

**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 мостового землеробства шляхом розробки  
сівалки точного висіву**

**Виконав:** студентки 4 курсу, групи М-1-20 за  
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Дудник Анастасія Олександрівна

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

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро – 2024

**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)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

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

Дудник Анастасії Олександрівні

(прізвище, ім'я, по батькові)

**1. Тема роботи:** Удосконалення мостового землеробства шляхом розробки сівалки точного висіву

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

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«6» травня 2024 року № 984

**2. Строк подання студентом роботи** 13.06.2024 р.

**3. Вихідні дані до проекту** Вихідні дані по роботі, що ведеться працівниками кафедри по впровадженню мостового землеробства. Основні паспортні дані по господарству де буде реалізовано проектне рішення.

**4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз господарської діяльності. 2. Технологічна частина. 3. Конструктивно-технологічні розрахунки. 4. Охорона праці та навколишнього середовища. 5. Техніко-економічна оцінка проекту. Висновки. Література.

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

1. Характеристика господарства (A1). 2. Аналіз апаратів точного висіву (A1).  
3. Структурна схема сівалки точного висіву (A1). 4. Загальний вигляд сівалки точного висіву (A1). 5. Корпус висівного апарату (A3). 6. Основа (A3). 7. Кришка (A3). 8. Сошник (A4). 9. Висівний диск (A4). 10. Економічні показники проекту (A1).

### 6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Бойко В.Б., доцент		
нормоконтроль	Золотовська О.В., доцентка		

7. Дата видачі завдання: 6.05.2024 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	6.05.24-13.05.24	
2	Технологічний	14.05.24-20.05.24	
3	Конструкційний	21.05.24-27.05.24	
4	Охорона праці	28.05.24- 30.05.24	
5	Економічний	31.05.24-1.06.24	
6	Графічна частина	2.06.24-12.06.24	

**Студент**

\_\_\_\_\_ Дудник А.О.  
 ( підпис ) (прізвище та ініціали)

**Керівник роботи**

\_\_\_\_\_ Бойко В.Б.  
 ( підпис ) (прізвище та ініціали)

Код	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл	Приміт.
			Текстові документи		
A		52.ДП.046000.000.ПЗ	Пояснювальна записка	83	
			Графічні матеріали		
A		52.ДП.046000.000.ХГ	Характеристика	1	
A		52.ДП.046000.000.АА	Аналіз апаратів точного	1	
A		52.ДП.046000.000.СС	Структурна схема		
			точного висіву	1	
A		52.ДП.046100.000.ВЗ	Загальний вигляд		
			точного висіву	1	
A		52.ДП.046116.000.СК	Корпус висівного	1	
A		52.ДП.046116.003.СК	Основа	1	
A		52.ДП.046116.001	Кришка	1	
A		52.ДП.046100.007	Сошник	1	
A		52.ДП.046116.002	Висівний диск	1	
A		52.ДП.046000.000.ПЕ	Економічні показники	1	

Подп. и дата  
Взам. инв. №  
Инв. № дубл.  
Подп. и дата  
Инв. № подл.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата
Розр		Лулник		
Перев		Бойко В.Б.		
Т				
И		Золотовська		
Зат		Теслюк		

**52.ДП.046000.000.ПЛ**

**Відомість**

Лім.	Арк.	Аркушів
	3	83

**ДДАЕУ**

## АНОТАЦІЯ

Дудник А.О. Удосконалення мостового землеробства шляхом розробки сівалки точного висіву/ Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» – ДДАЕУ, Дніпро, 2024.

Кваліфікаційна робота присвячена удосконаленню системи мостового землеробства шляхом розробки сівалки точного висіву для реалізації висіву насіння в задані координати на полі.

В першому розділі проведено аналіз діяльності господарства де буде впроваджено мостове землеробство.

В другому розділі проведено аналіз висівних апаратів точного висіву. Врахувавши переваги та недоліки висівних апаратів розроблено конструктивну схему сівалки точного висіву адаптованої для роботи з агромостовою машиною.

В третьому розділі проведено основні розрахунки конструктивних та технологічних параметрів сівалки.

В четвертому розділі розроблено заходи з охорони праці при експлуатації мостової машини з сівалкою точного висіву.

Виконано економічне обґрунтування проведеного удосконалення.

Ключові слова: точний висів, агроміст, коефіцієнт варіації розподілення насіння в рядку, мостова машина, тяговий опір сівалки.

## ЗМІСТ

ВСТУП	7
Розділ 1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	8
1.1 Загальні відомості	8
1.2 Характеристика рослинництва	9
1.3 Машинно-тракторний парк	12
1.4 Технологія механізованих робіт у рослинництві	15
1.5 Нафто-господарство	15
1.6 Механізація і технологія робіт у тваринництві	16
1.7 Економічні показники господарства	17
1.8 Висновки та обґрунтування задач дипломного проекту	19
Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	21
2.1 Перспективні технології в овочівництві відкритого ґрунту	21
2.2 Координатно-транспортна система в мостовому землеробстві	28
2.3 Постановка задачі дипломного проекту	30
2.4 Висів овочевих культур у відкритому ґрунті	31
2.5 Аналіз апаратів точного висіву	32
2.5.1 Пневматичні апарати точного висіву	32
2.5.2 Механічні апарати точного висіву	35
2.5.3. Гідравлічні висівні апарати	37
2.6 Висновки	39
Розділ 3. КОНСТРУКТИВНО-РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА	40
3.1 Конструктивна схема та опис сівалки точного висіву для мостового землеробства	40
3.2 Основні складові сівалки точного висіву	43
3.3 Розрахунок конструктивно-технологічних параметрів сівалки точного висіву	46
3.3.1. Швидкодія висівного апарата	48

3.3.2 Продуктивність сівалки	50
3.3.3 Розрахунок бункера для насіння	50
3.3.4 Розрахунок витрати повітря	52
3.3.5 Розрахунок приводу висівного диска	53
3.4 Розрахунок процесу ущільнення ґрунту	54
3.5 Тяговий розрахунок сівалки	56
3.6 Розрахунок шпонкового з'єднання	59
3.7 Розрахунки на міцність	60
3.8 Висновки	62
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	63
4.1 Аналіз стану з охорони праці на підприємстві	63
4.2 Заходи з охорони праці під час експлуатації мостової машини з сівалкою точного висіву [30]	65
4.3 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в господарстві	68
4.4 Висновки	69
Розділ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ	70
Висновки	79
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	80
ЛІТЕРАТУРА	81
ДОДАТКИ	84

## ВСТУП

Сучасне сільське господарство України досить тривалий час знаходилося під впливом технологій землеробства закладених ще в радянські часи, за цей період накопичилося багато недоліків та помилок тієї епохи. Відбувалося переслідування нові технології які пропагувалися за кордоном. Все це призвело до упадку галузі та значного відставання. Але світ рухався до прогресу і в світовому землеробстві намітились тенденції, які ми не маємо морального права не враховувати [1, 2].

В минулому столітті в розвинених країнах пройшли так звані «зелені» революції, завдяки яким збільшилась продуктивність більшості сільськогосподарських культур. Отримані нові сорти зернових культур підвищили їх врожайність до 90 центнерів з гектара, а овочевих до 600 центнерів з гектара. Але все це стало можливим завдяки підтриманню потенціальної родючості ґрунту використанню, як органічних так і мінеральних добрив.

З початком "зелених" революцій (30-40 років тому) у світовому землеробстві намітились стійкі тенденції в розробці нових технологій в вирощуванні сільськогосподарських культур а саме система з нульовим обробітком ґрунту «No-Till», технологія з смуговим обробітком ґрунту «Strip Till», колійна система землеробства, система мостового землеробства та ін [3-5].

Кожна з технологій чи систем землеробства повинна мати наукову обґрунтованість основних показників, а саме врожайність та собівартість вирощеної продукції.

На теперішній час отримали поширення альтернативні системи землеробства: біодинамічне, біологічне; органічне та інші. Ці напрямки землеробства дають можливість отримати екологічно чисту продукцію. Близько до них знаходиться система мостового землеробства, яка дозволяє знизити ущільнення ґрунту та зменшити хімічне навантаження на ґрунти. Тому *метою* кваліфікаційної роботи являється удосконалення мостового землеробства шляхом розробки сівалки точного висіву.



## Розділ 1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

### 1.1 Загальні відомості

ТОВ «Зоря» знаходиться в с. Межиріч Павлоградського району Дніпропетровської області. Господарство розташовується по лівому берегу річки Вовча. Також землі господарства розташовуються в селі Новоселівське вище по течії та в селі Червона Нива, що розташовується нижче по течією на відстані 1,5 км попуч з містом Павлоград.

Поруч з господарством проходить автомобільна дорога М04 (Е50) залізниця дорога. Відстань до обласного центру м Дніпро становить 63 км.

Дане господарство займається вирощуванням зернових культур (пшениці, ячменю, кукурудзи), олійних (соняшник) культур та кормового буряка. Фермський комплекс для вирощування вівців теж знаходиться в с. Межиріч.

До складу господарства входять такі виробничі підрозділи як механізація (машино-тракторний парк, майстерня), тваринництво (вівчарня), рослинництво (зернохосовище, сушарка).

Дорожня мережа не останню роль відіграє в підвищенні продуктивності процесів виробництва продукції. В господарстві розвинена дорожня інфраструктура, як доріг з покриттям так і польових які забезпечують швидку логістику.

Виробничі процеси в господарстві здійснюються на великій території, що зумовлює розвиток транспортної інфраструктури а саме доріг з твердим покриттям, які сполучають польові дороги.

Це дає можливість розширити мобільність машино-тракторного парку на всіх виробничих ділянках господарства

Клімат в господарстві помірно посушливий, тепле літо, з грозовими дощами та середньою температурою в найтеплішому місяці липні +24...+26

°С. Середня кількість опадів в літку становить 184 мм, що в річному обсязі складає близько 27 відсотків. Найхолодніший місяць січень з температурними показниками -8 до -14 °С. Зима помірно холодна, останні роки малосніжна з переважно північними вітрами. Поля господарства мають хвилясто рівнину поверхню. Також на території господарства розташовуються яри з балками та ставками.

## **1.2 Характеристика рослинництва**

Підтримання стабільного землеробства вимагає уважне відношення до виконання всіх агрозаходів, які дозволяють знизити забур'яненість та підвищити врожайність. До таких агрозаходів відноситься раціональне ведення сівозмін.

За результатами накопиченого досвіду в проведенні сівозмін в господарстві ведеться робота по насиченню їх зерновими культурами такими як озима пшениця та кукурудза.

Для забезпечення посівів попередниками і уникнути їх загибелі та пересіву в господарстві в 2024 році заплановано зменшення посівів озимої пшениці. Це дозволить стабілізувати збиральну площу озимої пшениці, а за рахунок більш високої її урожайності внаслідок покращення складу попередників підвищити валові збори зерна та його якості.

Господарство веде конструктивну та продуману роботу по відновленню родючості ґрунтів. Для цього періодично вносяться необхідні мікроелементи з органічними та мінеральними добривами. Періодично використовується практика з посівами сидератів з послідувачим заорюванням їх вигетуючої частини.

Структура посівних площ головних вирощувальних культур наведені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 – Структура посівних площ ТОВ «Зоря»

Культури	2021		2022		2023	
	Площа, га	Площа, %	Площа, га	Площа, %	Площа, га	Площа, %
Кукурудза на зерно	107	13,81	385	20,38	518	30
Ярий ячмінь	23	1,64	150	12,61	120	8
Сонях	518	24,62	200	26,15	181	10,8
Озима пшениця	481	23,77	631	29,23	540	32,2
Ріпак	415	30,23	315	12,23	322	19
Всього	1544	100	1681	100	1681	100

Урожайність культур за останні роки наведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Урожайність основних культур (ц/га) ТОВ «Зоря»

Культура	2021 р	2022 р	2023 р
Кукурудза на зерно	45,0	53,6	64,4
Яровий ячмінь	22,0	24,4	36
Сонях	25,2	16,5	18,6
Озима пшениця	48,2	41,4	58,2
Ріпак	23,0	19,2	25,4

Проаналізувавши дані наведені в (табл. 1.1) в період з 2021-2023 р. відбулися слідуєчі зміни в структурі посівних площ збільшився умовний важіль таких культур, як кукурудза на зерно – на 411 га, ярий ячмінь – 100 га, зменшився умовний важіль таких культур, як ріпак та сонях – це пов'язано з відведенням земель для забезпечення необхідної кормової бази тваринницької ферми, з кожним роком зростає площа під пар. Площа для вирощування зернових залишається сталою.

По даним таблиці 1.2 видно, що врожайність культур по рокам знаходиться на сталому хорошому рівні.

На початку господарювання було проведено заходи по боротьбі з бур'янами, а саме більша частина земель була оброблена гербіцидами, це дозволило підвищити врожайність сільськогосподарських культур до 18 %.

Для раціонального використання земель в господарстві обрано наступну схему сівозмін.

Схему чергування культур у сівозмінах у господарстві.

1. Чорний пар.
2. Озима пшениця.
3. Кукурудза.
4. Ячмінь.
5. Ріпак.
7. Соняшник.

Внесення добрив

Як було сказано раніше для відновлення родючості ґрунтів широко використовуються в господарстві органічні добрива. Внесення мінеральних добрив відбувається на нормальному рівні. В 2023 році на 1 га посіву внесено по 40 кг діючої речовини азоту і 20 фосфору і калію 10 кг/га. Це в основному при посівне удобрення культур, підживлення озимих та підкормка посівів соняшнику та кукурудзи при міжрядних обробітках.

Згідно наведених даних можна зробити висновок:

- найбільш поширені культури в господарстві зернові;
- використання сівозмін та заходів з відновлення родючості ґрунтів з кожним роком дозволяє отримувати більші врожаї вирощуваних культур;

### 1.3 Машинно-тракторний парк

Велику роль в підвищення продуктивності праці та зниження витрат на виробництво продукції відіграє рівень механізації виробничих процесів. Основні машини та енергетичні засоби ТОВ «Зоря» наведено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Склад машинно-тракторного парку ТОВ «Зоря»

Машини та обладнання	Одиниці виміру	Кількість
1	2	3
Трактори та комбайни		
Трактор МТЗ-821	шт	2
Трактор МТЗ-892	шт	5
Трактор К-700	шт	2
Трактор ХТЗ-17021	шт	2
Трактор Джон Дір 8320	шт	1
Трактор "CASE МХА 255"	шт	1
Трактор-оприскувач " CASE 3320"	шт	1
Комбайн " Джон Дір 9500"	шт	1
Комбайн КЗС-9-1	шт	2
Комбайн для збирання буряків	шт	1

продовження табл.1.3

1	2	3
Сільськогосподарські машини		
Борона дискова ДМ-6	шт	3
Борона дискова ДМТ-6(Діметра)	шт	2
Плуг ПЛН-3-35 «Господар»	шт	5
Плуг Джон Дір-3810	шт	3
Плуг ПЛП-5-35	шт	4
Плуг Джон Дір	шт	1
Погрузчик буряка СПС-4.2	шт	3
Причіп 2ПТС-4	шт	6
Опрыскувач Вектор-3000	шт	2
Прес-підбирач "New Holland"	шт	1
Бульдозер для К-700А	шт	1
Бульдозер ( косий ) для Т-150К	шт	2
Бульдозер ( косий ) для МТЗ-821	шт	2
Розкидач мін добрив РУМ-0,8	шт	4
Котки голчаті «Голта»	шт	6
Котки КПД-6"Панько"	шт	5
Культиватор КРН-4,2	шт	7
Культиватор КРН-5,4	шт	2
Культиватор VIL-RICH	шт	1
Культиватор КПС-4	шт	11
Культиватор АГ-6 "Борекс"	шт	4

продовження табл.1.3

Культиватор КПН-8,2 "Вакула"	шт	1
Культиватор ТМ-18 "Титан"	шт	3
Культиватор АГД-2,5	шт	5
Сівалка John Deer	шт	6
Сівалка (ємність і культиватор) CaseSDX 30	шт	1
Сівалка (ємність і культиватор) Concord 2000	шт	3
Сівалка СЗ-5,4	шт	4
Сівалка "Кльон 1,8"	шт	1
Сівалка СЗ-3,6	шт	3
Сівалка СЗТ-3,6	шт	1
Сівалка СЧПН-8	шт	2
Зчіпка СГ-21	шт	7
Зчіпка СГ-18	шт	1
Зчіпка СГ-11	шт	3
Зчіпка 2КПС-4	шт	5
Автомобілі		
ВАЗ	шт	1
Газ - 53	шт	5
Краз автокран	шт	1
Камаз - 5511	шт	10
Камаз - 5320	шт	9

Як бачимо із таблиці 1.3 в ТОВ «Зоря» йде оновлення машинно-тракторного парку. Стара техніка РСМ-10 "ДОН-1500А" в господарстві не використовується. З підвищенням цін на паливо-мастильні матеріали їх

експлуатація стала не вигідною. Тому господарство з кожним роком оновлює техніку на більш продуктивну і економічну.

#### **1.4 Технологія механізованих робіт у рослинництві**

В ТОВ «Зоря» всі види механізованих робіт проводяться за технологічними картами.

Перед початком робіт необхідно неодмінно провести перевірку правильності регулювань агрегату, що має великий вплив на якість робіт та в подальшому вплине на врожайність. Після цього бригадир з агрономом проводять перевірку якості роботи, а якщо необхідно, то вносять корективи в регулювання.

Важливим моментом є правильне компонування агрегату. Починають з вибору типу трактора, машини. Для цього визначають силу тяги трактора, теоретичну ширину захвату агрегату, кількість машин (робочих органів) в агрегаті, чи необхідна зчіпка. Таким чином досягають раціонального комплектування агрегатів, що дозволяє підвищити продуктивність роботи та зменшити матеріальні витрати на виробництво продукції.

Перевагою при проведенні механізованих робіт у рослинництві є те, що всі дії проводяться за операційними картами і це дає змогу ефективно планувати проведення робіт.

#### **1.5 Нафто-господарство**

Нафтосховище в господарстві обладнане для заправки сільськогосподарської техніки бензином та дизельним паливом. Воно знаходиться на безпечній відстані від с. Межиріч. Кожен рік бригада спеціалістів проводить обслуговування ємкостей для зберігання паливних



матеріалів та паливних колонок, очищення ємкостей від осаду. Осад змивається в спеціальну ємкість, яка знаходиться на території нафтосховища.

Нафтосховище має власні машини-заправники. Це сприяє швидшому заправленню техніки, яка працює далеко від нафтосховища та зменшенню витрати палива на переїзд техніки.

## **1.6 Механізація і технологія робіт у тваринництві**

Тваринництво – одна із галузей народного господарства, задача якої забезпечення населення якісним продуктом виробництва (м'ясо, молоко, сало та ін.)

ТОВ «Зоря» приділяє значну увагу тваринництву, а саме вирощуванню поголів'я вівців. На території господарства є одна ферма, яка займається розведенням та вирощуванням вівців від народження до забою. Відгодівля відбувається за прогресивними технологіями за короткий термін вегетації. В залежності від продуктивного призначення вівців основний напрям — м'ясний.

В приміщенні встановлено годівниці з автопоїлками. Спосіб утримання вигульний. Видалення гною відбувається механізованим шляхом з використанням грейдера на базі трактора Т-25. Напування овець відбувається за допомогою автопоїлок та ніпельних поїлок. Годівля тварин виконується за допомогою стаціонарного кормороздавача РВК-Ф-74. Використання даного обладнання дозволяє знизити ручну працю при догляді за тваринами та нормовано витратити воду та корм.

Для забезпечення сталої високої продуктивності потрібно, насамперед удосконалення племінних і продуктивних якостей породи вівців.

Основні засоби механізації на тваринницькій фермі господарства наведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Основні засоби механізації на тваринницькій фермі

Назва	Марка машини
Дробарка	Н 119/4
Прибирання гною	Т-25+грейдер лопата
Стационарний кормороздавач	РВК-Ф-74.
Навантажувач	Т229-D
Трактори	ЮМЗ – 6АЛК
Причіп	ПТС-4
Система водопостачання	Каскад

### 1.7 Економічні показники господарства

Протягом останніх років в ТОВ “Зоря” спостерігається ріст виробництва, як в рослинництві так і в тваринництві.

Зокрема, в 2023 році порівняно з 2022 роком валовий збір зернових а саме пшениці збільшився на 5,43 тис. ц. (з 26,37 до 31,8 тис. ц.) на 18 %, кукурудзи на 13 тис.ц або на 63 % за рахунок збільшення площі та урожайності. Дані валового збору наведено в таблиці 1.5.

За результатами таблиці 1.5 можна зробити наступні висновки, кукурудза на зерно та озима пшениця показали значне і стабільне зростання валового збору протягом трьох років, що може свідчити про успішне впровадження сучасних агротехнологій і розширення посівних площ. За результатами вирощування ярого ячміню спостерігається значне збільшення врожайності після 2021 року, що свідчить про ефективне управління вирощуванням цієї культури. По

оняшнику в 2022 році значно знизився валовий збір і не відновився в 2023 році, що вказує на можливі проблеми з умовами вирощування або зменшення посівних площ. Ріпак показав нестабільні результати, з великим падінням у 2022 році і частковим відновленням у 2023 році, але не повернувся до рівня 2021 року.

Таблиця 1.5 - Валові показники ТОВ «Зоря»

Культури	2021	2022	2023
	Валовий збір, ц	Валовий збір, ц	Валовий збір, ц
Кукурудза на зерно	4815	20636	33359
Ярий ячмінь	506	3660	4320
Сонях	13053,6	3300	3366,6
Озима пшениця	23184,2	26123,4	31428
Ріпак	9545	6048	8178,8

Основні економічні показники господарської діяльності ТОВ «Зоря» наведено в таблиці 1.6. За результатами аналізу собівартості встановлено, що в 2023 році найбільш ефективним було вирощування кукурудзи на зерно. Не дивлячись наріст виробничих затрат майже вдвічі собівартість вирощування кукурудзи на 9 відсотків була нижчою в порівнянні з іншими культурами. Що пов'язано з приростом врожайності даної культури..

Також в господарстві ведеться робота по розширенню напрямків господарювання, і одним із пріоритетних являється овочівництво. Тому в планах господарства освоєння овочівництва за рахунок зниження посівів ріпаку який створює негативний вплив на родючість ґрунтів.

Таблиця 1.6 – Основні показники господарської діяльності

Найменування показників	2021	2022	2023
Заборгованість по кредитах, грн.	155564	134578	124689
Рівень рентабельності (рослиництво), %:			
Озима пшениця	29,1	31,6	32,1
Кукурудза на зерно	61	55	57
Соняшник	132	115	131
Ярий ячмінь	22,5	23,8	27,23
Ріпак	76	84	88
Рівень рентабельності (тваринництво), %	30,6	33,7	36
Середня зарплатня працівника за рік, грн.	133457	164347	180004
Місячна зарплатні працівника, грн.	13905	16305	18422
Чисельність працівників, чол.	58	58	60

### 1.8 Висновки та обґрунтування задач дипломного проекту

1. В цілому згідно проведеного аналізу в господарстві спостерігається тенденція до росту та подальшого розвитку .

2. З кожним роком в рослинництві господарства особливо на вирощуванні кукурудзи відбувається ріст виробничих показників, чому сприяє вірно підібрана сівоzmіна, заходи боротьби з бур'янами, використання прогресивних технологій вирощування. Все це стало можливим також завдяки доброму технічному забезпеченні господарства необхідними технологічними машинами.

3. В планах господарства розширення рослинництва за рахунок вирощування овочевих культур. В якості пілотного планується проект впровадження мостового землеробства на вирощуванні овочевих культур на площі 20 га.

Основна задача дипломного проекту підвищення ефективності мостового землеробства розробкою сівалки точного висіву з пневмомеханічним висівним апаратом для висіву дражованого або інкрустованого насіння овочевих культур.

## Розділ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1. Перспективні технології в овочівництві відкритого ґрунту

З появою тягової концепції починаючи з використання мускульної сили тварин і завершуючи використанням тракторів за останні тисячу років нічого не змінилося, крім підвищення енергонасиченості технологічних процесів та підвищення продуктивності праці. Загальна філософія залишилася без змін попереду рухається тяговий енергетичний засіб а по заду знаряддя, яке виконує роботу по посіву, обробітку ґрунту чи догляду за рослинами і т.д.

Підвищення енергонасиченості технологічних машин негативно впливає на родючий шар ґрунту. В середньому вага сучасно трактора становить близько 8 тон, а максимальне значення виходить за межі 15 тон. Все це призводить до ущільнення ґрунту, яке негативно впливає на газо та волого обмін кореневої системи культурних рослин, які розміщуються на полі. В деяких випадках наприклад при вирощуванні цукрових буряків площа вкрита слідами енергетичних засобів може досягати 78 відсотків (рис. 2.1), повторне перекриття слідів може варіюватися 2 до 5 разів. Все це викликає зниження врожайності сільськогосподарських культур від 15 до 25% при 2..3 кратному ущільненню і 20...40% – при 4...6 – кратному [6, 7].



Рис. 2.1 Негативний вплив рушіїв на родючий шар ґрунту

В останні роки все більше виникає проблем які носять екологічний, енергетичний і соціальний характер, що пов'язано з поширенням прогресивних технологій в галузі рослинництва. Механічне та агрохімічне навантаження глобально погіршує здоровий стан ґрунтів. В зв'язку з цим наприкінці 20 століття отримує поширення ідея точного землеробства нового індивідуального підходу в вирощуванні сільськогосподарських рослин.

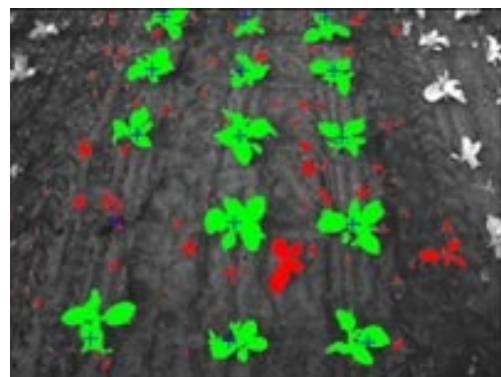
Точне землеробство – це новий напрям у вирощуванні рослин, де кожна рослина на полі розглядається як окремий індивідуальний біологічний об'єкт. Точне землеробство передбачає розробку засобів механізації нового типу які дозволять реалізувати персоніфіковане вирощування кожної рослини на полі починаючи з посіву насіння в задані точки на полі наступний захист та догляд за рослинами згідно карти розташування та завершуючи цикл вирощування збиранням збіжжя.

На даний час відомо досить велика кількість розробок в цьому напрямку першими в створенні машин точного землеробства являються науковці Великої Британії, Ізраїлю, Данії, Німеччини, Франції, Бразилії та ін.

Так для моніторингу розвитку культурних рослин та появи бур'янів науковцями з компанії Gariford (Англія) розроблено самохідну машину з спектральною камерою та інтелектуальним керуванням з використанням системи навігації GPS (рис. 2.2) [8]. Машина дозволяє накопичувати інформацію на хмарних серверах, яка в подальшому використовується для підживлення рослин та видалення бур'янів.



а



б

Рис. 2.2. Автономне шасі для моніторингу стану рослин та появи бур'янів

Врахувавши попередні результати компанією розроблено конструкцію точкового оприскувача (рис. 2.3), який за отриманими даними від моніторингового шасі точково вносить засоби підживлення або захисту культурних рослин а також гербіциди для боротьби з бур'янами.



Рис. 2.3. Точковий оприскувач для адресного обприскування

На наступному етапі компанія розробила культиватор для прополовання як міжрядь так і рядків (рис.2.4)



Рис. 2.4. Культиватор з активними робочими органами Robocrop

Запропонована конструкція активного культиватора дозволяє обробляти 97 % поля на швидкості 2 км/год завдяки використанню штучного інтелекту, який



обробляє інформацію, що надходить з камер та задає необхідну частоту обертання сапи щоб виключити травмування культурних рослин. За результатами проведених випробувань підтверджено працездатність культиватора, який дозволить відмовитися від використання гербіцидів для боротьби з бур'янами.

Науковцями з інституту сільськогосподарських наук (Данія) завершено роботу по розробці інтелектуальної машини по посіву та наступному догляду за овочевими культурами (рис. 2.5) [9].

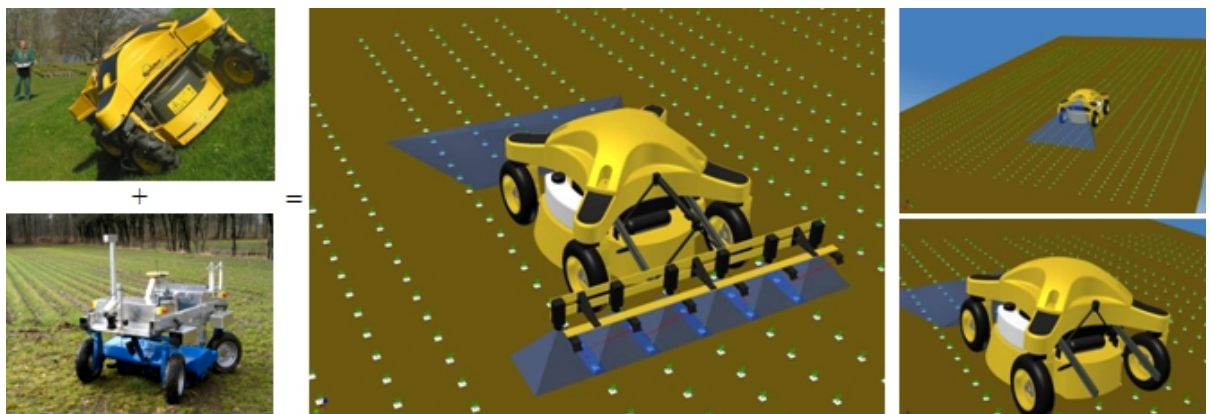


Рис. 2.5. Інтелектуальна машина «Hortibot»

Основним джерелом енергії «Hortibot» являється дизель-генератор який живить мотор колеса та систему інтелектуального керування.

Машину Додатково на модулі встановлюються панелі сонячних батарей. Керування машиною здійснюється в двох режимах автоматичному та ручному. Керування в автоматичному режимі здійснюється за допомогою інтелектуальної системи RTK- Hortibot з використанням сенсорних датчиків та GPS навігації. Польовими випробуваннями доведено працездатність машини та отримано відповідний сертифікат.

Розглянуті розробки дозволили прискорити розвиток точного землеробства та знизити агрохімічний вплив, особливо на вирощуванні овочів, що знаходиться на другому місці після садівництва по використанню агрохімікатів.

Але на рівні з вирішенням питань агрохімічного впливу не потрібно забувати про вирішення питання зниження механічного впливу на родючий шар ґрунту, що створює ходова частина енергетичних засобів при переміщенні по

полю. Для цього потрібно виключити переміщення рушіїв по агротехнічній зоні поля. Досягти цього можливо шляхом застосування мостових машин що рухаються по постійним коліям чи транспортним доріжкам.

Розглянемо машини такого типу на прикладі мостового трактора WS 9600 WS (рис. 2.6) [10] з шириною колії 9,6 м розробленого компанією ASAS-Lift і Kjedahl Farm.



Рис. 2.6 Мостовий трактор WS 9600 WS компаній ASAS-Lift і Kjedahl Farm.

Ходова частина трактора рухається по постійним коліям не ущільнюючи агротехнічну зону. Для агрегування з трактором розроблено весь шлейф машин необхідних для повного циклу механізації виробничих процесів при вирощуванні сільськогосподарських культур.

Ще одним прикладом для аналізу мостових машин являється ширококоліїний трактор ЕТС (2.7) [11] розроблений на базі Бразильської науково-технічної лабораторії виробництва біоетанолу який отримав поширення на вирощуванні цукрової тростини.



Рис. 2.7. Мостовий трактор ЕТС на вирощуванні тростини

Основна мета розробки зниження ущільнення ґрунту ходовими частинами, яке негативно впливає розвиток кореневої системи та відповідно втрати врожайності. Використання мостових тракторів дозволяє на 85% знизити ущільнення ґрунтів, підвищити врожайність, продуктивність праці та підвищити економію пального.

В Словаччині ведеться робота по впровадженню органічного мостового землеробства аматором Джоном Слінські який розробив конструкцію свого агромота кругової дії під назвою «AGROKRUN» (рис. 2.8) [12]. На площі в 2 гектара розташовано п'ятнадцять ділянок, обслуговування яких здійснює п'ять мостових машин кругової дії. За авторським задумом така технологія дозволяє отримати органічно чисту продукцію овочівництва. Електропривід як мостової машини так і робочих органів навісних знарядь дозволяє реалізувати виконання операцій в автоматичному режимі. Завдяки жорсткій привязці до оброблювальної ділянки відпадає потреба в дорогій навігаційній системі. Площа що необробляється становить близько 15 %, засівається рослинами, для відлякування шкідників.

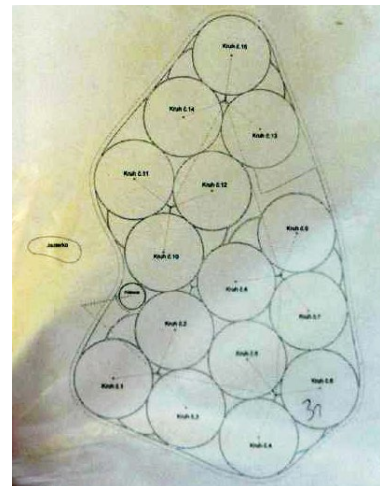


Рис. 2.8. Мостова машина кругової дії AGROKRUN

Цікаву конструкцію мостового агроробота FarmBot Genesis XL v1.5 (рис.2.9) [13] запропонували науковці з США. Робот розрахований для вирощування овочів, як в відкритому так і закритому ґрунті. Особливістю такої мостової машини є те що керування всім технологічним процесом вирощування

здійснюється за допомогою смартфона (посів насіння, виявлення та видалення бур'янів, полив та захист рослин. Для цього необхідно тільки скачати безкоштовний софт.

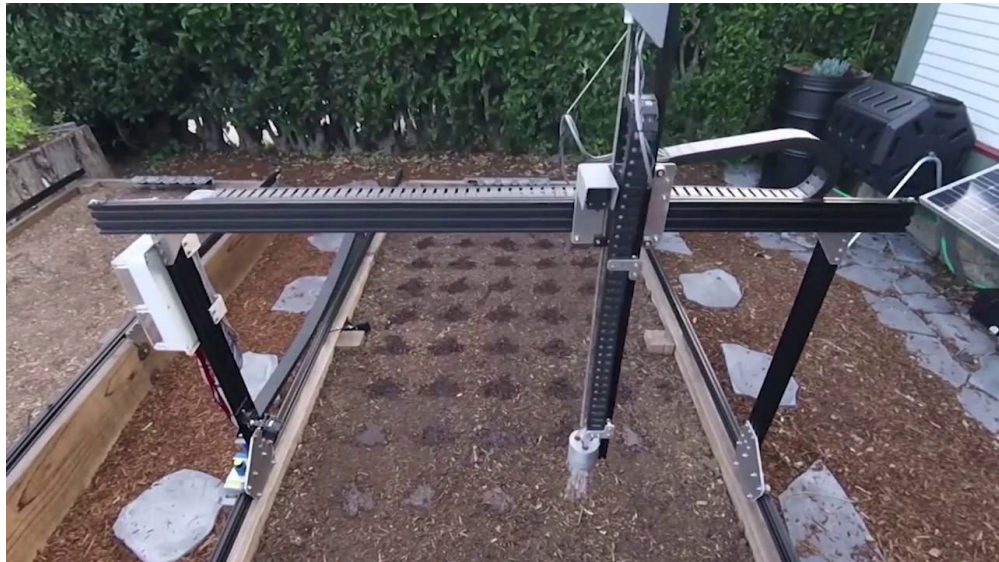


Рис. 2.9. Робот мостового типу Farmbot

Керування основними виконавчими пристроями здійснюється за допомогою мехатронної системи розробленої з використанням мікрокомп'ютерів Arduino Mega 2560. Робот дозволяє реалізувати змішані посіви на одній ділянці. Одного такого мостового робота достатньо для сім'ї з 4 осіб.

Впровадження мостового землеробства вирішує питання наступного характеру:

- можливість автоматизації технологічних процесів машин – створення роботизованої техніки;
- реалізація координатного землеробства і можливість індивідуального догляду за кожною рослиною;
- вирощування на одній ділянці декількох видів рослин.

Використання мостових машин дозволяє усунути негативний механічний вплив рушіїв на ґрунту а саме його ущільнення шляхом їх переміщення по спеціально створених коліях чи транспортних доріжках.

При впровадженні мостового землеробства поле розділяється на агротехнічну та технологічну зони з розробкою координатно-транспортної системи.

## 2.2 Координатно-транспортна система в мостовому землеробстві

Впровадження мостового землеробства дозволяє реалізувати точну координацію робочих органів сільськогосподарських машин без використання складних систем навігації з досить точною повторною відтворюваністю руху робочих органів [1, 2]. Завдяки таким можливостям ґрунт можна обробляти локально.

Такий підхід в обробітку ґрунту дозволяє знизити витрати енергетичних ресурсів на виконання технологічних операцій. Основною умовою впровадження мостового землеробства являється поділ поля на агротехнічну та технологічну зони. Агротехнічна зона представляє сформовані заїмки ширна яких залежатиме від довжини ферми мостової машини. Технологічна зона буде утворена відповідно транспортними та технічними доріжками, які складатимуть координатно-транспортну систему (КТС) рис. 2.10, призначену для переміщення мостової машини (агромоста) та транспортних засобів технологічної підтримки (підвезення насіння, рід, засобів захисту, транспортування збіжжя) представлено план земельної ділянки, облаштованої за координатним принципом.

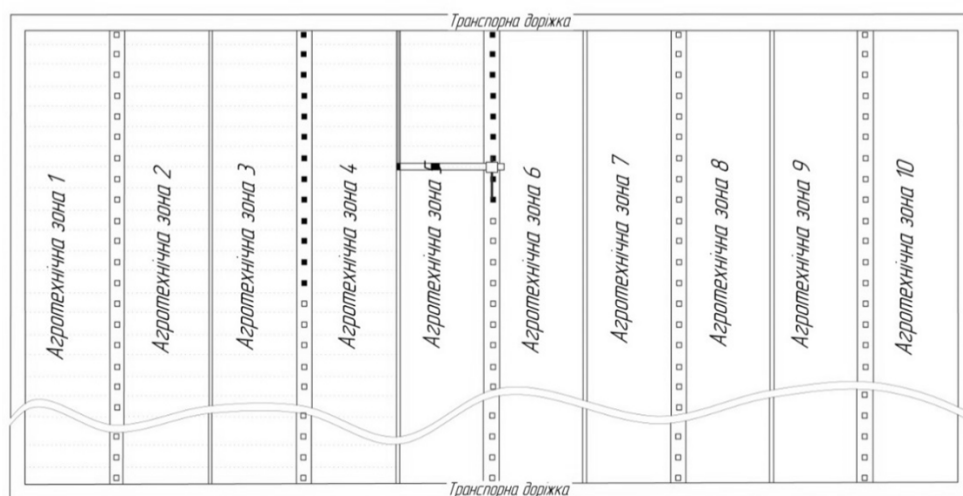


Рис. 2.10. Схема КТС в мостовому землеробстві

На рис 2.11 представлено схему роботи висівного апарата в агрегаті з агрометровою машиною у межах КТС. Завдяки жорсткій прив'язці агромета до опорних точок відбувається точна координація сівалки відносно ділянки поля. Висів насіння здійснюється згідно попередньо складеної карти розташування рослин на полі.

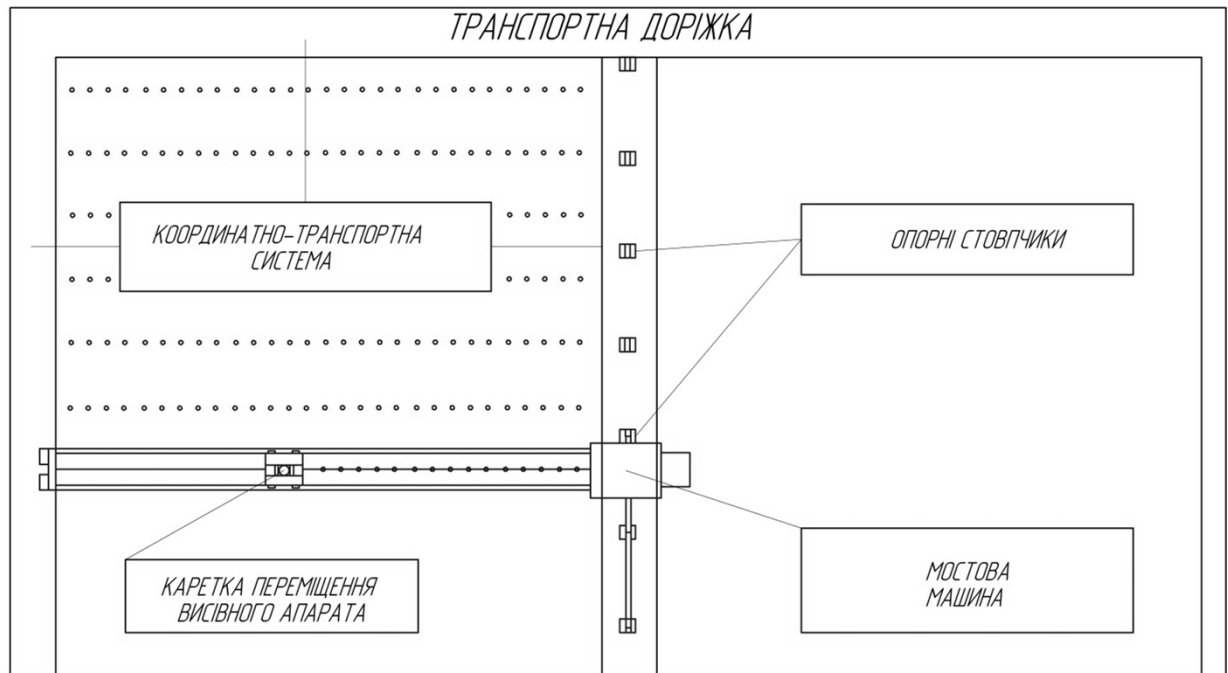


Рис. 2.11. Схема роботи висівного апарата у межах КТС

Розташування рядків на полі визначається щодо опорних точок ходової частини агромета. Місце розміщення рослин у рядку задається на основі міток, розміщених на напрямній балці агромета. Це можуть бути мітки, нанесені за допомогою фарби і зчитувані фотодатчиком, елементи конструкції з магнітними датчиками, виступи або спеціальні нерівності з механічним датчиком, тощо. Переміщуючись каретка з датчиком реагує на мітки та генерує сигнал для висіву насіння висівним апаратом сівалки в рядок згідно заданої програми висіву.

Як уже було сказано вище на сьогоднішній час відсутні висівні апарати здатні реалізувати висів за координатним принципом. В наступному пункті буде проведено аналіз конструкції перспективних висівних апаратів для реалізації висівного апарату здатного виконати висів в задані точки на полі за координатним принципом.

### 2.3 Постановка задачі дипломного проекту

В ТОВ «Зоря» на вирощуванні овочів заплановано пілотний проект по впровадженню мостового землеробства на площі до 20 гектар. На даній площі буде розміщено 6 агромостві одноконсольної конструкції рис. 2.12 з довжиною ферми 24 м [1, 2].

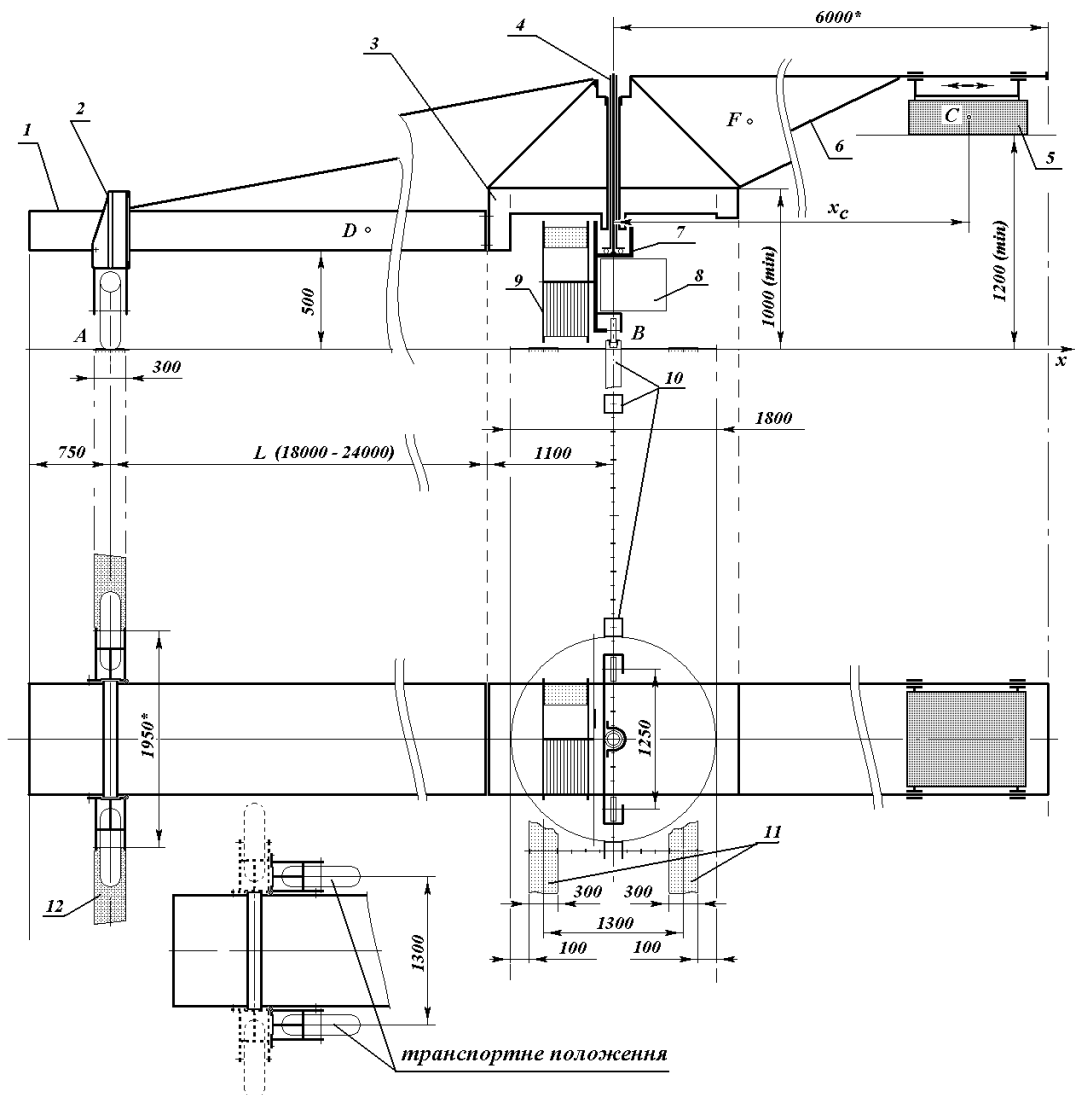


Рис. 2.12. Одноконсольна конструкція агромоства:

1 – ферма агромоства; 2 – підтримуючий візок; 3 – центральна секція ферми агромоства; 4 – поворотна вісь; 5 – врівноважуючий баласт; 6 – врівноважуюча секція ферми; 7 – основний опорно-ходовий візок; 8 – простір для розміщення маніпулятора; 9 – кабельний барабан; 10 – опори в ґрунті; 11 – колії транспортної доріжки; 12 – допоміжна доріжка

Для впровадження мостового землеробства поле облаштовуємо за координатно-транспортною схемою рис.2.10.

Основною метою роботи являється підвищення ефективності мостового землеробства розробкою сівалки точного висіву. Для реалізації поставленої мети проведемо літературний та патентний пошук по даній тематиці.

#### **2.4 Висів овочевих культур у відкритому ґрунті**

Для досягнення максимальної ефективності рослинництва – отримання максимальної урожайності при мінімальних витратах на вирощування культивованих рослин – процес висіву насіння повинен забезпечити найкращі умови розвитку рослин та можливість здійснення майбутнього механізованого (у перспективі – автоматизованого) догляду з мінімальними витратами [14]. Для досягнення цієї мети традиційні засоби механізації сівби повинні забезпечувати:

- висів насіння у стислі агротехнічні терміни;
- оптимальну заробку насіння у ґрунт по глибині;
- розташування рослин у відповідності до агротехнічних вимог та з урахуванням вимог засобів механізації наступних технологічних процесів по догляду за рослинами та збору урожаю – гніздовим способом, рядками чи стрічками з заданою густиною.

Овочеві сівалки за своєю конструкцією подібні до зернових сівалок, відмінність полягає в розмірах дозуючих пристроїв враховуючи особливості форми та розмірів посівного матеріалу. Відомі наступні типи висівних апаратів механічні, пневматичні та гідравлічні. Норма висіву насіння овочевих культур коливається в межах від 0,5 до 3 кг на гектар, посів здійснюється в залежності від культур в межах від 2 см до 4 см ущільненням поверхневого шару для покращення контакту насіння з ґрунтом. Оцінка якості виконаного посіву насіння овочевих культур виконують за чотирма основними показниками: глибині посіву, норми висіву, рівномірності розподілення насіння в рядку (коефіцієнту варіації), ширині міжрядь.



Враховуючи агровимоги відхилення від норми висіву овочевих культур не повинно перевищувати  $\pm 2,5\%$ . Відхилення від заданої глибини не повинно перевищувати 12 % при цьому відхилення ширини міжрядь не повинно виходити за межі  $\pm 1,5$  см, стикові -  $\pm 4$ .

## **2.5. Аналіз апаратів точного висіву**

Точність висіву являється одним із найважливіших критеріїв якості роботи будь-яких сівалок. Висівні апарати повинні рівномірно розподілити насіння у рядку забезпечивши оптимальну густоту посівів, з метою здійснення подальших операцій по догляду за рослинами і збирання врожаю. Згідно визначення точним називається висів насіння з постійним кроком пунктиру і незначним відхиленням від осі [15]. Основними показниками точності висіву являється рівномірність розподілення насіння в рядку та по глибині.

За принципом дії апарати точного висіву поділяються на основні види: механічні, пневматичні та гідравлічні. Розглянемо придатність існуючих апаратів точного висіву для реалізації координатного принципу сівби дражованого насіння овочевих культур.

### **2.5.1. Пневматичні апарати точного висіву**

У пневматичних апаратах для однонасінневого відбору з маси використовується вакуум, або підвищений тиск. Апарати, що працюють на підвищеному тиску, барабанного типу. Подача насіння здійснюється всередину або зовні на барабан. Вакуумні апарати поділяються на барабанні та дискові. Всмоктуючі отвори в дискових апаратах виконані на поверхні диска, в барабанних – на циліндричній поверхні. Для забезпечення однонасінневого відбору висівні апарати обладнують пристроями видалення надлишкового насіння.

Для прикладу розглянемо овочеву сівалку СВТВ-4 [16] барабанного типу з

утриманням насіння на барабані за рахунок вакууму. За словами виробника з міста Дніпро апарат не має аналогів. Запропонована сівалка забезпечує точний висів насіння різних овочевих культур при цьому одночасно з висівом виконується внесення гранульованих добрив. На рисунку 2.13 представлено загальний вигляд овочевої сівалки точного висіву.

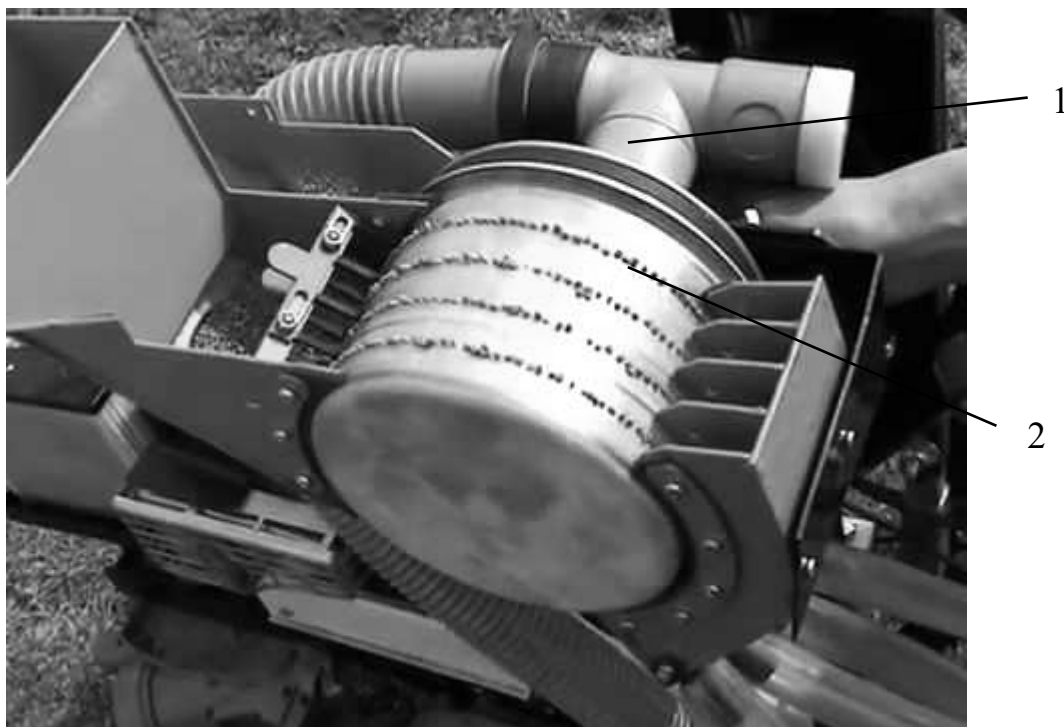


Рис. 2.13. Овочева сівалка СВТВ-4

1 – вакуумопровід; 2 – барабан.

Сівалка забезпечує досить точне укладання насіння в рядку. За словами виробника точність висіву складає в межах 90-92 відсотків.

Певний інтерес викликає запропонований пневмо-імпульсний висівний апарат з електронним регульованим приводом (рис. 2.14) авторське свідоцтво (АС) № 48270 [17]. Автори описують роботу апарату наступним чином.

Вентилятор 8 через деку 7 подає сталий потік повітря в робочу камеру 4, піднімальна сила  $R$  повітряного потоку в центральній частині робочої камери дорівнює силі тяжіння насінин  $G$ , що є умовою утворення в камері псевдозрідженого шару насіння. Назовні висхідний потік повітря виходить через отвори решітки 3.

Із живильної камери 2 насіння самопливом і за рахунок енергії висхідного

поток повітря, що проходить через деку 7, подається з бункера 1 в робочу камеру 4. Дека 7 служить для створення рівномірного по її площі висхідного потоку повітря і запобігає самовитіканню насіння.

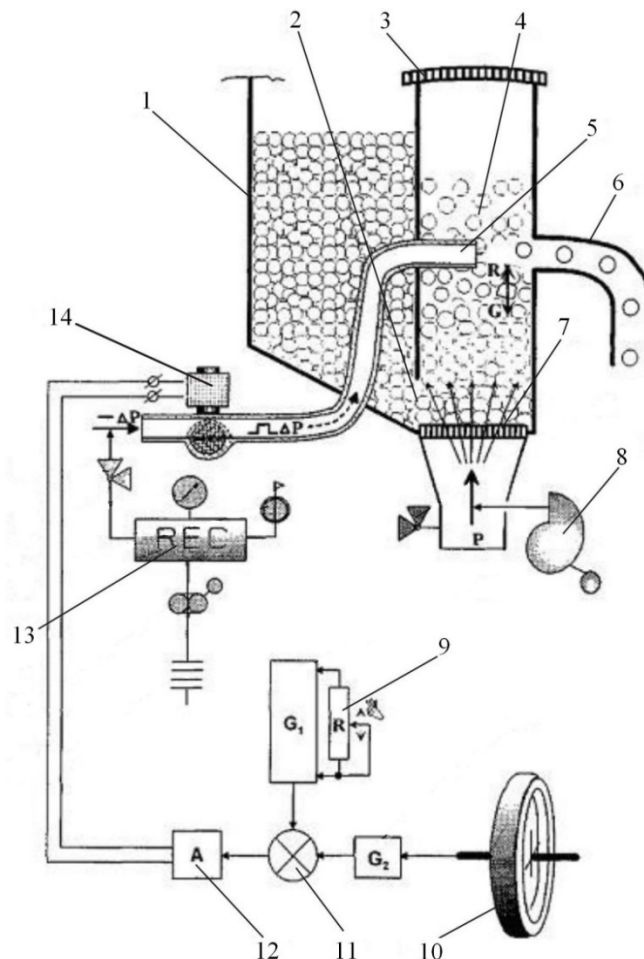


Рис. 2.14. Пневмо-імпульсний висівний апарат.

Завдяки піднімальній силі  $R$  утвореній повітряним потоком насіння рухається вгору до середньої частини робочої камери 4. Генератор  $G_2$ , кінематично зв'язаний з приводним колесом 10, формує електричний імпульсний сигнал прямокутної форми, з частотою, пропорційною частоті обертання колеса, і подає його на суматор 11. Водночас на суматор подається імпульсний сигнал від генератора електричних імпульсів  $G_1$ , причому частота цього сигналу залежить від положення регулятора  $R$  норми висіву 9. На виході суматора 11 утворюється імпульсний сигнал, частота якого залежить як від швидкості руху сівалки, так і від положення регулятора  $R$  норми висіву, і цей

сигнал подається на підсилювач 12, а з нього імпульси електричного струму подаються на електромагнітний клапан 14. В момент надходження імпульсу електричного струму на клапан відбувається відкриття потоку повітря постійного тиску  $\Delta P$ , що надходить до ежекторного патрубку 5 з ресивера 13.

На виході ежекторного патрубку, який входить до центральної частини камери 4, формується імпульсний потік повітря. Імпульсним потоком насінина захоплюється камери 4 та транспортується в насіннепровід 6, а керується регулятором 9 частота імпульсного потоку повітря визначає норму висіву насіння.

### 2.5.2 Механічні апарати точного висіву

Механічні апарати отримали досить широке поширення завдяки простоті своєї конструкції. Апарати даного типу діляться на апарати з одиночним та груповим відбором насіння з загальної маси. За конструктивною ознакою механічні апарати поділяють на стрічкові, катушкові, дискові, барабанні та гвинтові.

Одним із представників стрічкових висівних апаратів є компанія з Англії Stanhay. Загальний вигляд сівалки з пасовим стрічковим висівним апаратом представлено на рисунку 2.15 [18].

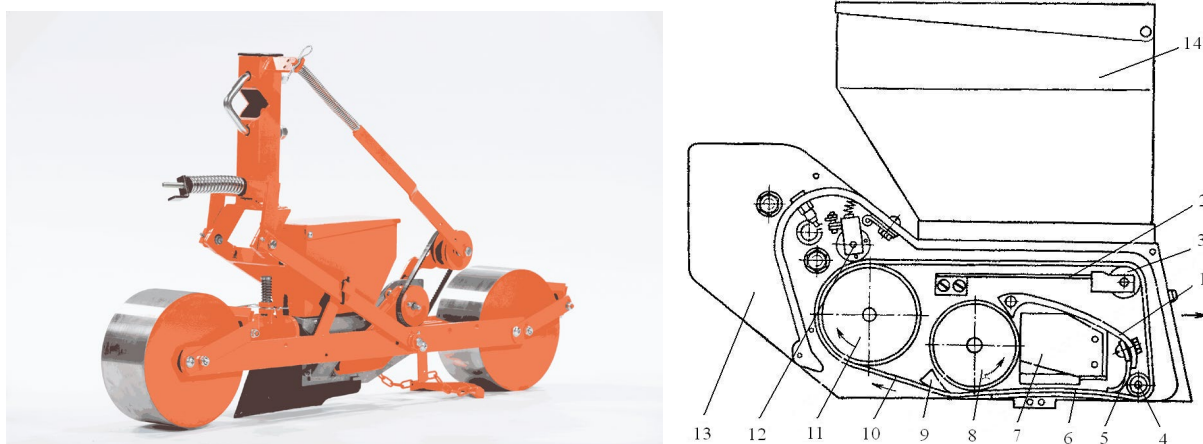


Рис.2.15. Сівалка точного висіву «Stanhay»

Робота висівного апарата даного типу відбувається в наступній послідовності. Насіння за рахунок сили тяжіння проходить крізь вікно, переріз якого регулюється за допомогою заслінки 7, проходить до камери для насіння, дно камери сформовано гумовим пасом 10 з виконаними в ньому отворами. Частина пасу в камері спирається підтискне денце 6 за рахунок чого випукла частина паса напрямлена в сторону камери з насінням. Отвори в пасові отримують конічну форму для надійного заповнення отворів насінням. Зчісувачий ролик 8, знімає надлишок насіння до насінневої камери. Разом з пасом насіння подається до упору 9, де відбувається деформація паса в бік борозни при цьому відбувається виштовхування насіння в борозну. Надійність процесу висіву контролює електронний блок розміщений в кабіні трактора. Точність висіву забезпечується тільки тоді коли використовується насіння яке пройшло калібрування чи дражування.

На особливу увагу також заслуговує катушковий апарат точного висіву JP-1 американської фірми Jang [19]. Сівалки обладнана дванацятьма висівними дисками для посіву насіння різних розмірів.



Рис. 2.16. Висівний апарат JP-1 Jang

Процес обслуговування сівалки досить простий завдяки легкоз'ємному бункеру та висівним дискам. Швидкість руху сівалки коливається в межах 2,5... 3,5 км/год. Точність висіву складає 93 %. Завдяки використанню гідрофобного матеріалу знижено можливість налипання ґрунту на колеса.

### 2.5.3. Гідравлічні висівні апарати

Гідравлічні висівні апарати належать до нового перспективного класу, поки що не включеного до системи машин. Застосування гідравлічних висівних апаратів дає можливість вирішити наступні задачі:

- реалізувати посів насіння що проросло,
- зменшити травмування насіння,
- одночасне внесення рідин захисної та підживленої дії,
- підвищення польової схожості насіння,
- зменшення норм висіву,
- прискорення появи сходів.

Для реалізації координатного висіву на кафедрі «Трактори і автомобілі» запропоновано конструкцію гідропневматичного висівного апарата авторське свідоцтво UA 99860 [20]. Основна відмінна риса запропонованого висівного апарата від відомих – висів насіння здійснюється за сигналами системи (датчиків, пристроїв) місцевизначення. Загальний вигляд координатного гідропневматичного висівного апарата представлено на рис. 2.17.

Висівний апарат працює за наступним алгоритмом. Заповнюємо бак 1 пророслим насінням, через відкритий гідравлічний клапан 8 з резервуара 7 подаємо воду добака та заповнюємо його повністю видаливши повітря через дренажний канал 19. За допомогою насоса 5 формуємо в забірній камері псевдозріджений шар. Задана концентарція контролюється оптичними парами 17 та 18 і підтримується зміною реулювання інтенсивності циркуляції рідини, використовуючи регулятор 15 та електропривід 14 насоса 5.

Керування заряджанням висівного апарата здійснюється за допомогою блока керування 10. Сигналом з блока відкривається електрогідравлічний клапан 8, і рідина що проходить від нього через забірну камеру захоплює з севдозрідженого шару насіння транспортує його по насіннепроводу 3 у сопло-ствол 2. Датчик 11 при проходженні насіння сформує команду на закриття гідравлічного клапана 8 блоком керування 10. Висівний апарат готов до висіву.

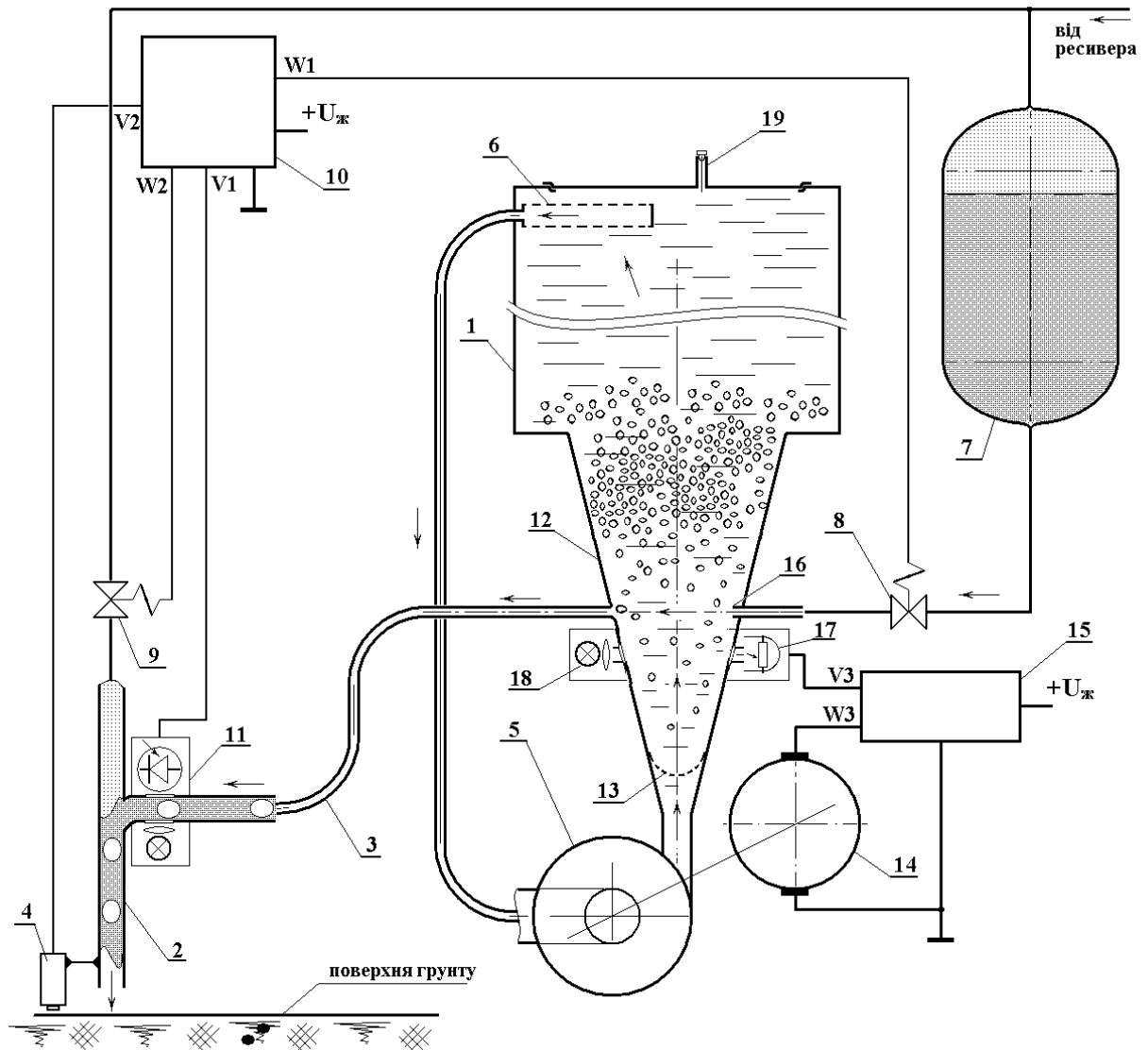


Рис. 2.17. Координатний гідропневматичний висівний апарат

Висів насіння апаратом відбувається по сигналу з датчика переміщення сівалки 4. При проходженні датки точки висіву на полі він сформує команду на блоковікерування 10 для відкриття пневматичного клапану 9 і стиснуте повітря виштовхне рідину з пророслим насінням до насінневого ложе.

Використання запропонованого висівного апарата в поєднанні з агромоном дозволяє реалізувати висів насіння в задані координати на полі.

## 2.6 Висновки

1. Використання інтелектуальних систем керування дозволяє реалізувати точне персоніфіковане вирощування сільськогосподарських культур, що свою чергу дозволить знизити агрохімічне навантаження на ґрунти.

2. Використання мостового землеробства дозволить знизити не використання агрохімії а зменшити негативний механічний чинник який утворюють ходові системи енергетичних засобів, також мостове землеробство завдяки жорсткій прив'язці до поля та використанню електроприводів досить легко підлягає автоматизації.

3. З метою розробки сівалки точного висіву для підвищення ефективності мостового землеробства проведено аналіз перспективних сівалок та апаратів призначених для точного висіву. Основним недолік кожного апарата є неможливість реалізації висіву окремих насінин в задані точки на полі за сигналами датчика висіву. Даний висів реалізовано на координатному гідропневматичному апараті, але використання рідини не дозволяє реалізувати висів дражованого насіння.

4. Провівши аналіз висівних апаратів різних типів та конструкцій врахувавши їх переваги та недоліки нами запропоновано конструкцію нового координатного висівного апарату для висіву дражованого насіння овочевих культур з метою підвищення ефективності мостового землеробства. Схема апарату та конструктивні розрахунки будуть наведені в наступному розділі.



## Розділ 3. КОНСТРУКТИВНО-РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

### 3.1 Конструктивна схема та опис сівалки точного висіву для мостового землеробства

Відомий пристрій координатного гідропневматичного висіву насіння (патент UA №99860) [20]. Спільними ознаками відомого і запропонованого в дипломному проекті висівного апарата є висів насіння струменем повітря за сигналами датчика положення відносно ґрунту.

Недоліком відомого пристрою є неможливість висіву інкрустованого або дражованого насіння, через пошкодження оболонки рідиною.

Відомий також висівний апарат, який вибрано в якості прототипу (А.с. № 1605969 СРСР, МПК А01С 7/04). Він має бункер для насіння, висівний диск з комірками, виштовхувач насіння, а також ролик-відбивач зайвих насінин.

Спільними ознаками є відбір насіння за допомогою диска з комірками.

Недоліком відомого пристрою є неможливість координатного висіву насіння в задані точки на полі.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що висівний апарат для мостового землеробства, який включає бункер для насіння, диск з комірками, відбивач насіння, додатково обладнаний соплом для подачі насіння в ґрунт, електропневматичним клапаном, крокуючим двигуном, датчиком контролю проходження насіння, датчиком розташування висівного апарата відносно ґрунту, компресором і ресивером для стиснутого повітря, блоком керування, входи V1 і V2 якого сполучені з оптичним датчиком контролю проходження насіння та датчиком розташування сопла відносно ґрунту, відповідно, а виходи S1 і S2 з'єднані з електропневматичним клапаном та крокуючим двигуном для приводу диска з комірками.

На рис. 3.1. наведено схему запропонованого висівного апарату, який складається з бункера 4 для насіння 5, крокуючого двигуна 7, висівного диска 14 з комірками 6, відбивача насіння 8, оптичного датчика 16 контролю проходження

насіння, датчика 2 розташування висівного апарату відносно ґрунту, насіннєпровода 9, електропневматичного клапана 9, блока керування 15, який живиться напругою  $U_{ж}$ , компресора з ресивером для стиснутого повітря (на малюнку не вказані).

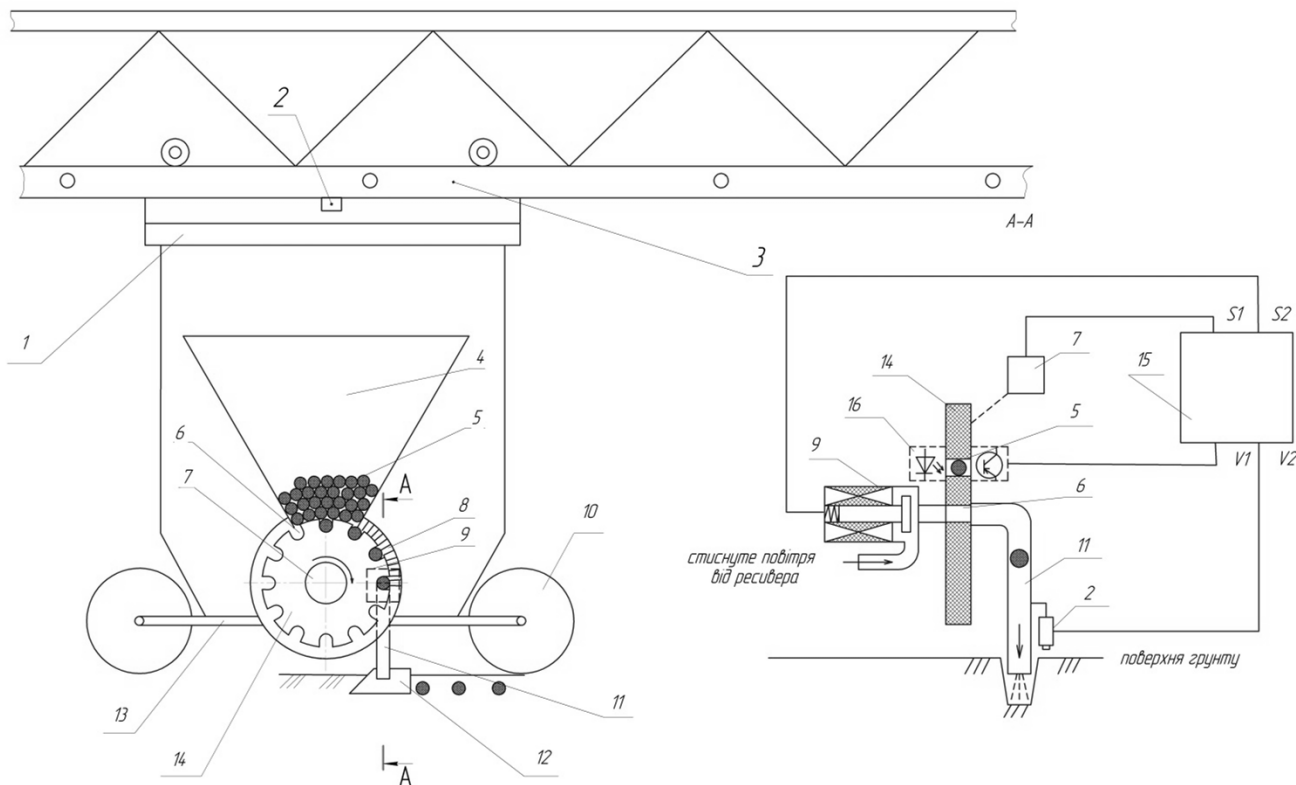


Рис.3.1. Схема пневмомеханічного висівного апарата сівалки точного висіву для мостового землеробства

Висівний апарат сівалки точного висіву працює наступним чином. Забір насіння з бункера здійснюється за допомогою висівного диска 14 з комірками 6. У разі відсутності насінини 5 в комірці висівного диска з оптичного датчика контролю проходження насінини 16 надходить сигнал на вхід V1 блока керування 15, після чого блок керування сигналом на виході S1 приводить в дію крокуючий двигун 7, який обертатиме диск 14, доки заповнена комірka 6 не надійде до насіннєпроводу 11. На цьому процес заряджання закінчується і блок керування вимкне крокуючий двигун приводу висівного диска.

Переміщення висівного апарата відносно ґрунту здійснюється кареткою 1 встановленою на фермі агромота 3. Перед початком висіву складається карта розміщення рослин на полі. На фермі агромоту встановлюються мітки з

заданим інтервалом розміщення рослин в рядку. Під час руху датчик розташування висівного апарату 2 при проходженні повз мітки формуватиме сигнал на вході V2 блока керування висівним апаратом 15. Блок керування на виході S2 сформує короткий імпульс на відкриття електропневматичного клапана 10 і за допомогою стиснутого повітря, яке подається від ресивера, відбудеться виштовхування насіння через насіннепровід 11 до насінневого ложа.

Після закінчення короткого імпульсу електропневматичний клапан 9 закривається і приводиться в дію крокуючий двигун 7, після чого цикл повторюється. На рис 3.2. наведено діаграму роботи електронного блоку.

У першому такті блок керування (рис.3.2.) живить струмом кроковий двигун 3, який приводить в дію диск з комірками в які потрапляє насіння і транспортується в них до сопло-ствола. Насіння проходячи повз оптичний датчик 7 викликає появу імпульсів, які надходять на перший вхід V1 блока керування 11. При подачі сигналу V1 блок керування 11 вимикає електричний кроковий двигун 3, в результаті цього припиняється обертання диска з комірками в яких знаходиться насіння. В випадку коли насіння відсутнє в комірці диск буде обертатися до тих пір доки не надійде до датчика 7 комірka з насінною. Дана функція висівного апарата дозволяє виключити пропуски висіву насіння пов'язані з проблемами заповнення комірок насінням, які існують в відомих апаратах даного типу.

В другому такті в заданому положенні висівного апарата відносно ґрунту датчик положення 8 формує сигнал, який подається на другий вхід V2 блока керування 11 і викликає подачу короткого імпульсу S2 струму на електропневматичний клапан 10, внаслідок чого він на короткий час відкривається і під тиском пропускає повітря від ресивера до сопла-ствола 9. Повітря в соплі-стволі розширюється і виштовхує насінину в напрямку ґрунту. Після закінчення сигналу S2 на виході з блока керування з'явиться сигнал S1 приведення в дію електричного крокуючого двигуна 3 і цикл повторюється.

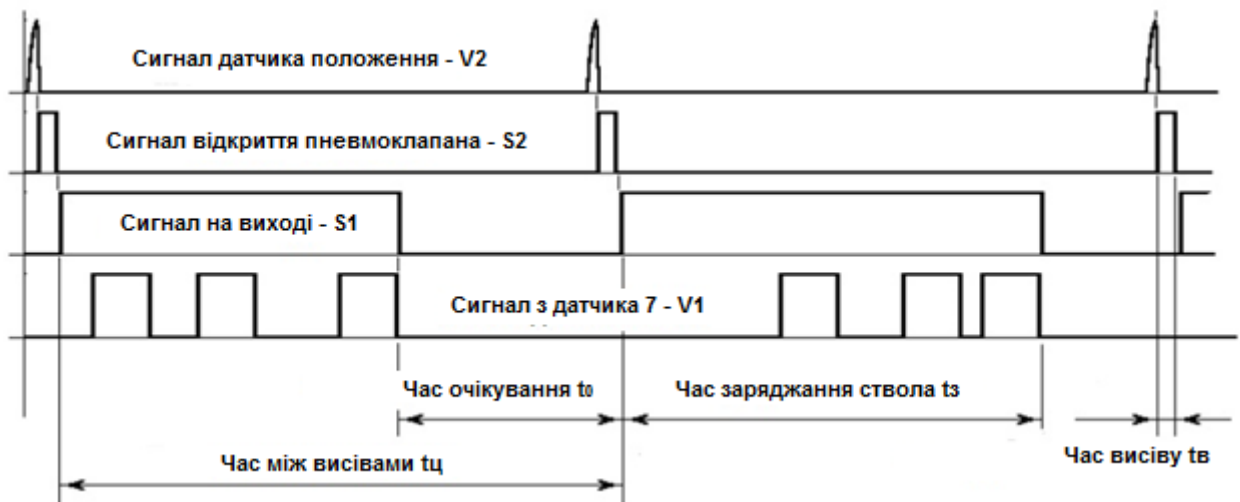


Рис.3.2. Діаграма роботи електронного блока сівалки точного висіву

Таким чином запропонована конструкція сівалки точного висіву забезпечить однонасінневий висів інкрустованого або дражованого насіння в задані точки на полі згідно сигналів датчика розташування висівного апарата, завдяки чому можливо зменшити втрати дорогого насіннєвого матеріалу. Використання датчика контролю проходження насіння та крокового двигуна приводу висівного диску дозволить зменшити вірогідність появи пропусків під час висіву.

### 3.2 Основні складові сівалки точного висіву

В останнє десятиліття найбільше поширення для виконання посіву просапних культур отримали пневматичні вакуумні просапні сівалки, серед яких - MashioGaspardo ST-8R, MaterMass 3 XL 800 (Італія), Kunh Planter, Planter II (Франція), John Deere 1710 (США), Amazone EDX 9000-T (Німеччина), Vega Profi і Vesta Profi (Україна), «Лидагропромаш» СТВ-12 (Білорусь) та інші.

Слід відзначити, що найбільш універсальними, тобто здатними краще забезпечувати високу якість висіву насіння, є сівалки з дисковими вакуумними апаратами. Така конструкція висівного апарату забезпечує заповнення дозуючих

елементів при високих лінійних швидкостях їх руху, якісне видалення зайвих насіння і рівномірність подачі їх в насіннепровід

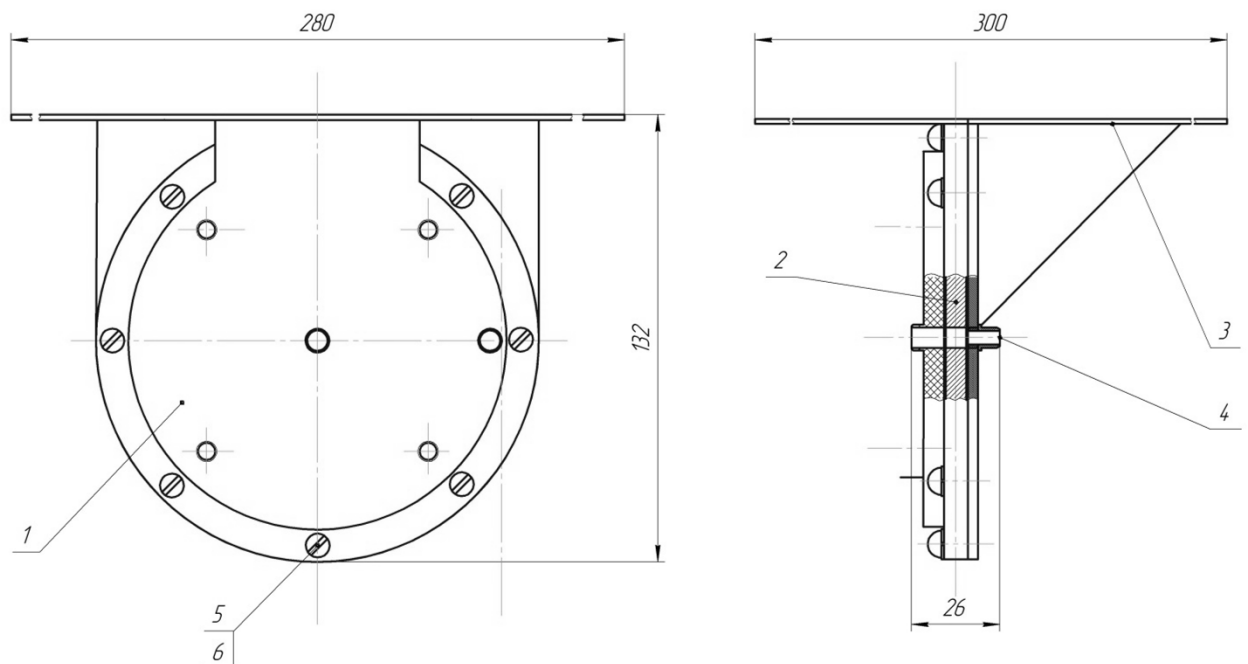


Рис. 3.3. Дисківий висівний апарат сівалки точного виіву

Запропонований пневмомеханічний висівний апарат для мостового землеробства рис. 3.3 теж дисківого типу. Апарат складається з основи 3 виготовленої з листової сталі Ст-3, кришки 1 виготовленої відливкою з використанням пластмас ГОСТ 10589-87, висівного диска 2 та штуцера 2 для з'єднання з магістраллю підведення стиснутого повітря.

**Висівний диск** рис. 3.4 являється ключовим елементом висівного апарата його конструкція впливатиме на основний процес формування постійного насінневого потоку з заданим інтервалом. Розмір диска, кількість комірок впливатиме на швидкодію та точність висіву висівного апарата. Враховуючи розміри та кількість комірок в наступному розділі будуть проведені розрахунки основних показників швидкодії висівного апарата. Висівний диск виготовляється виливкою під диском з використанням пластмас ДСТУ 10589-87.

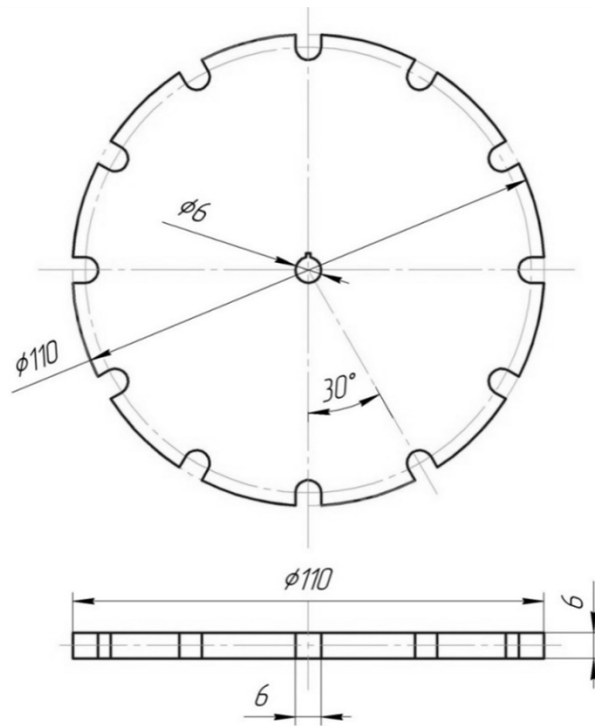


Рис. 3.4. Висівний диск

**Бункер висівного** апарата рис. 3.5 виконано у вигляді усіченої піраміди. Це найбільш поширена форма вітчизняних та закордонних сівалок. В якості матеріалу використовується сталь Ст-3. В верхній частині розміщується кришка, що надійно захищає насіння від висипання.

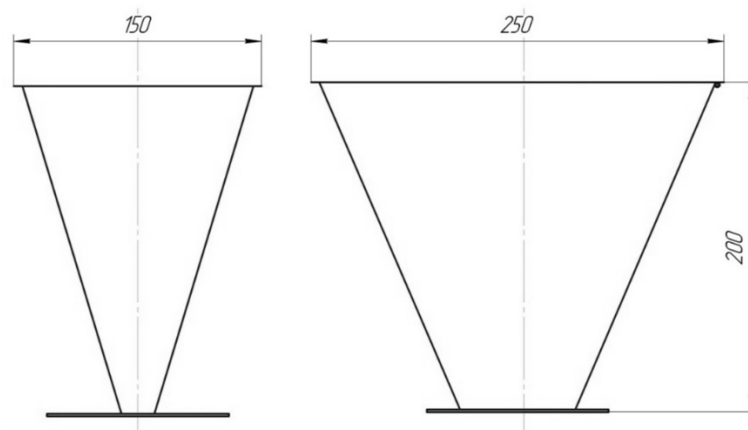


Рис. 3.5. Бункер висівного апарата

Об'єм бункера розраховується за умови забезпечення висіву насіння овочевих культур на площі одного гектара без додаткового завантаження. Детальний розрахунок бункера наведено в конструктивних розрахунках сівалки точного висіву.

Сівалка точного висіву обладнана *кілевидним коробчастим сошником* (рис. 3.6 ), що забезпечує укладання насіння у вологий шар ґрунту. Бокові пластини сошника утримують від попадання на дно борозни сухого верхнього шару ґрунту, а у нижньому вологому шарі формують борозну з насіннєвим ложе. У неї подається насіння стиснутим повітрям по насіннєвій трубці. В бокових пластинах в нижній частині виконано вирізи, що забезпечують змикання ґрунту на нижньому горизонті. Зверху вологий шар мульчують сухим, що захищає смугу посіву від висихання. Додатково ґрунт ущільнюється котком створюючи необхідне ущільнення для кращого контакту насінин з ґрунтом.

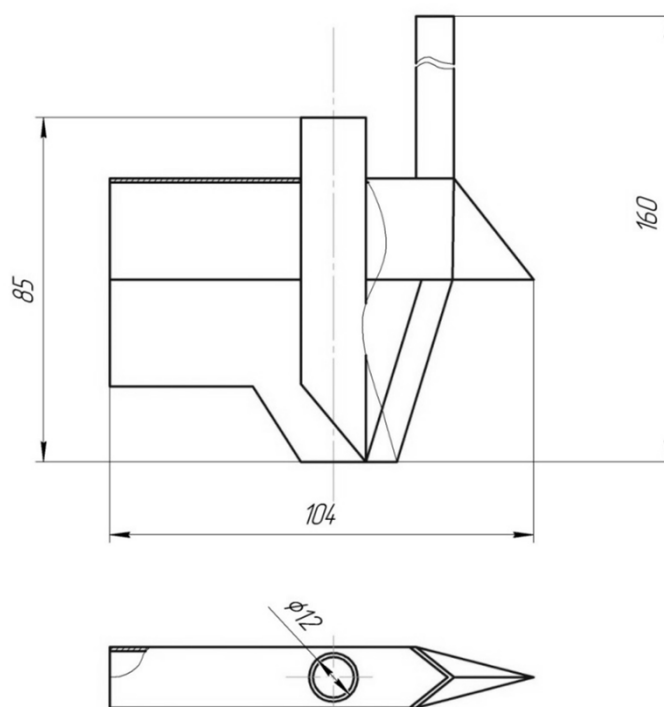


Рис. 3.6. Кілевидний сошник

### 3.3 Розрахунок конструктивно-технологічних параметрів сівалки точного висіву

Для реалізації злагодженої роботи всіх складових сівалки точного висіву виконаємо розрахунки конструктивно технологічних параметрів та оберемо необхідне обладнання. Вихідні дані для виконання розрахунків наведено в в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Вихідні дані для проведення розрахунку сівалки

<b>Параметри</b>	<b>Значення</b>
Розміри дражованого насіння, мм	3,5...4
Маса посівної секції, кг	21
Діаметр валу кріплення диска, мм	6
Діаметр диска для висіву, мм	110
Товщина висівного диску, мм	6
Маса диску для висіву, кг	0,370
Кількість комірок в дискові, шт.	12
Коефіцієнт ймовірності пропусків заповнення комірок насінням	0,7
Швидкість руху, м/с	1
Відстань між комірками, мм	26
Кількість обертів диску, хв <sup>-1</sup>	480
Робочий тиск, МПа	0,3
Щільність повітря при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>	1,20
Інтервал висіву насіння, м	0,05
Переріз насіннепроводу, мм	6
Довжина насіннепроводу, мм	200
Ширина опорного колеса, мм	100



### 3.3.1. Швидкодія висівного апарата

Швидкодія висівного апарату визначається часом вистрілювання насіння  $t_B$  і часом заряджання  $t_3$ , тривалість яких в сумі повинна бути меншою, ніж час циклу  $t_{\text{ц}}$ , тобто час проходу між суміжними висівами.

Час проходу між суміжними висівами залежить від інтервалів між насінинами та швидкості руху висівного апарату:

$$t_B + t_3 + t_o = t_{\text{ц}} \quad (3.1)$$

де  $t_{\text{ц}}$  – значення часу циклу, с;

$t_B$  – значення часу висіву, с;

$t_3$  – значення часу заряджання апарату, с;

$t_o$  – значення часу очікування.

Визначаємо час циклу висівного апарата:

$$t_{\text{ц}} = \frac{L_{\Gamma}}{V_B} = \frac{0,05}{1} = 0,05 \text{ с}, \quad (3.2)$$

де  $L_{\Gamma}$  – значення відстань між насінинами в рядку, м;

$V_B$  – значення швидкості руху висівного апарату, м/с.

Визначаємо час заряджання висівного апарату сівалки:

$$t_3 = \frac{L_K}{V_H} = \frac{L_K}{2 \cdot \pi \cdot R \cdot n \cdot \delta_{\Pi}} = \frac{0,026}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,05 \cdot 8 \cdot 0,7} = 0,014 \text{ с}, \quad (3.3)$$

де  $L_K$  – відстань між комірками висівного диска, м;

$V_H$  – швидкість надходження насінини до насіннепроводу, м/с;

$R$  – радіус висівного диска, м;

$n$  – частота обертання висівного барабана, об/с;

$\delta_{\Pi}$  – коефіцієнт ймовірності пропусків заповнення комірок насінням.

На час висіву буде впливати швидкодія спрацювання запірної апаратури а саме електропневматичний клапан. Врахувавши особливості роботи обираємо електропневматичний клапан SV-F-ES-22-15-AC. Напругою живлення 12В, з робочим тиском до 0,85 МПа, з часом спрацювання 0,02 с. Врахувавши експлуатаційні показники клапана визначимо час процесу висіву насіння.

$$t_{\text{в}} = t_{\text{с}} + \frac{L_{\text{с}}}{V_{\Pi}} \quad (3.4)$$

де  $t_{\text{с}}$  – час спрацювання клапана, с

$L_{\text{с}}$  – довжина насіннепроводу, м

$V_{\Pi}$  – швидкість повітря, м/с

Відомо що:

$$P_p = S_{\text{с}} \cdot V_{\Pi},$$

де  $S_{\text{с}}$  – переріз насіннепроводу, м;

$P_p$  – робочий тиск, МПа;

$$\text{звідкіля} \quad V_{\Pi} = \frac{P_p}{S_{\text{с}}} = \frac{0,3}{0,006} = 50 \text{ м/с}, \quad (3.5)$$

підставляємо отримане значення в формулу 4.4

$$t_{\text{в}} = 0,02 + \frac{0,2}{50} = 0,024 \text{ с.}$$

Величина часу очікування  $t_o = t_{\text{ц}} - (t_{\text{в}} + t_3) = \frac{L_{\Gamma}}{V_{\text{в}}} - (t_{\text{в}} + t_3) > 0$ , котре можна визначити в процесі роботи висівного апарата, може слугувати вхідною величиною для автоматичного корегування швидкості руху технологічної каретки агромота з сіялкою. Це забезпечить отримання максимально можливої продуктивності без порушень якості посіву.

$$t_o = t_{\text{ц}} - (t_{\text{в}} + t_3) = 0,05 - (0,024 + 0,014) = 0,012 \text{ с.}$$

В результаті зміни інтервалів між висівними гніздами або параметрів висівного диска швидкість висівного апарату теж буде змінюватися. Значення

швидкості висівного апарата можна визначити за формулою 3.6 при цьому значення часу циклу визначатимемо за формулою 3.1.

$$V_B = \frac{L_r}{t_{\text{ц}}}, \text{ м/с.} \quad (3.6)$$

За виконання посіву цибулі з інтервалом між насінинами 5,5 см швидкість руху сівалки точного висіву  $V_B$  не повинна виходити за межі 1,1 м/с (3,96 км/год) з інтервалом розміщення рослин в рядкові  $L_r = 0,45$  м (45 см, найбільш поширений інтервал розміщення томатів, капусти, перців та ін.), швидкість не повинна виходити за межі 1,9 м/с або 6,85 км/год. За таких параметрів швидкодії частота включення електропневмоклапана становитиме  $f_B = 1/t_{\text{ц}} = 1/0,05 = 20$  Гц. Залагоджена робота всіх складових забезпечить надійну та точну роботу сівалки.

### 3.3.2 Продуктивність сівалки

$$W_B = 0,1 \cdot V_B \cdot B_p \cdot \tau \quad (3.7)$$

де  $V_B$  - швидкість висівного апарата, км/год;

$B_p$  – ширина захвату висівного апарату, приймаємо 0,7м;

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

$$W_B = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 0,7 \cdot 0,8 = 0,20 \text{ га/год.}$$

### 3.3.3 Розрахунок бункера для насіння

Об'єм однієї дражованої насінини знаходимо за формулою:

$$V_{\text{нас}} = \frac{4}{3} \pi r^3 \quad (3.8)$$

де  $r$  – радіус однієї насінини, м приймаємо;

$$V_{\text{нас}} = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot 0,002^3 = 0,00000052 \text{ м}^3 = 3,349 \cdot 10^{-8} \text{ м}^3$$

Об'єм бункера розрахунковий визначаємо за умовою розміщення насіння для висіву на площі в 1 гектар. Обов'язково враховуємо об'єм простору між насінням:

$$V_{\text{бр}} = 1,2 \cdot V_{\text{нас}} \cdot n_{\text{н}} \quad (3.9)$$

де  $n_{\text{н}}$  – кількість насіння, для цибулі згідно [21] приймаємо 500000 шт/га

$$V_{\text{бр}} = 1,2 \cdot 3,349 \cdot 10^{-8} \cdot 500000 = 0,0205 \text{ м}^3$$

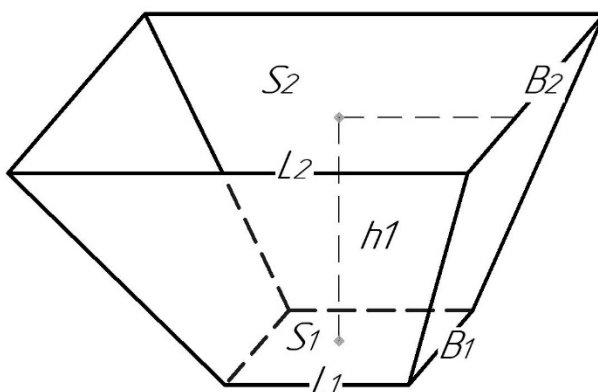


Рис. 3.7. Бункер висівного апарата

Бункер висівного апарата виготовлено у вигляді усіченої піраміди рис.3.7. Підберемо розміри сторін бункера з урахуванням отриманого значення об'єму  $V_{\text{б}}$ . При цьому об'єм бункера визначимо за обраною формою з прийнятими розмірами наведеними в табл. 3.2:

Таблиця 3.2 – Прийняті данні для розрахунків.

Прийняті параметри	Позначення	Одиниці виміру	Значення
Сторона піраміди	$L_1$	мм	70
Сторона піраміди	$B_1$	мм	20
Сторона піраміди	$L_2$	мм	240
Сторона піраміди	$B_2$	мм	140
Висота піраміди	$h_1$	мм	200

Конструктивний об'єм бункера

$$V_{\text{бк}} = \left( \frac{1}{3} \cdot h_1 \cdot (L_1 \cdot B_1 \cdot L_2 \cdot B_2 + L_2 \cdot B_2) \right) \quad (3.10)$$

$$V_{\text{бк}} = \left( \frac{1}{3} \cdot 0,2 \cdot (0,07 \cdot 0,02 \cdot 0,24 \cdot 0,14 + 0,24 \cdot 0,14) \right) = 0,022 \text{ м}^3$$

Підібрані параметри бункера відповідають умові  $V_{\text{бк}} = V_{\text{бр}}$  отже при виготовленні бункера висівного апарата необхідно використовувати геометричні розміри наведені в табл. 3.2.

### 3.3.4 Розрахунок витрати повітря

$$m = \mu \cdot F_x \cdot P_p \sqrt{\left( \frac{k \cdot M}{Z \cdot R \cdot T_n} \right) \cdot \left( \frac{2}{k+1} \right)^{(k+1)/(k-1)}} \quad (3.11)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт витрати повітря приймаємо 1;

$F_x$  – площа поперечного перерізу клапана

$F_x = \pi \cdot r^2$ , де  $r$  – радіус приймаємо згідно технічної характеристики на клапан 0,001 м,  $F_x = 3,14 \cdot 0,001^2 = 0,0314 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$

$R$  – значення константи ідеального газу 8314,5 (Н · м)/(кмоль · К);

$k$  – значення показника адіабати газу, для повітря  $k = 1,4$  [22];

$T_n$  – значення температури повітря перед клапаном, 25 °С = 298,1 К;

$Z$  – значення коефіцієнт стиснеуня для повітря  $Z=1$ ;

$M$  – значення молекулярної маси повітря 28 кг/кмоль [22];

$P_p$  - значення робочого тиску, Па.

$$\begin{aligned} m &= 1 \cdot 0,0314 \cdot 10^{-4} \cdot 302600 \cdot \sqrt{\left( \frac{1,4 \cdot 28}{8314,15 \cdot 298,1} \right) \cdot \left( \frac{2}{1,4 + 1} \right)^{\frac{1,4+1}{1,4-1}}} = \\ &= 0,016 \text{ кг/с або } 0,0123 \text{ м}^3/\text{хв} \end{aligned}$$

Врахувавши проведені розрахунки підбирає за витратою повітря компресор марки Mio1 81-125. В таблиці 3.3 наведено основну технічну характеристику компресора. Компресор встановлюємо в головній частині мостового модуля де буде виконано його підключення до мережі живлення.

Подача повітря до висівного апарата буде здійснюватися за допомогою гнучкої магістралі розміщеної на підвісній частині мостового модуля.

Таблиця 3.3 – Технічна параметри енергетичної частини висівного апарата

Технічні параметри	Значення
Тип компресора	поршневий
Продуктивність, л/хв.	15
Робочий тиск, МПа	1
Обєм ресивера, л	5
Потужність, кВт	0,150
Кількість обертів $s^{-1}$	2850
Напруга живлення, В	12
Маса, кг	5

### 3.3.5 Розрахунок приводу висівного диска

Розраховуємо крутний момент висівного диска

$$M_d = 0,0000235 \cdot H \cdot D^4 \cdot n^2 + 4,9 \cdot f \cdot m_d \cdot d_v \quad (3.12)$$

$$M_d = 0,000235 \cdot 0,006 \cdot 0,11^4 \cdot 480^2 + 4,9 \cdot 0,8 \cdot 0,37 \cdot 0,006 = 0,98 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

де  $H$  – товщина диска, м;

$D$  – діаметр висівного диска, м;

$n$  – частота обертання диска,  $хв.^{-1}$ ;

$f$  – коефіцієнт тертя в підшипниках 0,03...0,09 приймаємо 0,8;

$m_d$  – маса висівного диска, кг;

$d_v$  – діаметр висівного вала, м.

Розрахунок потужності приводу висівного диска

$$N = \frac{M_d \cdot \omega}{\eta}, \text{ Вт}, \quad (3.13)$$

де  $\eta$  – значення коефіцієнту корисної дії приводу приймаємо 0,8;

$\omega$  – значення кутової швидкості валу висівного диску, рад/с

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,14 \cdot 480}{30} = 50,24 \text{ рад/с}. \quad (3.14)$$

$$N = \frac{0,98 \cdot 50,24}{30} = 1,64 \text{ Вт}.$$

Врахувавши проведені розрахунки в якості приводу вибираємо кроковий двигун (рис. 3.8) Stepping Motor 42BYG-015 потужністю 2 Вт, напруга живлення 5-16 В, ток фази 0,3А, крок  $5^\circ$ , 4-фазний. Керування здійснюватиметься за допомогою контролера з драйвером NJM3771D2 [23].



Рис. 3.8 Кроковий двигун Stepping Motor 42BYG-015

### 3.4 Розрахунок процесу ущільнення ґрунту

Запропонована сівалка має в своїй конструкції ущільнюючий коток. Відповідності з технологічним процесом, що виконує коток ми повинні розрахувати його довжину і діаметр. Довжину котка приймаємо за агротехнічними вимогами до процесу ущільнення –  $L_{\text{кот}}=0,1 \text{ м}$  [24].

На якісні показники роботи котка впливає його діаметр та форма робочої поверхні. Значення діаметру повинно забезпечувати вільне перекочування поверхні котка по грудкам. Значення тиску при цьому повинно бути зконцентрованим на грудці для її руйнування або вдавлювання в ґрунт. Згідно агротехнічних вимог приймаємо розмір грудок в оброблюваному шарі від 1 до 35 мм і глибину вдавлювання котка в шар ґрунту  $h = 20$  мм рис. 3.9

Необхідний діаметр котка, з урахуванням прийнятих умов відповідно до агротехнічних і технологічних вимог, розраховуємо за формулою:

$$d_k = m_k \cdot ctg^2[(\varphi_1 + \varphi_2)/2], \text{ м} \quad (3.15)$$

де  $d_k$  – діаметр котка, м

$m_k$  - висота ущільнюючого шару ґрунту,  $m_k = a + h = 0,01 + 0,01 = 0,02$  м;

$\varphi_1, \varphi_2$  – кути тертя котка відповідно по (сталі) і по ґрунту,  $\varphi_1 = 18^\circ$ ,  $\varphi_2 = 22^\circ$  [ 25].

$$d_k = 0,02 \cdot ctg^2 \left[ \frac{(18+22)}{2} \right] = 0,195 \text{ м.}$$

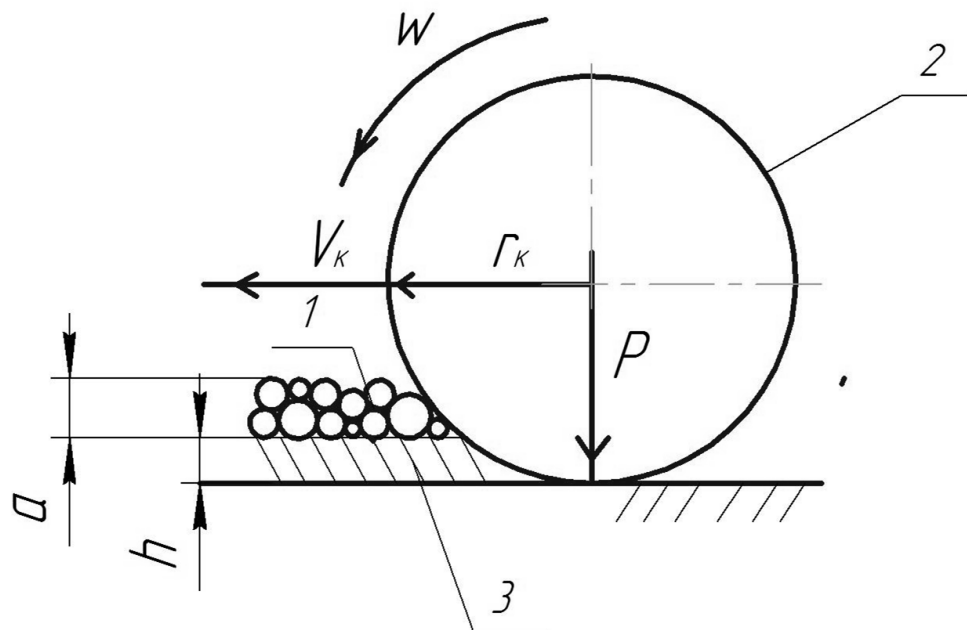


Рис. 3.9. Схема для визначення діаметра котка висівного апарата

1 – грудки ґрунту, 2 – коток, 3 – ущільнений шар.



Отже, при прийнятих агротехнічних і технологічних вимогах, каток діаметром  $d_k = 0,2$  м. буде працювати без нагромадження ґрунту, грудок і утворення напливів.

### 3.5 Тяговий розрахунок сівалки

Для реалізації надійного переміщення сівалки мостовим модулем виконаємо тяговий розрахунок сівалки точного висіву [26].

.Рівняння руху висівного апарату в загальному вигляді може бути представлено формулою:

$$\Sigma W = W_f + W_y + W_i + W_c, \quad (3.16)$$

де  $W_f$  – значення тягового опору сівалки на перекочування, кН;

$W_y$  – значення тягового опору при русі на уклін, кН;

$W_i$  – значення тягового опору при русі на підйом, кН;

$W_c$  – значення тягового опору інерції при рушанні з місця, кН

Тяговий опір на перекочування визначаємо за формулою:

$$W_f = \frac{G(L_1 - e)}{L_1} \cdot fp, \quad (3.17)$$

де  $L_1$  – відстань від переднього опорного колеса до осі полозовидного сошника, приймаємо 0,35 м;

$e$  – значення ексцентриситету центру ваги сівалки відносно вісі опорного колеса 0,23;

$G$  – вага сівалки, Н;

$fp$  – коефіцієнт руху коліс;

Визначаємо вагу сівалки

$$G = m_b \cdot 9,81 = 21 \cdot 9,81 = 206,1 \text{ Н}, \quad (3.18)$$

де  $m_b$  – маса посівної секції, кг.

Значення коефіцієнту руху коліс визначимо за рівнянням:

$$fp = \frac{q \cdot B \cdot Z}{9,81^2 \cdot m_B \cdot C}, \quad (3.19)$$

де  $Z$  – значення кількості опорних коліс;

$C$  – значення коефіцієнту питомого опору вертикальної деформації, 3 кН/м<sup>2</sup>;

$B$  – значення ширини опорного колеса, м;

$q$  – значення питомого тиску на ґрунт, кН;

Значення питомого тиску від рушіїв сівалки визначимо за рівнянням:

$$q = \frac{(L_1 - e) \cdot G}{L_1 \cdot \pi \cdot B \cdot \sqrt{\frac{2,94 \cdot D_0 \cdot G \cdot (L_1 - e)}{p \cdot L_1} \cdot \sqrt{\frac{1}{D_0} - \frac{8,64 G^2 (L_1 - e)^2}{L_1^2 \cdot p^2}} \cdot \frac{1}{D_0 \cdot B}}}, \quad (3.20)$$

де  $D_0$  – значення діаметру опорного колеса, м;

$p$  – значення тиску в шині, кПа.

$$q = \frac{(0,35 - 0,23) \cdot 206,1}{0,35 \cdot 3,14 \cdot 0,1 \cdot \sqrt{\frac{2,94 \cdot 0,2 \cdot 0,0206 \cdot (0,35 - 0,23)}{1 \cdot 0,35} \cdot \sqrt{\frac{1}{0,2} - \frac{8,64 \cdot 0,0206^2 (0,35 - 0,23)^2}{0,35^2 \cdot 1^2}} \cdot \frac{1}{0,2 \cdot 0,1}}} = 0,952 \text{ кН/м}^2$$

Значення коефіцієнту руху коліс визначимо за рівнянням:

$$fp = \frac{0,952 \cdot 0,1 \cdot 2}{9,81^2 \cdot 0,0206 \cdot 3} = 0,032 \text{ кН.}$$

Визначаємо тяговий опір на перекочування;

$$W_f = \frac{9,81 \cdot 0,0206(0,35 - 0,23)}{0,35} \cdot 0,032 = 0,022 \text{ кН.}$$

Значення тягового опору руху на уклін визначимо за рівнянням:

$$W_y = \frac{9,81 \cdot m_B(L_1 - e)}{L_1} \cdot i, \quad (3.21)$$

де  $i$  – уклін поверхні поля приймаємо,  $2^0$ ;

$$W_y = \frac{9,81 \cdot 21 \cdot (0,35 - 0,23)}{0,35} \cdot 2 \cdot 10^{-3} = 0,141 \text{ кН.}$$

Значення тягового опору інерції визначимо за формулою:

$$W_i = G \cdot \frac{V_B(1-\delta)}{t_p}, \quad (3.22)$$

де  $V_B$  – швидкість сівалки, м/с;

$\delta$  – значення коефіцієнту буксування, обираємо 0,95;

$t_p$  – значення часу резонансу обираємо 2 с;

$$W_i = 206,1 \cdot \frac{1(1 - 0,95)}{2} \cdot 10^{-3} = 0,0051 \text{ кН.}$$

Значення тягового опору сошника сівалки визначимо за рівнянням:

$$W_c = 9,81 \cdot m_B \cdot \frac{e}{L_1} \cdot f_k, \quad (3.23)$$

де  $f_k$  – значення коефіцієнту ковзання сошника обираємо 0,3;

$$W_c = 9,81 \cdot 21 \cdot \frac{0,23}{0,35} \cdot 0,3 \cdot 10^{-3} = 0,04 \text{ кН.}$$

Значення сумарного тягового опору сівалки визначимо за формулою.

$$\Sigma W = 0,022 + 0,141 + 0,0051 + 0,04 = 0,208 \text{ кН.}$$

Номінальне тягове зусилля знаходимо за формулою:

$$T_H = \frac{1}{0,9} \cdot \Sigma W, \quad (3.24)$$

$$T_H = \frac{1}{0,9} \cdot 0,208 = 0,23 \text{ кН.}$$

Необхідне тягове зусилля на каретці приймаємо 0,25 кН, що задовольнить потреби в тяговому зусиллі при переміщенні висівного апарату.

### 3.6 Розрахунок шпонкового з'єднання

Для з'єднання вала крокового двигуна з висівним диском застосовуємо шпонкове призматичне з'єднання ДСТУ 23360-78. Для реалізації надійного шпонкового з'єднання виконаємо його розрахунок [27]

Призматичні шпонки перевіряємо на зминання при  $[\tau_{зм}] = 80 \dots 150 \text{ МПа}$  і на зріз  $[\tau_{зр}] = 0,6 \cdot [\tau_{зм}] = 0,6 \cdot 150 = 90 \text{ МПа}$

Діаметр вала крокового двигуна  $d = 6 \text{ мм}$ , крутний момент на валу крокового двигуна  $M_{кр} = 0,98 \text{ Н}\cdot\text{м}$ .

Розміри шпонки під висівний диск

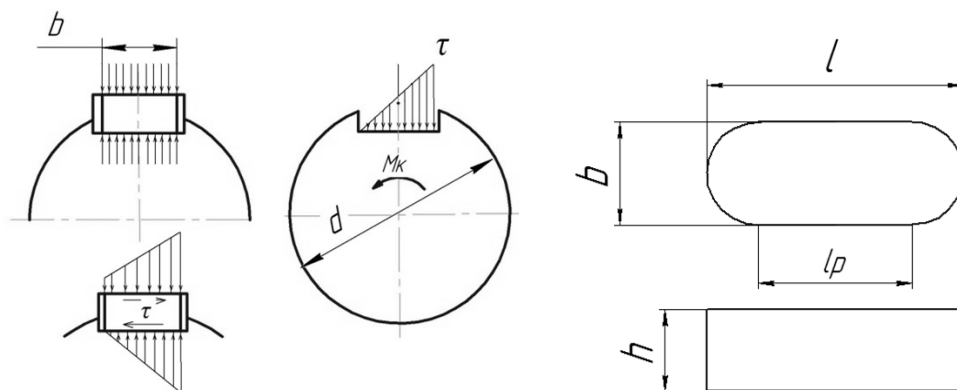


Рис. 3.10 Розрахункова схема шпонкового з'єднання  $b \times h \times l_p = 2 \times 1,5 \times 6 \text{ мм}$

Перевірка шпонки на зминання

$$\tau_{зм} = \frac{4M_{кр}}{(h \cdot l_p \cdot d)} = \frac{4 \cdot 0,98 \cdot 10^3}{1,5 \cdot 6 \cdot 6} = 72,59 \text{ МПа}, \quad (3.25)$$

де  $M_{кр}$  – момент, що передає шпонкове з'єднання, Н·м;

$h$  – значення висота шпонки, мм;

$d$  – значення діаметру валу, мм;

$l_p$  – значення робочої довжини шпонки, мм;

умова міцності на зминання виконується  $72,59 < 150$  МПа.

Виконаємо перевірку шпонки на зріз

$$\tau_{зр} = \frac{2M_{кр}}{(b \cdot l_p \cdot d)} = \frac{2 \cdot 0,98 \cdot 10^3}{2 \cdot 6 \cdot 6} = 27,2 \text{ МПа}, \quad (3.26)$$

умова виконується  $27,2 \text{ МПа} < 90 \text{ МПа}$ .

### 3.7 Розрахунки на міцність

Виконаємо розрахунки на міцність болтового кріплення сівалки до начіпного механізму агромоста [27]. На рисунку 3.11 представлено схему сил, що діють на болтове з'єднання.

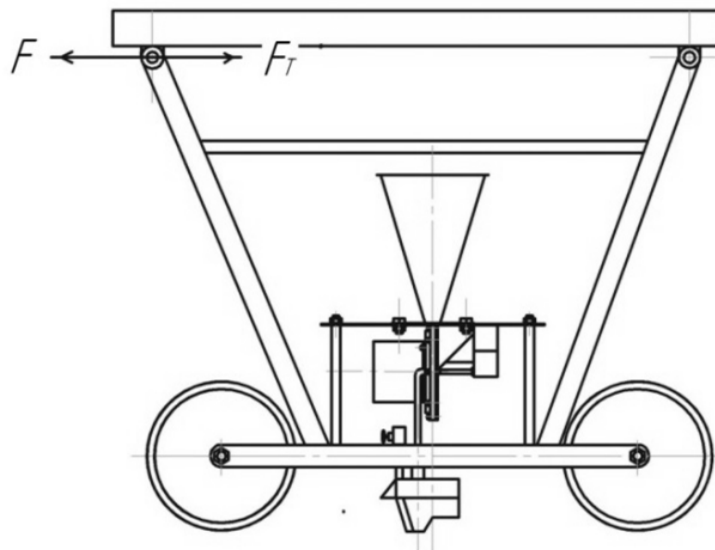


Рис.3.11 Схема сил, що діють на кріплення висівного апарату

Знаходимо силу  $F$  :

$$F = F_T/n_6, \quad (3.27)$$

де  $F_{\text{тяги}}$  – сила тяги прикладеної до сівалки, приймаємо згідно тягового розрахунку 0,250 кН;

$n_6$  – кількість болтів з'єднання висівного апарата, приймаємо 4;

Для визначення надійності кріплення на зріз виконаємо розрахунок (рис 3.12). Для цього визначимо напруження, які виникають від зовнішніх сил прикладених в місці кріплення сівалки. Забезпечити умову міцності з'єднання можливо при виконанні умови міцності:

$$\tau_{\text{ср}} \leq \tau_{\text{adm}} \quad (3.28)$$

де  $\tau_{\text{adm}}$  - допустима напруга на кріплення;

$\tau_{\text{ср}}$  – міцність матеріалу

Значення дійсно напруги не повинно перевищувати допустиме:

$$\tau_{\text{зр}} = \frac{F_{\text{ср}}}{\frac{\pi d^2}{4}} \leq \tau_{\text{adm}}, \quad (3.29)$$

$$F = 250/4 = 62,5 \text{ Н.}$$

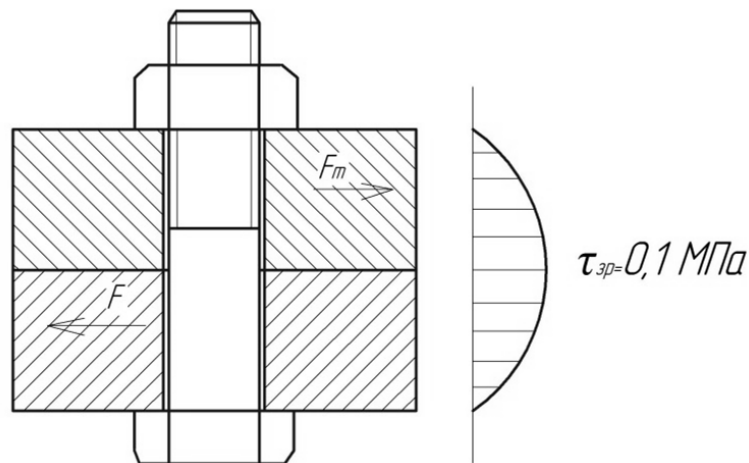


Рис. 3.12. Елюра напруження на зріз

Знаходимо допустимий діаметр:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{\text{сп}}}{\tau_{\text{adm}} \cdot \pi}}, \quad (3.30)$$

де  $\tau_{\text{adm}}$  – допустиме напруження зрізу стержня болта приймаємо 100000 Па згідно [27].

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 62,5}{100000 \cdot 3,14}} = 0,0089 \text{ м.}$$

Отримане значення діаметра болта округлюємо до стандартного значення  $d=10$  мм, приймаємо болт метричною різьбою М10 ДСТУ 8745-73.

### 3.8 Висновки

1. В даному розділі дипломного проекту розроблено схему сівалки точного висіву адаптовану для агрегування з мостовою машиною. Запропонована конструкція сівалки дозволить реалізувати точний координатний висів насіння за сигналами датчика положення сівалки в задані точки на полі. Застосування оптичних датчиків дозволить зменшити пропуски під час висіву насіння.

2. За результатами проведених розрахунків обґрунтовано геометричні розміри та технологічні параметри основних складових сівалки точного висіву. Визначено тяговий опір та проведено розрахунки на міцність з'єднувальних вузлів сівалки.

## Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 4.1 Аналіз стану з охорони праці на підприємстві

До основних нормативних документів в яких приведено положення по охороні праці відносяться: Конституція України, Закон "Про охорону праці" та Кодекс законів про працю [28, 29]. На основі даних документів розроблені нормативно-правові акти (укази Президента, постанови уряду, інструкції та стандарти).

Відповідальність за охорону праці по господарству покладається на директора та його помічників на виробничих ділянках ( головний агроном по рослинництву, головний зоотехнік по тваринництву і головний інженер по відділенню механізації).

Відповідальність за виконання всіх заходів з охорони праці та контроль їх виконання покладається на інженера з охорони праці.

В адміністративній будівлі господарства розміщено кабінет з охорони праці за яким закріплений інженер з охорони праці. Виробничі ділянки обладнано стендами з охорони праці та обладнанням протипожежної безпеки рис. 4.1.



Рис. 4.1. Стенди з охорони праці та пожежної безпеки



Фінансування необхідних заходів з охорони праці відбувається з загального бюджету господарства, кошторисом на цей напрямок закладається до 5 відсотків від загального прибутку господарства.

За умовами колективного договору по господарству постійно приділяється увага підвищенню та покращенню якості стану охорони праці на виробничих ділянках.

Згідну з положеннями Закону "Про охорону праці" в господарстві проводяться наступні інструктажі:

- 1) вступний;
- 2) первинний на робочому місці;
- 3) повторний;
- 4) позаплановий;
- 5) цільовий.

Інформація про проведення інструктажів фіксується в журналі реєстрації інструктажів. До самостійної роботи допускають тільки ті працівники які пройшли стажування, перевірку знань і придбаних навичок безпечних способів праці.

Повторний інструктаж проходять усі працівники два рази на рік. Його проводять по програмі первинного інструктажу в повному обсязі по групах працівників у межах загального робочого місця.

В випадку небезпечних інцидентів, травмування на робочому місці проводяться позапланові інструктажі.

В разі виконання небезпечних чи шкідливих робіт додатково проводиться цільовий інструктаж.

Для усунення появи непередбачуваних ситуацій на робочих місцях для кожної виробничої ділянки розроблено інструкції з охорони праці.

Працівники, що працюють по підрозділам в повній мірі забезпечені спецодягом та засобами індивідуального захисту. Виробничі приміщення мають належне освітлення.

Проведений аналіз дозволив виявити такі недоліки в сфері охорони праці в господарстві:

- на підприємстві перевірки відповідності машин та обладнання вимогам правил з охорони праці, пожежної безпеки, безпеки дорожнього руху та електробезпеки не завжди співпадають з планом-графіком;
- не всі споруди, будівлі та ангари, забезпеченні громовідводами;
- відсутній реєстраційний журнал контролю проведення ремонтних робіт електрообладнання.

#### **4.2 Заходи з охорони праці під час експлуатації мостової машини з сівалкою точного висіву [30]**

##### *Загальні положення*

Керування мостовою машиною здійснюється особами, яким виповнилося 18 років, що пройшли стажування пройшли виробниче стажування і не мають протипоказань з боку здоров'я, пройшли вступний та на робочому місці інструктажі.

Відповідальними за безпечну експлуатацію мостової машини є головний інженер. Щорічно виконується комісійний контроль справності мостової машини з проведенням статичних і динамічних випробувань.

Статичні випробування проводяться шляхом навантаження мостової ферми вантажем, що на 25 відсотків важчий за допустиме навантаження на навісному механізмі каретки агромоста. Вантаж розміщують в середній частині ферми агромоста використовуючи лінійку через 5 хвилин вимірюємо прогиб ферми агромоста. Після цього знімаємо вантаж за умови що ферма відновила свою геометрію мостова машина допускається до експлуатації.

Динамічні випробування дозволяють перевірити точність спрацювання основних датчиків та надійність привідного тросу.

Перший пуск механізмів після монтажу необхідно проводити кожен окремо, короткими періодами включення на протязі всього переміщення каретки.

Дата випробувань реєструється в реєстраційному журналі головним інженером з підписом всіх членів комісії.

Заземлення мостової машини здійснюється через напрямні рейки, при цьому опір заземлення не повинен перевищувати 0,5 Ом.

### *Вимоги безпеки праці перед початком роботи*

Перед початком робочого процесу виконується перевірка справності вузлів мостової машин та сівалки. Перевірити наявність інструменту для виконання обслуговувань та регулювань основних вузлів мостової машини та сівалки точного висіву.

На початку зміни перевіряємо наявність всіх захисних кожухів, фартуків, надійність кріплення основних складових мостового агрегату та сівалки. Перевірте надійність кріплення машин, обладнання, захисних кожухів,

На шляху переміщення машини необхідно прибрати зайві предмети.

На початку процесу посіву виконується холостий запуск приводів агромошта виконується контроль появи сторонніх шумів, коливань, люфтів, вібрацій.

Пневматична система висівного апарату повинна мати надійну герметичність. Втрати тиску в ресивері не повинні перевищувати 0,045 МПа на протязі 30 хвилин.

Завантаження насіння до бака сівалки точного висіву здійснюється за умови знеструмлення мостової машини.

Виконавши передбачені перевірки після усунення виявлених несправностей приступаємо до виконання технологічного процесу.

### *Вимоги безпеки праці під час роботи*

Робочий процес розпочинаємо після того, як пересвідчилися в відсутності сторонніх людей та предметів в зоні переміщення агромоста.

Оператору мостової машини необхідно постійно моніторити роботу всіх вузлів і механізмів. При появі сторонніх звуків негайно зупинити роботу агромоста до моменту виявлення їх походження та усунення проблеми.

Категорично заборонено втручання в роботу вузлів і механізмів під час виконання технологічного процесу посіву.

Ремонти і обслуговування виконуються тільки за умови знеструмлення машини. На вимикачах вивіщується табличка «Не вмикати-працюють люди».

В кінці робочої зміни при зупинці машин, слід прибрати пил і бруд з конструкцій мостової машини та висівного апарата. Періодично робити огляди рухомих елементів машини та висівного апарата. Слідкувати за ізоляцією електродротів.

По завершенню технологічного процесу посівка переводиться в транспортне положення.

Категорично забороняється залишати без нагляду працюючу мостову машину.

### *Вимоги безпеки праці в аварійних ситуаціях*

При виникненні аварійної ситуації (поява не характерного шуму в роботі механізмів і вузлів, іскрінні в вузлах та мережі електрообладнання, збільшення навантаження в роботі електроприводу агромоста) – негайно виконати зупинку машини та усунути несправність за потреби викликати допомогу.

При отриманні травмування працівника що обслуговує машину чи інших осіб задіяних в виконанні технологічної операції посіву, негайно попередити відповідального по підрозділу та керівника господарства. За потреби надати першу невідкладну допомогу та викликати швидку

За виникнення пожежі відключити агроміст від електромережі, та приступити до ліквідації осередку полум'я.

### *Вимоги безпеки праці після закінчення роботи*

Після виконання технологічного процесу посіву перевести сівалку точного висіву в транспортне положення. Вимкнути мережу живлення агромоста та прибрати основні частини машини від пилу та бруду.

Після зупинки провести очистку мостової машину від пилу і бруду, оглянути машину та повідомити керівництво про виявлені недоліки. Донести інформацію до керівника підрозділу про несправності мостової машини якщо такі з'явилися в процесі роботи.

Віддати забруднений одяг в прання та прийняти душ.

### **4.3 Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поліпшення умов праці в господарстві**

- Для належного медичного контролю працівників необхідно обладнати кабінет медичного працівника.

- Забезпечити контроль відповідності виконуваних робіт до фахового рівня працівників.

- Забезпечити проведення перевірки працівників на стан алкогольного чи наркотичного сп'яніння, перед кожним початком роботи на с.г. техніці чи при роботі з обладнанням.

- За невиконання працівниками трудового розпорядку під час роботи, запроваджувати систему штрафів.

- Усі споруди, будівлі та ангари, забезпеченні громовідводами та заземлюючими пристроями.

- 

#### **4.4 Висновки**

В результаті проведеного аналізу стану охорони праці в господарстві виявлено недоліки пов'язані з безпекою праці в господарстві. Запропоновані заходи з підвищення охорони праці дозволять запобігти травматизму на підприємстві та підвищити рівень працездатності персоналу.

Розроблені заходи з охорони праці при експлуатації агромостової машини в агрегаті з сівалкою точного висіву дозволять знизити травматизм при її використанні.

## Розділ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ПРОЕКТУ

Визначення економічної ефективності сільськогосподарської техніки є основою для розрахунків загальної та порівняльної економічної ефективності впроваджуваних в сільському господарстві нових технологій і техніки для виробництва сільськогосподарської продукції [32].

Методика дозволяє вирішувати наступні основні завдання: прогнозувати розвиток техніки з механізації сільськогосподарського виробництва; давати економічну оцінку розроблюваних і впроваджуваних технологій і технічних засобів обробітку, збирання сільськогосподарських культур; визначати економічну ефективність створюваних нових сільськогосподарських машин на стадіях розробки конструкції. Та створення нових дослідних зразків; визначати економічну ефективність у споживача і при виробника встановлення цін на розроблені конструкції.

Економічна оцінка показує доцільність застосування нової техніки, дозволяє визначити, які з, найбільш ефективних варіантів нових технічних засобів, порівняно з базисним, варіантом, слід застосовувати.

Правильно проведене економічне обґрунтування дипломної роботи дає можливість на практиці прийняти вірне рішення про доцільність впровадження проекту, перспективи розвитку проекту, залучення коштів кредиторів та інвесторів проекту.

Визначення економічної ефективності розробленої конструкції сівалки точного висіву з пневмо-механічним висівним апаратом СТВП-4 визначаємо за порівнянням процесу посіву овочевою сівалкою СВТВ-4 в складі трактора Кентавр-244 та за пропонованою сівалкою СТВП-4 в складі мостової машини на посіві овочевих культур.

Вихідні дані для розрахунку економічних показників на вирощуванні овочів в ТОВ «Зоря» з використанням двох варіантів наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані базового і проектного варіантів

Показники	Базовий	Проектний
Завантаженість агрегату, га	20	20
Енергетичний засіб	Кентавр-244+ СВТВ-4	Мостова машина+ СТВП-4
Вид роботи	посів	посів
Вартість енергетичного засобу, грн	298000	353000
Балансова вартість сівалки, грн	72360	68800
Всього:	370360	421800
Витрати на електроенергію, кВт/га	-	12,8
Продуктивність агрегату, га/год	1,1	1
Витрати палива, кг/га	4,8	-
Вартість палива, грн/кг	50	50
Вартість електроенергії	2,7	2,7
Кількість працівників, люд	1	1
Тривалість зміни, год	7	7
Валовий збір, ц	1250	1430
Прибуток, грн	3145000	3218500

Визначаємо змінну продуктивність агрегату:



$$W_{зм}^{\delta} = Q \cdot T_{зм} \quad 1,1 \cdot 7 = 7,7 \text{ га/зм}$$

$$W_{зм}^{\pi} = Q \cdot T_{зм} \quad 1,0 \cdot 7 = 7 \text{ га/зм}$$

де  $Q$  – продуктивність агрегату га/год;

$T_{зм}$  – тривалість зміни, год.

Значення витрат робочого часу агрегату визначимо за рівнянням:

$$B = \frac{m \cdot T_{зм}}{W_{зм}}, \frac{\text{люд} - \text{год}}{\text{га}} \quad (5.1)$$

де  $m$  – значення кількості робітників, чол;

$$B^{\delta} = \frac{1 \cdot 7}{7,7} = 0,9 \frac{\text{люд} - \text{год}}{\text{га}}$$

$$B^{\pi} = \frac{1 \cdot 7}{7} = 1 \frac{\text{люд} - \text{год}}{\text{га}}$$

Нормативне завантаження агрегату визначаємо за формулою:

$$T_n = \frac{W_p}{W_{год}}, \text{га} \quad (5.2)$$

$W_p$  – значення річної продуктивності агрегату, га

$$T_n^{\delta} = \frac{20}{1,1} = 18,18 \text{ год}$$

$$T_n^{\pi} = \frac{20}{1} = 20 \text{ год}$$

Значення нормативних витрат на технічне обслуговування та ремонти визначимо за рівнянням:

$$T_{ni} = \frac{B \cdot 9,7\%}{T_n \cdot W_{год} \cdot 100\%}, \frac{грн}{га} \quad (5.3)$$

де  $B$  – значення балансової вартості агрегату, грн

$$T_{ni}^b = \frac{370360 \cdot 9,7}{18,18 \cdot 1,1 \cdot 100} = 1796,25 \frac{грн}{га}$$

$$T_{ni}^n = \frac{421800 \cdot 9,7}{20 \cdot 1 \cdot 100} = 2045,7 \frac{грн}{га}$$

Значення експлуатаційних витрат визначимо за рівнянням:

$$V_{\Sigma e} = Z_n + G_{нмм} + T_p, \frac{грн}{га} \quad (5.4)$$

де  $Z_n$  – значення заробітної платні, грн/га;

$G_{нмм}$  – значення витрат на експлуатаційні матеріали, грн/га;

$T_p$  – значення витрат на ТО, ПР, КР та зберігання, грн/га.

Значення заробітної платні визначимо за рівнянням:

$$Z_n = \frac{T_c \cdot 1,2 \cdot 2,2}{W_{год}}, \frac{грн}{га} \quad (5.5)$$

де  $T_c$  – значення тарифної ставки, грн/год;

1,2 – значення коефіцієнту додаткової оплати праці;

2,2 – значення коефіцієнту нарахувань на соціальні міроприємства.

Значення тарифної ставки на оплату праці визначимо за формулою:

$$T_c = \frac{W\phi \cdot S_n}{W_n}, \text{ грн} \quad (5.6)$$

де  $S_n$  – оплата за нормований виробіток,  $S_n = 700$  грн  
 $W$  – нормована змінна продуктивність праці, га/зм.

$$T_c^B = \frac{1,1 \cdot 700}{7,7} = 100 \text{ грн}$$

$$T_c^П = \frac{1 \cdot 700}{7} = 100 \text{ грн}$$

$$3_{П}^B = \frac{100 \cdot 1,2 \cdot 2,2}{1,1} = 240 \text{ грн/га}$$

$$3_{П}^П = \frac{100 \cdot 1,2 \cdot 2,2}{1} = 264 \text{ грн/га}$$

Значення амортизаційних відрахувань визначимо за формулою:

$$A_i = \frac{B \cdot a \cdot A_i}{T_n \cdot W_{год} \cdot 100} \text{ грн/га} \quad (5.7)$$

де  $a \cdot A_i$  – нормоване відрахування на амортизацію машин, 15 %.

$$A_r^B = \frac{370360 \cdot 15}{18,18 \cdot 1,1 \cdot 100} = 2777,7 \text{ грн/га}$$

$$A_t^n = \frac{421800 \cdot 15}{20 \cdot 1 \cdot 100} = 3163,5 \text{ грн/га}$$

Визначаємо витрати на паливо-мастильні матеріали за формулою:

$$G_{\text{пмм}} = g \cdot C_{\text{п}}, \text{ грн/га} \quad (5.8)$$

де  $g$  – витрати палива на 1 га, кг;

$C$  – комплексна вартість паливо-мастильних матеріалів, грн/кг

Визначаємо витрати на електроенергію за формулою:

$$E = Q \cdot C_E, \text{ грн/га} \quad (5.9)$$

де  $Q$  – витрати електроенергії на 1 га, кВт;

$C$  – вартість електроенергії, грн/кВт

$$G_{\text{пмм}}^{\bar{}} = 4,8 \cdot 50 = 240 \text{ грн/га}$$

$$E^n = 12,8 \cdot 2,7 = 34,56 \text{ , грн/га}$$

Значення витрат на обслуговування та ремонти визначимо за рівнянням:

$$T_p = \frac{K \cdot T_{\text{ні}}}{W_{\text{год}}}, \text{ грн/га} \quad (5.10)$$

де  $K$  – значення коефіцієнту умовного еталонного трактору,  $K = 0,7$ .

$$T_p^B = \frac{1796,25 \cdot 0,7}{1,1} = 1143,07 \text{ грн/га}$$

$$T_P^{\text{II}} = \frac{2045,73 \cdot 0,7}{1} = 1432,01 \text{ грн/га}$$

Значення сумарних експлуатаційних витрат визначимо за рівнянням (5.4):

$$V_{\Sigma E}^B = 240 + 2777,7 + 240 + 1143,07 = 4400,77 \text{ грн/га}$$

$$V_{\Sigma E}^{\text{II}} = 264 + 3163,5 + 34,56 + 1432,01 = 4894,07 \text{ грн/га}$$

Значення експлуатаційних витрат на весь обсяг робіт визначаємо за рівнянням:

$$V_e = V_{\Sigma E} \cdot W_p, \text{ грн} \quad (5.11)$$

$$V_e^B = 4400,77 \cdot 20 = 88015,3 \text{ грн}$$

$$V_e^{\text{II}} = 4894,07 \cdot 20 = 97881,42 \text{ грн}$$

Значення капітальних вкладень на 1 гектар визначимо за рівнянням:

$$K_B = \frac{B}{W_p}, \text{ грн} \quad (5.12)$$

$$K_B^B = \frac{370360}{20} = 18518 \text{ грн/га}$$

$$K_B^{\text{II}} = \frac{421800}{20} = 21090 \text{ грн/га}$$

Значення приведених витрат на 1 гектар визначимо за рівнянням:

$$P_{B1} = V_{\Sigma E} + 0,15 \cdot K_B, \text{ грн} \quad (5.13)$$

$$P_{B1}^B = 4400,77 + 0,15 \cdot 18518 = 7178,46 \text{ грн/га}$$

$$P_{B1}^{\text{II}} = 4894,07 + 0,15 \cdot 21090 = 8057,571 \text{ грн/га}$$

Значення приведених витрат на весь обсяг робіт визначимо за формулою:

$$\Pi_{в2} = \Pi_{в1} \cdot W_p, \quad \text{грн} \quad (5.14)$$

$$\Pi_{в2}^{\circ} = 7178,46 \cdot 20 = 143569,3 \quad \text{грн}$$

$$\Pi_{в2}^n = 8057,571 \cdot 20 = 161151,42 \quad \text{грн}$$

Значення річного економічного ефекту визначимо за формулою:

$$E_p = (E_{пв} - E_{бв}) + (\Pi_{в2}^{\circ} - \Pi_{в2}^n), \quad \text{грн} \quad (5.15)$$

де  $E_{пв}$ ,  $E_{бв}$  - прибуток від реалізації продукції з урахуванням витрат на вирощування, грн.

$$E_p = (3218500 - 3145000) + (143569,3 - 161151,42) = 55917,8 \text{ грн}$$

Термін окупності визначаємо за формулою:

$$T_{ок} = \frac{B^n - B^{\circ}}{E_p} = \frac{421800 - 370360}{55917,9} = 0,91, \quad \text{років} \quad (5.16)$$

Результати розрахунку зведемо в таблицю 5.2

Таблиця 5.2 – Економічні показники проекту

Показники	Варіанти		Проектний варіант (+/-) до базового
	Базовий	Проектний	
Машинний агрегат	Кентавр-244+ СВТВ-4	Мостова машина+ СТВП-4	-
Вартість агрегату, грн	370360	421800	51440
Обсяг роботи, га	20	20	-
Вид виконаних робіт	посів	посів	-
Витрати на пальне, грн/га	240	0	-240
Витрати на електроенергію, грн	-	34,56	34,56
Витрати на заробітну платню, грн/га	240	264	24
Витрати на технічне обслуговування та ремонти, грн/га	1143,06	1432,011	288,9
Амортизаційні відрахування, грн	2777,7	3163,5	385,8
Експлуатаційні витрати, грн/га	4400,7	4894,07	493,37
Прибуток від реалізації продукції, грн	3145000	3218500	73500
Економічний ефект проекту, грн	55917,8		
Термін окупності проекту, років	0,91		

## **Висновки**

За результатами проведених техніко-економічних розрахунків доведено ефективність розробленої сівалки точного висіву в агрегаті з мостовою машиною так річний економічний ефект на посіві овочів на площі в 20 гектар склав 55917,8 грн а термін окупності проекту протягом року.



## ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

На сьогоднішній час тягова концепція вичерпала свої можливості оптимізації, тому на зміну даній концепції в недалекому майбутньому повинні прийти нові більш енергоощадливі технології з можливістю автоматизації основних процесів в рослинництві та підвищення культури виробництва сільськогосподарської продукції. На даний час відомі роботи по розробці машин мостової концепції різних конструкцій (кругової дії, мостові трактори).

В дипломному проекті для забезпечення перспективної технології вирощування овочевих культур, запропоновано впровадження мостового землеробства за координатною схемою. Для підвищення ефективності запропонованої технології пропонується розробка висівного апарату для координатного точного висіву овочевих культур. Проведено огляд літературних джерел та конструкторських пропозицій. Проаналізувавши висівні апарати, взявши до уваги переваги пневматичних та механічних висівних апаратів точного висіву, розроблено сівалку точного висіву з пневмомеханічним висівним апаратом для мостового землеробства. Сівалка забезпечить висів попередньо обробленого дражованого насіння в задані точки на полі по заздалегідь спланованій схемі розміщення рослин на полі.

За результатами проведених розрахунків, з використанням вихідних даних отриманих на кафедрі «Тракторів і сільськогосподарських машин» визначено основні конструктивно-технологічні параметри сівалки точного висіву.

Розроблені заходи з охорони праці підвищать безпечні умови праці при експлуатації нової машини.

За результатами проведених техніко-економічних розрахунків доведено ефективність розробленої сівалки точного висіву в агрегаті з мостовою машиною так річний економічний ефект на посіві овочів на площі в 20 гектар склав 55917,8 грн а термін окупності проекту протягом року.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Цацюра Я. М. Світові системи землеробства. – Вінниця, 2016. – 200 с.
2. Горлова С. Овочівництво та органічні технології в Україні/С. Горлова//Овочівництво. - 2007. - № 10. - С. 16-17.
3. М.С Драганчук. «No-till для початківців». – Київ, 2022. – 124 с.
4. <https://superagronom.com/articles/480-dosvid-vprovadjennya-strip-till-v-ukrayini-perevagi-ta-nyuansi>
5. П. Браєн, А. Дойтч. Методика обробітку ґрунту змінює поверхневий енергетичний баланс. Обробіток ґрунту. - Рез. 2020 , 198 .
6. Корн Р., Ростек Д. Процес ущільнення ґрунту – Станзнань // Журнал: Досягнення геоекології. Болгарія. – 2000. № 32.С. 44–54
7. Л.О. Корпачевський. Теорії і методи фізики ґрунтів /. К. : Гриф і Ко., 2006. 618 с
8. <https://garford.com/ua/robocrop-inrow-weeder/>
9. <https://traktorist.ua/technologies/prototip-avtonomnogo-roboty-dlya-znishchennya-bur-yaniv-aarhus-universitet-hortibot>
10. Педерсен Н.Н., Соренсен К.Г., Оудсхорн Ф.В. Вимоги користувача до мостових тракторів для регульованого землеробства: СІОСТА ХХХV Конференція «Від ефективного до розумного сільського господарства». Міжнародна комісія інженерів сільського господарства та біології (Липень 2013 р., Розділ V). Біллунд, Данія, 2013. С. 134–136.
11. Яка нинішня ситуація та майбутні перспективи порталних тракторів?  
<https://www.gantrytractor.org/future>
12. <https://www.agrokruh.sk/en/>
13. <https://farm.bot/pages/genesis>
14. Яровий Г.І. Овочівництво. Підручник / Г.І. Яровий, О.В. Романов. – Харків: ХНАУ, 2017. – 376 с.

15. Бойко А.І. Розробка пневмомеханічного апарата точного висіву з активною коміркою спрямованої дії. Монографія / А.І. Бойко, П.С. Попик. – ТОВ «Видавничо-поліграфічний дім «ФОРМАТ», 2017. – 162 с.
16. <https://agrobiz.net/ua/seyalka-vakuumnaya-tochnogo-vyseva-svtv-4-8-dnepryanka.html>
17. Сисолін П.В. Свірень М.О. Висівні апарати сівалок. – Кіровоград, 2004 р. – 160 стр.
18. <https://stanhay.com/>
19. [http://www.woodwardcrossingscountrybasics.com/JP1\\_Jang\\_Hand\\_Seeder.php](http://www.woodwardcrossingscountrybasics.com/JP1_Jang_Hand_Seeder.php)
20. Пат. №99860 Україна МПК А01С 7/04 Координатний гідропневматичний висівний апарат/ Улексін В.О., Бойко В.Б. 10.10.2012, Бюл.№ 19
21. Навчальне видання. "Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Частина друга. Відкритий ґрунт." Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Гігль Л.С., Пашковський А.І., Суліма Л.Т. 2008 рік.
22. Edelman A.I. Gas pressure reducers. – М.: Mechanical Engineering, 1981. – 167 р.
23. <https://datasheetspdf.com/datasheet-pdf/904765/42BYG015.html>
24. Klenin N.I. Agricultural machines / N.I. Klenin, V.A. Sakun. – М.: Kolos, 1994.-751 р.
25. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські та меліоративні машини. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.
26. Панченко О.М. Аналітичний метод визначення тягових опорів ґрунтообробних та землерийних машин та оцінка їх ефективності для енергозберігаючих технологій: Навчальний посібник.- Дніпропетровськ: ДДАУ,1995.-96 с.
27. Дирда В.І., Овчаренко Ю.М., Рижков І.Є. Деталі машин: Підручник. – Дніпропетровськ: Авантаж, 2006. – 448 с.

28. Закон України «Про охорону праці». Від 24.11.1992 року N 2695-ХІІ»

29. Конституція України, прийнята на п'ятій сесії Верховної Ради України.  
28 червня 1996 р.

30. Голінько В.І. Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; Нац. гірн. ун-т. –2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.

31. Й.М. Петрович. Економіка підприємства: Підручник . – Львів:

Вид. «Магнолія +». 2004 – 681 с.

## ДОДАТКИ



