

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

**Інженерно-технологічний факультет**

**Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин**

**П о я с н ю в а л ь н а   з а п и с к а**

до дипломного проекту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення технологічного процесу сівби насіння гідропневматичною  
сівалкою з розробкою сошника**

**Виконав:** студент 4 курсу, групи МС-4-20 за  
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Бугайов Микита Акмальович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Бойко Владислав Борисович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро – 2023

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

ТСГМ \_\_\_\_\_.

(назва кафедри)

доцент \_\_\_\_\_.

(вчене звання)

\_\_\_\_\_ Теслюк Г.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 р.

**З А В Д А Н Н Я  
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ СТУДЕНТУ**

Бугайову Микиті Акмальовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи:** Удосконалення технологічного процесу сівби насіння гідропневматичною сівалкою з розробкою сошника

керівник роботи Бойко Владислав Борисович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«8» травня 2023 року № 820

**2. Строк подання студентом роботи** 12.06.2023 р.

**3. Вихідні дані до проекту** Огляд стану питання заробки насіння під час виконання посіву. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз стану питань. 2. Технологічна частина 3. Конструктивно розрахункова частина. 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища.

**5. Техніко-економічна оцінка проекту. Загальні висновки. Література.**

**5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)**

1. Аналіз діяльності господарства(A1). 2. Аналіз різновидів конструкції сошників (A1). 3. Гідропневматична сівалка з розробленим сошником (A1). 4. Сошник (A1). 5. Розгортач (A2). 6. Стійка (A4). 7. Ствол (A4). 8. Кіль (A3). 9. Техніко-економічні показники проекту (A1).

**6. Консультанти розділів проекту**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	Деркач О.Д., доцент		
нормоконтроль	Золотовська О.В., доцентка		

**7. Дата видачі завдання:** 8.05.2023 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	8.05.23-12.05.23	
2	Технологічний	13.05.23-19.05.23	
3	Конструкційний	20.05.23-29.05.23	
4	Охорона праці	30.05.23- 31.05.23	
5	Економічний	1.06.23-2.06.23	
6	Графічна частина	3.06.23-11.06.23	

**Студент**

\_\_\_\_\_  
( підпис )

Бугайов М.А.

(прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_  
( підпис )

Бойко В.Б.

(прізвище та ініціали)

№	№	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл	Примітка
				Текстові документи		
A			52.ДП.017.000.000.ПЗ	Пояснювальна записка	65	
				Графічні матеріали		
A	1		52.ДП.017.000.000.A	Аналіз діяльності		
				господарства	1	
A	2		52.ДП.017.000.000.A	Аналіз різновидів		
				сошників	1	
A	3		52.ДП.017.100.000.ВЗ	Гідропневматична		
				з розробленим	1	
A	4		52.ДП.017.108.000.СК	Сошник	1	
A	5		52.ДП.017.108.001	Розгортач	1	
A	6		52.ДП.017.108.002	Стійка	1	
A	7		52.ДП.017.108.003	Ствол	1	
A	8		52.ДП.017.108.004	Кіль	1	
A	9		52.ДП.017.000.000.ПЕ	Техніко-економічні		
				проекту	1	

Підп. і дата
Взам. інв. №
Інв. № дубл.
Підп. і дата
Інв. № підп.

52.ДП.017.000.000.ПД				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Бугайов М.А.		
Перев.		Бойко В.Б.		
Т. контр.				
Н. контр.		Золотовська		
Затв.		Теслюк Г.В.		
Відомість дипломного			проекту	
		Літ	Лист	Листів
			3	65
ДДАЕУ				
МС-4-20				

## АНОТАЦІЯ

Бугайов М.А. Удосконалення технологічного процесу сівби насіння гідропневматичною сівалкою з розробкою сошника/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» – ДДАЕУ, Дніпро, 2023.

Кваліфікаційна робота присвячена покращенню процесу заробки насіння гідропневматичною сівалкою за рахунок розробки конструкції сошника.

Запропонована конструкція сошника дозволяє реалізувати висів насіння одночасно з рідиною без травмування пророслого насіння та усунення налипання на стінки робочої частини сошника.

Для реалізації поставленої задачі в першому розділі розглянуто особливості процесу посіву овочевих культур.

В другому розділі проведено аналіз конструкцій сошників посівної техніки. Врахувавши переваги та недоліки конструкцій сошників в третьому розділі розроблено конструкцію кілевидного сошника здатного усунути вище наведені недоліки, описано принцип роботи його в комплексі з гідравлічною сівалкою.

В третьому розділі проведено конструктивно-технологічні розрахунки запропонованої конструкції кілевидного сошника.

Розроблено питання з охорони праці та захисту навколишнього середовища при експлуатації гідропневматичної сівалки з розробленим сошником. Виконано економічне обґрунтування запропонованого удосконалення процесу посіву.

Ключові слова: гідравлічний посів, проросле насіння, сошник, точність висіву, гідропневматична сівалка.

## ЗМІСТ

Вступ	7
<b>Розділ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАНЬ</b>	<b>9</b>
1.1 Характеристика господарства	9
1.1.1 Загальні відомості	9
1.1.2 Характеристика рослинництва	9
1.1.3 Механізація рослинництва	12
1.1.4 Економічні показники	15
1.2 Особливості процесу посіву овочевих культур	17
1.3 Гідропневматична сівалка точного висіву	19
1.4 Висновки	22
<b>Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА</b>	<b>23</b>
2.1 Аналіз теоретичних та експериментальних досліджень процесу закладання насіння в борозну	23
2.2 Аналіз конструктивних рішень та різновидів сошників	27
2.2.1 Дискові сошники	28
2.2.2 Лапові сошники	29
2.2.3 Анкерні сошники	30
2.2.3 Долотоподібні сошники	32
2.2.4 Полозовидні сошники	33
2.3 Висновки	34
<b>Розділ 3. КОНСТРУКТИВНО-РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА</b>	<b>35</b>
3.1 Розробка конструкції та опис будови сошника для гідро-пневматичної сівалки	35
3.2 Визначення сил, що діють на сошник та ущільнююче колесо	38
3.3 Розрахунок тягового опору сошника	41

3.4 Розрахунок на міцність стійки сошника	49
3.5 Висновки	51
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	52
4.1. Організація охорони праці в господарстві	52
4.2 Заходи з охорони праці при експлуатації гідропневматичної сівалки	53
4.3 Захист навколишнього середовища	54
4.4 Висновки	55
Розділ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ	56
Висновки	61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	62
ЛІТЕРАТУРА	63
ДОДАТКИ	66

## ВСТУП

*Актуальність роботи.* В даний час сільське господарство України а саме землеробський напрямок являється рятувальним кругом, що тримає економіку держави на плаву. Згідно даних держстату України [1] овочівництво в Дніпропетровській області по посівам складає близько 35,1 тис. га а це друга сходинка в Україні і уступає лише лідеру Херсонській області 41,5 тис. га, що обумовлено кліматичними умовами.

Основним виробником овочів являються господарства населення . В 2021 році в Україні було вироблено 30,7 млн. т овочів, з яких населенням – 18,9 млн. т. В 2022 році показники виробництва в цілому знизилися до 30 % а по деяким культурам до 70 %. Велику втрату обсягів виробництва овочів принесла війна. Торішній валовий збір виявився найнижчий за останні п'ять років. На це вплинула окупація агресором територій передових виробників овочевої продукції в Україні. Так, у 2022 році планувалася площа під вирощування овочів 1490 тис. га [2], але за фактом ці показники становили на 16,2 % менше від запланованого. Війна в країні внесла свої корективи. Повністю було втрачено посівні площі Херсонської та частково Харківської, Сумської, Чернігівської, Миколаївської та Запорізької областей. В Україні найбільші площі овочевої групи культур відведені під картоплю, а на другому місці знаходяться томати. До п'ятірки найбільш популярних овочевих культур, крім картоплі та томатів потрапили: капуста, цибуля, огірки та морква.

З метою зниження собівартості продукції шляхом механізації технологічних процесів в нашій країні активно проводяться науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи по створенню машин для посіву, обробітку і збирання овочевих культур. Проте, до цього часу переважна більшість розроблюваних машин не вийшли з стадії експериментування і у виробничих умовах не знайшли широкого застосування.



Однією з найбільш відповідальних операцій у технології вирощування овочевих культур є сівба, строки і якість проведення якої багато в чому визначають якість сходів, розмір врожаю, захворюваність культур.

Запропонована на кафедрі ТСГМ гідропневматична сівалка точного висіву [3] в подальшому ГПСТВ-1 дозволяє реалізувати висів пророслого насіння одночасно з рідиною, що прискорює появу сходів на 9...12 днів раніше за традиційний посів. Разом з рідиною можна вносити стимулятори росту та засобів захисту рослин. Проведеними польовими дослідженнями на посіві томату «Астероїд», встановлено що завдяки гідравлічному висіву польова схожість насіння становила 93 %, а урожай зріс на 66 ц/га.

Подальші дослідження ГПСТВ-1 довели, що встановлений сошник на сівалці не дозволяє досконало реалізувати висів пророслого насіння, так було замічене налипання насінин на внутрішній поверхні сошника. Висів насіння в насінневе ложе здійснюється виштовхуванням рідини з насінням стисненим потоком повітря. Конус з рідини і насіння, який формується після ствола спрямовує частково насіння на внутрішню поверхню сошника, що зумовлює налипання та пропуски висіву насіння та знижує ефективність роботи сівалки.

*Мета роботи* – удосконалення процесу посіву гідропневматичною сівалкою точного висіву розробкою сошника

*Завдання досліджень:*

1. Розглянути особливості процесу посіву овочевих культур.
2. Провести аналіз конструкції та досліджень сошників
3. Розробити конструкції сошника для гідропневматичної сівалки точного висіву
4. Провести розрахунки конструктивно-технологічних показників сошника.
5. Розробити положення з охорони праці при експлуатації гідропневматичної сівалки з розробленим сошником
6. Обґрунтувати економічну доцільність проекту

## Розділ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАНЬ

### 1.1 Характеристика господарства

#### 1.1.1 Загальні відомості

ТОВ «Осіріс» знаходиться в Синельниківському районі Дніпропетровської області. Відстань від обласного центру до господарства становить 96 км. Вигідне розташування господарства за рахунок мережі доріг з твердим покриттям та залізниці дозволяє швидко налагоджувати логістичні зв'язки.

В смт. Васильківка розташовується адміністративна будівля господарства. До всіх об'єктів господарства прокладено дороги з асфальтовим покриттям.

Основним напрямком діяльності є вирощення сільськогосподарських культур таких як: пшениця, кукурудза, ячмінь та соняшник, та їх реалізація.

Структура сільськогосподарських угідь в період з 2019 по 2022 рік за рахунок входження 6 пайщиків зросла на 21 га і складала в 2019 році 343 га відповідно 364 га в 2022 році. Більшу частину земель складають пайові ділянки, які орендуються у місцевого населення.

Клімат в зоні розміщення господарства помірно-континентальний, який характеризується достатньою вологістю, іноді з жарким літом та морозною зимою. Середня річна температура повітря знаходиться в межах +11...+13<sup>0</sup>С. Господарство розташовано в помірно-вологодому районі. В середньому по рокам випадає від 460 до 530 мм опадів за рік, В період від посіву до збирання врожаю випадає від 265 до 350 мм опадів. На весняно-осінній період приходить до 70 %. В середині жовтня з'являються перші заморозки. Холодний період з від'ємними температурами триває в середньому протягом 152 днів. В зимовий період, який розпочинається з початку грудня випадає до 30 відсотків вологи в вигляді дощу та снігу. Зима досить тепла малосніжна з максимальним пониженням температур в межах -22...-25 градусів. Період з максимально низькими температурами становить від 11 до 16 днів.

Початок весняно-польових робіт припадає на середину березня місяця. Інтенсивні польові роботи розпочинаються з початку квітня і тривають до збирання врожаю. Переважну кількість до 86 % ґрунтів складають чорноземи. Земельна територія складається з різних видів сільськогосподарських угідь. В цілому ґрунтово-кліматичні та економічні умови в зоні розташування господарства в основному є сприятливими для вирощування основних зернових та інших культур у визначених обсягах.

### **1.1.2 Характеристика рослинництва**

Однією з головних галузей в ТОВ «Осіріс» є рослинництво. Основними культурами які вирощує господарство є: пшениця, ячмінь, кукурудза, соняшник та овочі. Під вирощення цих культур в 2022 році відведено 364 га загальної посівної площі, з них: пшениця – 59 га, ячмінь – 67 га, соняшник – 64 га, кукурудза – 61 га, овочі – 48 га, чорний пар – 65 га.

Вирощування культур відбувається з дотриманням сівозмін. Чергування культур здійснюється за наступною схемою: пар – пшениця, кукурудза, ячмінь, овочі, соняшник. Дотримання сівозмін забезпечує карантинні заходи та знижує поширення хвороб рослин та поширення шкідників. Парування ґрунту дозволяє відновити його родючість після виснажливого соняшнику.

Поля господарства розміщені на рівнині і мають горизонтальний профіль. Ґрунти переважно звичайні чорноземи мають хороші показники родючості. Господарство постійно проводить операції по відновлення родючості застосовуючи органічні та мінеральні добрива та парування ґрунтів. В якості органічних добрив використовують рослинні рештки, залишені на полі після збирання врожаю. Внесення мінеральних добрив виконується одночасно з посівом культур. В 2021 році на 1 га посіву внесено по 62 кг діючої речовини азоту і 21 фосфору. В 2022 році азоту внесено по 75 кг/га, фосфору – 24 кг/га, калію – 22 кг/га. Це в основному припосівне удобрення культур та підживлення озимих.

Земельна територія складається з різних видів сільськогосподарських угідь. Розглянуті вище ґрунтово кліматичні умови господарства є сприятливими для ведення ефективного землеробства і рослинництва в цілому пов'язаним з вирощування, як зернових, олійних так і овочевих культур. Обсяги землеробства в господарстві наведені в табл. 1.1.

Таблиця. 1.1 - Структура земельних угідь

Культура	Рік/площа, га.			
	2019	2020	2021	2022
Чорний пар	55	55	61	65
Пшениця	67	67	55	59
Кукурудза	57	57	67	61
Ячмінь	65	65	57	67
Соняшник	61	61	65	64
Овочі:	-	-	-	-
Томати	10	8	10	12
Капуста	10	10	12	12
Кавуни	10	10	10	12
Цибуля	8	10	10	12
Всього	343	343	347	364

Аналізуючи дані наведені в таблиці 1.1 можна побачити, що така складова як овочі з кожним роком зростає, що пов'язано з зростаючим попитом продукції.

Ефективність галузі рослинництва в господарстві з 2020 року по 2022 рік наведено в табл. 1.2.

Таблиця. 1.2 – Показники урожайності сільськогосподарських культур

Урожайність культури, ц/га	Рік		
	2020	2021	2022
кукурудза	64	58	66
соняшник	21,6	19,2	22,5
пшениця	40	35	43
ячмінь	36	34	38
Томати	356	384	391
Капуста	382	352	405
Кавуни	421	354	432
Цибуля	345	302	361

### 1.1.3 Механізація рослинництва

На підприємстві всі види сільськогосподарських робіт здійснюються механізовано технікою, яку наведено в таблиці 1.3. Ручна праця використовується під час прополювання збирання урожаю овочів та формування густоти їх стояння.

Машино – тракторний парк господарства розділений на гараж та тракторну бригаду. На території гаража розташовані: склад запчастин, токарне відділення, ковально-зварювальне відділення, бокс для ремонту.

Для виконання робочого процесу по виробництву сільськогосподарської продукції є машино – тракторний парк, який приведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Машино-тракторний парк

Найменування	Кількість, шт.
<b>ТРАКТОРИ</b>	
МТЗ - 920	5
Джон дір 7810	2
<b>АВТОМОБІЛІ</b>	
КамАЗ- 45143	2
ГАЗ-53А	4
<b>КОМБАЙНИ</b>	
Джон Дір S690	1
KRUKOWIAK Z 653/1	1
<b>СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ МАШИНИ</b>	
Плуг ПЛН – 3 - 35	3
Плуг ПЛН-5-35	2
Розкидач добрив РМД-1000	1
Зчіпка С-11	2
Зчіпка СГ-21	1
Борона БЗСС-1	21
Борона БДТ - 3	4
Сівалка СЗ – 3,6	4
Сівалка УПС - 12	1
Сівалка GASPARDO ORIETTA	1
Культиватор КРН – 4,2	4
Культиватор КОР-4,2	3
Причеп 2ПТС - 4	5
Оприскувач ОП-2000	2
Луцильник ЛДГ-15	2
Навантажувач ПФ-0,75	1

Для виконання технологічних операцій з вирощування сільськогосподарських культур створюються комплексні бригади:

- основного обробітку ґрунту;
- передпосівного обробітку ґрунту;
- сівби культур;
- збирання збіжжя;
- післязбирального обробітку ґрунту;

Створення таких бригад забезпечує своєчасне та якісне виконання комплексу всіх необхідних робіт, знижує втрати на нефективне використання техніки, покращує логістичні зв'язки.

Організація злагодженої роботи бригад забезпечує повне завантаження машино-тракторних агрегатів без холостих простоїв, що в цілому дозволяє знизити собівартість продукції.

Всі питання вирішуються керівниками структурних підрозділів одразу ж по мірі їх виникнення. Всі інші питання вирішуються на нараді за участю директора, його замісників та головних спеціалістів господарства.

Для забезпечення правильного та довготривалого використання техніки на підприємстві прикладають багато зусиль. За машино використанням слідкує головний інженер та помічники по техніці сільськогосподарських ділянок.

За технічний стан тракторів відповідають самі трактористи. Для цього є всі необхідні умови та знаряддя і прилади: компресор, зварювальний апарат, необхідні станки та інші установки. На території бригади є книга проведення технічного огляду, де записано через скільки мото-годин який трактор чи комбайн.

*Нафто-господарство.* Виробництво продукції рослинництва супроводжується значними витратами енергоресурсів нафтового походження. В господарстві організовано пункт зберігання, заміни та видачі нафтопродуктів. Пункт розташований на території машино-тракторного парку (рис. 1.1) та складається з ємностей для зберігання нафтопродуктів, пункту видачі їх та місця для зберігання протипожежного обладнання та інструментів. До пункту

видачі відноситься і заправний інвентар: заправні колонки з насосами, мірні ємності, лійки, обладнання для заміни мастильних матеріалів. До протипожежного інвентарю відносяться ємності з піском, вогнегасники, лопати, багри, кирки та брезент. Категорично забороняється палити на території нафто-господарства. Для обслуговування нафто-господарства залучається кваліфікований персонал.

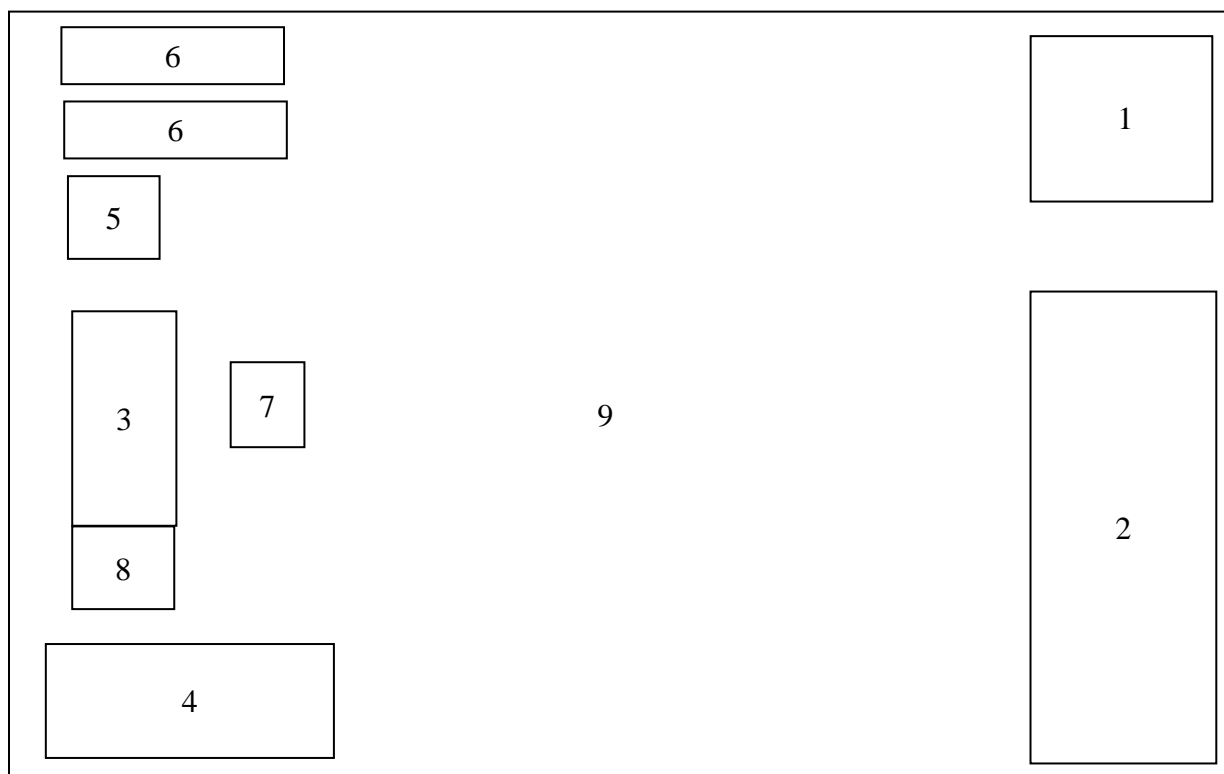


Рисунок 1.1 – Виробнича ділянка з нафтогосподарством

1 – ремонтна майстерня; 2 – майданчик для зберігання сільськогосподарської техніки; 3 – пункт видачі пального; 4 – майданчик для мийки; 5 – ємності з відпрацьованими паливо – мастильними матеріалами; 6 – ємності з паливо – мастильними матеріалами; 7 – місце для заправки; 8 – сховище для зберігання заправного інвентарю; 9 – територія машино-тракторного парку.

#### 1.1.4 Економічні показники

Напрямок діяльності господарства формується попитом на ринку сільськогосподарської продукції враховуючи економічну доцільність та



можливості механізації основних технологічних процесів. Організацією виробничого процесу та економічних зв'язків займається голова господарства.

Станом на 2022 рік економічні показники господарської діяльності знаходиться на високому рівні. Порівнюючи з 2020 рентабельність рослинництва зросла на 9 %. Про це свідчать дані наведені в табл. 1.4.

Таблиця 1.4 – Основні показники господарської діяльності

Найменування показників	Роки		
	2020	2021	2022
Загальна посівна площа господарства, га	343	347	364
Рівень рентабельності, %	31,54	34,85	39,8
Кількість працівників в господарстві, чол.	14	16	22
Середня зарплата одного працівника за рік, грн.	101325	106562	111654
Прибуток від реалізації продукції, млн. грн.	6,45	7,284	10,173
Кредиторська заборгованість, тис. грн	144,1	176,5	148,2

З наведених даних можна зробити висновок, що з кожним роком прибутковість господарства зростає розширюється загальна площа господарства разом з таким напрямком рослинництва, як овочівництво де деякі культури якого маю рентабельність до 80 %. Отже господарство обрало правильну стратегію виробництва.

## 1.2. Особливості процесу посіву овочевих культур

Згідно визначення посів насіння це процес послідовних операцій: забору насіння з ємності для насіння (бункера), дозування насіння (механічними, пневматичними дозаторами), подача насіння в сошники, приготування насінневого ложа, послідує розміщення насіння з заданим інтервалом, загорання насіння.

Враховуючи багаторічний досвід отриманий землеробами різних країн сформувалися до двадцяти способів сівби. Перевага тому чи іншому способу віддається з врахуванням культури, яка висівається та природно-кліматичних умов її вегетацію. [4]. Основними показниками ефективності посіву являється коефіцієнт варіації розподіл насіння по довжині рядка та по глибині заробки [5].

В овочівництві отримали поширення способи сівби наведені на рис. 1.2. Найбільше поширення в різних країнах отримав рядковий спосіб посіву (рис. 1.2, а). Особливістю такого способу є розміщення одиночних рядків зрізною шириною міжряддя. За шириною міжряддя даний спосіб поділяється на вузькорядний (рис. 1.2, в) 7,5 см, широкорядний (рис. 1.2, г) 70-150 см та звичайний 30-70 см [4]. Рослини в рядку повинні розміщуватися з достатньою площею живлення та достатнім освітленням, показники носять індивідуальний характер для кожної культури. З метою поліпшення освітлюваності рядки бажано розміщувати з півночі на південь [6]. Не виконання даних вимог призведе до зниження врожайності культури.

В південних регіонах практикують перехресний посів насіння з метою підвищення рівномірності розподілу насіння (рис. 1.2, б). Недоліком такого посіву являється перевитрата пального в два рази, завдяки подвійному проходу трактора в агрегаті з сівалкою. [6, 7]. При такому посіві збільшується вірогідність розміщення на перехрещенні рядків поруч двох насінин та наступну боротьбу рослин за площу живлення, що ослаблює рослини та знижує їх врожайність.

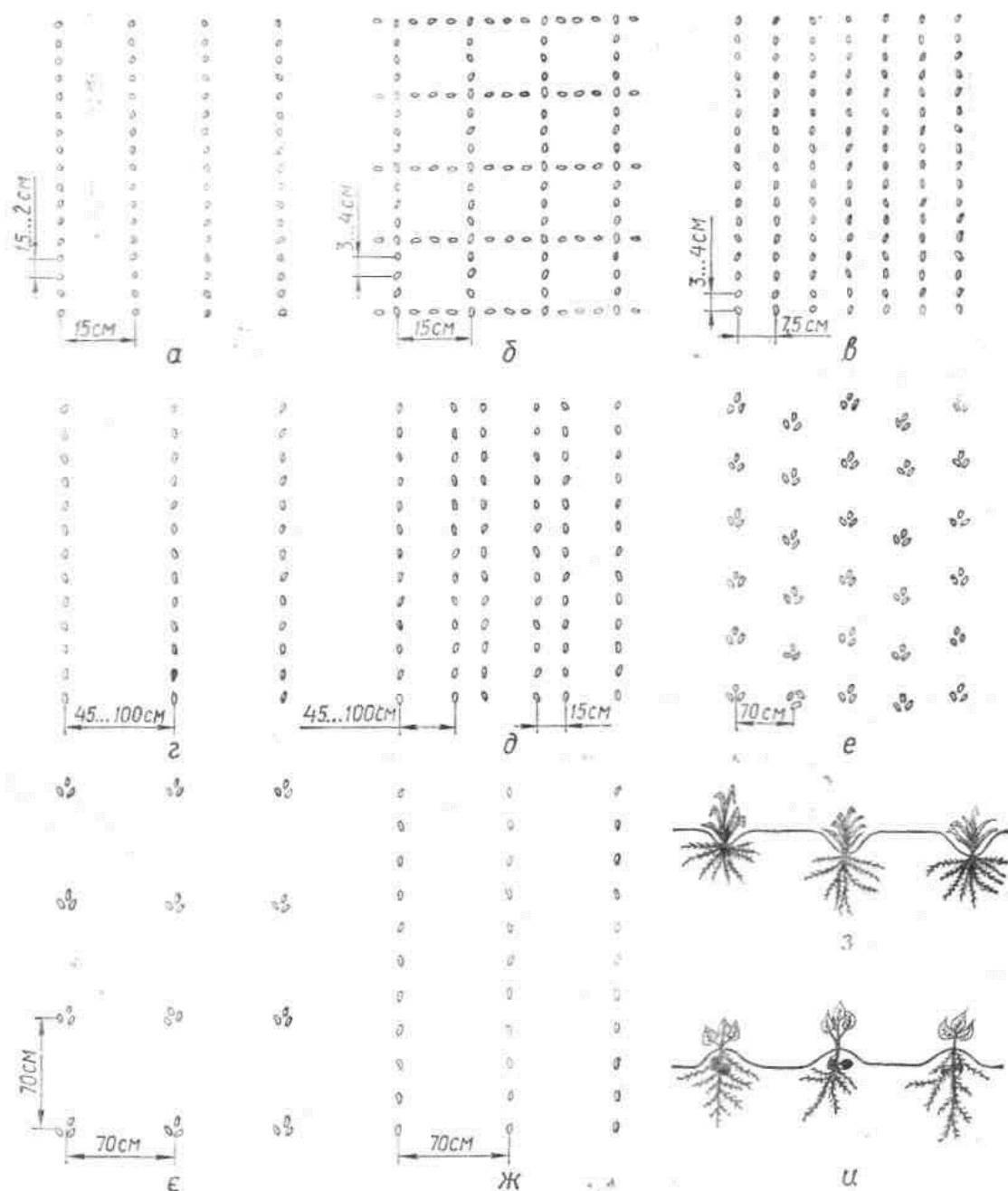


Рисунок 1.2 – Основні способи сівби насіння овочевих культур [4]:

- а – звичайний рядковий; б – перехресний; в – вузькорядний;  
 г – широкорядний; д – стрічковий; е – гніздовий; є – квадратно-гніздовий;  
 ж – широкорядний пунктирний; з – борозенний; и – гребеневий.

Різновидом вузькорядного посіву являється стрічковий посів який отримав поширення в овочівництві, його застосовують при вирощуванні культур з незначною вегетуючою частиною. В овочівництві практикується і стрічковий посів (салатів, моркви, цибулі, петрушки та ін), який є різновидом

вузькорядного. Стрічки складаються з 2...10 рядків з міжряддям від 45 см до 100 см (рис. 1.2, д).

Враховуючи досить високу вартість якісного посівного матеріалу овочевих культур останнім часом отримав поширення однонасінневий точний висів насіння. Це рядковий посіву, що забезпечує однонасінне пунктирне розміщення насінин з постійним інтервалом в рядку. Спосіб забезпечує рівномірне розміщення рослин на полі з достатньою площею їх живлення і створює найбільш оптимальні умови для розвитку рослин.

На сьогоднішній день для реалізації однонасінного висіву на ринкові представлено сівалки точного висіву як вітчизняних так і закордонних виробників.

### **1.3 Гідропневматична сівалка точного висіву**

Для реалізації висіву пророслого насіння овочевих культур на кафедрі ТСГМ розроблено гідропневматичну сівалку точного висіву ГПСТВ [2] загальну будову якої зображено на рисунку 1.3. Сівалка пройшла виробничі порівняльні випробування з сівалкою Клен 1,8 (рис. 1.4) на посіві томату Астероїд. За результатами випробувань отримано наступні результати:

- коефіцієнт варіації розподілення насіння в рядку експериментальною сівалкою знизився на 6,9% до значення 15,2 %, в порівнянні з базовою сівалкою Клен-1,8 при посіві і на 10,6 % по сходам;
- схожість насіння виросла на 12,4 % в порівнянні з класичним методом посіву;
- поява сходів при посіві пророслого насіння прискорилося на 9...11 днів, що вплинуло на схожість насіння до 93%;
- приріст врожаю при використанні експериментальної сівалки на посівах томату склав 66 ц/га, що підтвердило гіпотезу впливу висіву пророслого насіння на врожайності овочевих культур, економічний ефект склав 11,3 тис.грн/га.

- за результатами випробувань також виявлено налипання пророслого насіння на внутрішню поверхню сошника, що негативно впливає на отримання максимальної ефективності роботи ГПСТВ

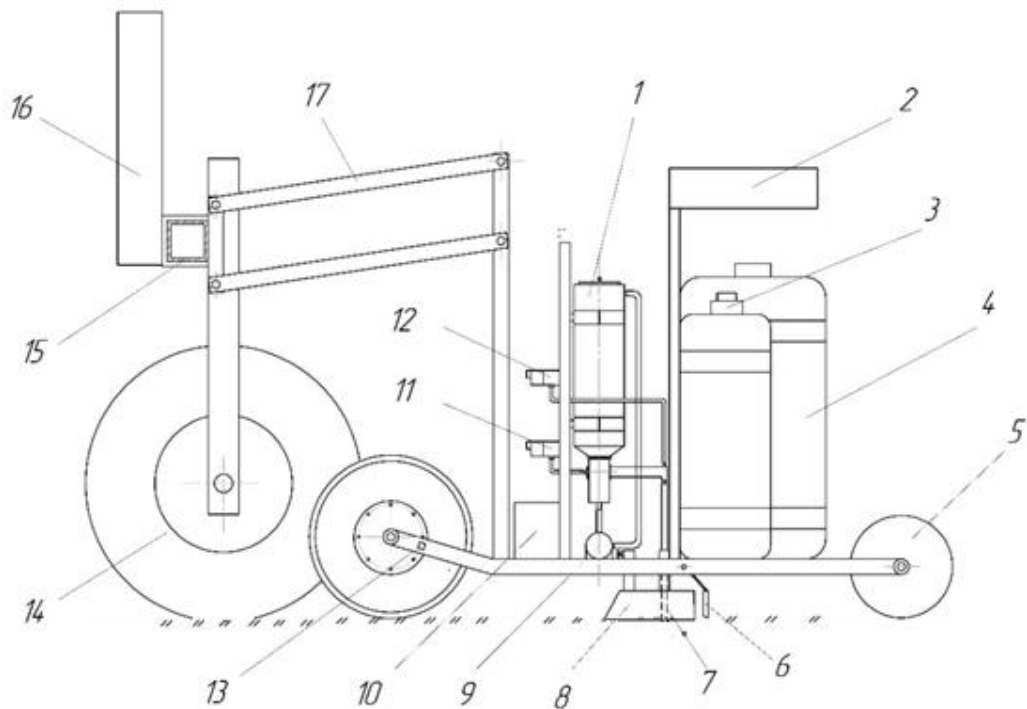


Рисунок 1.3 – Гідропневматична сівалка точного висіву насіння овочевих культур [2]:

1 – висівний апарат гідропневматичної сівалки; 2 – блок керування;  
 3 – ресивер з редуктором; 4 – резервуар для рідини; 5 – коток ;  
 6 – загортач; 7 – насіннепровід; 8 – сошник; 9 – гідравлічний насос;  
 10 – джерело живлення (батарея 12 В); 11 – електрогідравлічний клапан;  
 12 – електропневматичний клапан; 13 – датчик контролю переміщення сівалки;  
 14 – колесо опорне; 15 – рама; 16 – навіска агрегування; 17 – підвіска сівалки

До складу експериментальної сівалки входить гідропневматичний апарат точного висіву 1 з енергетичною частиною, яка складається з ресивера з стиснутим повітрям 3, джерела живлення (акумулятор +12В) 10 , резервуар для рідини 4 об'ємом 6 л. Посівна секція експериментальної сівалки надійно закріплена на рамі 15 через навіскоу 16 за допомогою паралелограмного механізму підвіски 17. Ресурсу енергетичної частини вистачає для роботи

сівалки протягом 2 годин після чого виконуються операції по заправці рідини, повітря зарядка або заміна батареї.



Рисунок 1.4 – Виробничі випробування секції експериментальної сівалки ГПСТВ та Клен-1,8 [2]

В таблиці 1.5 наведено технічні показники роботи експериментальної ГПСТВ

Таблиця 1.5 – Технічні показники роботи ГПСТВ [2]

Показник	Значення
Тип машини	начіпна
Тиск наддуву, МПа	0,02-0,04
Тиск висіву насіння, МПа	0,1-0,2
Робоча швидкість, м/с	0,4-1,5
Концентрація насіння, 1/мл	0,21-0,45
Глибина посіву насіння, см	1,5-6
Місткість резервуара для насіння, см <sup>3</sup>	1500
Місткість резервуара для рідини, см <sup>3</sup>	6000
Напруга живлення, В	12

## 1.4 Висновки

1. Аналізуючи стан справ в господарстві, ми прийшли до висновку, що рослинництво господарства має досить стабільний стан справ, урожайність сільськогосподарських культур з кожним роком підвищується за рахунок прогресивних технологій їх вирощування та системи заходів боротьби з бур'янами. Завдяки доброму технічному забезпеченню операції по догляду за рослинами проводяться вчасно.

2. Як показує аналіз сучасних технологій посіву овочевих культур, найбільш перспективним є однонасінний посів. Однонасінний висів забезпечує рівномірне розміщення рослин у рядку, рівні умови для їх життєдіяльності.

3. Основним із перспективним процесів посіву являється гідравлічний, який прискорює появу сходів пророслого насіння на 9...11 днів, підвищує схожість насіння до 93%, що сприяє приросту врожаю на прикладі вирощування томату до 66 ц/га.

4. Наліпання пророслого насіння на внутрішню поверхню сошників, являється значною проблемою, яка не дозволяє реалізувати максимально можливості гідропневматичних сівалок. В даній кваліфікаційній роботі для вирішення даної проблеми необхідно розробити нову конструкцію сошника адаптованого під роботу на гідропосіві з виробничими випробуваннями на посівах томатів в господарстві.

## Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1. Аналіз теоретичних та експериментальних досліджень процесу закладання насіння в борозну

Сошник являє собою своєрідне ґрунтообробне знаряддя, яке виконує складну функцію: формування борозенки, затримання її на деякий час відкритою, закладання на дно борозенки насіння, що надходить від висівного апарату і, нарешті, її закриття. В силу цього до сошника, як робочого органу, який відповідає за процес закладення насіння в ґрунт, пред'являються високі і складні вимоги сучасної агротехніки.

Створення борозни повинно супроводжуватися відсутністю виносу нижніх горизонтів ґрунту на поверхню, з метою меншої втрати вологи, а також відсутністю перемішування верхніх і нижніх шарів ґрунту. Глибина загортання насіння залежно від виду культури, а також від ґрунтово-кліматичних умов району, має забезпечуватися в межах від 2 до 12 см з відхиленням від заданої глибини не більше 1 см. Насіння повинно закладатися на саме дно ущільненої борозенки і триматися тих шарів ґрунту, на глибині яких воно закладене.

Для створення контакту насіння з ґрунтом рядки повинні бути ущільнені котками.

Основоположником науки про сільськогосподарських машинах по праву вважають академіка В. П. Горячкіна. Він тривалий час проводив теоретичні та експериментальні дослідження посівних машин [9]. Велике практичне значення мають роботи М. Н. Летошнева, А. Н. Карпенко, А. Н. Семенова, В. А. Желіговського, П. М. Василенко, М. Х. Пігулевського, в. І. та ін, присвячені дослідженню посівних машин та сошників до них [9, 10].

Велику роботу з дослідження якісних показників роботи різного типу сошників були проведені академіком П. М. Василенком [9].

П. М. Василенко досліджував ряд закономірностей, що впливають на якість роботи сошників: вплив форми грудей наральника і нарощування ґрунту.



На підставі багаторічних досліджень П. М. Василенко встановив, що кращою формою грудей наральника сошника полозовидного типу є логарифмічна спіраль.

Полозовидний сошник з формою грудей по логарифмічній спіралі П. М. Василенко рекомендував замість кілевидного сошника. Для усунення осипання в борозну сухого верхнього шару П. М. Василенко рекомендує на щоках наральника кілевидного сошника виконувати косий зріз донизу, з метою полегшення обвалення зі стінок борозни вологих частинок ґрунту нижнього горизонту.

Насправді сучасними сошниками насіння завжди закладаються верхнім сухим сипучим шаром ґрунту, але при достатній вологості нижнього шару сухі частинки швидко зволожуються; потім зволожуються насіння, тому в районах з достатньою вологістю цей недолік мало відчутний, зате він відчутно відображається на строках проростання насіння і їх ріст в районах з недостатньою вологістю».

Відоме конструктивне рішення А.с. №2274990, що дозволяє вирішити проблеми присипання насіння сухим шаром ґрунту. За допомогою ріджера 1 знімається верхній шар ґрунту разом з грудками, утворюючи смугу шириною 12... 15 см. Положення ріджерів може змінюватися по глибині незалежно від положення сошника. Поверхня ріджера близька до поверхні підгортальника, що дозволяє повністю видаляти шар сухого ґрунту. Далі лезо 2 сошника прорізає у вологому шарі борозенку глибиною 4...6 см в залежності від виду і культури висіяного насіння. Дно борозенки ущільнюється опорною п'ятою сошника, що сприяє кращій подачі ґрунтової вологи до насінини, а також дозволяє утворювати постійну по глибині борозенку.

Лижа (ущільнювач) 3, встановлена за сошником, здавлює краї борозенки, ущільнюючи її, одночасно закриваючи насіння вологим шаром без зміщення вздовж руху. Ґрутовирівнювач 4, змонтований за лижею-ущільнювачем зміщує сухий шар ґрунту на рядок [11].

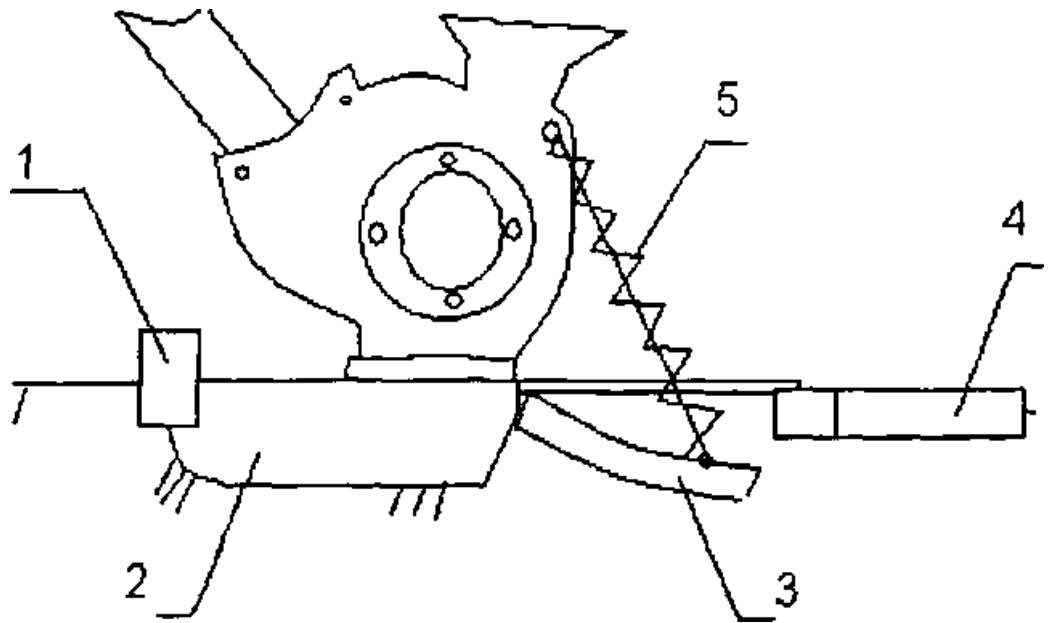


Рисунок 2.1 – Схема сошника А.с. №2274990

Проблемами якісної заробки насіння займаються науковці Кропивницького національного технічного університету С.І. Шмат, В.А. Резніченко. Запропонована конструкція удосконаленого дводискового сошника (рис. 2.2) [12] дозволить забезпечити точне розміщення насіння по глибині та загортанням вологим шаром ґрунту.

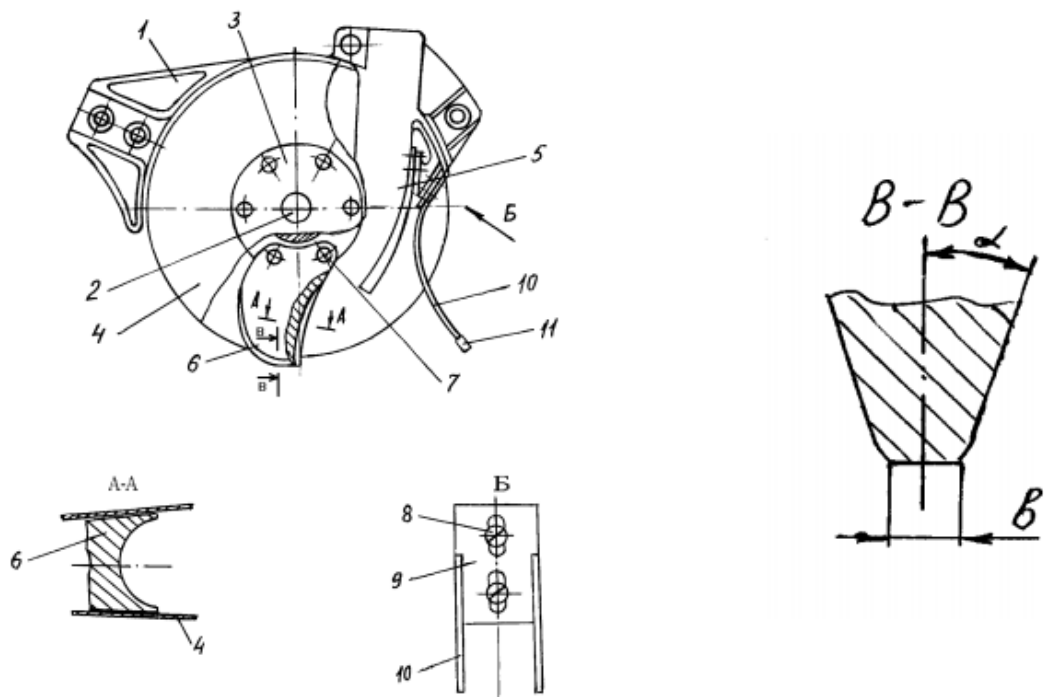


Рисунок 2.2 – Дводисковий сошник

При русі сівалки диски сошника 4 обертаються, попередньо проробляючи борозенку. П'ята 6 прорізує борозенку на заданій глибині, ущільнюючи стінки і усуваючи горбик, який утворюється після проходу дисків. По напрямній лійці 5, та спрямовуючій п'яті 6 насіння потрапляє до насінневого ложе та загортається вологим ґрунтом за допомогою регульованого загортача 10.

Комбінований сошник (рис. 2.3) [13] запропонований науковцями провідних наукових шкіл Києва, Вінниці та Сум дозволяє підвищити якісні показники процесу заробки насіння в ґрунт.

Комбінований сошник поєднує в своїй конструкції два типа сошників дискового 3 та розміщеного в ньому в середині за допомогою тримача 4 та щік 5 кілеподібного сошника з наральником 7 і розтрубом 6. Використання підвіски 8 дозволяє зменшити ударні навантаження на комбінованому сошнику та збільшити його ресурс роботи.

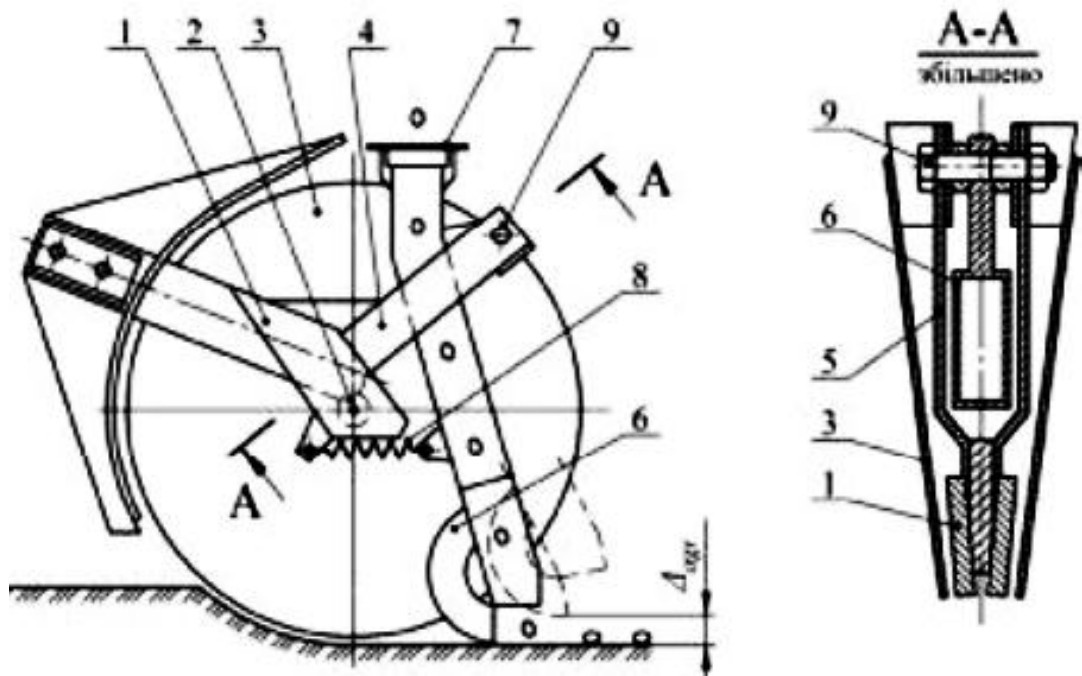


Рисунок 2.3 – Комбінований сошник

Шарнірна підвіска кілеподібного сошника дозволяє копіювати поверхню борозни сформованої дводисковим сошником 3 та забезпечує формування

насінневого ложе з одночасним вкладанням насіння. Така конструкція подачі забезпечує контакт насіння з дисками, та підвищує точність укладання насіння по глибині.

## **2.2 Аналіз конструктивних рішень та різновидів сошників**

Сошник являється основним елементом, що відповідає за формування насінневого ложе від роботи, якого залежатиме проростання насіння та послідуєча вегетація культурних рослин. Для реалізації ефективного посіву насіння до сошників ставляться наступні вимоги [14]:

- формування чистої борозни без рослинних решток;
- вкладати насіння в вологий шар ґрунту з сформованим насінневим ложе;
- присипання насіння виконується достатнім вологим шаром ґрунту з надійним контактом;
- забезпечити надійний схід ґрунту та рослинних решток з робочої поверхні (самоочищення);
- підтримувати задану глибину закладання насіння;
  - утримувати постійну оптимальну глибину сівби;
  - мати достатню надійність та легкість обслуговування.

Структура ґрунту (пористість) борозни сформованої сошником безпосередньо залежить від її геометричної форми, що в подальшому впливає на проростання насіння та розвиток кореневої системи посівної культури. На форму та розміри борозни безпосередньо впливатиме кут входження сошника та робоча форма. Сошник виконаний з тупим кутом під час роботи переміщує ґрунт згори до низу. При виконанні сошника з гострим кутом навпаки. Сошники виконані з прямим кутом не перемішують ґрунт а розсовують його в боки. На рисунку 2.4 приведено найбільш поширені форми борозен [15].

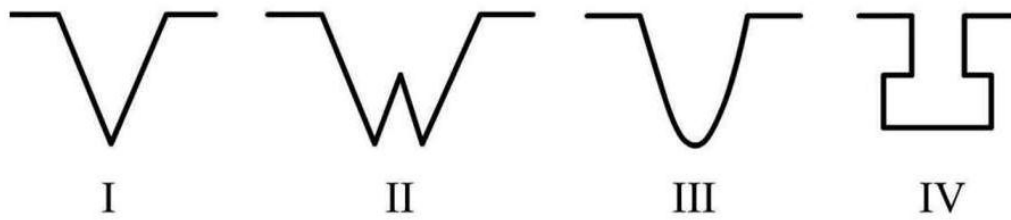


Рисунок 2.4 – Форми борозен  
I – V подібна; II – W подібна; III – U подібна; IV – T подібна

### 2.2.1 Дискові сошники

Аналізуючи різновиди конструкцій сошників на перше місце за поширенням можна віднести дискові сошники. Сошники даного типу складніші за конструкцією і виготовляються одно-дискові та дводискові (рис. 2.5) [15]. Найбільшою перевагою дискових сошників являється практично відсутнє налипання вологого ґрунту. Забезпечують надійний процес посіву в умовах важких грудкуватих ґрунтів, засмічення рослинними рештками та кореневої системи за досить великих швидкостей до 20 км/год.



а



б

Рисунок 2.5 – Дискові сошники:

а – одно-дискові; б – дводискові

Однодискові сошники працюють в режимі дискової борони (рис. 2.5 а) працюють за принципом дискової борони, досить легко занурюються в ґрунт підрізаючи рештки рослин на поверхні, кореневища, надійно формують

насіннєве ложе для укладання насіння. Дослідженнями встановлено оптимальний кут встановлення диска 3...8 градусів.

Як різновиди виготовляються зубчасті або опуклі диски, що дозволяють працювати з мінімальним міжряддям. Використання опорного колеса дозволяє підтримувати сталу глибину посіву. Крім позитивних моментів є і недоліки. Диски сприймають навантаження не симетрично сили тиску на диск діють з одного боку, що впливає на ресурс роботи системи навіски секції

Вирішити недоліки з одностороннім тиском можна використовуючи дводискові сошники (рис. 2.5 б). Найбільше поширення такі сошники отримали на зернових та овочевих сівалках. Якість посіву дводисковими сошниками при мініальному чи нульовому обробітку ґрунту середня. Добре себе зарекомендували такі сошники на грубих грудкуватих, вологих ґрунтах. Дозволяють реалізувати висів по рослинних рештках на глибину до 10 см.

Диски формують V подібну форму борозни, але з часом по мірі зносу дисків форма стане W-подібною, завдяки утвореному зазору між дисками. Насіння потрапляючи в зазор між дисками буде викидатися з борозни, тому необхідно періодично контролювати ступінь зносу дисків, щоб усунути негативне явище.

При збільшенні швидкості руху сівалки понад 10 км/год відбувається розподілення насіння на різних глибинах від 2 см до 9 см така нерівномірність може доходити до 50 %, що являється суттєвим недоліком дводискових сошників. Вирішити дані недоліки можливо встановленням напрямлячів (п'яток), що спрямовуватимуть насіння на дно борозни без контакту з дисками.

### **2.2.2 Лапові сошники**

Лапові сошники отримали поширення на стерньових сівалках в регіонах підвищеної вітрової ерозії де посів здійснюється по необробленій поверхні. Одночасно з посівом виконується розпушування ґрунту Лапові сошники використовуються для стрічкового, рядового та суцільного висіву.

На рисунку 2.6 [15] представлено сошник для стрічкового посіву. Посівний матеріал надходить до сошника потрапляє до розсіювача 6, що формує смугу з насіння. Прикривання насіння відбувається підрізаним та розпушеним сошником ґрунтом. Недоліком роботи такого сошника являється не рівномірне формування смуги розсіювачем в центральній її частині. На високих швидкостях відбувається не повне закриття насіння шаром ґрунту, частина насіння залишається відкритою. До переваг можна віднести одночасне з посівом внесення добрив та роботу по необробленій поверхні ґрунту.

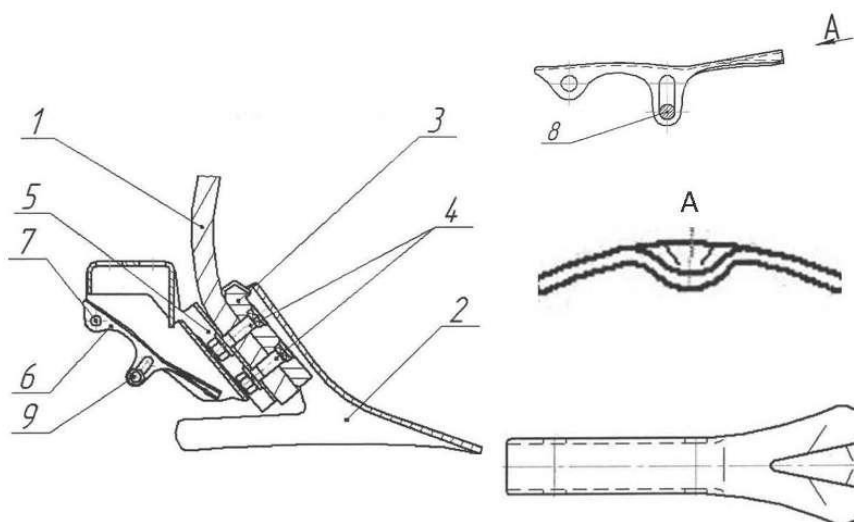


Рисунок 2.6 – Лаповий сошник

1 – стояк; 2 – лапа; 3 – адаптер; 4,8 – болти; 5 – кронштейн; 6 – розсіювач;  
7 – вісь розсіювача; 9 - гайка

### 2.2.3 Анкерні сошники

Поява мінімальної технології обробітку ґрунту прискорила появу сошників анкерного типу (рис. 2.7). В Україні компанією «Avers-Agro» налагоджено виробництво дисково-анкерних сошників для сівалок нульового обробітку, які завдяки ціни та якості отримали широкий попит і закордоном [16].



Рисунок 2.7 – Анкерні сошники

а- анкерний сошник «Seed Master» [17]; б – дисково-анкерний сошник «Avers-Agro» [16]; 1 – сошник для внесення туків; 2 – сошник для внесення насіння; 3 – ущільнювальне колесо

Відома в Україні корпорація «АГРО-СОЮЗ» разом з німецькою компанією Horsch розробили високо продуктивний посівний комплекс «Horsch – Агро-Союз» [18] з анкерними сошниками для посіву за технології No Till. Сошники типу дует (рис. 2.8 б, в) дозволяють реалізувати точний смуговий посів з одночасним внесенням гранульованих або рідких добрив. Добрива вносяться нижче закладання посівного матеріалу запобігаючи його опіків.

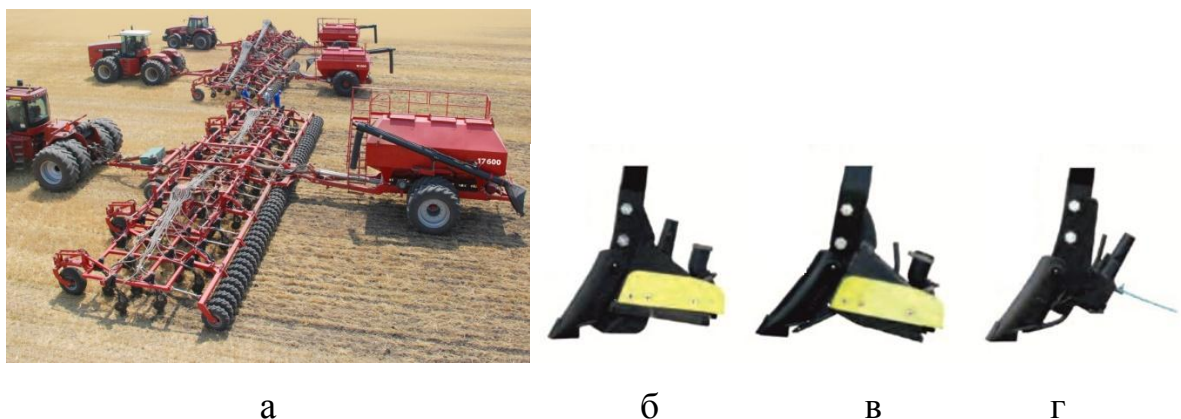


Рисунок 2.7 - Посівний комплекс «Horsch – Агро-Союз» з анкерними сошниками [18]:

а – загальний вигляд комплексу; б – сошник для посіву та внесення туків «дует»; в – сошник для посіву та внесення рідких добрив «дует»; г – сошник для посіву насіння «соло»



Використання анкерних сошників забезпечує розпушування ґрунту та підтримання заданої глибини посіву за умови мінімального або нульового обробітку ґрунту з рослинними рештками на посівній поверхні поля.

### 2.2.3 Долотоподібні сошники

Долотоподібні сошники (рис. 2.9) [19] являються різновидом анкерних сошників. За рахунок невеликих розмірів долотоподібні сошники є найбільш конструктивно досконалими, легко заходять в ґрунт з рослинними рештками та на поверхні ґрунту. Підвіска сошника забезпечує найліпше копіювання ґрунту та підтримання сталої глибини посіву насіння.



Рисунок 2.9 – Долотоподібні сошники сівалки AMAZONE Cayena [19]

Як і анкерний долотоподібний сошник отримав поширення на сівалках, що використовуються в технологіях з нульовим або мінімальним обробітком ґрунту. Невелика лобова площа робочої поверхні створює мінімальний тяговий опір, що дозволяє знизити витрати на переміщення посівних машин.

## 2.2.4 Полозовидні сошники

Полозовидні сошники (рис. 2.10) найбільше поширення отримали на сівалка точного висіву для посіву просапних, овочевих та олійних культур де висів здійснюється в підготовлений ґрунт. Посів може здійснюється як на малі глибини від 1,5 до 4 см так і на досить великі до 12 см. В передній частині встановлюється ніж-наральник 1, який переходить в щоки 2, та клиновидні полози, що в тандемі утворюють борозну з ущільненим насіннєвим ложе.

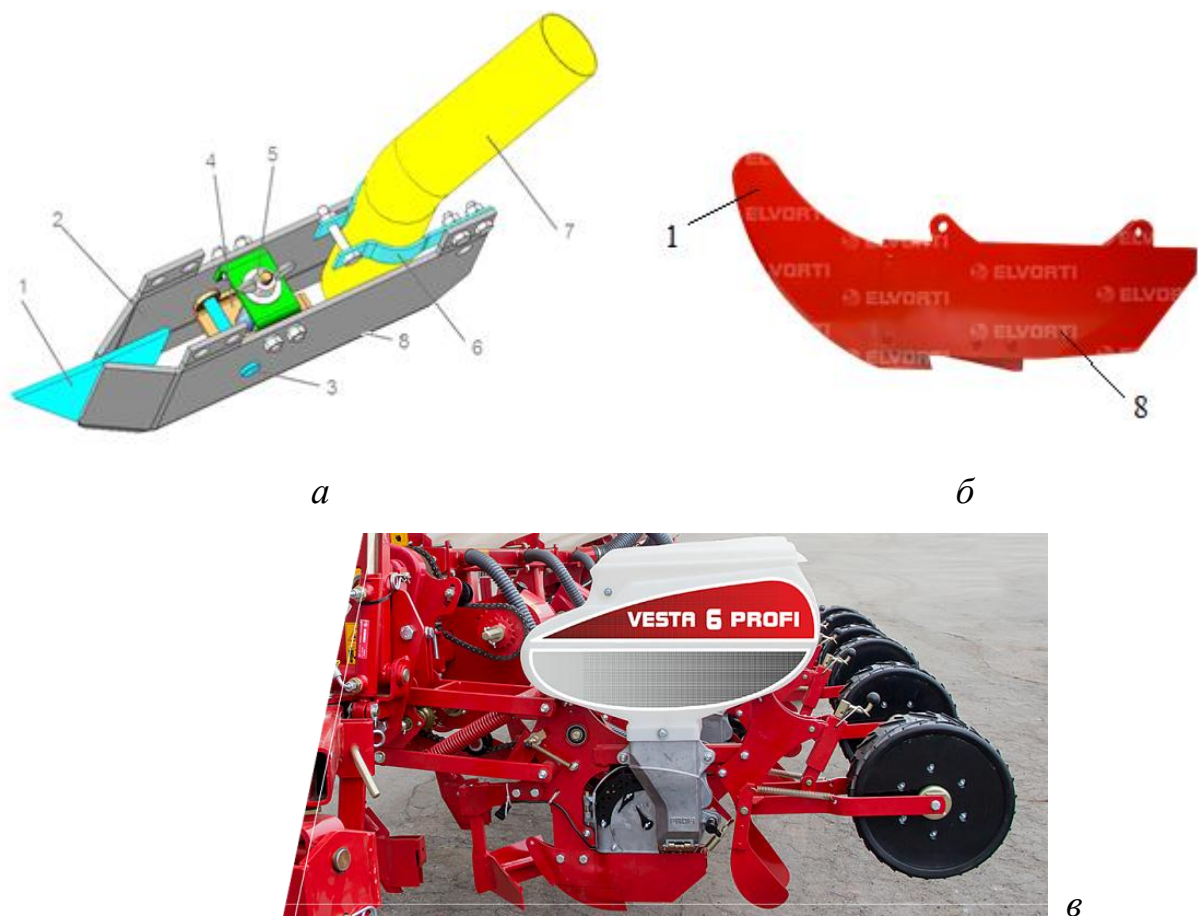


Рисунок 2.10 – Полозовидні сошники:

а – положовидний сошник патент №181338 [20]; б – положовидний сошник «Ельворті» ; в – посівна секція з положовидним сошником «Ельворті» [21];

1 – наральник; 2 – щоки; 3 – вісь; 4 – ложеутворювач; 5 – регулювальна гайка ложеутворювача; 6 – хомут кріплення насіннепроводу; 7 – насіннепровід;

8 - полоз

## 2.3 Висновки

1. За результатами аналізу теоретичних та експериментальних досліджень роботи сошників встановлено, що основна маса насіння завжди закладається верхнім сухим шаром ґрунту, і тільки за рахунок вологи нижнього шару відбуваються процеси проростання насіння. Цієї вологи не завжди вистачає, щоб забезпечити інтенсивний процес вегетації. За такого посіву просолі рослини мають ослаблену стеблову частину – це негативно вплине на майбутньому врожаї сільськогосподарської культури.

2. Запропоновані конструктивні рішення сошників дозволяють реалізувати різні технології посіву з підвищенням їх продуктивності на досить високих швидкостях до 20 км/год, але вони не дозволяють повністю вирішити проблеми пов'язані з присипанням насіння сухим ґрунтом, особливо для посушливих регіонів України.

3. Використання гідравлічного висіву дозволяє усунути вище наведені проблеми за рахунок подачі разом з пророслим насінням необхідної кількості рідини. Попередніми дослідженнями встановлено, що при використанні класичних сошників в гідросівалках спостерігається налипання пророслого насіння на їх внутрішній поверхні.

4. Врахувавши переваги та недоліки розглянутих сошників в наступному розділі буде розроблено конструкцію сошника адаптованого для роботи з гідравлічними сівалками.

### Розділ 3. КОНСТРУКТИВНО-РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

#### 3.1 Розробка конструкції та опис будови сошника для гідропневматичної сівалки

Вплив на розвиток овочівництва в Дніпропетровській області маю сприятливі ґрунтово-кліматичні умови для інтенсивного розвитку більшості овочевих культур. За рахунок високих валових показників овочівництво одна із прибуткових галузей сільського господарства. Ця галузь до цього часу вважається однією з найбільш прибуткових. Проблеми з механізацією галузі вирішуються з впровадженням сучасних технологій овочівництва особливо, що стосуються посіву та збору врожаю. Для вирішення проблем, які поширені при висіві насіння овочевих культур а саме посів насіння в ґрунт з недостатнім запасом вологи в ДДАЕУ розроблено гідропневматичну сівалку точного посіву пророслого насіння. Сівалка дозволяє реалізувати посів пророслого насіння за температури прогрівання ґрунту 9...14°C на глибину 1,5... см. Такий посів припадає на місяць квітень з 10 по 29 число. Саме в цей період верхній шар за рахунок суховіїв, які поширені в нашому регіоні максимально висихає на глибину до 5см [22]. За використання класичних сівалок посів насіння овочевих культур буде здійснюватися в сухий шар, що суттєво уповільнює початкові процеси вегетації культур. Насіння знаходитиметься в очікуванні необхідної вологи. Запропонована гідропневматична сівалка точного висіву ГПСТВ-2 забезпечує посів одночасно з внесенням необхідної вологи для початку вегетації. Проросле насіння інтенсивно починає процес проростання та прискорює появу сходів від 9 до 12 днів. В процесі проведених польових досліджень ГПСТВ-2 було виявлено недолік в процесі закладки насіння в ґрунт, що пов'язано з конструкцією сошника сівалки. Під час висіву насіння частково потрапляло на внутрішню поверхню сошника та прилипало на деякий час та порушувало точність розподілення насіння в рядку.

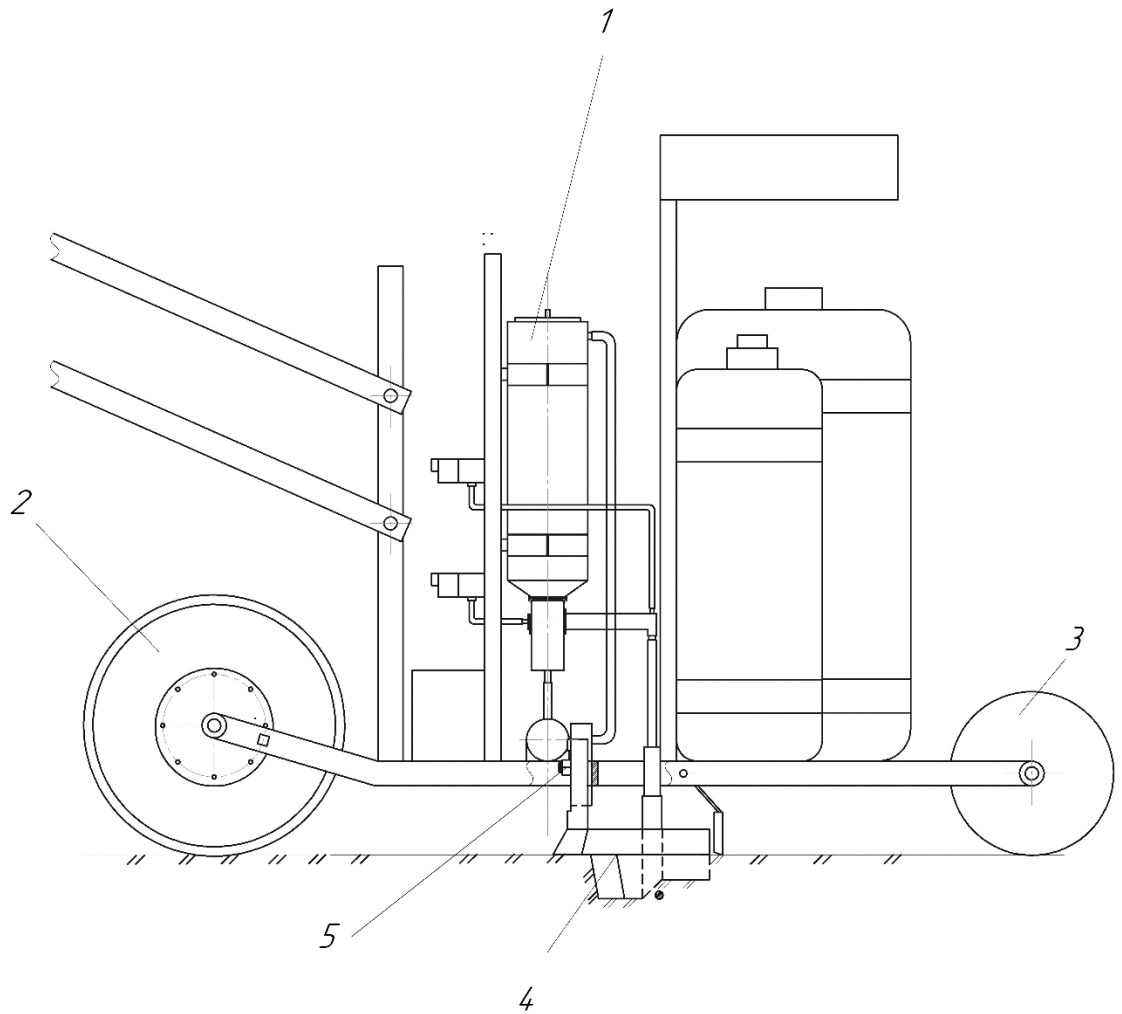


Рисунок. 3.1. Схема ГПСТВ-2М з розробленим сошником

1– висівний апарат; 2 – опорне колесо; 3 – ущільнююче колесо;  
4 – кілевидний сошник; 5 – кріплення сошника

Для вирішення даної проблеми проведено аналіз конструктивних рішень сошників. Врахувавши їх переваги та недоліки розроблено конструкцію кілевидного коробчастого сошника для гідропневматичної сівалки ГПСТВ-2М (рис.3.1). Загальний вигляд сошника наведено на рисунку 3.2. Особлива конструкція сошника, який складається з верхньої частини 1 розгортача та його крил 4 задача яких розгорнути сухі грудки верхнього шару ґрунту в боки. Нижня частина сошника кіль 10 формує в ґрунті 11 борозну з ущільненням

насіннєвим ложе 6 до якого через насіннєву трубку 3 сопло 9 з косим зрізом надходить проросле насіння 7 разом з рідиною 8. Рідина забезпечує зволоження насіннєвого ложе та навколишнього ґрунту. Нижні крила 5 сошника мають зріз в нижній частині в зоні розміщення косоного зрізу сопла 9, що унеможлиблює контакт насіння з внутрішньою поверхнею сошника. Це дозволяє вирішити проблему прилипання насіння до робочих поверхонь сошника. Регулювання робочої глибини здійснюється за допомогою стійки 2 та фіксуєчого гвинта.

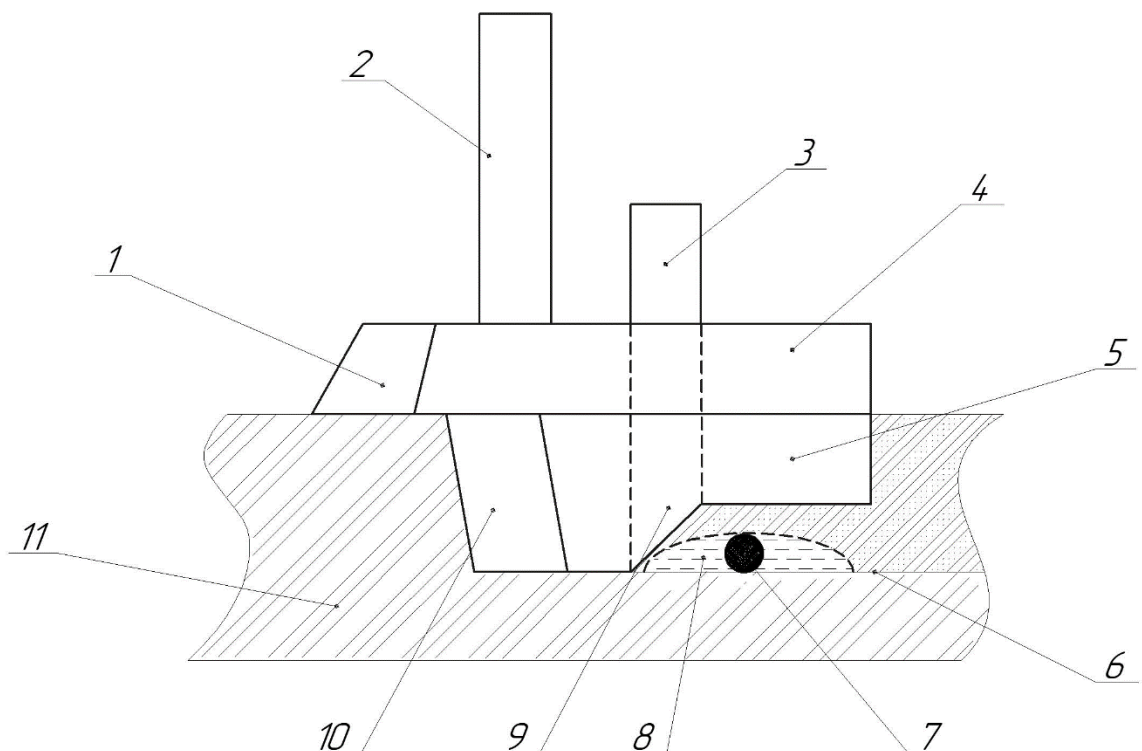


Рисунок 3.2. – Загальний вигляд кілевидного сошника

Після укладання насіння в борозну нижні шари ґрунту накриваються сухим поверхневим шаром виконується своєрідне мульчування, яке захищає місце посіву від висихання. Після цього ґрунт додатково ущільнюється колесом 3 (рис. 3.1) забезпечуючи достатній контакт насіння з ґрунтом.

Розроблена конструкція сошника забезпечує укладання насіння з одночасним внесенням рідини, запропонована форма бокових пластин

зменшить потрапляння сухого шару ґрунту до насінневого ложе та усуне контакт насіння з робочими частинами сошника.

### 3.2 Визначення сил, що діють на сошник та ущільнююче колесо

Для визначення сил що діють на сошник та ущільнююче колесо приймемо умови для спрощення окремих залежностей і приведення динамічної системи до класичних систем.

1. Сошник це маятник, що рухається в дисипативному середовищі.
2. Коливання сошника рівномірно-затухаюче.
3. При наявності зазорів у паралелограмній підвісці, при роботі сошника, він переходить в одноповодкову шарнірну систему.

Дослідженням підвісок сошників займалися дослідники [9, 23].

Для аналізу роботи сошника ковзання з паралелограмним кріпленням розглянемо його схему і прикладемо всі сили, що діють на сошник (рис.3.3.).

При прямолінійному сталому русі на сошник будуть діяти такі сили:

$G$  – вага ГПСТВ-2, Н;  $G_y$  – вага ущільнюючого колеса, Н;  $R_n$  - реакція з боку ґрунту на розгортач, Н;  $R_n$ - реакція від ґрунту на п'ята (кіль) сошника, Н;  $R_y$  - реакція від ґрунту на ущільнююче колесо, Н;

Через нижній шарнір «С» проведемо осі координат ХОУ. Спроекуємо всі сили на осі ОХ і ОУ і отримаємо систему рівнянь :

$$\sum x = 0; -R_n \cdot \sin(\alpha_1 + \varphi) - R_n \cdot \sin(\alpha_2 + \varphi) - R_y \cos \varphi_y + P \cdot \sin \psi = 0 \quad (3.1)$$

$$\sum y = 0; -G_y - G + R_n \cdot \cos(\alpha_1 + \varphi) + R_n \cdot \cos(\alpha_2 + \varphi) + R_y \cdot \sin \varphi_y + P \cdot \cos \psi = 0 \quad (3.2)$$

Розгортач кілевидного коробчастого сошника являє собою металеву пластину товщиною 1...1,5 мм, п'ята (кіль) сошника це зазвичай деталь що складається з кіля сформованого з пластини товщиною 1-1,5 мм, що

вмонтовується між щік сошника, з розміром в задній частині до 20...40 мм. Основна реакція з боку ґрунту буде діяти саме на п'яту.

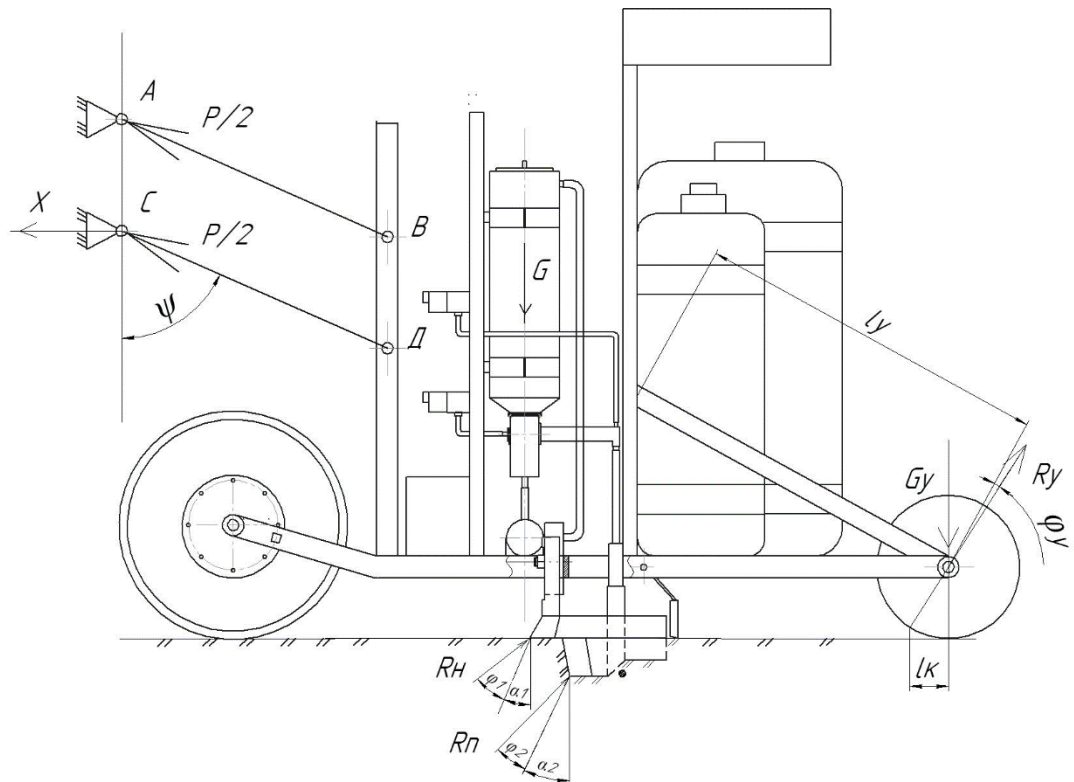


Рисунок 3.3 – Схема сил, що діють на сошник та ущільнююче колесо

В нашому випадку зусиллям  $R_n$  що діятиме з боку ґрунту на розгортач має мінімальне значення, яким в розрахунку можна знехтувати. Тоді рівняння 3.1 та 3.2 матимуть вигляд:

$$R_n \cdot \sin(\alpha_2 + \varphi) - R_y \cos \varphi_y + P \cdot \sin \psi = 0 \quad (3.3)$$

$$-G_y - G + R_n \cdot \cos(\alpha_2 + \varphi) + R_y \cdot \sin \varphi_y + P \cdot \cos \psi = 0 \quad (3.4)$$

Проведемо математичне перетворення та отримаємо значення  $R_n$



$$R_n = \frac{P \cdot \sin\psi - R_y \cos\varphi_y}{\sin(\alpha_2 + \varphi)}, H \quad (3.5)$$

$$R_n = \frac{G_y + G - P \cdot \cos\psi - R_y \sin\varphi_y}{\cos(\alpha_2 + \varphi)}, H \quad (3.6)$$

прирівняємо отримані значення  $R_n$ :

$$\frac{P \cdot \sin\psi - R_y \cos\varphi_y}{\sin(\alpha_2 + \varphi)} = \frac{G_y + G - P \cdot \cos\psi - R_y \sin\varphi_y}{\cos(\alpha_2 + \varphi)} \quad (3.7)$$

позначимо  $(\alpha_2 + \varphi) = \beta$  тоді отримаємо:

$$\frac{P \cdot \sin\psi - R_y \cos\varphi_y}{\sin\beta} - \frac{G_y + G - P \cdot \cos\psi - R_y \sin\varphi_y}{\cos\beta} = 0 \quad (3.8)$$

Проведемо математичні перетворення рівняння 3.8:

$$(P \cdot \sin\psi - R_y \cos\varphi_y) \cdot \cos\beta - (G_y + G - P \cdot \cos\psi - R_y \sin\varphi_y) \cdot \sin\beta = 0 \quad (3.9)$$

$$P \cdot \sin\psi \cdot \cos\beta - R_y \cos\varphi_y \cdot \cos\beta - G_y \cdot \sin\beta - G \cdot \sin\beta + P \cdot \cos\psi \cdot \sin\beta + R_y \sin\varphi_y \cdot \sin\beta = 0 \quad (3.10)$$

$$R_y (\sin\varphi_y \cdot \sin\beta - \cos\varphi_y \cdot \cos\beta) + P \sin\psi \cdot \cos\beta - G_y \cdot \sin\beta - G \cdot \sin\beta + P \cdot \cos\psi \cdot \sin\beta = 0 \quad (3.11)$$

провівши математичні перетворення отримаємо рівняння реакції ґрунту на ущільнююче колесо:

$$R_y = \frac{G_y \cdot \sin\beta + G \cdot \sin\beta - P \cdot \sin\psi \cdot \cos\beta - P \cdot \cos\psi \cdot \sin\beta}{\sin\varphi_y \cdot \sin\beta - \cos\varphi_y \cdot \cos\beta}. \quad (3.12)$$

### 3.3 Розрахунок тягового опору сошника

Питанням дослідження тягового опору сошників займалися провідні вчені В.П. Горячкін, П.М. Василенко, А.А. Желіговський їх роботи присвячені визначенню сил які діють на сошник, коефіцієнтів тертя. Врахувавши досвід видатних вчених проведемо теоретичні дослідження кілевидного сошника. Встановимо фактори, що впливають на тяговий опір сошника і шляхи його зниження. Для досягнення поставленої мети вирішимо задачі по визначенню і аналізу сил, що діють на сошник з боку ґрунту при різних режимах і умовах роботи, на підставі цього складемо рівняння тягового опору сошника.

Проведемо аналіз сил, що діють на сошник (рис 3.4) визначимо основні складові тягового опору [23, 24 ]. Результуюча сила опору  $F_m$ , діюча на сошник, складається з векторної суми сил опору різанню  $R_p$ , динамічних  $R_g$ , сили тертя  $F_{mp}$  і сил опору ґрунту  $N$ . Врахувавши вище наведене отримаємо рівняння результуючої сили тягового опору сошника:

$$\bar{F}_m = \bar{R}_p + 2\bar{R}_g + \bar{F}_{mp} + \bar{N}. \quad (3.13)$$

При русі робочого органу в ґрунті на кожен елементарну частинку заглибленої робочої частини сошника діє елементарна сила  $P_i$ , яка являє собою питомий опір ґрунту зминання, що змінюється за залежністю:

$$P_i = q \cdot h_i \quad (3.14)$$

Результуюча сила  $P$ , що діє на сошник, буде дорівнює сумі елементарних сил  $P_i$ :

$$P = \int_0^h dP_i. \quad (3.15)$$

Елементарну силу  $dR_p$  можна виразити як:

$$dR_p = P_i \cdot dS. \quad (3.16)$$

де  $dS$  — елементарна частинка сошника.

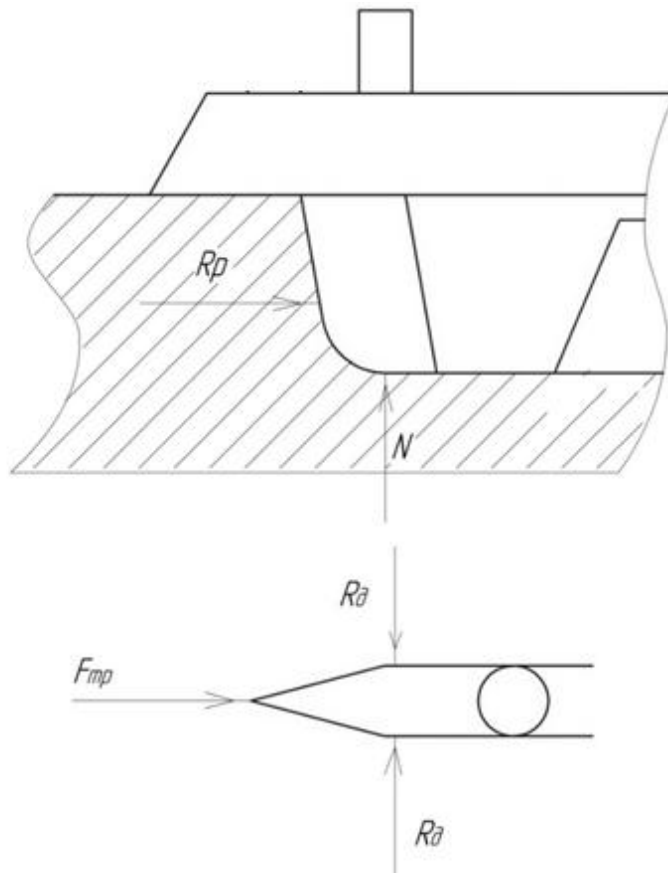


Рисунок 3.4 – Схема сил, що діють на сошник з боку ґрунту

Площу поверхні сошника визначимо за формулою:

$$dS = 2 \cdot (dS_1 + dS_2 + dS_3) \quad (3.17)$$

Площа ромба, яким є геометрична фігура ABFG (рис. 3.5), визначається як ширина основи  $p$  яти на висоту, висотою є глибина борозни  $h$ , отже,

$$dS_1 = dS_{ABFG} = a \cdot h. \quad (3.18)$$

Висотою ромба CDEF є  $h'$ , (рис. 3.5)

$$dS_2 = dS_{CDEF} = c \cdot h' = c \cdot (h - r). \quad (3.19)$$

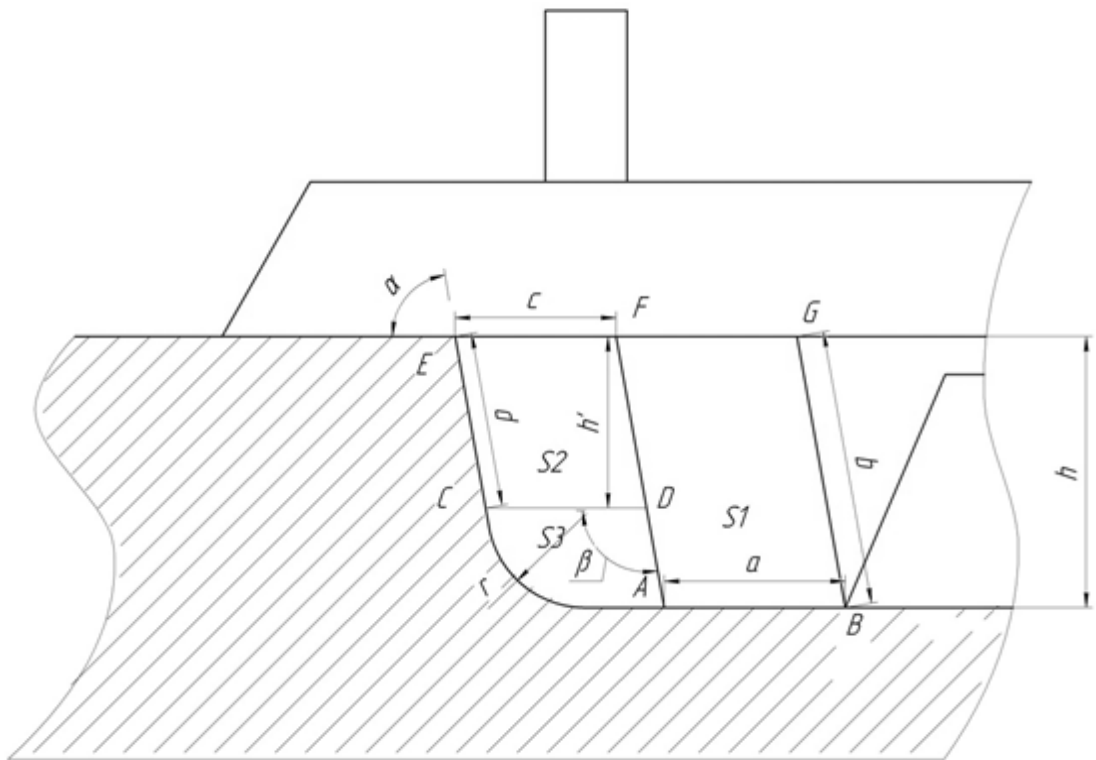


Рисунок 3.5 – Бокова поверхня сошника

Площу сектора ACD визначасмо як:

$$dS_3 = \frac{\pi \cdot \beta \cdot r^2}{360^\circ}, \quad (3.20)$$

де  $\beta = 180^\circ - \alpha$ , тоді:

$$dS_3 = \frac{\pi \cdot (180 - \alpha) \cdot r^2}{360^0}, \quad (3.21)$$

Підставивши вирази (3.18), (3.19) і (3.21) в (3.17), отримаємо загальну площу :

$$dS = 2 \cdot (a \cdot h + c \cdot (h - r) + \frac{\pi \cdot (180 - \alpha) \cdot r^2}{360^0}), \text{ м}^2 \quad (3.22)$$

Підставивши вирази (3.22) в (3.16), отримаємо:

$$R_p = \int P_i \cdot dS = \int q \cdot 2 \cdot (a \cdot h + c \cdot (h - r) + \frac{\pi \cdot (180 - \alpha) \cdot r^2}{360^0}). \quad (3.23)$$

При русі робочого органу на заглиблену частину сошника з боку ґрунту діє динамічна сила  $R_g$ , що виникає при русі частинок.

$$R_g \cdot t = m_r \cdot v_c, \text{ Н} \quad (3.24)$$

де  $v_c$  — швидкість руху ГПСТВ-2, м/с;

$t$  — час руху, с;

$m_r$  — маса ґрунтового пласта, кг.

Маса ґрунтового пласта визначиться як:

$$m_r = V_{\text{п}} \cdot \rho_r, \text{ кг} \quad (3.25)$$

де  $V_{\Pi}$ — об'єм ґрунтового шару, м<sup>3</sup>;  
 $\rho_{\Gamma}$ — щільність ґрунту, кг/м<sup>3</sup>.

Об'єм ґрунтового пласта визначиться з виразу (3.22) і ширини сошника  $H$ :

$$V_{\Pi} = H \cdot 2 \cdot (a \cdot h + c \cdot (h - r) + \frac{\pi \cdot (180 - \alpha) \cdot r^2}{360^0}), \text{ м}^3 \quad (3.26)$$

Динамічну силу  $R_g$  визначимо за рівнянням:

$$R_g = \frac{\rho_{\Gamma} \cdot H \cdot v_c \cdot 2 \cdot (a \cdot h + c \cdot (h - r) + \frac{\pi \cdot (180 - \alpha) \cdot r^2}{360^0})}{t}, \text{ Н} \quad (3.27)$$

При русі сошника в ґрунті під дією нормальної результуючої сили  $R_{\text{рез}}$  виникає сила тертя  $F_{\text{тр}}$ , діюча на заглиблену частину сошника, і прикладена до площини стійки, а також сила тертя об підшву сошника.

$$F_{\text{тр}} = f \cdot R_{\text{рез}}, \text{ Н} \quad (3.28)$$

де  $f$ — коефіцієнт тертя ґрунту по робочому органу [25].

Силу тертя  $F_{\text{тр}}$  виразимо як векторну суму динамічної сили  $R_g$  і сили опору різанню  $R_p$ . Векторна сума динамічної сили  $R_g$  і сили опору різанню  $R_p$  виразимо як:

$$R_{\text{рез}} = \sqrt{R_p^2 + R_g^2}, \text{ Н} \quad (3.29)$$

Отже:

$$F_{\text{тр}} = f \cdot \sqrt{R_p^2 + R_g^2} = \tan \varphi_r \sqrt{R_p^2 + R_g^2}, H \quad (3.30)$$

де  $\varphi$  — кут тертя ґрунту по матеріалу, град.

Реакція опори  $N$  визначається як сума сил, що діють на ґрунт від опори, Е. П. Огривков приймає пропорційною твердості ґрунту:

$$N = k \cdot \tau \cdot S_o, H \quad (3.31)$$

де  $k$ — коефіцієнт пропорційності;

$\tau$ — твердість ґрунту  $\text{кг/м}^2$  ;

$S_o$ — площа опорної поверхні,  $\text{м}^2$ .

Представимо графічно дію сил, на сошник (рис. 3.6). Згідно рисунку 3.6 складемо рівняння проекції сил на осі координат  $u$ , які розставимо паралельно руху агрегату та вертикальній площині. Двовимірний простір  $u$  прийнятому наближенні задовольняє параметрами точності.

$$\begin{cases} X = F_m - R_p \sin \alpha - R_g - F_{\text{тр}} \\ Y = N + R_p \cos \alpha - m_r g \end{cases} \quad (3.32)$$

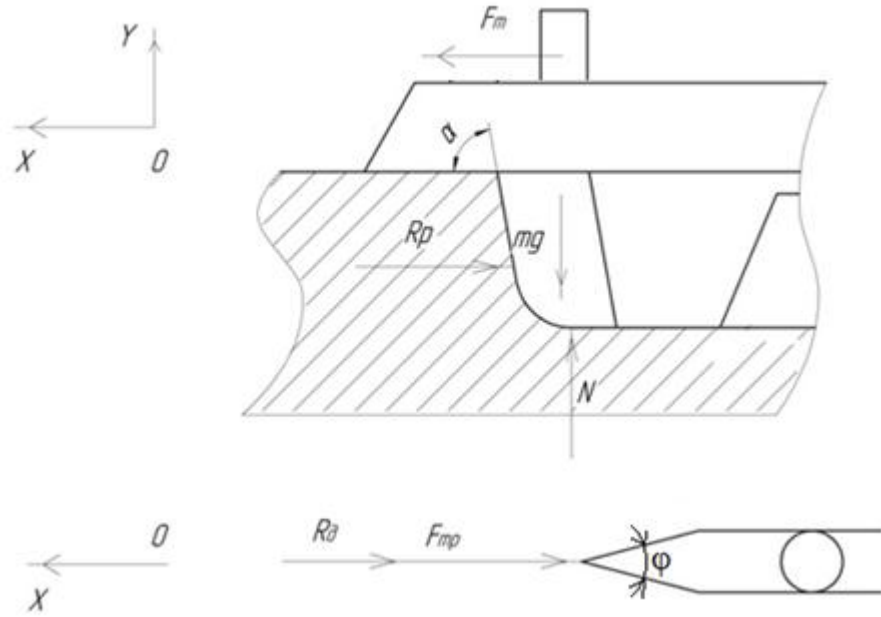


Рисунок 3.6 – Схема сил, що діють на сошник

Проведемо математичне перетворення рівняння 3.32 розкривши його складові:

$$\left\{ \begin{aligned}
 X &= F_m - \sin \alpha \int_0^h q \cdot 2 \cdot (a \cdot h + c \cdot (h - r) + \frac{\pi \cdot (180 - \alpha) \cdot r^2}{360^0}) - \\
 &\quad \frac{\rho_r \cdot H \cdot v_c \cdot 2 \cdot (a \cdot h + c \cdot (h - r) + \frac{\pi \cdot (180 - \alpha) \cdot r^2}{360^0})}{t} - \\
 &\quad - \tan \varphi_r \sqrt{\left( \sin \alpha \int_0^h q \cdot 2 \cdot (a \cdot h + c \cdot (h - r) + \frac{\pi \cdot (180 - \alpha) \cdot r^2}{360^0}) \right)^2 + \\
 &\quad + \left( \frac{\rho_r \cdot H \cdot v_c \cdot 2 \cdot (a \cdot h + c \cdot (h - r) + \frac{\pi \cdot (180 - \alpha) \cdot r^2}{360^0})}{t} \right)^2} \\
 Y &= k \cdot \tau \cdot S_o + \cos \alpha \int_0^h q \cdot 2 \cdot (a \cdot h + c \cdot (h - r) + \frac{\pi \cdot (180 - \alpha) \cdot r^2}{360^0}) - m_r \cdot g
 \end{aligned} \right. \quad (3.33)$$



Тоді тяговий опір сошника визначимо за рівнянням:

$$\begin{aligned}
 F_m = & \sin \alpha \int_0^h q \cdot 2 \cdot (a \cdot h + c \cdot (h - r) + \frac{\pi \cdot (180 - \alpha) \cdot r^2}{360^0}) + \\
 & + \frac{\rho_r \cdot H \cdot v_c \cdot 2(a \cdot h + c \cdot (h - r) + \frac{\pi \cdot (180 - \alpha) \cdot r^2}{360^0})}{t} + \\
 & + \tan \varphi_r \sqrt{\left( \sin \alpha \int_0^h q \cdot 2 \cdot (a \cdot h + c \cdot (h - r) + \frac{\pi \cdot (180 - \alpha) \cdot r^2}{360^0}) \right)^2 + \left( \frac{\rho_r \cdot H \cdot v_c \cdot 2(a \cdot h + c \cdot (h - r) + \frac{\pi \cdot (180 - \alpha) \cdot r^2}{360^0})}{t} \right)^2} \\
 & - m_r \cdot g \cdot \tan \varphi_r
 \end{aligned} \tag{3.34}$$

Проведемо розрахунки залежності тягового опору від основних конструктивно технологічних параметрів використавши рівняння 3.34. Вихідні дані для проведення розрахунків наведено в додатку А. За результатами проведених розрахунків представлених в додатку Б побудуємо графічні залежності тягового опору від глибини посіву та швидкості руху сівалки (рис.3.7, 3.8).

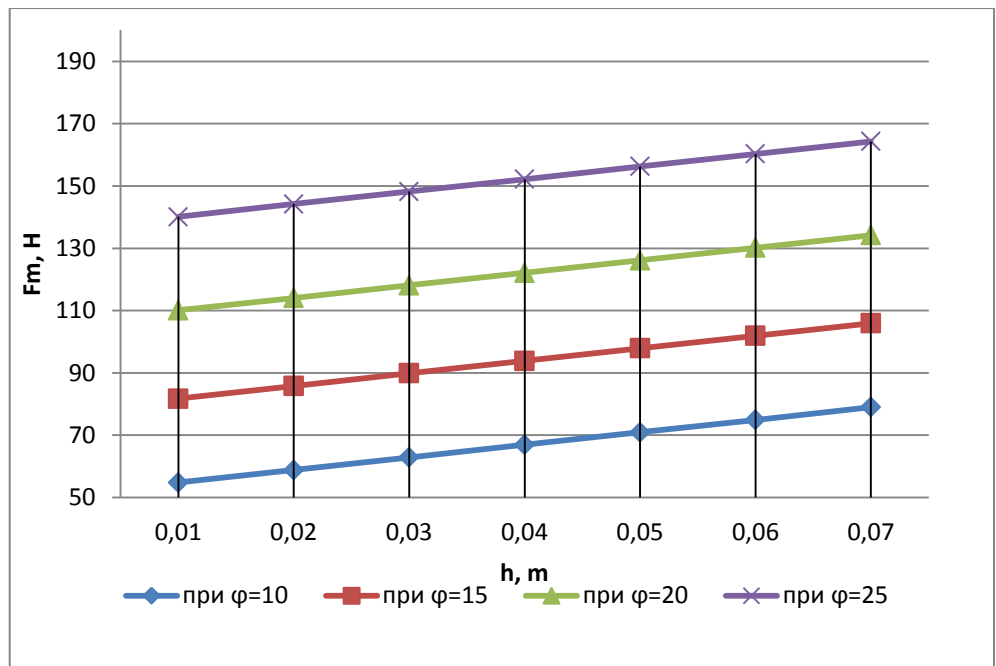
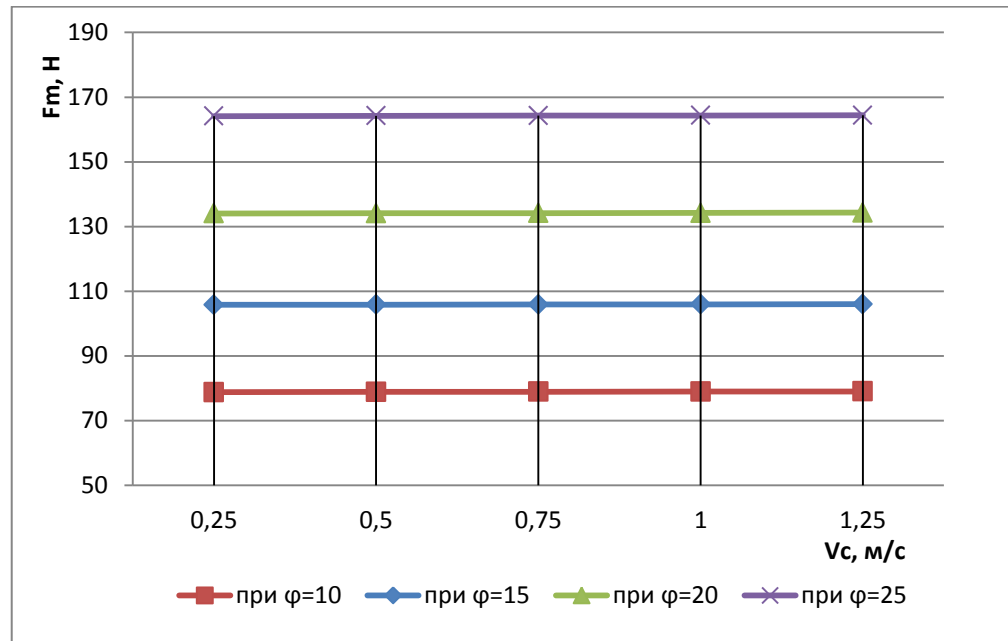


Рисунок 3.7 – Залежність тягового опору  $F_m$  від глибини обробітку  $h$ Рисунок 3.8 – Залежність тягового опору  $F_m$  від швидкості руху сівалки  $v_c$ 

### 3.4 Розрахунок на міцність стійки сошника

Стійка 3 сошника рисунок 3.9 кріпиться до опори 1 сівалки за допомогою різьбового з'єднання 2. Стійка сошника працює на згин а різьбове з'єднання на розтяг.

Перевіримо міцність різьбового з'єднання на розтяг, а стійки на згин, якщо до сошника прикладено силу  $F=F_m = 170$  Н, при допустимих напруженнях: на згин  $\sigma_{adm} = 85$  МПа, на розтяг  $\sigma_{adm} = 90$  МПа.

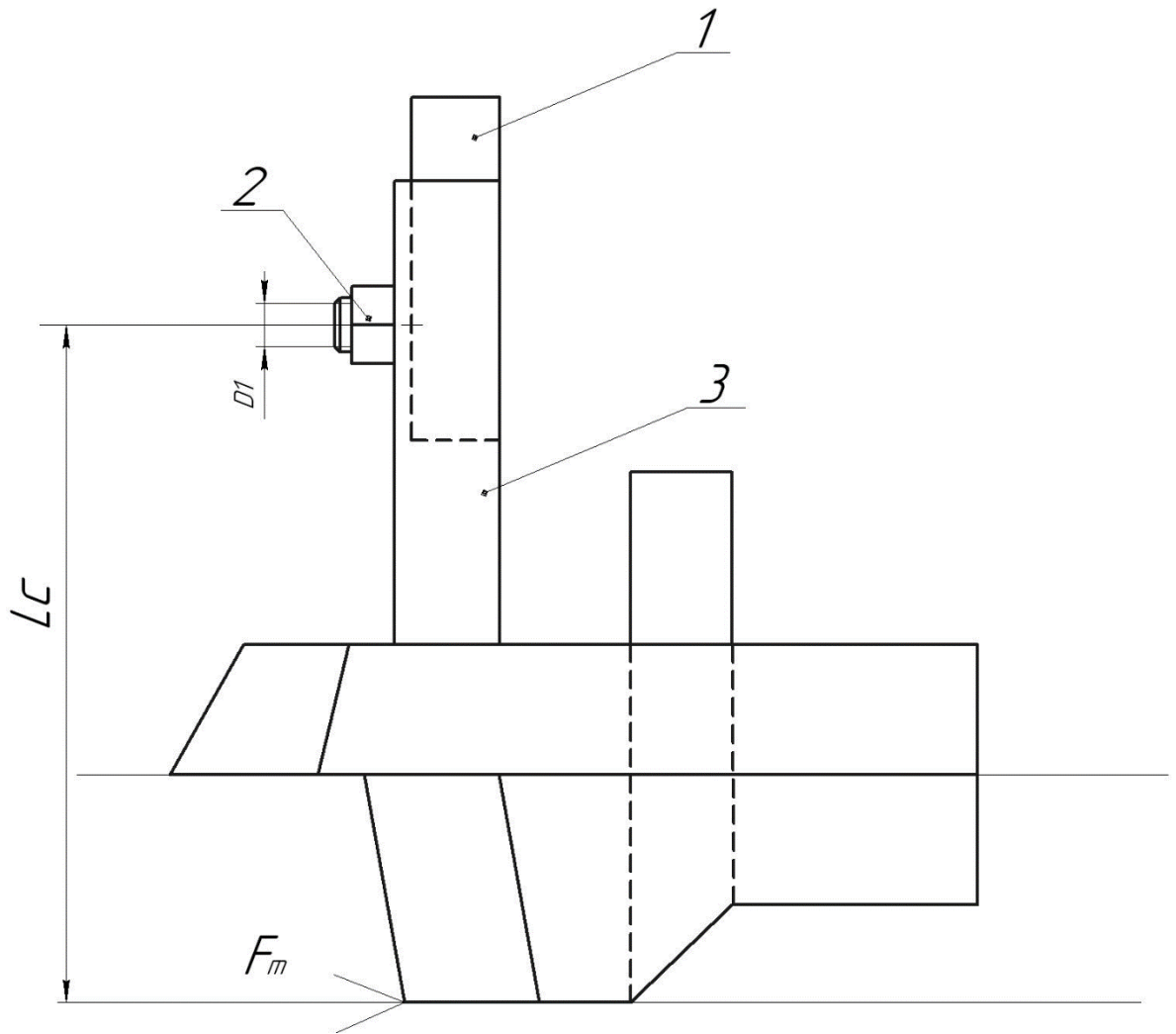


Рисунок 3.8 – Схема дії сил на сошник

Встановлюємо, які види деформацій відчувають деталі з'єднання. Під дією сили  $F_m$  сталеві стійка товщиною 3 мм відчуває згин, а різьбове з'єднання розтяг. Розрахунок виконуємо згідно вихідних даних наведених в додатку А.

Визначимо площу робочої поверхні стійки:

$$A_c = a_c \cdot b_c = 0,02 \cdot 0,003 = 0,00006 \text{ м}^2 \quad (3.35)$$

де  $a_c$ , і  $b_c$  – ширина та довжина робочої поверхні стійки, згідно додатка А

Визначимо напругу на згин в зоні кріплення

$$\sigma_3 = \frac{M}{W_x} = \frac{F_m \cdot L_c \cdot 6 \cdot 10^{-6}}{b_c \cdot a_c^3} \leq \sigma_{adm}, \quad (3.36)$$

де  $W_x$  – момент опору,  $m^3$ ;

$M$  – згинаючий момент, Нм;

$L_c$  – плече, м;

$F=Fm$  – сила прикладена до сошника, Н.

Перевіряємо міцність на згин стійки,

$$\sigma_3 = \frac{170 \cdot 0,1 \cdot 6 \cdot 10^{-6}}{0,003 \cdot 0,02^3} = 42,5 \text{ МПа}$$

умова міцності виконується  $42,5 \text{ МПа} \leq 85 \text{ МПа}$ . Стійка має досить хорошу міцність при допустимих навантаженнях в зоні кріплення до опори.

Напруга розтягування різьбового з'єднання;

$$\sigma_p = \frac{M}{A_p} = \frac{F_m \cdot L_c \cdot 6 \cdot 10^{-6}}{A_p} \leq \sigma_{adm}, \quad (3.37)$$

Переріз різьбового з'єднання діаметром  $D_1$  визначимо за рівнянням,

$$A_p = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,006^2}{4} = 0,000028 m^2, \quad (3.38)$$

тоді

$$\sigma_p = \frac{170 \cdot 0,1 \cdot 6 \cdot 10^{-6}}{0,000028} = 3,6 \text{ МПа},$$

умова міцності на розтяг різьбового зеднання виконується  $3,6 \text{ МПа} \leq 90 \text{ МПа}$ .

### 3.5 Висновки

1. За результатами проведеного аналізу конструктивних рішень розроблено сошник для гідропневматичної сівалки, конструкція якого дозволяє вирішити проблему пов'язану з налипанням насіння на внутрішню поверхню сошника.
2. Встановлено основні сили що діють на запропонований кілевидний сошник для гідропневматичної сівалки.
3. Врахувавши всі сили, що діють на сошник розраховано тяговий опір сошника  $F_m = 170$  Н. За результатами проведених розрахунків встановлено, що найбільший вплив на зростання тягового опору має глибина посіву та кут тертя ґрунту по матеріалу (кут атаки сошника). За ширини сошника  $H=20$  мм обираємо кут атаки кіля сошника 20 градусів.
4. За результатами розрахунків на міцність доведено правильність обрання конструктивних розмірів стійки сошника та різьбового кріплення.

## **Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

### **4.1. Організація охорони праці в господарстві**

В умовах становлення ринкової економіки проблеми безпеки життєдіяльності стають одним з най гостріших соціальних проблем.

Враховуючи що травматизм в сільськогосподарському виробництві росте швидкими темпами, профілактика і заходи з охорони праці повинні запобігти та знизити ризики, які пов'язані виробничими процесами. Відповідальним за організацію та контроль заходів з охорони праці в ТОВ «Осіріс» являється директор господарства [26, 27]. За кожним підрозділом господарства закріплені відповідальні особи за охорону праці в рослинництві відповідальність покладено на агронома, в механічному підрозділі відповідальним за охорону праці являється головний інженер.

В адміністративній будівлі ТОВ «Зоря» працює кабінет охорони праці. Виробничі ділянки господарства оснащені таблицями з охорони праці та засобами пожежної безпеки.

Послідовність і види інструктажів робітників і службовців з охорони праці встановлюються згідно з типовим положенням про навчання і перевірку знань з питань охорони праці в господарстві. В господарстві постійно проводиться робота по оновленню інструкцій в зв'язку з появою нових машин та обладнання.

В колективному договорі господарства, розроблено положення щодо підвищення якості охорони праці. Під час укладення трудового договору керівництво господарства інформує працівників про умови праці та наявні шкідливі фактори та небезпеки на окремих виробничих операціях.

Контроль за виконанням заходів з охорони праці здійснює громадський контроль, який обирається трудовою радою.

Фінансування всіх заходів з охорони праці відбувається за рахунок коштів господарства. Для поліпшення умов і підвищення безпеки праці аграріями створено фонд охорони праці, здійснюється контроль за його цілеспрямованим і ефективним використанням.

В цілому стан справ з охорони праці в господарстві знаходиться на хорошому рівні про що свідчить зниження травматизму в останні роки.

## 4.2 Заходи з охорони праці при експлуатації гідропневматичної сівалки

Робота з посівними машинами відбувається в умовах підвищеної запиленості. В зв'язку з цим працівники, які приймають участь в процесі посіву повинні бути забезпечені спец одягом та засобами індивідуального захисту.

До роботи допускаються тільки ті особи, що досягли 18 річного віку та пройшли інструктаж на робочому місці. Посів потруєного насіння виконують працівники, які пройшли додаткове виробниче навчання за 14 годинною програмою та отримали відповідний сертифікат.

Заходи з охорони праці при експлуатації гідропневматичної сівалки практично не відрізняються від класичних сівалок з сухим методом посіву насіння. Відмінність в технологічному процесі є тільки в застосуванні рідини для реалізації транспортування насіння від бункера до ствола а також використання стиснутого повітря для висіву насіння до насінневого ложе. Необхідно бути особливо уважним під час процесу заправки бака рідиною та насінням використовувати засоби індивідуального захисту окуляри.

Проводити періодичний огляд енергетичної частини на предмет витоків стиснутого повітря з магістралей, регулювального редуктора та ресивера.

Повітря в ресивері знаходиться під надлишковим тиском. За максимального заповнення ресивера повітрям тиск складає 1,25 МПа. З метою забезпечення безпечної експлуатації сівалки енергетична частина закрита захисним кожухом.

Перед початком посіву необхідно оглянути ділянку за потреби прибрати зайві предмети. Агрегаткування сівалки з трактором відбувається самостійно трактористом за допомогою автозчіпки або з залученням помічника. Всі роботи по заправці чи дозаправці виконуються тільки за умови зупиненого двигуна трактора. Перед початком роботи провести всі технологічні налаштування та зробити пробний заїзд з контролем точності висіву.

В процесі посіву тракторист повинен вести моніторинг роботи основних частин гідропневматичної сівалки. За виявлення поломок необхідно негайно зупинити сівалку та усунути несправності, за необхідності звернутися за допомогою до керівництва.

По завершенню посіву маркери необхідно перевести в транспортне положення, очистити робочі поверхні сівалки та вивантажити залишки посівного матеріалу.

### **4.3 Захист навколишнього середовища**

Якщо не враховувати вплив від застосування трактора використання гідропневматичної сівалки не несе навантаження на навколишнє середовище в господарстві. Тому аналіз впливу на навколишнє середовище розглянемо в цілому від всієї господарської діяльності підприємства.

Найбільшим чинником, що впливає на забруднення навколишнього середовища являється застосування агрохімікатів в виробничому процесі. Зростання хімічного навантаження на навколишнє середовище пов'язано з застосуванням інтенсивних технологій в рослинництві, тобто скорочення механізованих операцій по догляду за рослинами застосуванням гербіцидів. Інтенсивне використання мінеральних добрив для забезпечення максимального валового виходу продукції в процесі виробництва продукції рослинництва.

В господарстві суворо дотримуються правил роботи як з гербіцидами так і пестицидами прописаними в санітарних нормах [28]. Операції по внесенню пестицидів та гербіцидів проводяться кваліфікованим персоналом, що пройшов навчання згідно типового положення, з дотриманням годинного навантаження не більше 4 годин на добу.

Всі операції по обприскуванню проводяться в безвітряну погоду або за швидкості вітру до 4 м/с бажано вранці до 10-00, вечірні часи не раніше 18-00 за умови що поля знаходяться поза населеними пунктами з врахуванням періоду цвітіння. Поля що знаходяться поруч з населеними пунктами



обробляються в період від 22-00 до 7-00. Категорично забороняється використання агрохімікати на полях, що знаходяться в абсолютній близькості біля відкритих водойм (річок, ставків) відстань до таких об'єктів від місць господарювання повинна становити не менше 500 м при використанні вентиляторних та 300 метрів при використанні штангових оприскувачів.

Під час проведення робіт необхідно попередити населення встановленням попереджуючих табличок знаків на відстані не менше ніж за 200 метрів до оброблюваних ділянок.

Для запобігання забруднення навколишнього середовища заправки паливом, заміну експлуатаційних рідин необхідно виконувати на території нафто-господарства. Мийку техніки виконуємо на території машинотракторного парку у спеціально відведеному місці.

#### **4.4 Висновки**

В цілому організація охорони праці в господарстві знаходиться на належному рівні. Розроблені заходи з охорони праці при роботі гідропневматичної сівалки з вдосконаленим сошником забезпечать безпечну її експлуатацію. Розроблені правила внесення агрохімікатів згідно санітарних правил дозволяють знизити негативний вплив на навколишнє середовище та біологічні об'єкти.

## **Розділ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ**

В умовах ринкових відносин метою реалізації проектів у різних сферах діяльності, крім благодійних, є отримання максимального прибутку з мінімальним ризиком втрати коштів.

Проекти з рівнем рентабельності нижче допустимих меж, особливо збиткові, безперспективні. Такі проекти приречені на провал, кредитори та інвестори йдуть обхідним шляхом і не інвестують у них. Належне економічне обґрунтування дипломного проекту дозволяє на практиці приймати правильні рішення щодо доцільності реалізації проекту, перспектив розвитку та участі кредиторів та інвесторів у проекті.

Визначення економічного ефекту від розробленої конструкції кілевидного сошника визначаємо за порівнянням процесу посіву з класичним полозовидним сошником гідравлічної сівалки ГПСТВ-2 – базовий варіант та удосконаленим кілевидним сошником ГПСТВ-2М – проектний варіант.

Попередніми дослідженнями на посівах томатів «Астероїд» встановлено, що використання гідравлічного посіву прискорює появу сходів на 9-12 днів, коефіцієнт варіації розподілення насіння в рядку базовою гідропневматичною сівалкою становив 23 %. За умови використання розробленого сошника коефіцієнт розподілення насіння модернізованої сівалки складе 11,2 %. Приріст врожайності в порівнянні з базовим варіантом зросте на 12 %.

Використавши вихідні дані наведені в додатку В розрахуємо річні експлуатаційні та енергетичні витрати, продуктивність гідропневматичних сівалок на посіві томату «Джина» на площі 5 га [29]:

Продуктивність посівних машин на посіві томату:

$$W_{\tau} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau \quad (5.1)$$

де  $B_p$  – робоча ширина захвату агрегату, м;

$V_p$  – робоча швидкість руху, км/год;

$\tau$  – коефіцієнт використання часу зміни приймаємо 0,8;

Річні експлуатаційні витрати, розраховуємо за формулою:

$$B_{екс} = B_{оп} + A + T + B_{рес} + IB, \text{ грн} \quad (5.2)$$

де:  $B_{оп}$  – витрати на оплату праці, грн;

$A$  – відрахування на амортизацію, грн;

$T$  – відрахування на ремонти техобслуговування, грн;

$B_{рес}$  – вартість енергетичних ресурсів, грн;

$IB$  – інші витрати грн.

Витрати пов'язані з оплатою праці:

$$B_{оп} = Z + H_з, \text{ грн} \quad (5.3)$$

де:  $Z$  – фонд оплати праці, грн.;

$H_з$  - нарахування на фонд оплати праці, грн.

$$H_з = 0,22 \cdot Z. \quad (5.4)$$

Фонд оплати праці визначимо за формулою:

$$Z = N_n \cdot t_{доб} \cdot D \cdot C_{год}, \text{ грн} \quad (5.5)$$

де:  $N_n$  - кількість робітників, чол.;

$t_{доб}$  – час роботи машин, год/добу;

$D$  – час роботи машини на протязі року, днів;

$C_{год}$  - ставка погодинної оплати, грн.

Відрахування на амортизацію:

$$A = \frac{B_m \cdot \alpha \cdot t_{\text{доб}} \cdot D}{100 \cdot D \cdot Z \cdot t}, \text{ грн} \quad (5.6)$$

де:  $B_m$  – вартість машин, грн.;

$\alpha$  – норма відрахування на амортизацію машини за рік, 15 %.

$Z$  – кількість змін за добу.

Витрати на поточні ремонти та техобслуговування:

$$T = \frac{B_m \cdot b \cdot t_{\text{доб}} \cdot D}{100 \cdot D \cdot Z \cdot t}, \text{ грн} \quad (5.7)$$

де:  $b$  – річні відрахування на ремонт і техобслуговування, 10 %.

Витрати на енергетичні ресурси:

$$B_{\text{рес}} = B_{\text{пмм}} + B_{\text{в}}, \text{ грн} \quad (5.8)$$

де  $B_{\text{пмм}}$  – витрати на дизельне паливо на посіві, грн;

$B_{\text{в}}$  – витрати на воду на посіві, грн.

Відповідно:

$$B_{\text{пмм}} = C_{\text{пмм}} \cdot Z_{\text{пмм}}, \text{ грн} \quad (5.9)$$

$$B_{\text{в}} = C_{\text{в}} \cdot Z_{\text{в}}, \text{ грн} \quad (5.10)$$

де  $C_{\text{пмм}}$ ,  $C_{\text{в}}$  – вартість відповідно дизельного палива та води, грн/кг;

$Z_{\text{пмм}}$ ,  $Z_{\text{в}}$  – витрата відповідно дизельного палива та води на посів, кг.

Вартість інших витрат, які складають 5% від загальної суми експлуатаційних витрат:

$$IB = \frac{B_{on} + A + T + B_{pec}}{100} \cdot 5, \quad (5.11)$$

Річний економічний ефект від зменшення витрат на експлуатацію:

$$E_{EP} = B_{ексБ} - B_{ексП}, \text{ грн} \quad (5.12)$$

де  $B_{ексБ}$  – експлуатаційні витрати базового варіанту, грн;

$B_{ексП}$  – експлуатаційні витрати проектного варіанту, грн.

Річний економічний ефект з врахуванням приросту врожайності :

$$E_P = (E_{EP} + E_{Bp}), \text{ грн}, \quad (5.13)$$

де  $E_{Bp}$  – прибуток від приросту врожайності, грн;

Термін окупності проекту:

$$T_o = \frac{B_{м}^П - B_{м}^Б}{E_P}, \quad (5.14)$$

де:  $E_P$  – загальний річний економічний ефект , грн;

$B_{м}^П, B_{м}^Б$  - відповідно вартість модернізованої сівалки та базової, грн.

Результати проведених розрахунків за двома варіантами базовим та проектним приведемо в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Економічні показники впровадження проекту

Показник	Варіанти		Проектний варіант в (+/-) до базового
	Базовий	Проектний	
Склад машино-тракторного агрегату	ЮМЗ-8040+ ГПСТВ-2	ЮМЗ-8040+ ГПСТВ-2М	-
Площа посіву, га	5	5	-
Балансова вартість сівалки, грн.	90500	95500	5000
Тяговий опір сівалки, кН	0,4	0,340	-0,06
Швидкість руху сівалки, км/год	3,8	4,2	0,4
Продуктивність сівалки, га/год	0,53	0,6	0,07
Річні експлуатаційні витрати – всього, грн.	32074,8	32523,7	448,8
У тому числі: заробітна плата з нарахуваннями	6636,8	5973,12	-663,68
амортизаційні відрахування	13575	14325	750
відрахування на поточний ремонт і техогляди	9050	9550	500
вартість спожитих на протязі року енергоресурсів	1209,3	1049,4	-159,9
інші витрати	1603,7	1626,2	22,4
Прибуток від приросту врожайності, грн	-	10300	10300
Річний економічний ефект, грн.	9851		
Термін окупності проекту, років	0,25		

## Висновки

В даному розділі проведено економічне обґрунтування проекту порівнянням двох варіантів базового ЮМЗ-8040+ГПСТВ-2 та проектного ЮМЗ-8040+ГПСТВ-2М з розробленим кілевидним сошником на посіві томату «Джина» загальною площею 5 га. За результатами розрахунків встановлено річний економічний ефект від застосування розробленого сошника склав 9851 грн, термін окупності становить 0,25 року.

## **ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**

1. За результатами проведеного аналізу процесів посіву встановлено, що застосування гідравлічного посіву прискорює появу сходів пророслого насіння на 9...11 днів, підвищує схожість насіння до 93%, що сприяє приросту врожаю на прикладі вирощування томату до 66 ц/га. Основною із проблем гідравлічного посіву є налипання пророслого насіння на внутрішню поверхню сошників.

2. Для вирішення проблеми налипання насіння проведено аналіз конструктивних рішень та розроблено конструкцію сошника для гідропневматичної сівалки.

3. Встановивши основні сили, що діють на розроблений кілевидний сошник для гідропневматичної сівалки проведено конструктивно-технологічні розрахунки за результатами, яких встановлено тяговий опір сошника  $F_m = 170$  Н. Найбільший вплив на зростання тягового опору сошника має глибина посіву та кут тертя ґрунту по матеріалу (кут атаки сошника). За ширини сошника  $H=20$  мм обираємо кут атаки кіля сошника 20 градусів.

4. Розроблені заходи з охорони праці при роботі гідропневматичної сівалки з вдосконаленим сошником дозволять знизити травматизм та забезпечать безпечну її експлуатацію. Дотримання розроблених правил внесення агрохімікатів згідно санітарних правил дозволять знизити негативний вплив на навколишнє середовище та біологічні об'єкти.

5. За результатами проведеного економічного обґрунтування проекту від використання розробленого сошника для гідропневматичної сівалки на посіві томату «Джина» загальною площею 5 га отримано річний економічний ефект в 9851 грн, термін окупності становитиме 0,25 року.

## ЛІТЕРАТУРА



1. <http://agro-business.com.ua/ekonomichnyi-gektar/>
2. <https://kurkul.com/news/30120-vtrati-posivnih-plosch-pid-ovochami-u-sezoni-2022-oriyentovno-syagayut-16>
3. Бойко В.Б. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів гідропневматичного апарата точного висіву насіння овочевих культур. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. – Мелітополь, 2021. – 176 с.
4. Сисолін П.В. Свірень М.О. Висівні апарати сівалок. – Кіровоград, 2004 р. – 160 с.
5. Чичкин В.П. Овощные сеялки и комбинированные агрегаты. – Кишинев, Шминца, 1984. – 392 с.
6. Синягин И.И. Площади питания растений. Россельхозиздат. – 1975. 833 с.
7. Parish R.L. The effect of multiple passes on spreader pattern test results // Appl. Engg in Agr. – 1999. – Vol. 15, N 6. – P. 643-645.
8. Горячкин В.П. Собрание сочинений: в 3 ч. / В.П. Горячкин: - 2-ое изд.; под ред. Проф. док. с.-х. наук Н.А. Лучинского. - М.: Колос, 1968.
9. Василенко П.М. Дослідження роботи сошників та шляхи їх удосконалення / П.М. Василенко – УАСГН. 1945. – 46 с.
10. Желіговський В.А. Елементи теорії ґрунтообробних машин та механічної технології с.-г. матеріалів/В.А. Желіговський. - Тбілісі: вид. Грузинського СХІ, 1960. – 146 с.
11. Цепляєв, О.М. Сошник з пристроєм для фіксації насіння у борозенці / О.М. Цепляєв, А.В. Біляков, М.М. Шапров, В.Г. Абезін // Патент №2274990.
12. Шмат С. І. Резніченко В. А. Дводисковий сошник Патент на корисну модель № 9543. Бюл. № 10, 2005 р.

13. Патент України № 93837 С2 А01С 7/00 Дводисковий комбінований сошник Горобей В.П., Красніченко О.Л. 10.0-3.2011. Бюл.№5. - 2011
14. Д.Г. Войтюк . Сільськогосподарські та меліоративні машини. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.
15. <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/1242-osnovni-typy-soshnykiv-dlia-priamoi-sivby-zernovykh-kultur.html>
16. [https://avers-agro.com.ua/ukr/soshnik\\_diskovo-ankernyj\\_s\\_shirinoj\\_polosy\\_vyseva\\_14\\_mm](https://avers-agro.com.ua/ukr/soshnik_diskovo-ankernyj_s_shirinoj_polosy_vyseva_14_mm)
17. <https://propozitsiya.com/ua/diskoviy-ta-ankerniy-soshniki-dlya-pryamogo-visivu-zernovih-kultur>
18. <http://soyuz-st.com/machinery/posevtech/anker/>
19. <https://www.ats.in.ua/products/amazone-cayena/1873>
20. Полозовидний сошник патент на корисну модель №181338
21. <https://elvorti.com/catalog/sivalki-prosapni/vesta-6-profi.html>
22. Роде А.А. Основи вивчення ґрунтової вологи/ А.А. Роде. - К.: Гідромеліорація. – 2004 . – 26 с.
23. Родимцев, С.А., Дослідження паралелограмного механізму підвіски лапового сошника/С.А. Родимцев, В.П. П'яних // Механізація та Електрифікація с.г. – 2006. – №7. – С. 11.
24. Шевченка О. П., Бігунов. М. А. Теоретичні дослідження тягового опору кілеподібного сошника/ А. П. Шевченко М. А. Бігунов. // Сумський науковий вісник. - 2013. - № 3. - С.135-137.
25. Фізико-механічні властивості рослин, ґрунтів та добрив (методи дослідження, характеристики). - М: Колос. 1975. - 423 с.
26. «Закон України «Про охорону праці». Закон введено в дію з дня опублікування – 24.11.1992 року N 2695-ХІІ)»
27. Ткачук К. Н. Основи охорони праці: підручник. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний та ін. – К.: Основа, 2006. – 448 с.

28. Державні санітарні правила ДСП 8.8.1.2.001-98 «Транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві», затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України від 03.08.1998 № 1

29. Сичова М.О. Методичні рекомендації по економічному обґрунтуванню диплом-них проектів для студентів факультету механізації сільського господарства, які захищають диплом на кафедрі тракторів і автомобілів [Текст] / Дніпр, держ. агр. ун-т.; уклад. М.О. Сичова, Н.О Шевченко. - Дніпропетровськ: ДДАУ, 2008. -24 с.

# *ДОДАТКИ*

## Додаток А

Вихідні дані для розрахунку сошника гідропневматичної сівалки

N п/п	Показник	Позначення	Значення
1	Маса гідропневматичної сівалки, кг	m	30
2	Швидкість руху ГПСТВ-2, м/с	$v_c$	0,25-1,25
3	Час входження сошника на задану глибину, с	t	2
4	Щільність ґрунту, кг/м <sup>3</sup>	$\rho_r$	1100
5	Коефіцієнт тертя ґрунту по робочому органу	f	0,25
6	Питомий опір зминання ґрунту, Н/м <sup>2</sup>	q	1000-3000
7	Глибина борозни, м	h	0,01-0,07
8	Довжина п'яти сошника, м	a	0, 03
9	Довжина кіля сошника, м	c	0,05
10	Радіус заокруглення кіля, м	r	0,005
11	Ширина сошника, м	H	0,02
12	Кут нахилу кіля відносно горизонту град.	$\alpha$	80
13	Кут атаки сошника	$\varphi$	10-25
14	Ширина робочої поверхні стійки, м	$a_c$	0,02
15	Довжина робочої поверхні стійки, м	$b_c$	0,003
16	Діаметр різьбового з'єднання сошника, м	$D1$	0,006
17	Довжина плеча кріплення сошника, м	$L_c$	0,1

## Додаток Б

Таблиця Б1 – Результати розрахунку тягового опору сошника  $F_m$  залежно від глибини обробітку  $h$ ,

при $\varphi=10$	$h, м$	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
	$F_m, Н$	54,8	58,8	62,86	66,9	70,9	74,9	79,01
при $\varphi=15$	$h, м$	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
	$F_m, Н$	81,7	85,8	89,9	93,86	97,9	101,9	105,9
при $\varphi=20$	$h, м$	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
	$F_m, Н$	110,1	114,05	118,1	122,1	126,1	130,2	134,2
при $\varphi=25$	$h, м$	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
	$F_m, Н$	140,1	144,2	148,2	152,2	156,28	160,3	164,3

Таблиця Б2 – Результати розрахунку тягового опору сошника  $F_m$  залежно від швидкості руху сівалки  $v_c$ ,

при $\varphi=10$	$v_c, м/с$	0,25	0,5	0,75	1	1,25
	$F_m, Н$	78,8	78,9	78,95	79	79,06
при $\varphi=15$	$v_c, м/с$	0,25	0,5	0,75	1	1,25
	$F_m, Н$	105,79	105,85	105,91	105,97	106,03
при $\varphi=20$	$v_c, м/с$	0,25	0,5	0,75	1	1,25
	$F_m, Н$	134,05	134,11	134,17	134,23	134,3
при $\varphi=25$	$v_c, м/с$	0,25	0,5	0,75	1	1,25
	$F_m, Н$	164,17	164,23	164,29	164,35	164,41

## Додаток В

Таблиця В – Вихідні дані для проведення розрахунку техніко економічної ефективності проекту

Показники	Базовий	Проектний
Склад машино-тракторного агрегату	ЮМЗ-8040 +ГПСТВ-2	ЮМЗ-8040 +ГПСТВ-2М
Площа землі в обробці, га	5	5
Балансова вартість машини, грн	90500	95500
Швидкість руху сівалки, км/год	3,8	4,2
Витрати води, кг	600	600
Вартість води, грн/кг	0,068	0,068
Вартість дизельного палива, грн/кг	41	41
Витрати на паливно-мастильні матеріали, кг	28,5	24,6
Тарифна ставка, грн/год	68	68
Кількість працівників що обслуговують машину, чел.	1	1
Кількість днів роботи машини протягом року, днів	10	9
Тривалість зміни, год	8	8
Валовий збір, т	236,7	240
Прибуток від реалізації продукції, грн	757700	768000

№	№	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл	Примітка
				Документація		
			52.ДП.017.100.000ВЗ	Вигляд загальний		
				Складальні одиниці		
		1	52.ДП.017.101.000СК	Висівний апарат	1	
		4	52.ДП.017.104.000СК	Резервуар для рідини	1	
		5	52.ДП.017.105.000СК	Ущільнююче колесо	1	
		6	52.ДП.017.106.006	Загортач	1	
		7	52.ДП.017.100.007	Насіннева трубка	1	
		8	52.ДП.017.108.000СК	Сошник	1	
		9	52.ДП.017.109.000СК	Насос	1	
		14	52.ДП.017.100.014	Диск-задатчик	1	
		15	52.ДП.017.115.000СК	Остов	1	
		16	52.ДП.017.100.016	Зчіпка	1	
		17	52.ДП.017.117.000СК	Паралелограмна	1	
		18	52.ДП.017.118.000СК	Ходова частина сівалки	1	
					1	
				Стандартні вироби	1	
					1	
		2		Блок керування	1	
		3		Ресивер 15 л GVN	1	
		10		Акумулятор LP12V-12	1	
		11		Гідроклапан SVC-ES-	1	
		12		Пневмоклапан SV-F-ES-	1	
		13		Датчик переміщення	1	

Підп. і дата	Взам. інв. №	Інв. № двбл.	Підп. і дата	Інв. № підп.
--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

52.ДП.017.100.000.ВЗ								
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Гідропневматична сівалка з	Літ	Лист	Листів
Розроб.		Бугайов М.А.						
Перев.		Бойко В.Б.						
Т. контр.								
Н. контр.		Золотовська						
Затв.		Теслюк Г.В.						
						ДДАЕУ		
						МС-4-20		



№	Зам.	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл	Примітка
				Документація		
A			52.ДП.017.108.000.СК	Складальне креслення		
				Деталі		
A	1		52.ДП.017.108.001	Розгортач	1	
A	2		52.ДП.017.108.002	Стійка	1	
A	3		52.ДП.017.108.003	Ствол	1	
A	4		52.ДП.017.108.004	Кіль	1	

Пілл. і дата
Взам. інв. №
Інв. № двбл.
Пілл. і дата
Інв. № пілл.

52.ДП.017.108.000СК				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Бугайов М.А.			
Перев.	Бойко В.Б.			
Т. контр.				
Н. контр.	Золотовська			
Затв.	Теслюк Г.В.			

Літ	Лист	Листів
ДДАЕУ		
МС-4-20		

СОШНИК