

Центральноукраїнський національний технічний університет  
Агротехнічний факультет  
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”  
зав. кафедрою СГМ  
к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_Сергій ЛЕЩЕНКО  
“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
за другим (магістерським) рівнем вищої освіти  
на тему:

"Модернізація та обґрунтування параметрів загортаючих робочих органів секції сівалки Vesta 8"

Виконав здобувач вищої освіти \_\_II\_\_ курсу,  
групи ГМ-22М-1.2  
ОНП «Галузеве машинобудування»  
спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»  
\_\_\_\_\_ Зіньковський Владислав  
Григорович  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

Керівник проекту  
доцент, канд.техн.наук  
\_\_\_\_\_ Дмитро АРТЕМЕНКО  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.  
Рецензент Володимир ДУДІН  
\_\_\_\_\_

Формат	Знач.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.				Документація загальна		
				Заново розроблена		
Справ. №	A4		МОПС 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка		
				Документація по складальним одиницям		
				Заново розроблена		
Підп. і дата	A1		МОПС 00.000 СБ	Універсальна пневматична сівалка Vesta 8	1	
	A1		МОПС 00.110 СБ	Секція	1	
Взам. інв. №	A1		МОПС 00.120 СБ	Загартач	1	
	A2		МОПС 00.140 СБ	Робоча частина	1	
Інв. № докл.				Документація по деталях		
	A3		МОПС 00.140.01	Вісь	1	
Інв. № пабл.	A3		МОПС 00.140.02	Диск	1	
			МОПС 00.000 ВП			
			Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.
			Разр.	Лист	№ док.м.	Дата
			Проб.	Лист	№ док.м.	Дата
			Н.контр.	Лист	№ док.м.	Дата
			Утв.	Лист	№ док.м.	Дата
			Відомість магістерської роботи			Лист
			ЦНТУ гр. ГМ-22М-12			Лист
			Копіював			Листов
			Формат А4			1



## Зміст

1. Вступ.....	6
2. Інженерна частина .....	7
3. Наукова частина.....	26
4. Охорона праці.....	38
5. Економічна частина.....	44
Висновки.....	46
Список використаної літератури.....	47
Додатки	

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1. Вступ

В Україні вирощування просапних культур, таких як кукурудза, соняшник, соя та цукрові буряки має значний потенціал для розвитку аграрного сектора. Ці культури забезпечують високі врожаї та мають великий попит на внутрішньому і зовнішньому ринках. Однак, для досягнення максимальних результатів, надзвичайно важливим є правильний підхід до технології посіву, зокрема, до загортання насіння.

Правильне загортання насіння відіграє ключову роль у забезпеченні рівномірного розподілу насіння в ґрунті, захисті його від зовнішніх впливів та збереженні необхідної вологості [1-4]. Від цього залежить рівномірність сходів, швидкість проростання та загальний стан посівів. Використання сучасних технологій і ефективних конструкцій загортачів дозволяє створити оптимальні умови для проростання насіння, що є запорукою успішного врожаю [5,6]. Тому вибір правильного обладнання та методів загортання насіння є критичним етапом у вирощуванні просапних культур, що сприяє підвищенню врожайності та стабільності аграрного виробництва в Україні.

Оскільки підвищення врожайності це головна мета виробників сільськогосподарської продукції то проблема вдосконалення технології загортання насіння просапних культур та розробка нових ефективних конструкцій загортаючих систем просапних сівалок стає актуальною для забезпечення оптимальних умов для швидкого проростання насіння.

В даній роботі проводиться аналіз сучасних конструкцій загортальних систем які використовуються як вітчизняними виробниками так і закордонними виробниками та пропонується удосконалення загортачів просапної сівалки Vesta 8 для виконання якісного процесу загортання насіння просапних культур.

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>Пояснювальна записка</b>	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Акрушів</i>
<i>Розроб.</i>		<i>Зінковський</i>					6	50
<i>Перевір.</i>		<i>Артеменко</i>						
<i>Н. Контр.</i>		<i>Мачок</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Леценко</i>						
						<b>ЦНТУ ар. ГМ22-1.2</b>		

## 2. Інженерна частина

### 2.1 Стан питання про машину, яка модернізується

Сівалка Vesta 8 (рис. 2.1) виробництва Elvorti [7] є популярною і широко використовується в Україні для посіву всього спектру просапних культур, зокрема кукурудзи, кормових бобів, соняшника, сої і багато інших. Це пов'язано з її надійністю, продуктивністю та доступністю. Багато українських фермерів обирають саме цю модель завдяки її ефективності і зручності в експлуатації.

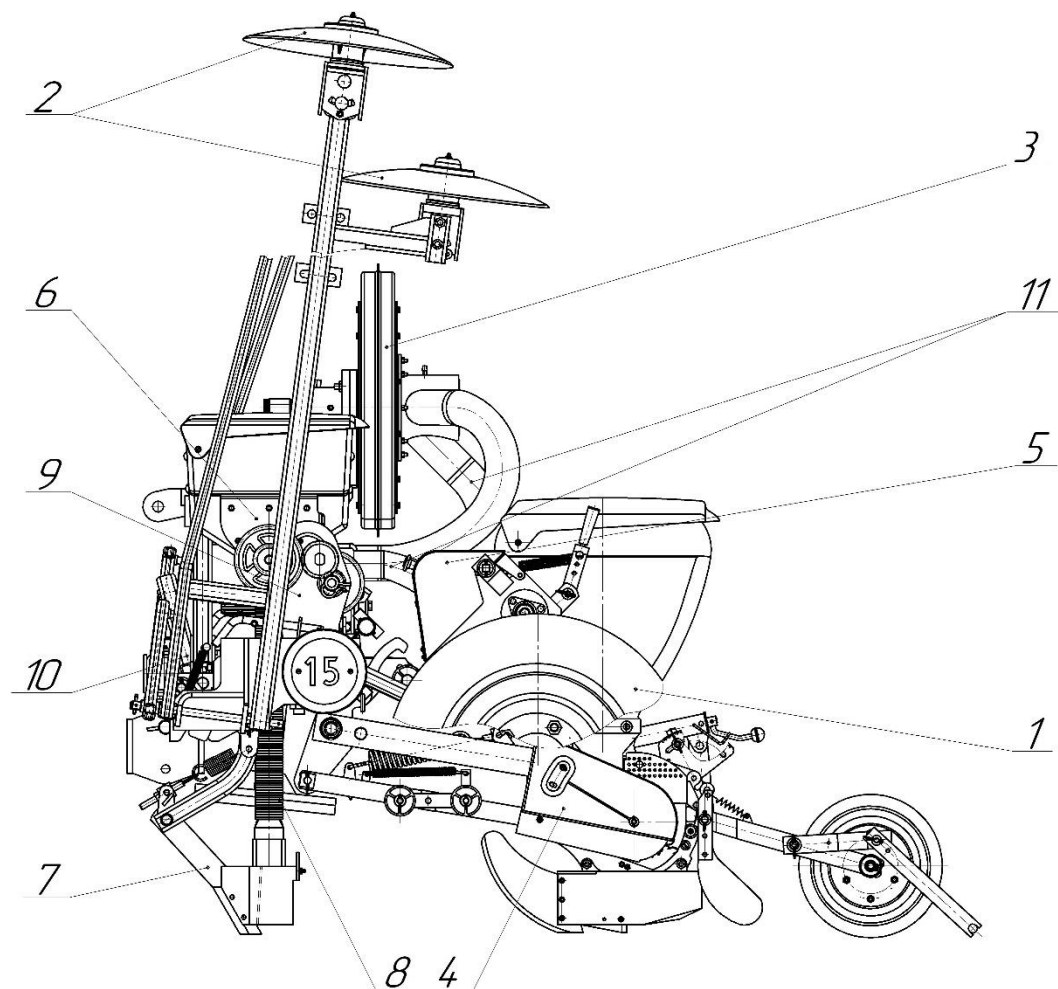


Рис. 2.1 Сівалка Vesta 8 виробництва Elvorti:

1 – опорне колесо; 2 – маркери; 3 – вентиляторна система; 4 – секція;  
5 – бункер секції; 6 – туковисівний апарат; 7 – туковисівний сошник; 8 –  
система тукопроводів; 9 – коробка передач для висівних апаратів; 10 –  
трикутник начіпки; 11 - повітропроводи

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МОПЗ 00.000 ПЗ

Арк.

7

Сівалка Vesta 8 згідно інформації виробника [7] має наступні переваги для споживача:

забезпечує високу швидкість посіву, що дозволяє оперативно засіяти великі площі в оптимальні агротехнічні терміни;

може працювати в різних погодних умовах, що є важливим фактором для українського змінного клімату;

точність висіву насіння забезпечується сучасними висівними апаратами, що сприяє рівномірному розподілу насіння в рядку;

універсальність сівалки дає можливість регулювання норми висіву та дозволяє адаптувати сівалку під різні культури і умови;

виготовлена з високоякісних матеріалів, що забезпечують тривалий термін експлуатації;

простота конструкції зменшує ризик поломок і спрощує обслуговування;

сівалка Vesta 8 може використовуватися для посіву різних культур, що робить її універсальним інструментом для фермерів, підходить для роботи на різних типах ґрунтів, включаючи важкі і легкі;

енергоефективність сівалки дозволяє зменшити витрати на паливо;

знижена вартість обслуговування і ремонту завдяки простоті конструкції.

Сівалка Vesta 8 є ефективним і надійним інструментом для українських фермерів, який забезпечує високу продуктивність і точність посіву. Вона має ряд переваг, таких як універсальність, економічність та довговічність. Однак для досягнення максимальної ефективності її використання важливо забезпечити належну підготовку ґрунту, кваліфікацію оператора та регулярне технічне обслуговування.

Технічні характеристики сівалки Vesta 8 [7,8]:

Тип сівалки: просапна, пневматична;

Кількість рядків: 8;

Ширина міжряддя: 70 см (регульована);

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Норма висіву насіння: 2-100 кг/га (регульована);  
 Норма висіву добрив: 50-250 кг/га (регульована);  
 Робоча ширина захвату: 5.6 м;  
 Робоча швидкість: 6-12 км/год;  
 Продуктивність: до 7 га/год;  
 Місткість бункерів для добрив і насіння: 8 х 28 л;  
 Глибина загортання насіння: 2-10 см (регульована);  
 Тип сошника: полозковий або наральниковий (опціонально);  
 Ущільнення насіння: котки різних типів (гладкі, зубчасті, V-подібні);  
 Маса сівалки: 900-1000 кг (в залежності від комплектації);  
 Габаритні розміри: довжина 2.8 м, ширина 5.8 м, висота 1.5 м;  
 Необхідна потужність трактора: 80-100 к.с.  
 Тип приводу: від валу відбору потужності трактора  
 Система керування з можливістю електронного контролю (опціонально)  
 Головним елементом сівалки Vesta 8 є посівна секція, вона містить потрібні для посіву робочі органи (рис. 2.2).

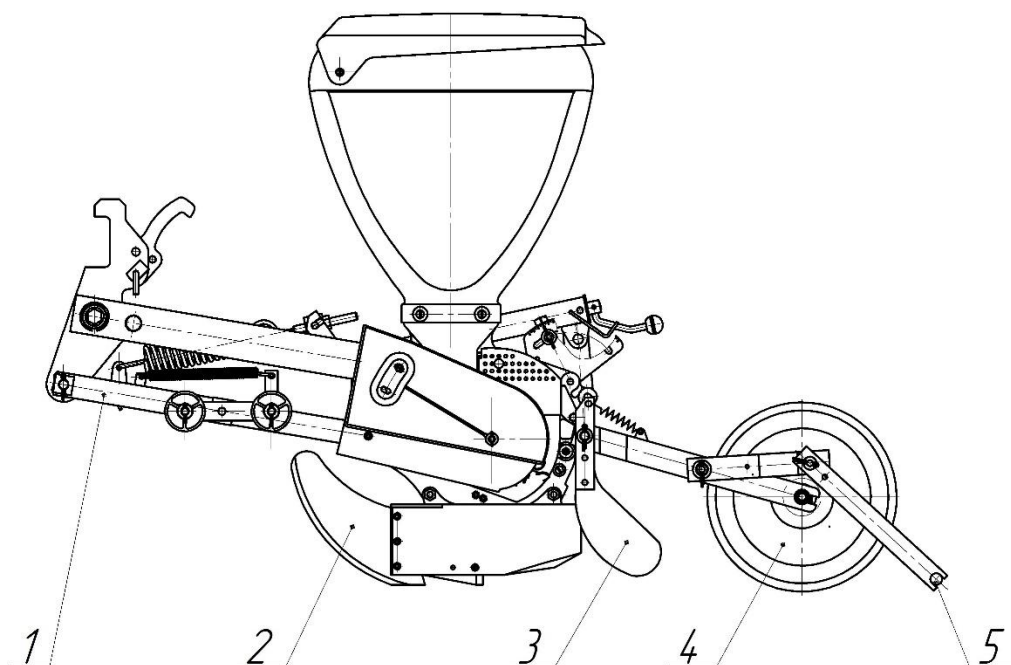


Рис. 2.2 Секція робочих органів сівалки Vesta 8:

1 – начіпка з паралелограмною підвіскою; 2 – бункер; 3 – висівний апарат;  
 4 – полозковий сошник; 5 – загортачі; 6 – задній коток; 7 - шлейф

										Арк.
										10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>					

Як видно з рис. 2.2 в конструкції секції значна увага приділяється елементам для загортання насіння. Якщо аналізувати конструкцію секції робочих органів то перші елементи можна бачити вже на щоках сошника, після чого встановлені ложкові загортачі, також загортанню насіння сприяє задній прикочуючий коток, а завершальним етапом іде планування поверхні шлейфом. Тому елементи робочих органів для загортання насіння відіграють важливу роль в процесі посіву, оскільки дозволяють покривати рядок пухким шаром ґрунту. Це запобігає утворенню ґрунтової кірки, яка призводить до пересихання верхніх шарів ґрунту та втраті вологи в зоні розміщення насіння. По конструктивним ознакам вони можуть бути пластинчастими, прутковими, дисковими та котковими.

Проведемо аналіз конструкцій існуючих елементів загортаючих пристроїв які існують на сьогоднішній день. Так, вже на сошниках просапних сівалок, щоб уникнути засипання борозни до укладання насіння, встановлені стандартні або подовжені щоки, які утримують ґрунт під час розміщення насіння в борозні. Для підвищення рівномірності розташування насіння в борозні та забезпечення його сходження на щоках сошників можуть бути встановлені додаткові загортаючі елементи. Наприклад, на серійному сошнику сівалки Vesta 8 [8] в задній частині сошника виконані зрушувачі, які вигнуті зовні порожнини борозни (рис. 2.3). Під час руху зрушувачі захватують нижні шари ґрунту і направляють їх на дно борозни, формуючи умови для швидкого проростання насіння.



Рис. 2.3 Серійний сошник із клиновими зрушувачами

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Основним недоліком сошників з такими зрушувачами є неможливість їх використання при підвищеній вологості ґрунту через залипання, що призводить до порушення рівномірності посіву.

Якщо посів виконується в зонах недостатньої вологості або навпаки при запливанні ґрунтів раціональним є використання борозеного котка, який входить в конструкцію багатьох секцій просапних сівалок в основному іноземного виробництва [9] (рис. 2.4).



Рис. 2.4 Секція робочих органів Monopil S

Цей коток дозволяє прикочувати насіння до дна борозни одразу після висіву, що сприяє підтягуванню до нього вологи, а також підвищує щільність ґрунту навколо насінини. Борозені котки можуть бути як гладкими металевими, так і оснащеними шиною атмосферного тиску (плоскою чи радіальною). Основним недоліком борозених котків є налипання насіння на поверхню котка, а також їх залипання при підвищенні вологості ґрунту.

Особливим місцем в конструкції секції є простір між сошником і заднім прикочуючим котком. Зазвичай там встановлюють загортачі. Вони дозволяють укривати борозну пухким шаром ґрунту, запобігаючи утворенню ґрунтової кірки. Вони можуть бути пластинчастими, пружинними, прутковими, дисковими або котковими.

Пластинчасті загортачі виконуються з криволінійних або плоских полиць, які встановлюються під кутом з обох боків борозни до напрямку руху

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

сівалки. Вони забезпечують укриття насіння ґрунтом у борозні видаляючи на глибину до 3 см поверхневий шар ґрунту і спрямовують його у центр рядка. Пластинчасті загортачі за своєю конструкцією можуть бути регульованими або нерегульованими [8,10] (рис. 2.5).



1

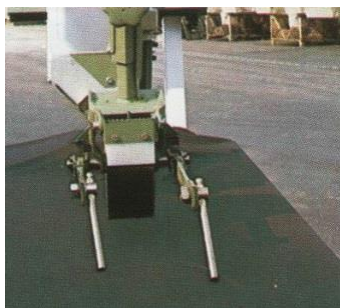


2

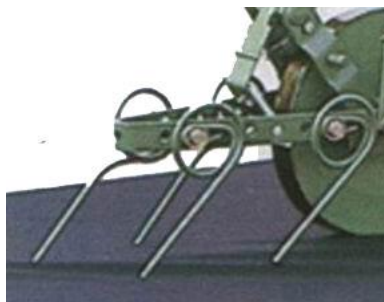
Рис. 2.5 Пластинчасті загортачі:

1 - регульовані по куту атаки пружинні, 2 - ложкові

Знайшли розповсюдження два типи пруткових загортачів (рис. 2.6): нерегульовані і регульовані з криволінійними і прямими прутками та, що працюють за принципом пружин [11,12]. Регульовані загортачі використовуються для різної глибини обробки і мають криволінійні або прямі прутки. Нерегульовані загортачі, пружинні, підповерхнево здійснюють рух нижніх вологих шарів ґрунту і можуть бути виконані як прямими, так і загнутими у поперечному напрямку.



1



2

Рис. 2.6 Пруткові загортачі:

1 – прямий з регульованими прутками, 2 - пружинний прямий

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Дискові загортачі бувають суцільні металеві або пруткової конструкції [9,10]. Загортачі з суцільними металевими дисками можуть бути: з гладкими дисками, з дисками у вигляді зірочок, з конусними пальцями та комбіновані (рис. 2.7). Такі конструкції загортачів дозволяють утворювати ґрунтовий шар над рядком, а також подрібнювати та мульчувати ґрунт.



1



2



2

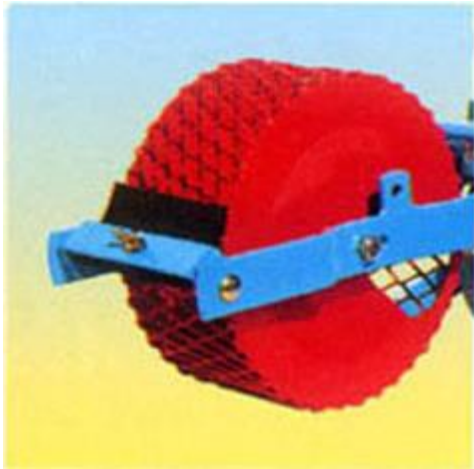
Рис. 2.7 Дискові загортачі:

1 - з суцільними дисками, 2 - у вигляді зірочок, 3 - з пальцями

Пруткові коткові загортачі мають конструкцію у вигляді диска з розміщеними на ньому прутками відповідного профілю (рис. 2.8). Такий підхід дозволяє не лише загортати рядок, але й мульчувати його. Загортачі коткового типу бувають: сітчасті та пруткові [11,12], ці загортачі можуть використовуватися як прикочуючі котки і сприяють не тільки мульчуванню ґрунту, але й його ущільненню. Проте, мульчування за допомогою таких

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

котків призводить до змішування шарів ґрунту, що негативно впливає на швидкість проростання насіння.



1



2

Рис. 2.8 Коткові загортачі:

1 – сітчастий, 2 - прутковий

Задніми прикочуючими котками здійснюється в борозні закривання та поверхневе ущільнення висіяного насіння [11-13]. Прикочування після посіву сприяє забезпеченню насіння вологою та збереженню її в ґрунті. Основною метою прикочування є відновлення ґрунтових капілярів, що дозволяє підтягнути вологу і покращити умови для проростання насіння. Тому важливе значення має конструкція прикочуючого котка. За своєю конструкцією прикочуючі котки бувають: оснащені шиною атмосферного тиску, гладкі металеві та V-подібні (рис. 2.9).



1



2



3

Рис. 2.9 Котки сівалок:

1 – з шиною; 2 – гладкий металевий; 3 - V – подібний

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Головними недоліками наведених конструкцій котків є для:

котків із шиною – потрібно дотримання технології виготовлення, щоб забезпечити правильну товщину стінок які б могли пружно деформуватись і утворювати ефект демпфування інакше переваги шини нівелюються;

металевих гладких котків є налипання вологого ґрунту на його поверхню, а також після прикочування утворення ґрунтової кірки через, що вони використовуються в основному в овочевих сівалках із за можливості добре прикочувати не на велику глибину;

V – подібний коток основному використовується на багатьох просапних сівалках але він обмежено придатний для прикочування культур, що висіваються на велику глибину із за формування надмірної щільності не в зоні насіння, а над ним.

## 2.2 Обґрунтування модернізації загортачів сівалки Vesta 8

Провівши аналіз роботи і конструкцій існуючих загортаючих робочих органів просапних сівалок дав можливість з'ясувати, що велике різноманіття конструкцій дає змогу підлаштуватись до різних умов посіву і в значній мірі задовольнити агротехнічні вимоги до загортання насіння. Однак самий важливий недолік – перемішування шарів ґрунту якими відбувається закриття борозни в окремій мірі присутній в майже усіх конструкціях.

Оскільки сівалка Vesta 8 зараз є основною сівалкою, яка використовується в Україні для висіву просапних культур, потрібно розглянути конструкції загортачів, якими вона комплектується. На сьогоднішній день сівалка Vesta 8 оснащується трьома типами загортачів: пластинчастими, для планування поверхні над рядком, та у вигляді криволінійної лопатки.

Сівалка Vesta має прямий пластинчастий загортач [7], який і призначений для загортання борозни шарами ґрунту з поверхні поля встановлений безпосередньо за сошником (рис. 2.10). Пластинчастий загортач

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

складається з похилої пластини 1 і нахиленої під кутом лопатки 2, яка зсуває шар ґрунту з поверхні поля і направляє його в борозну.

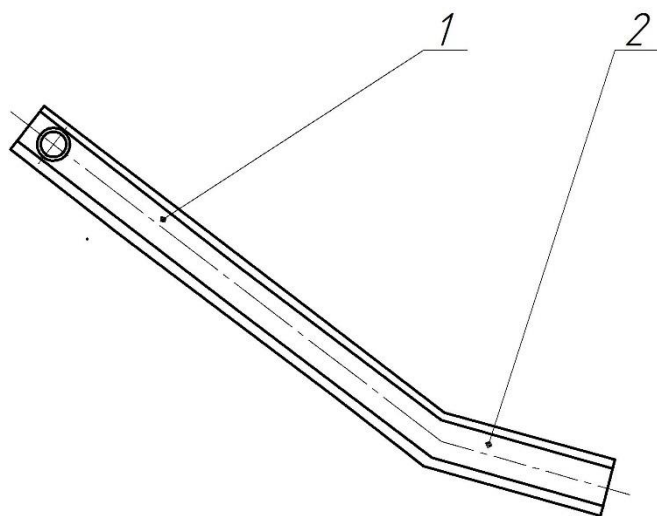


Рис. 2.10 Пластинчастий загортач:

1 – похила пластина, 2 – лопатка

Основним недоліком такого загортача є те, що під час процесу загортання борозни ґрунт зсувається з поверхні поля, де він має меншу вологість порівняно з ґрунтом на глибині посіву. Такий технологічний процес може сповільнювати проростання насіння.

Для планування поверхні рядку, на сівалці Vesta 8 (рис. 2.11), в конструкції використовується прутковий загортач секції. Він складається з важіля 1, який фіксується на підвісці котка, поводків 2 з обмежувачами. Вісь 3 знаходиться в нижній частині обмежувачів.

Під час робочого процесу вісь загортача, розташована нижче поверхні рядка, вирівнює його поверхню шляхом мульчування верхнього сухого шару ґрунту з частинами нижнього вологого шару, що призводить до їх змішування. Тому, цей загортач має значний недолік: перемішування ґрунту різної вологості знижує капілярну вологу в зоні проростання насіння, що може знизити продуктивність і сповільнити ріст рослин.

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

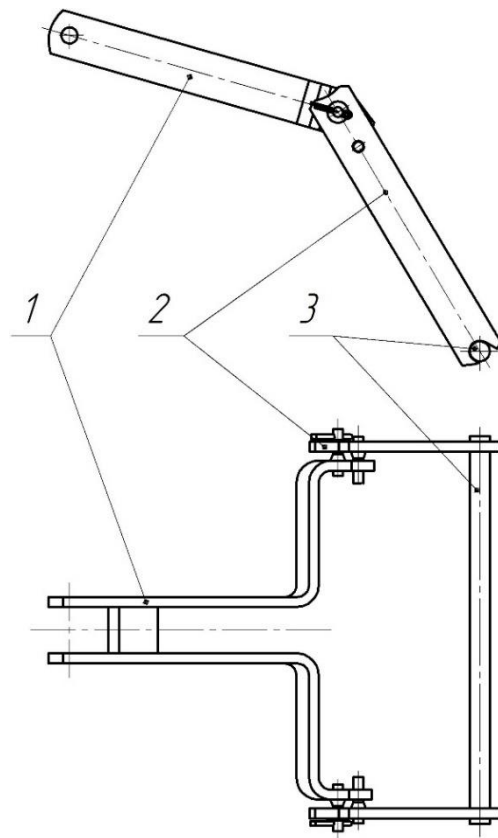


Рис. 2.11 Загортач для планування поверхні:

1 – важіль; 2 – поводок; 3 - вісь

Конструкція загортачів, яка є найбільш поширеною – це криволінійні лопатки (рис. 2.12), вони використовуються на всіх вітчизняних сівалках [8].

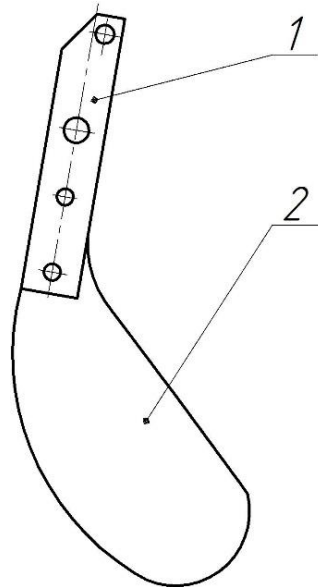


Рис. 2.12 Криволінійна лопатка:

1 – важіль, 2 – лопатка

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МОПЗ 00.000 ПЗ

Арк.

18

Криволінійні лопатки (рис. 2.12) складаються з важеля 1, на якому розташована лопатка 2. Під час виконання технологічного процесу криволінійна лопатка відокремлює верхній шар ґрунту та рухає його в бік борозни, закриваючи її та утворюючи над насінням пагорб. Проте основним недоліком такого загортача є перемішування ґрунту під час відокремлення, що може призводити до утворення пагорба над насінням шарів ґрунту різної вологості, що може сповільнювати проростання насіння.

Для покращення роботи загортачів важливо розділити процес загортання на два етапи: спочатку покривання насіння вологим шаром ґрунту, а потім закриття борозни сухішими верхніми шарами ґрунту. Після проведення пошукових робіт було з'ясовано, що найбільш перспективним може бути рішення на основі загортачів коткового типу з вертикальною дією на ґрунт. Така конструкція має багато переваг які напряду вирішують багато недоліків існуючих рішень, які були розглянуті вище.

Розроблений удосконалений загортач просапної сівалки (рис. 2.13) виконаний комбінованим, зовнішня бічна частина якого виконана у вигляді вертикального одnobічно загостреного диску, у внутрішній частині знаходиться загортальний елемент коткового типу, який утворений гумовим ободом із порожниною атмосферного тиску та встановлений на каркасі диску та має зовнішній профіль у вигляді частини кола.

Така конструкція робочих елементів поверхні загортача забезпечує підрізання ґрунту зовнішньою частиною диска на певну глибину полегшуючи дію на цей шар внутрішнього загортача коткового типу, який своєю сферичною поверхнею в вертикальній і горизонтальній площині здійснює тиск на відокремлений шар направляючи його в бік центра борозни де знаходиться насіння. Оскільки загортач має симетричну конструкцію то ґрунт переміщується з обох боків рядка і насіння загортається вологими шарами ґрунту чим покращуються умови його проростання.

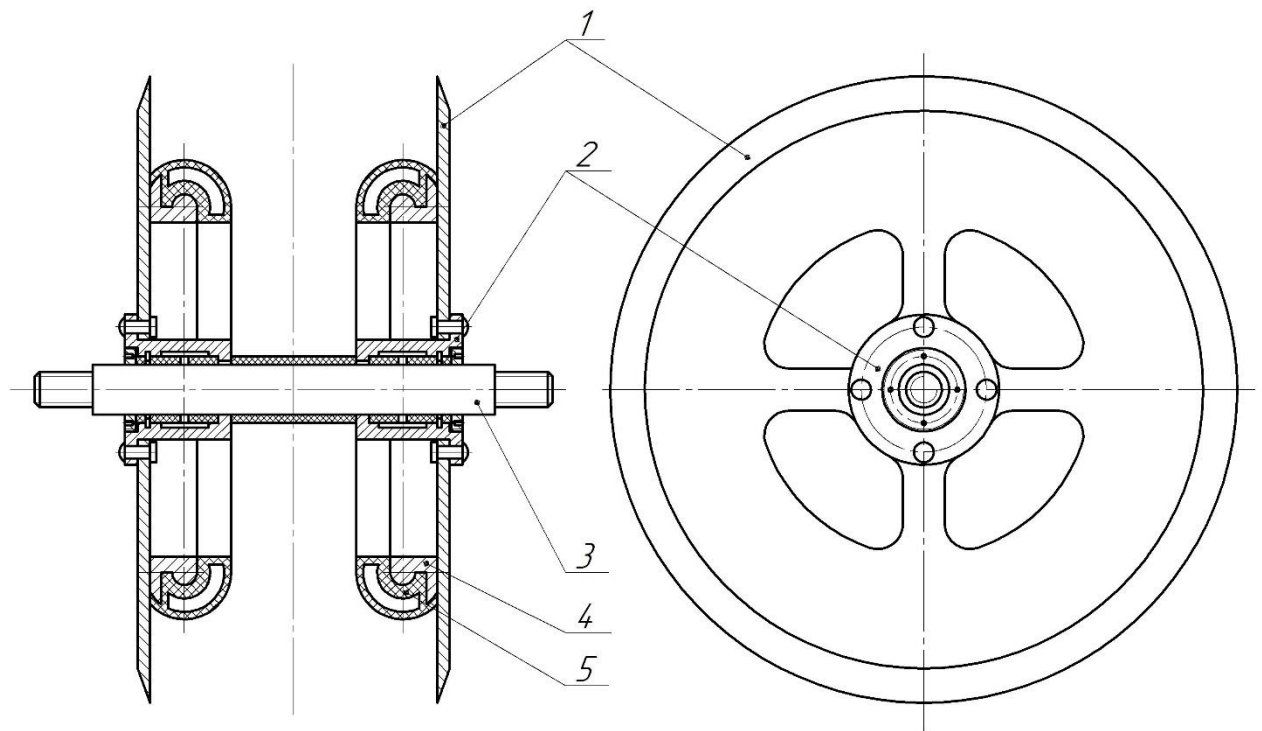


Рис. 2.13 Котковий загортач:

1 – диск; 2 – підшипниковий вузол, 3 – вісь; 4 – каркас; 5 – гумовий обод

Розроблений котковий загортач працює наступним чином. Під час руху диски загортача 1 знаходяться одразу за обрізом щік сошника не даючи сухому ґрунту, який знаходиться на поверхні рядка потрапити в борозну. В той же час диск 1 проводить підрізання нижніх вологих шарів ґрунту і за рахунок обертання направляє їх під робочу поверхню загортача у вигляді гумового ободу 5. За рахунок конструкції обода сферичної форми ґрунт направляється в зону розміщення насіння. Відстань між внутрішніми робочими елементами загортача підібрана таким чином, що б забезпечити більшу щільність ґрунту з обох боків від насінини, але меншу безпосередньо над насінням. Конструкція гумового ободу 5 із порожниною атмосферного тиску при надмірному навантаженні забезпечує його деформацію утворюючи ефект демпфування, що впливає на більш плавний розподіл деформацій ґрунту під ним і зменшення налипання вологих шарів на його поверхню. Загортач має кріплення до секції робочих органів у вигляді підвіски на яку діє важільний кронштейн який натягується пружиною тиску. Під час роботи загортача пружина забезпечує

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МОПЗ 00.000 ПЗ

Арк.

20

його сталий рух і сприяє самоочищенню від рослинних решток і налиплого ґрунту.

Переваги загортача:

диски загортача розташовані одразу за сошником, що запобігає потраплянню сухого ґрунту з поверхні рядка в борозну. Це дозволяє направити нижні вологі шари ґрунту під робочу поверхню загортача для оптимального укриття насіння;

відстань між внутрішніми робочими елементами загортача підібрана таким чином, щоб забезпечити більшу щільність ґрунту з обох боків насінини і меншу безпосередньо над нею. Це сприяє оптимальному проростанню насіння та збереженню вологи в зоні його розміщення;

конструкція гумового обода із порожниною атмосферного тиску забезпечує його деформацію при надмірному навантаженні, що утворює ефект демпфування. Це сприяє плавному розподілу деформацій ґрунту і зменшенню налипання вологих шарів на поверхню обода. Пружинний механізм кріплення забезпечує сталий рух загортача і його самоочищення від рослинних решток та налиплого ґрунту.

### 2.3 Технологічні розрахунки

Місце розташування загортачів коткового типу на посівній секції сівалки Vesta 8 визначається закінченням природного осипання ґрунту [14,15]. Робимо припущення, що процес осипання ґрунту після проходу щік, при швидкості руху  $V$ , закінчується в точці  $C$  (рис. 2.14), що перебуває на рівній  $Vt$  відстані  $CD$ , де  $t$  - час осипання. В цьому випадку деформація ґрунту робочою частиною загортача з діаметром  $D$  повинна починатися, за умови його занурення на величину  $h_k$ , з точки  $C_1$ , (формула 2.1).

$$h_k = 1,31 \sqrt{\frac{G_k^2}{B^2 q_0^2 D}} \quad (2.1)$$

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Відстань між задньою частиною щік сошника і віссю робочого елемента загортача  $e_{kc}$  буде визначатись рівнянням:

$$e_{kc} = R \sin 2\varphi + Vt . \quad (2.2)$$

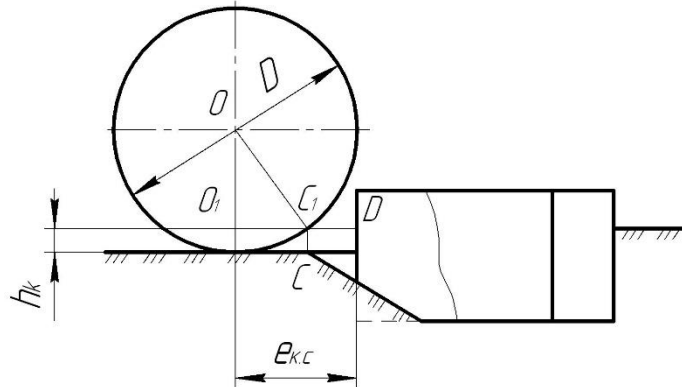


Рис. 2.14 Розрахункова схема величин процесу осипання

Вираз (2.2) показує, що відстань  $e_{kc}$  є функцією швидкості і зростає з її збільшенням.

Сошник і загортач повинні на однакову глибину загортати насіння, створюючи потрібне ущільнення ґрунту навколо нього. Це можливо тільки при усталеній роботі секції робочих органів. На секцію діє сила ваги  $G$  (рис. 2.15), рівнодіюча сил опору  $R$  руху сошника, сила тяги  $P$  і сила реакції ґрунту  $N$ , прикладена до загортача.

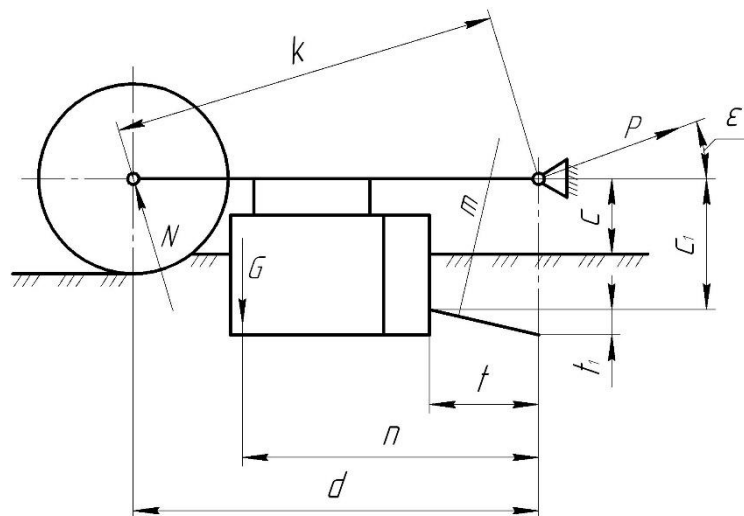


Рис. 2.15 Сили які діють на посівну секцію

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Сталістю сили  $N$  забезпечується стійка робота, що має місце при умові:

$$Gn > Nr + Rm. \quad (2.3)$$

Якщо зв'язавши з параметрами посівної секції її розкрити то: висотою точки підвісу шарніра –  $c$  і довжиною –  $L$ , замінивши ними величини  $m$  і  $r$ , то рівняння (2.3) прийме вигляд:

$$Gn > NL \cdot \cos \mu + R \cdot \left( c + \frac{2}{3} h \right) \cdot \cos \gamma + Rt_c \cdot \sin \gamma,$$

або

$$N < \frac{Gn - R \cdot \left( c + \frac{2}{3} h \right) \cdot \cos \gamma - Rt_c \cdot \sin \gamma}{L \cos \mu}.$$

Тоді для виконання умови

$$N > 0$$

потрібно, щоб чисельник правої частини був більше нуля, тоді:

$$Gn > R \cdot \left( c + \frac{2}{3} h \right) \cos \gamma + Rt_c \sin \gamma. \quad (2.4)$$

Рівняння (2.4) вказує на необхідність регулювати висоту точки підвісу секції робочих органів або її довжини.

Коли плече сили ваги мінімальне,

$$n = t_c$$

найменша відстань, що допускається, від осі підвіски до сошника визначиться із рівності:

$$t_c^{\min} = \frac{R \left( c + \frac{2}{3} h \right) \cos \gamma}{G - R \sin \gamma}, \quad (2.5)$$

тоді максимально допустима висота точки підвісу буде дорівнювати:

$$c^{\max} = \frac{(G - R \sin \gamma)}{R \cos \gamma} \cdot \frac{2}{3} h. \quad (2.6)$$

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

## 2.4 Визначення діаметра робочих елементів запропонованого загортача

Запропонована конструкція загортача для сівалки Vesta 8, включає в себе робочу поверхню яка призначення для формування деформації ґрунту для обтиснення насіння із двох боків. До конструктивних параметрів робочого елемента відносяться її діаметр і ширина. Ширина робочої поверхні загортача повинна забезпечувати формування необхідного шару ґрунту для виконання процесу загортання борозни і ущільнювати рядок навколо насіння, із конструктивних міркувань приймаємо  $B_s = 0,025\text{ м}$ . В дослідженнях [2-4,16-19] визначено, що якість роботи коткових робочих органів залежить від діаметра робочої поверхні і конструкції її профілю.

Діаметр робочої поверхні загортача повинен забезпечувати виконання умови перекочування її через ґрунтові агрегати які знаходяться на його шляху. В той же час тиск робочої поверхні загортача сконцентрований на самому агрегаті, що веде до його руйнування або втискування в нижні шари ґрунту. Відповідно до агрономічних до посіву більшості просяних культур, розмір ґрунтових агрегатів в шарі ґрунту де проводиться посів повинен бути від 1 до 10 мм, а позначена як "h" на рисунку 2.16, глибина колії котка в ґрунті становить до 10 мм.

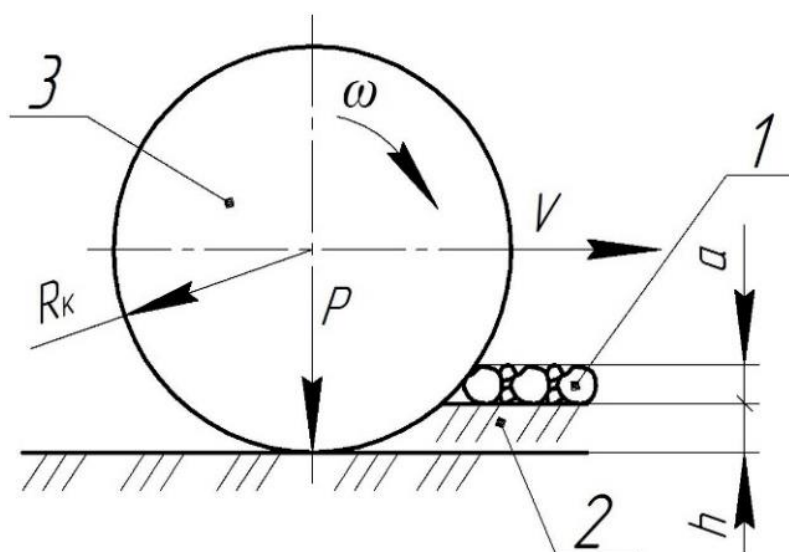


Рис. 4.16 Схема для визначення діаметра заднього котка:

1 – верхній шар ґрунту, 2 – посівний шар, 3 – робоча поверхня загортача

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

Після врахування прийнятих умов, діаметр робочої частини загортача коткового типу необхідний для виконання технологічних і агротехнічних вимог [14,15], визначиться так:

$$D_k = m \cdot \operatorname{ctg}^2 \left[ \frac{(\varphi_1 + \varphi_2)}{2} \right], \quad (2.7)$$

де  $m$  - висота шару ущільнення;

$$m = a + h$$

$$m = 0,02 + 0,04 = 0,04 \text{ м}$$

$\varphi_1, \varphi_2$  - кути тертя.

Взявши із [14]  $\varphi_1 = 18^\circ, \varphi_2 = 22^\circ$  отримали:

$$D_k = 0,06 \cdot \operatorname{ctg}^2 \left[ \frac{(18^\circ + 22^\circ)}{2} \right] = 0,15 \text{ м}$$

Отриманий результат показав, що при прийнятих технологічних і агротехнічних вимогах, у випадку коли діаметр робочої частини загортача складає  $D = 0,15$  м, це дозволить йому працювати без згруджування ґрунту, утворення перед котком валку, а також руйнувати грудки які зустрічаються на його шляху. Правильно підібраний діаметр робочої поверхні загортача забезпечує ефективне перекочування через грудки і їх руйнування, а також забезпечуює належне ущільнення ґрунту з обох боків навколо насінини залишаючи безпосередньо в зоні росту неуцільнений шар ґрунту для вільного виходу паростку на денну поверхню.

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

### 3. Наукова частина

**Актуальність теми.** Загортання насіння є одним із ключових етапів сівби, який значно впливає на врожайність і загальну ефективність сільськогосподарських робіт. Використання загортачів на просапних сівалках дозволяє забезпечити оптимальні умови для проростання насіння, зберігаючи необхідну кількість вологи та структуру ґрунту. Це особливо важливо для більшості просапних культур, де рівномірне розміщення насіння і збереження вологи в зоні його розміщення є критичними для забезпечення дружних і рівномірних сходів. Таким чином, ефективне функціонування загортачів є важливим аспектом технологічного процесу, що забезпечує високу врожайність і якість продукції. Правильний вибір і налаштування загортачів, а також дотримання агротехнічних вимог під час сівби, допомагають знизити витрати на вирощування культур та підвищити їхню продуктивність. Тому забезпечення правильного технологічного процесу загортання насіння за допомогою загортальних систем є актуальним завданням.

**Мета і задачі дослідження.** Мета роботи полягає в покращенні загортання насіння загортачами коткового типу шляхом обґрунтування та вдосконалення їх конструкційних та технологічних параметрів.

Для досягнення мети поставлено такі задачі:

аналіз існуючого процесу роботи загортачів просапної сівалки для виявлення їх недоліків та обґрунтування шляхів усунення;

теоретично обґрунтувати конструкцію робочих елементів нового загортача та визначити параметри які впливають на якісне виконання технологічного процесу загортання насіння;

провести оцінку техніко-економічної ефективності вдосконаленої конструкції загортачів коткового типу в контексті їх впливу на врожайність.

**Об'єкт дослідження:** технологічний процес роботи загортачів коткового типу просапної сівалки.

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

**Предмет дослідження:** конструктивно-технологічні параметри загортачів коткового типу просапної сівалки та технологічні властивості ґрунту, які впливають на їх роботу.

**Наукова новизна** отриманих результатів полягає в тому, що:

на основі математичної моделі встановлено закономірності дії робочого елемента коткових загортачів на ґрунт та впливу його геометричних параметрів на виконання процесу загортання насіння;

теоретично встановлена залежність зони дії деформації ґрунту від конструктивних параметрів загортача, ваги, опору перекочування і розмірів елемента, що передає навантаження;

виявлено зв'язок між геометричними параметрами робочої поверхні загортачів та процесом загортання борозни.

### **3.1 Теоретичний аналіз взаємодії робочих елементів загортальної системи просапної сівалки з ґрунтом**

Під час взаємодії елементів робочих органів загортальної системи сівалки з ґрунтом відбувається як рихлення так і ущільнення окремих його шарів. Під час дії на ґрунт, в процесі руху, робочого елемента виникає зона підвищеного тиску у вигляді радіальної поверхні. Прийmemo, що досліджувана границя розповсюдження зони ущільнення розміщена на відстані  $R$  від робочої поверхні, тоді ґрунт віддалений від діючої поверхні утворює сферичну поверхню яка визначається формулою [20]:

$$S = 4\pi R^2 \quad (3.1)$$

В реальних умовах поверхня деформації обмежується тільки частиною шарової поверхні, причому радіус сфери не збігається з центром діючої поверхні (рис. 3.1).

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27



Площа шарової поверхні [20] згідно рис. 3.2 буде:

$$S = 2\pi RH \quad (3.2)$$

де  $H$  - відстань, яка виокремлюється січною площиною для утворення сектора дії.

Із трикутника  $\Delta OFC'$ , видно:

$$OF = OC \cdot \cos \frac{\alpha}{2} \quad (3.3)$$

де  $\alpha$  - кут поверхні, яка визначає границі деформації ґрунту.

Оскільки  $H = EF$ , а  $OE = OC' = R$ , тоді

$$H = R - R \cdot \cos \frac{\alpha}{2} = R \cdot \left( 1 - \cos \left( \frac{\alpha}{2} \right) \right) \quad (3.4)$$

Враховуючи кут  $\alpha$ , маємо:

$$H = (\alpha + l) \cdot \left( 1 - \cos \left( \frac{\alpha}{2} \right) \right) \quad (3.5)$$

Підставляючи (3.5) в (3.2) і враховуючи, що  $R = \alpha + l$ , маємо:

$$S = 2\pi \cdot (\alpha + l)^2 \cdot \left( 1 - \cos \left( \frac{\alpha}{2} \right) \right) \quad (3.6)$$

Із залежності (3.6) знаходимо середній тиск який здійснює ґрунт який розміщений на відстані  $l$  від робочої поверхні:

$$P_{cp} = \frac{F}{2\pi} \cdot (\alpha + l)^2 \cdot \left( 1 - \cos \left( \frac{\alpha}{2} \right) \right) \quad (3.7)$$

де  $F$  - сумарна реакція всієї зони деформації ґрунту.

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

На рис. 3.3 наведена теоретична залежність середнього тиску в ґрунтовому шарі від кута  $\alpha$ , а на рис. 3.4 – від відстані до діючої поверхні ( $L = (\alpha + l)$ ), а середній тиск вимірюється в частинах сумарної реакції).

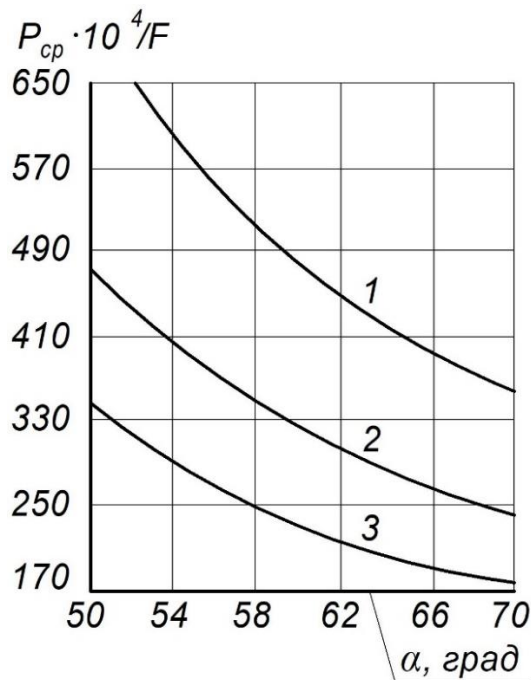


Рис. 3.3 Графік залежності тиску від кута кут поверхні, яка визначає границі деформації ґрунту:

1 – 5 см; 2 – 6 см; 3 – 7 см

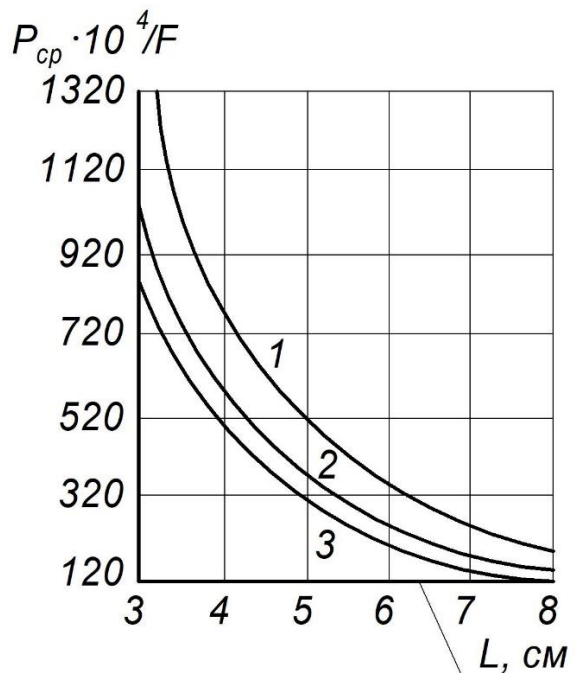


Рис. 3.4 Графік залежності тиску від віддалення робочого елемента:

1 –  $\alpha = 54^\circ$ ; 2 –  $\alpha = 62^\circ$ ; 3 –  $\alpha = 70^\circ$

Аналізуючи отримані результати можна бачити, що із збільшенням кута  $\alpha$  і із збільшенням відстані від діючої поверхні показники ущільнення ґрунтових шарів різко зменшуються. Це пов'язано із тим, що в обох розглянутих випадках збільшується загальна площа передачі зусилля при її сталому стані.

Тому для забезпечення потрібної якості загортання борозни із висіяним насінням необхідно вибрати таку відстань між робочими елементами загортаючих робочих органів при якій буде виконуватись перекриття зон потрібної щільності від їх дії (рис. 3.5).

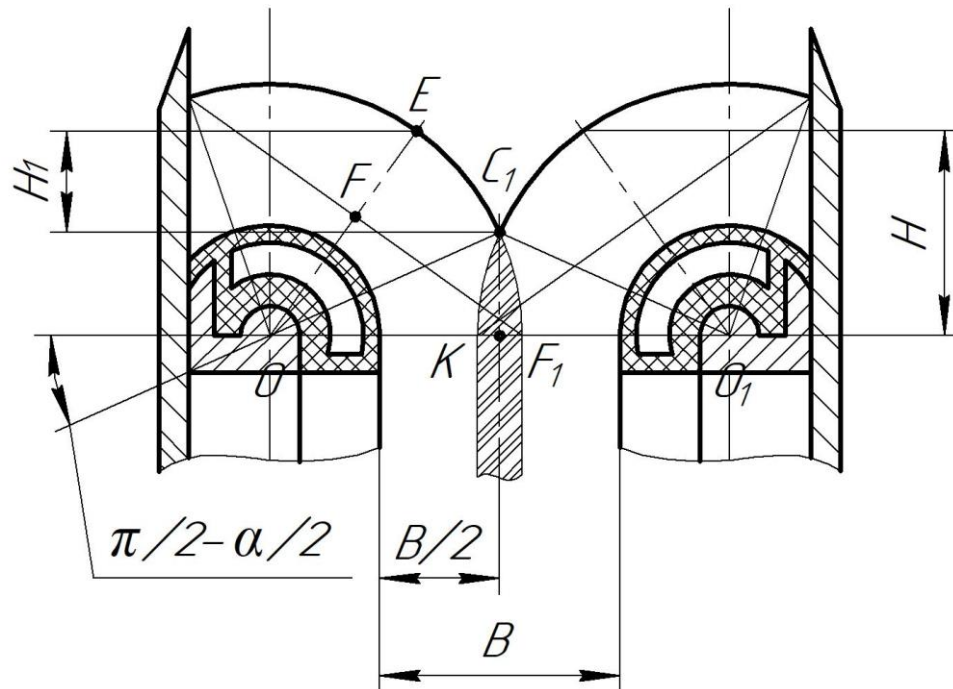


Рис. 3.5 Схема раціонального розміщення робочих елементів загортача

Як видно із рис. 3.5 перекриття границь необхідної щільності дорівнює  $H$ , а зменшення цієї глибини до  $H_1$  забезпечує можливість зменшення кута границі деформування шарів ґрунту.

Із трикутника  $\Delta OKC_1$  знайдемо  $OC_1 = \frac{OK}{\sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}$ , також  $OC_1 = R$ ,

$$OK = \frac{B}{2},$$

де  $B$  - відстань між робочими елементами загортача.

Тоді:

$$R = \frac{B}{2} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (3.8)$$

Підставляючи (3.8) в (3.3) отримуємо:

$$H_1 = \frac{B \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)}{2 \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \quad (3.9)$$

Площа границі дії робочого елемента:

$$S_c = \frac{\pi B^2 \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)}{2 \cdot \sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)} \quad (3.10)$$

Середній тиск на границі перекриття сусідніх елементів загортача:

$$P_{cp} \geq \frac{2F \cdot \sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\pi B^2 \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)} \quad (3.11)$$

Оптимальна відстань між елементами загортача, яка забезпечує необхідний тиск  $P_{cp}$ :

$$B_{opt} \leq \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot \sqrt{\frac{2F}{\pi P_{cp} \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)}} \quad (3.12)$$

Якщо проаналізувати рівняння (3.12) то можна бачити, що оптимальна відстань між робочими елементами загортача при ущільненні ґрунту і збільшенні зони деформації від 20 до 110° падає лише на невеликий відсоток (рис. 3.5)

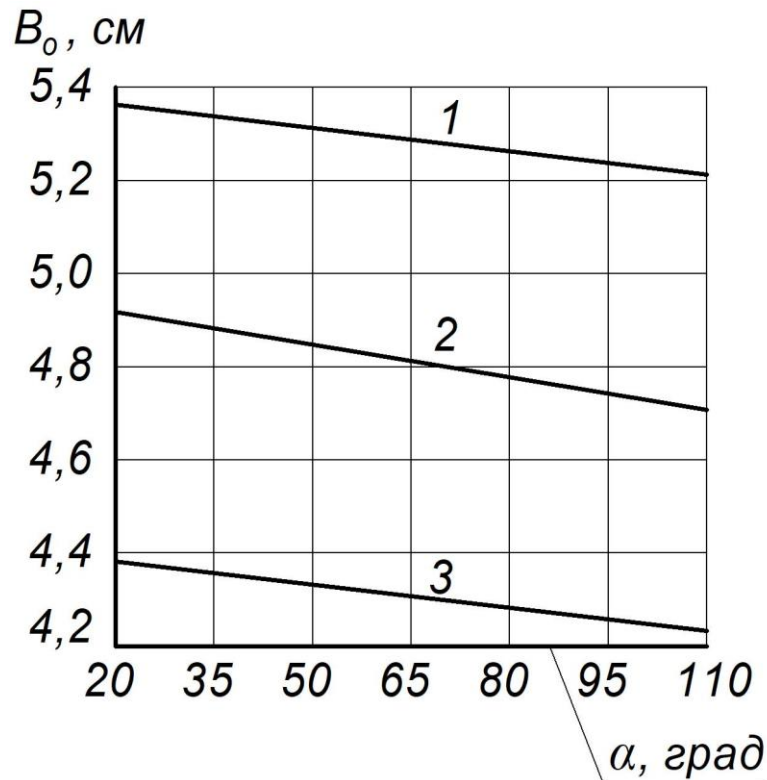


Рис. 3.6 Залежність відстані між робочими елементами загортача від зони деформації ґрунту:

1 – навантаження 15 кг; 2 - навантаження 12,5 кг; 3 - навантаження 10 кг

Тоді можна записати, що:

$$K = \sqrt{\frac{2}{\pi \cdot [P_{cp}]}} \quad (3.13)$$

$B_0$  вимірюється в частинах величини  $K$ .

Однак, при зміні тиску від 10 до 15 кг оптимальне значення відстані між робочими елементами загортача зменшується при однакових умовах до 40% (рис. 3.7). Тоді:

$$N = \sin \left( \frac{\alpha}{2} \right) \cdot \sqrt{\frac{2F}{\pi \cdot \left( 1 - \cos \left( \frac{\alpha}{2} \right) \right)}} \quad (3.14)$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

$B_o$  вимірюється в частинах величини  $N$ .

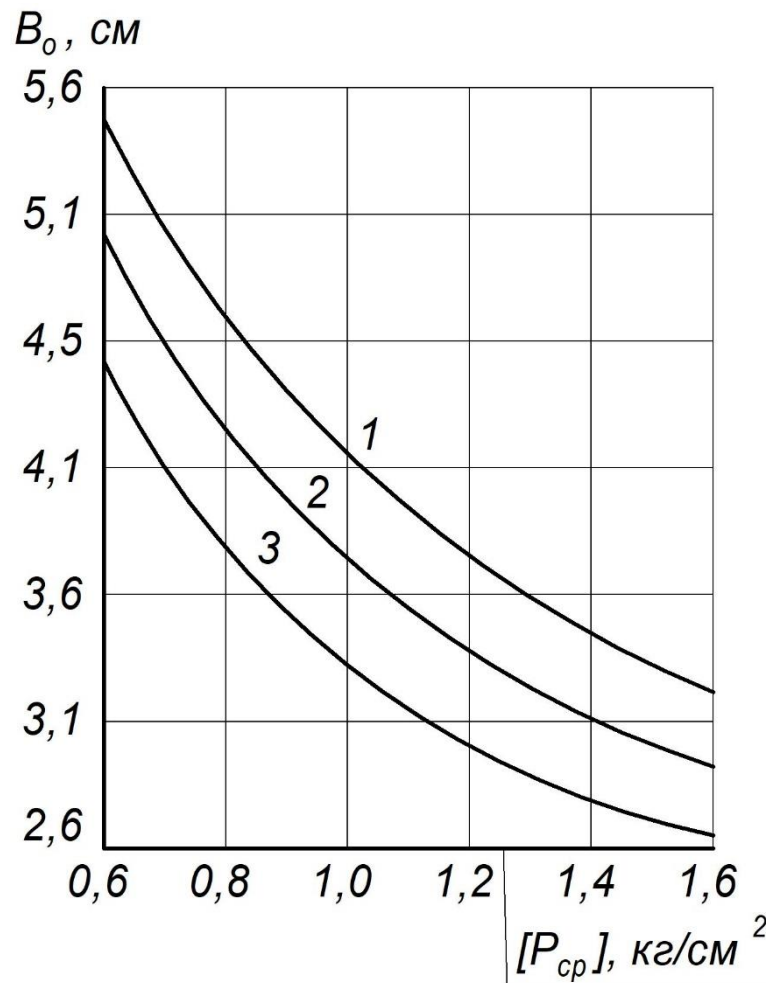


Рис. 3.7 Оптимальна відстань між робочими елементами в залежності від навантаження:

1 – навантаження 15 кг; 2 - навантаження 12,5 кг; 3 - навантаження 10 кг

Підсумовуючи проведені розрахунки можна сказати, що оптимальна відстань між робочими елементами загортача може бути обрана із дуже вузького інтервалу значень. І залежать від форми робочої поверхні, кута її дії і напряму формування деформацій ґрунтового масиву, а також від фізико-механічних властивостей самого ґрунту і ступеню його підготовки.

В нашому випадку, виходячи із конструктивних особливостей секції сівалки Vesta 8 теоретично відстань між робочими елементами можна приймати від 30 мм, граничну межу можна визначити тільки після проведення експериментальних досліджень в лабораторних умовах.

### 3.2 Обґрунтування місця установки загортача

Особливим питанням також стоїть визначення відстані на якій загортач нової конструкції може бути встановлений на секції робочих органів. Оскільки конструкція загортача забезпечує загортання насіння в той момент коли воно вже знаходиться на дні борозни, то визначним моментом є забезпечення його обтиснення з обох боків для створення потрібних умов проростання [14,15,21]. Також необхідно врахувати, що запропонований загортач має коткову форму і може в деяких випадках формувати перед собою валок, а це може вплинути на якість загортання насіння, тому відстань від сошника до робочих елементів загортача повинна врахувати особливості його конструкції.

Конструкція сошників розрахована таким чином, що довжина щік забезпечує відстань для розміщення насіння в борозні на всіх діапазонах швидкостей посіву, то місце розміщення загортачів може починатись вже після закінчення щік сошника. Установка загортачів, які ідуть одразу після сошника можуть здійснювати вплив на рівномірність розподілу насіння як по довжині, так і по ширині. Практично загортачі встановлюють на різні відстані від сошників. Для того щоб чіткіше визначити місце розміщення загортачів потрібно знати установочний розмір  $L$ , відстані від точки викиду насіння до центра осі робочої поверхні загортача  $B$  (рис. 3.8).

За час потрапляння насіння  $t$  з точки  $A$  до точки  $A_1$  робоча поверхня загортача повинна переміститись із точки  $B$  в точку  $B_1$  (за час  $t_1$ ), а частки ґрунту повинні із точки  $C$  потрапити в точку  $C_1$  (за час  $t_2$ ) і загорнути насіння в точці  $A_1$ , тобто:

$$t = t_1 + t_2 \quad (3.15)$$

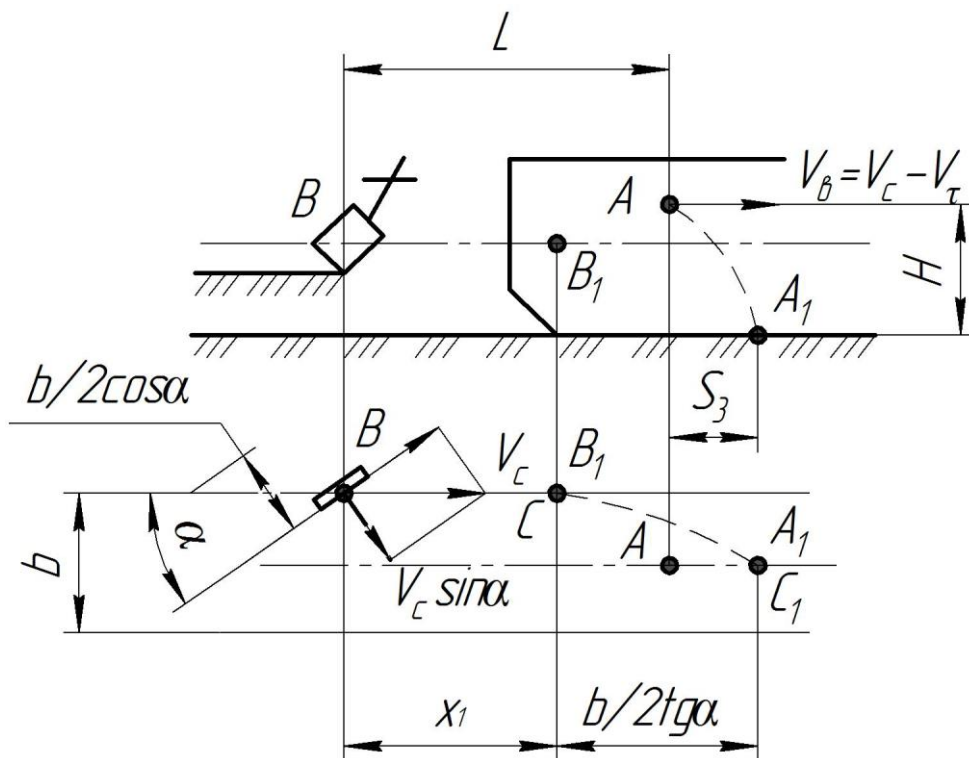


Рис. 3.8 Схема для визначення розміру до робочій поверхні загортача

За час  $t$  насіння рухаючись проходить шлях:

$$S_3 = V_s \sqrt{2H/g}, \quad (3.16)$$

за час  $t_1$  робоча поверхня загортача проходить шлях

$$x_1 = V_c t_1 \quad (3.17)$$

Частки ґрунту під дією робочій поверхні загортача потрапляють в борозну з швидкістю  $V_c \sin \alpha$  і за час  $t_2$  проходять відстань  $b/2 \cos \alpha$ .

Якщо величини часу  $t$ ,  $t_1$ ,  $t_2$  виразити через їх значення, то:

$$t = \sqrt{\frac{2H}{g}}, \quad (3.18)$$

$$t_1 = \frac{x_1}{V_c}, \quad (3.19)$$

$$t_2 = \frac{b}{2V_c \sin \alpha \cdot \cos \alpha} = \frac{b}{V_c \cdot \sin 2\alpha}. \quad (3.20)$$

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Підставляючи у вираз  $t = t_1 + t_2$  отримані значення, отримаємо:

$$\sqrt{\frac{2H}{g}} = \frac{x_1}{V_c} + \frac{b}{V_c \sin 2\alpha}, \quad (3.21)$$

Перетворивши, знайдемо

$$x_1 = V_c \sqrt{\frac{2H}{g}} - \frac{b}{\sin 2\alpha}. \quad (3.22)$$

Визначаємо розмір установки робочої поверхні загортача із рис. 3.8:

$$\begin{aligned} L &= x_1 + \frac{b}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha - S_3 = V_c \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} - \frac{b}{\sin 2\alpha} + \frac{b}{2} \cdot \operatorname{tg} \alpha - V_e \cdot \sqrt{\frac{2H}{g}} = \\ &= \sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot (V_c - V_e) + b \cdot \left( \frac{\operatorname{tg} \alpha}{2} - \frac{1}{\sin 2\alpha} \right) \end{aligned} \quad (3.23)$$

При роботі робочої поверхні загортача коткового типу його вісь за час падіння насіння із точки  $A$  в точку  $A_1$  проходить шлях  $L + S_3$ , тоді:

$$L + S_3 = V_c \sqrt{\frac{2H}{g}}, \quad (3.23)$$

$$L = \sqrt{\frac{2H}{g}} (V_c - V_e). \quad (3.24)$$

Таким чином, установка робочої поверхні загортачів для загортання насіння в момент коли воно потрапляє на дно борозни залежить від горизонтальної швидкості руху насіння і швидкості сівалки, а також висоти його падіння. В зв'язку з цим кріплення загортачів коткового типу на сівалці повинно забезпечувати можливість регулювання для посіву на різних швидкостях.

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

## 4. Охорона праці

### 4.1 Небезпечні та шкідливі фактори, які виникають при експлуатації сівалки Vesta 8

При експлуатації просапної сівалки Vesta 8 можуть виникати такі небезпечні та шкідливі фактори, які впливають як на безпеку оператора, так і на якість виконання робіт. До основних небезпечних та шкідливих факторів належать [22-28]:

рухомі частини сівалки, такі як сошники, колеса та загортачі, можуть стати причиною травм при необережному поводженні;

необхідність обслуговування та налаштування деталей сівалки вимагає дотримання техніки безпеки, щоб уникнути порізів, здавлень чи ударів;

тривала робота сівалки може призвести до впливу вібрації та шуму на оператора, що може викликати дискомфорт та стомлюваність;

недотримання норм шуму може призвести до порушень слуху;

під час роботи сівалки може утворюватися пил, що негативно впливає на дихальну систему оператора;

використання засобів індивідуального захисту, таких як маски чи респіратори, може знизити вплив цього фактора;

використання пестицидів або добрив може призвести до контакту оператора з небезпечними хімічними речовинами;

необхідно дотримуватися правил зберігання та використання хімікатів, а також використовувати відповідні засоби індивідуального захисту;

оператор сівалки може зазнавати значних фізичних навантажень, особливо при тривалому використанні обладнання;

раціоналізація робочого процесу та регулярні перерви можуть допомогти знизити цей вплив;

недотримання інструкцій з експлуатації або неправильне налаштування сівалки може призвести до збоїв у роботі та підвищення ризику аварійних ситуацій.

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Для мінімізації цих ризиків необхідно дотримуватися всіх рекомендацій виробника щодо безпечної експлуатації сівалки Vesta 8, проводити регулярні технічні огляди та обслуговування обладнання, а також використовувати засоби індивідуального захисту.

#### **4.2 Запобігання негативному впливу умов роботи**

Для запобігання негативному впливу умов роботи при посіві просапних культур важливо дотримуватися низки заходів, спрямованих на забезпечення безпеки оператора та ефективності роботи [22-28]. Наведемо основні рекомендації:

оператор повинен носити відповідний одяг, взуття, рукавички та захисні окуляри;

для захисту від пилу та аерозолів слід використовувати маски або респіратори;

перед початком роботи необхідно ознайомитися з інструкцією з експлуатації сівалки;

забороняється проводити обслуговування або налаштування обладнання під час його роботи;

потрібно уникати контакту з рухомими частинами сівалки;

використання амортизуючих підкладок та спеціальних сидінь для зниження впливу вібрації на оператора;

використання захисних навушників або берушів для зменшення шумового навантаження;

організація регулярних перерв для відпочинку оператора;

зміна операторів для запобігання перевтоми;

застосування методів пилоподавлення, таких як зволоження ґрунту;

використання хімічних речовин (пестицидів, добрив) відповідно до рекомендацій виробника та із застосуванням ЗІЗ;

регулярна перевірка технічного стану сівалки, виявлення та усунення несправностей;

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

налаштування обладнання відповідно до умов роботи та рекомендацій виробника;

проведення регулярних інструктажів з безпеки та навчання операторів правильному використанню обладнання;

ознайомлення операторів з можливими ризиками та методами їх запобігання;

забезпечення достатньої освітленості та видимості робочої зони;

підтримка чистоти та порядку на робочому місці для запобігання аварійних ситуацій.

Дотримання цих заходів допоможе знизити негативний вплив умов роботи при посіві просапних культур, забезпечити безпеку оператора та підвищити ефективність посівних робіт.

#### **4.3 Дії для забезпечення безпечних умов праці**

Для забезпечення безпечних умов праці при посіві просапною сівалкою необхідно виконувати наступні дії [22-28]:

при попередній підготовці необхідно проводити провести інструктаж та навчання оператора щодо правил безпечної експлуатації сівалки, ознайомити з інструкцією виробника;

перевірити робочу зону на наявність небезпечних предметів та підготувати поле до роботи, видаливши великі камені та інші перешкоди;

використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ);

оператор повинен носити захисний одяг і взуття, які відповідають вимогам безпеки;

для захисту від пилу та аерозолів слід використовувати респіратори або маски;

забезпечують захист очей та рук від механічних та хімічних впливів;

захисні навушники або беруші для зниження рівня шуму;

перевірка та обслуговування сівалки перед кожним використанням для виявлення та усунення несправностей;

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

налаштування параметрів сівалки відповідно до умов роботи та типу насіння;

організація робочого процесу з урахуванням робочого графіка та перерв для відпочинку оператора;

регулярна зміна операторів для запобігання перевтоми;

виконання всіх етапів посіву відповідно до технологічних вимог;

під час роботи з пестицидами та добривами використовувати засоби захисту, рекомендовані виробником;

правильне зберігання та транспортування хімічних речовин для запобігання їх розливу або пошкодження упаковки;

забезпечення регулярних перерв для відпочинку та відновлення сил;

контроль за фізичним станом оператора, своєчасне реагування на ознаки втоми чи нездужання;

забезпечення достатнього освітлення робочої зони, особливо при роботі у ранкові або вечірні години;

підтримка чистоти та порядку на робочому місці для зниження ризику виникнення аварійних ситуацій;

регулярний аналіз ризиків та оцінка безпечності робочих умов;

використання нових технологій та методів для підвищення безпеки та ефективності роботи.

Дотримання цих дій допоможе створити безпечні умови праці при посіві просапною сівалкою, забезпечуючи захист оператора та високу ефективність робіт.

#### **4.4 Заходи для покращання умов праці робітників при вирощуванні просапних культур**

Для покращання умов праці робітників при вирощуванні просапних культур слід вжити комплекс заходів, спрямованих на забезпечення безпеки, комфорту та ефективності роботи. Основні заходи включають [22-28]:

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

надання робітникам відповідного захисного одягу, взуття, рукавичок, окулярів, респіраторів та навушників;

регулярна перевірка та заміна ЗІЗ для забезпечення їх ефективності;

використання сучасної техніки для виконання важких та монотонних робіт, зокрема тракторів, сівалок, культиваторів та комбайнів;

впровадження автоматизованих систем контролю та управління для зниження фізичного навантаження на робітників;

організація роботи з урахуванням оптимального режиму праці та відпочинку;

забезпечення регулярних перерв для відпочинку та прийому їжі;

забезпечення тіньових зон для відпочинку робітників під час перерв;

встановлення мобільних санітарних споруд, забезпечення доступу до чистої питної води та медичної допомоги;

проведення регулярних медичних оглядів для оцінки фізичного стану робітників;

організація профілактичних заходів для попередження професійних захворювань;

організація навчання робітників з питань безпеки праці, правильного використання техніки та обладнання;

підвищення кваліфікації робітників для підвищення їх професійних навичок та знань;

забезпечення якісного освітлення робочої зони, особливо при виконанні робіт у темний час доби;

зменшення рівня шуму та вібрації за допомогою відповідних технічних засобів;

організація безпечного зберігання та використання хімічних речовин, таких як пестициди та добрива;

навчання робітників щодо безпечного поводження з хімікатами та використання ЗІЗ;

регулярний моніторинг умов праці та виявлення потенційних ризиків;

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

впровадження заходів для постійного покращення умов праці на основі отриманих даних;

забезпечення робітників соціальними гарантіями, такими як страхування, оплачувані відпустки та інші пільги;

створення умов для професійного та особистісного розвитку робітників.

Вжиття цих заходів сприятиме покращенню умов праці робітників при вирощуванні просапних культур, підвищенню їхньої продуктивності та задоволеності роботою, а також зниженню ризику травм та професійних захворювань.

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

## 5. Економічна частина

### 5.1 Економічна ефективність сівалки Vesta 8 з удосконаленим загортачем коткового типу

Ефективність нової конструкції запропонованого загортача оцінювалась через:

перевірку, наскільки розроблена конструкція відповідає вимогам для формування умов для проростання насіння і його загортання;

оцінку переваг при використанні розробленого робочого органу порівняно із заводською конструкцією;

оцінка ефективності розробленої конструкції загортачів коткового типу просапної сівалки базувалась на прогнозуванні можливого урожаю окремо взятої культури в господарстві за умови його використання.

Порівняння ефективності використання розроблених загортачів із стандартним показало, що урожайність культури соняшника може зрости на 2 центнера на гектар в порівнянні із базовими показниками.

Оскільки прибуток від впровадження нової технології визначається збільшенням врожайності культури, то це може бути виражено у вигляді залежності, як споживач отримує додаткові вигоди:

$$B_c = \Delta\Pi_{\text{в}} \cdot C_{\text{мз}} \cdot H_{\text{мс}}, \quad (5.1)$$

де  $\Delta\Pi_{\text{в}}$  – приріст врожайності, ц;

$C_{\text{мз}}$  – закупівельна ціна, грн/ц;

$H_{\text{мс}}$  – наробіток машини за сезон, га.

Нормативний наробіток машини за сезон:

$$H_{\text{мс}} = 0,1 \cdot B \cdot V_p \cdot K_{\text{ез}} \cdot N_3, \quad (5.2)$$

де  $B$  – ширина захвату сівалки, м;

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

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

$K_{ez}$  – коефіцієнт використання експлуатаційного часу зміни;

$N_3$  – завантаження сівалки за сезон, год.

Очікуваний річний економічний ефект:

$$E_p = E_k - K_{не} E_n \Delta K_{ок}; \quad (5.3)$$

де  $E_k$  – додаткова економічна користь, грн;

$K_{не}$  – коефіцієнт ефективності додаткових капітальних витрат;

$\Delta K_{ок}$  – капітальні вкладення споживача, грн.

Очікуваний ефект на гектар від впровадження однієї машини:

$$E_n = E_p / H_{мс}, \quad (5.4)$$

Для виконання розрахунків були використані наступні дані: врожайність соняшника по модернізованій машині; мінімальна закупівельна ціна 1 ц соняшника [29]; значення нормативних величин [30]; технічних характеристик машини. В результаті підстановки отриманих даних в вище наведені залежності отримали наступні значення показників економічної ефективності:

$$B_c = 2 \cdot 725 \cdot 95,5 = 138475 \text{ грн}$$

$$H_{мс} = 0,1 \cdot 2,1 \cdot 7 \cdot 0,65 \cdot 100 = 95,5 \text{ га}$$

$$E_p = 138475 - 0,15 \cdot 5000 = 137725 \text{ грн}$$

$$E_n = 137725 / 95,5 = 1442 \text{ грн / га}$$

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

## Висновки

1. Аналіз існуючих технологій вирощування просапних культур показав, що значного збільшення рентабельності виробництва можна досягти, якщо покращити якість процесу загортання насіння який забезпечує кращі умови для динамічного росту рослин в початковому періоді вегетації, це напряду може впливати на формування майбутнього врожаю.

2. В процесі модернізації сівалки Vesta 8 був розроблений новий загортач коткового типу, який виконаний комбінованим, зовнішня бічна частина якого виконана у вигляді вертикального однобічно загостреного диску, у внутрішній частині знаходиться загортальний елемент коткового типу, який утворений гумовим ободом із порожниною атмосферного тиску та встановлений на каркасі диску та має зовнішній профіль у вигляді частини кола.

3. На основі математичної моделі встановлено закономірності впливу геометричних параметрів робочого елемента розробленого загортача на виконання процесу загортання борозни. Теоретично досліджено вплив робочої поверхні загортача на якість загортання і ущільнення ґрунту навколо насінини.

4. Теоретично отримані залежності величини тиску робочої поверхні загортача на ґрунт яка залежить від конструктивних параметрів, ваги, опору перекочування і розмірів самого робочого елемента, а також місця установки загортача та визначення діаметра його робочої частини.

5. Розроблені заходи для покращення умов праці і усуненню шкідливих та небезпечних виробничих факторів під час сівби просапних культур.

6. Розроблена конструкція коткового загортача просапної сівалки, дає можливість значно покращити процес загортання насіння просапних культур і збільшити врожайність до 10%.

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів: НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.
2. Артеменко Д.Ю., Онопа В.А., Скриннік С.С. Обґрунтування конструкції комбінованого прикочуючого котка просапної сівалки. Scientific Journal «ScienceRise» №11 (28) 2016. – С. 25-29.  
<http://journals.uran.ua/sciencerrise/article/view/80814>
3. Артеменко Д.Ю., Магопець О.С., Ауліна Т.М., Семенова Д.А. Результати експериментальних досліджень розподілу полів деформацій в ґрунті від дії прикочуючих котків бурякових сівалок. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин / КНТУ, 2007, випуск 37, 1 – С. 286 – 290.
4. Артеменко Д.Ю. Теоретичне дослідження процесу взаємодії конусного котка просапної сівалки з ґрунтом. Вісник аграрної науки Причорномор'я: науково-теоретичний фаховий журнал / В. С. Шибанін (гол. ред.) та ін. – Миколаїв, 2012. Вип. 1 (65). – С. 171 – 177.
5. Артеменко Д.Ю., Магопець О.С. Теоретичне дослідження основного технологічного параметру удосконаленої конструкції пружинного загортача просапної сівалки. Вісник аграрної науки Причорномор'я: науково-теоретичний фаховий журнал / В.С. Шибанін (гол. ред.) та ін. - Миколаїв, 2011. - Вип. 4 (61), Т.1. - С. 244 – 250.
6. Д.Ю. Артеменко, В.А. Онопа. Дослідження і обґрунтування конструкції пружинного загортача просапної сівалки. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин / ЦНТУ, Вип. 52, 2022 – С. 12-24.  
[http://zborniksgm.kntu.kr.ua/archive/52/52\\_Artemenko.html](http://zborniksgm.kntu.kr.ua/archive/52/52_Artemenko.html)

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

7. ЗАТ «Elvorti». Сівалки універсальні пневматичні Vesta 6, Vesta 8, і їх модифікації. Керівництво по експлуатації (для оператора). Кіровоград, 2015. – 87 с

8. Каталог продукції Elvorti. Сівалка Vesta 8. URL: <https://elvorti.com/catalog/>

9. Prospect of the Kverneland Company. 2017. Monopill - Mechanische Einzelkornsämaschine. Präzise Vereinzlung - nicht nur bei Rüben. Kverneland Group Deutschland. GmbH/Germany. URL: <https://www.kverneland.de/Saetechnik/Einzelkornsämaschinen/Kverneland-Monopill-Monopill-e-drive-II>

10. Prospect of the Kuhn Company. 2015. Planter 3. Precision seed drills. Kuhn farm machinery (UK). URL: <http://www.kuhn.co.uk/uk/range/seeding/pneumatic-precision-seed-drills/planter-3-m-single-bar.html>

11. Prospect of the Ribouleau Company. 2018. The precision Planter specialist. MECA V4. Ribouleau MONOSEM – FRANCE. URL: <https://www.monosem.com/Range/Planter-range/MECA-V4>

12. Prospect of the Gaspardo Company. 2017. SP Range. Pneumatic precision seed drills. Italy. URL: <https://www.maschio.com/assets/Uploads/Leaflet-SP-RANGE-17-2017-09-W00230043R-EN.pdf>

13. Operating manual Amazone. 2017. Precision airplanter. Amazonen-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG. Germany. URL: <http://et.amazone.de/files/pdf/mg5226.pdf>

14. Сисолін П.В. та інш. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; за ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.

15. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 1, частина 2. Машини для сівби та садіння. – Харків: Око, 2002. – 452 с.

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

16. Кушнар'ов А.С. Механіко – технологічні основи обробітку ґрунту / А.С. Кушнар'ов, В.І. Кочев. – К.: Урожай, 1989. – 144 с.

17. Артеменко Д.Ю., Настоящий В.А. Обґрунтування робочої поверхні конусного прикочуючого котка просапної сівалки. Scientific Journal «ScienceRise». №5/2(34)2017. – С. 18-22. URL: <http://journals.uran.ua/sciencerrise/article/view/101960>

18. Ловкіс В.Б., Бакач Н.Г., Радько Е.Г., Лисай Н.К. Дослідження впливу прикочуючого котка на зміни характеристик ґрунту по глибині. Агропанорама. – 2011. - № 6. – С. 4-6.

19. Кравченко В.І. Вивчення зміни щільності ґрунтів під дією сільськогосподарських тракторів і машин. Вивчення властивостей ґрунтів у зв'язку з ущільнюючою дією сільськогосподарської техніки на ґрунт. Зб. наук. праць – Київ, 1984. – С. 91-97.

20. Бевз Г.П., Боголюбов О.М., Фільчаков П.Ф., Швецов К.І., Яремчук Ф.П. Довідник з елементарної математики / Ред. П.Ф. Фільчаков. Київ, Видавництво: Наукова думка. 1975. – 656 с.

21. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. - К.: Вища освіта, 2005. - 464 с.

22. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / М.П. Гандзюк, Є.П. Желібо, М.О. Халімовський. За редакцією М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2003. – 408с.

23. ДСТУ 7239:2011. Засоби індивідуального захисту. [http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2011/09/dstu\\_7239\\_2011.pdf](http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2011/09/dstu_7239_2011.pdf)

24. ДСТУ 2867-94. Державний стандарт України. Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. [https://ksv.do.am/GOST/DSTY\\_ALL/DSTY3/dsty\\_2867-94.pdf](https://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY3/dsty_2867-94.pdf)

25. СП 4282-87. Санітарні правила по устрою тракторів та сільськогосподарських машин. [https://dnaop.com/html/57502/doc-%D0%A1%D0%9F\\_4282-87](https://dnaop.com/html/57502/doc-%D0%A1%D0%9F_4282-87)

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

26. ДСТУ 2189-93. Система стандартів безпеки праці. Машина сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. Київ, 1994. – 25 с.

27. ГОСТ 25942-90. Трактори і сільськогосподарські машини. Пристрої швидковідєднуючі. Вимоги до конструкції.  
[http://www.leonorm.lviv.ua/p/DG/CND2015\\_2.HTM](http://www.leonorm.lviv.ua/p/DG/CND2015_2.HTM)

28. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник / В.Ц. Жидецький – Львів: Афіша, 2002.– 320 с.

29. Tripoli-land. Закупівельні ціни. <https://tripoli.land/ua/fasol>

30. Єрмаков О.Ю. Організація сільськогосподарського виробництва. Навч. метод. посібник– 2 –ге вид., доп. і перер. - К.: НАУ, 2007. – 266 с.

					<b>МОПЗ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

## **Додатки**

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документація</i>						
A1			МОПС 00.000 СБ	Складальне креслення	1	
<i>Складальні одиниці</i>						
	1		МОПС 00.000.01	Опорно приводне колесо	2	
	2		МОПС 00.000.02	Маркери	2	
	3		МОПС 00.000.03	Вентилятор	1	
	4		МОПС 00.000.04	Секція робочих органів	8	
	5		МОПС 00.000.05	Коробка зміни передач	2	
	6		МОПС 00.000.06	Туковисівний апарат	3	
	7		МОПС 00.000.07	Сошник туковий	8	
	8		МОПС 00.000.08	Система трубопроводів	8	
	9		МОПС 00.000.09	Механізм передач	1	
	10		МОПС 00.000.10	Механізм навіски	1	
	11		МОПС 00.000.11	Повітряпровод	2	
			<b>МОПС 00.000</b>			
			Изм	Лист	№ докум.	Подп.
			Разраб.	Зіньковський		
			Пров.	Артеменко		
			Н.контр.	Мачок		
			Утв.	Лещенко		
				Універсальна пневматична сівалка Vesta 8		
				Лист	Лист	Листов
						1
				ЦНТУ гр. ГМ-22М-12		

Копіював

Формат А4



Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание																																			
							Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																														
<i>Документація</i>																																									
A1			МОПС 00.110 СБ	Складальне креслення																																					
<i>Складальні одиниці</i>																																									
A4	1		509.046.1250	Поводок	1																																				
A4	3		509.046.1270	Натяжник	1																																				
A4	10		509.046.1440	Опора	1																																				
A4	16		509.046.1490А-1	Поводок	1																																				
A4	20		509.046.2050А	Кронштейн	1																																				
A2	28		МОПС 00.160	Сошник	1																																				
A4	33		509.046.4720	Винт регулювальний	1																																				
A2	36		509.046.4750А	Каток передній	1																																				
A2	38		МОПС 00.120	Загартач	1																																				
A0	40		МОПС 00.180	Апарат висівний	1																																				
<b>МОПС 00.110</b>																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%;">Изм.</td> <td style="width: 15%;">Лист</td> <td style="width: 15%;">№ докум.</td> <td style="width: 15%;">Подп.</td> <td style="width: 15%;">Дата</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Разраб.</td> <td>Зиньковський</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>Лист</td> <td>Листов</td> </tr> <tr> <td>Проб.</td> <td>Артеменко</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Н.контр.</td> <td>Мачок</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">ЦНТУ</td> </tr> <tr> <td>Утв.</td> <td>Лещенко</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2" style="text-align: center;">гр. ГМ-22М-12</td> </tr> </table>							Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			Разраб.	Зиньковський				Лист	Листов	Проб.	Артеменко					1	Н.контр.	Мачок				ЦНТУ		Утв.	Лещенко				гр. ГМ-22М-12	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата																																					
Разраб.	Зиньковський				Лист	Листов																																			
Проб.	Артеменко					1																																			
Н.контр.	Мачок				ЦНТУ																																				
Утв.	Лещенко				гр. ГМ-22М-12																																				
<b>Секція робочих органів</b>																																									
<i>Копіював</i>				<i>Формат А4</i>																																					

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<i>Деталі</i>		
A4		42	С 4.602	Штир	1	
A3		45	С 48.601-09	Вісь	1	
A4		54	ССГ 00.121	Вкладиш	1	
A4		57	ССГ 00.647	Винт	1	
A3		60	СУПА 00.016	Ролік	1	
A4		63	509.046.0023	Шкала	1	
A4		65	509.046.4107A	Зацеп	1	
A4	Підп. і дата	70	509.046.669-01	Ось	1	
A4		73	509.046.6026	Штир	1	
A4	Інв. № докл.	78	509.046.6108	Штир	1	
A4		79	509.046.6201	Штир	1	
A4	Взам. інв. №	82	552.6.008	Пружина	1	
A3	Підп. і дата	84	552.7.005	Пружина	1	
A3		87	552.7.016	Пружина	1	
Інв. № подл.			<b>МОПС 00.110</b>			Лист
Ізм.	Лист	№ док.ум.				Підп.

Копіював

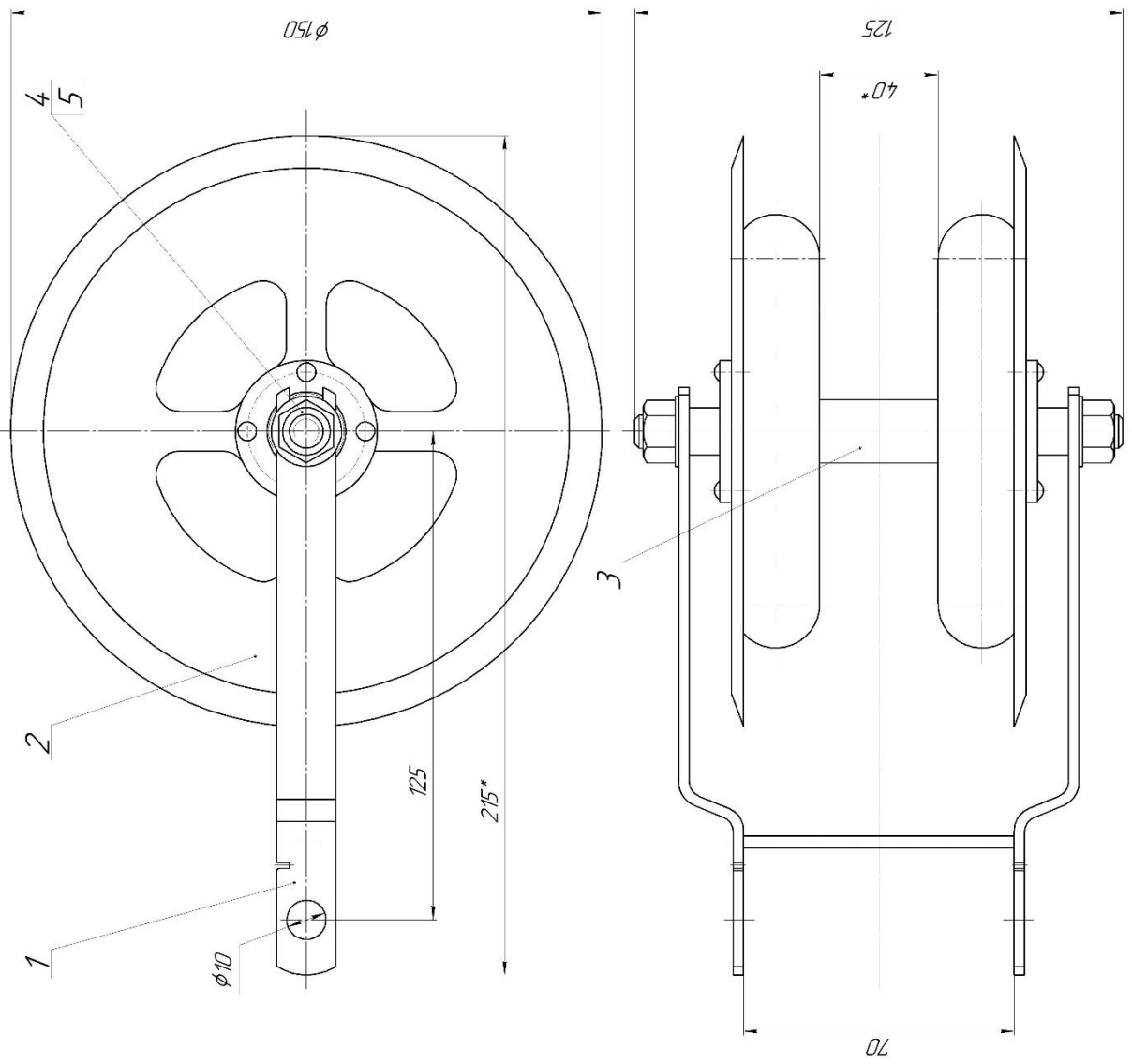
Формат А4







МОПС 00.120.СБ



1. Загоріач повинен легко без заїдань одвертатись на осі.
2. Осіде зміщення робочих елементів загоріача відносно осі більше 1 мм не допускається.
3. Цілі технічні вимоги по Н 04.100.000 ЛТ.
4. \* Розміри для довідок.

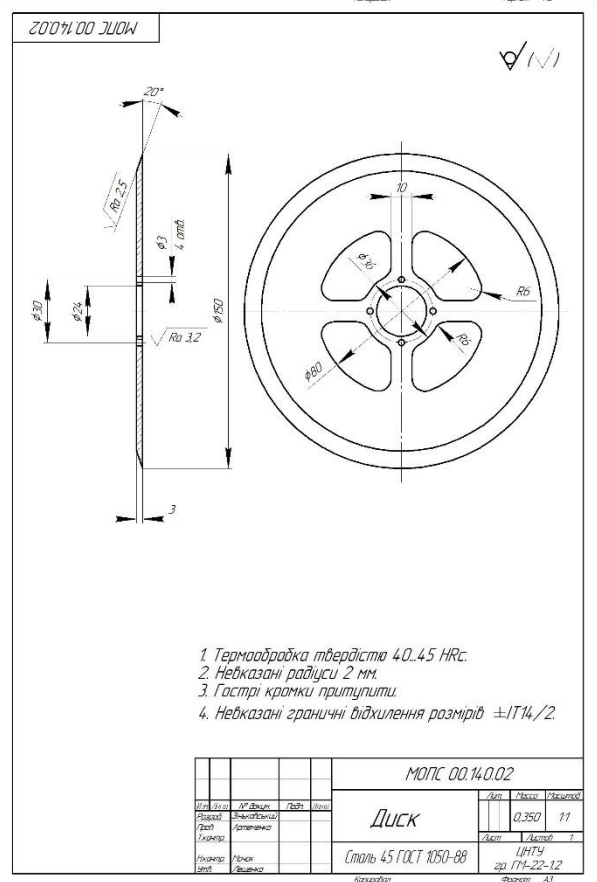
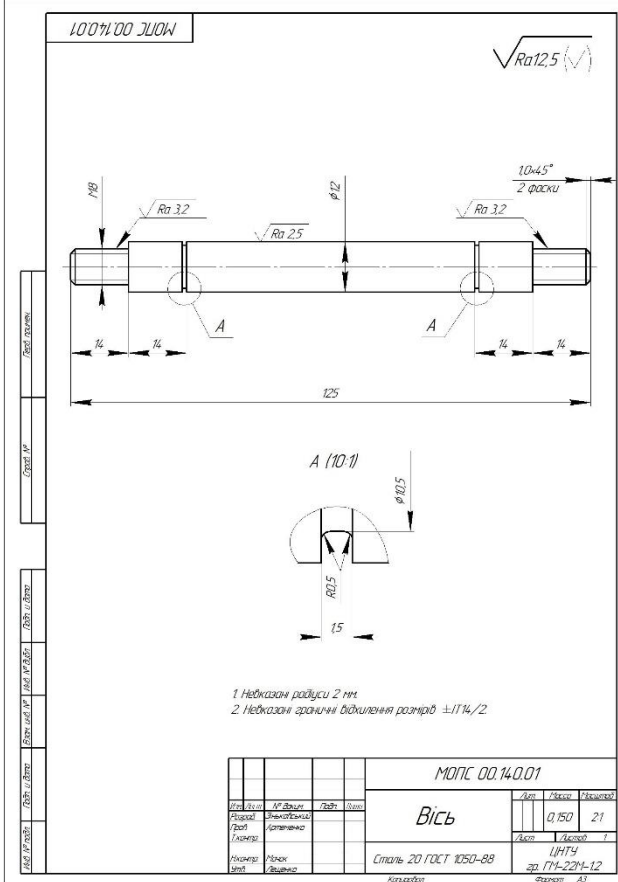
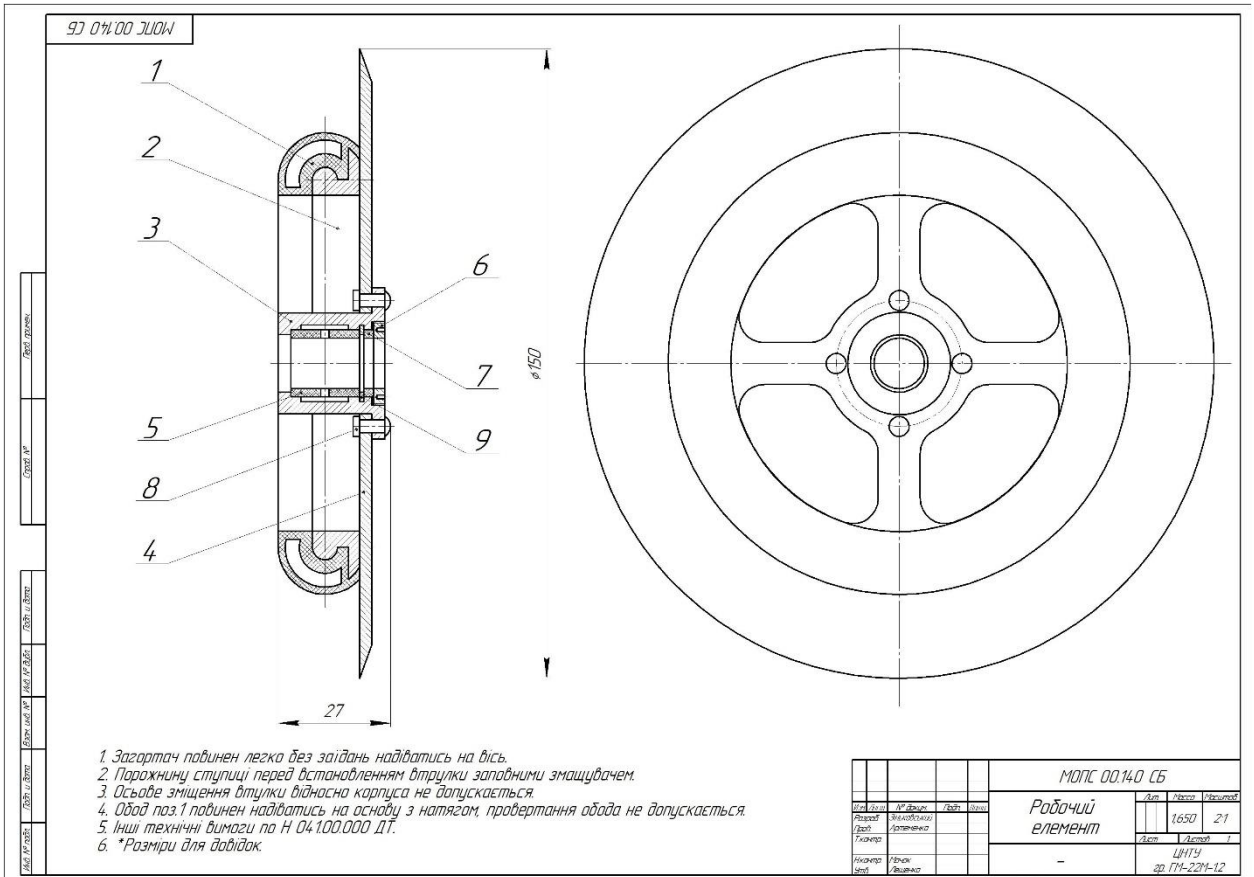
МОПС 00.120.СБ		Лист	Кількість	№ документа
Загоріач		330	21	
		Вид	Деталь	ІНТЧ
		Масштаб	1:1	до ПУ-234-12
		Розробив		Виконав
		Перевірив		Відп. за виконання
		Схвалено		Дата

Лист №	Всього	Всього	Всього	Всього
1	1	1	1	1

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
<i>Документація</i>									
A2			МОПС 00.14.0 СБ	Складальне креслення					
<i>Складальні одиниці</i>									
A3	1		МОПС 00.14.0.01	Обод	1				
A3	2		МОПС 00.14.0.02	Каркас	1				
A3	3		МОПС 00.14.0.03	Ступиця	1				
A3	4		МОПС 00.14.0.04	Диск	1				
A3	5		МОПС 00.14.0.05	Втулка	1				
A4	6		МОПС 00.14.0.06	Гайка	1				
й/к	7		МОПС 00.14.0.07	Ущільнювач	1				
<i>Стандартні вироби</i>									
		8		Заклепка з ГОСТ 10299-80	4				
		9		Кільце стопорне 12 ГОСТ 24559-81	1				
<b>МОПС 00.14.0</b>									
Изм./лист		№ док-м.		Подп.		Дата			
Разроб.		Зінькевич							
Проб.		Артеменко							
Нконтр.		Мачок							
Утв.		Лещенко							
<b>Робочий елемент</b>				Лист		Лист		Листов	
								1	
				ЦНТУ гр. ГМ-22М-12					
				Формат А4					

Копіював

Формат А4



**Мета, об'єкт, предмет і задачі дослідження**

**Мета і задачі дослідження.** Мета роботи полягає в покращенні загортання насіння загортачами коткового типу шляхом обґрунтування та вдосконалення їх конструкційних та технологічних параметрів.

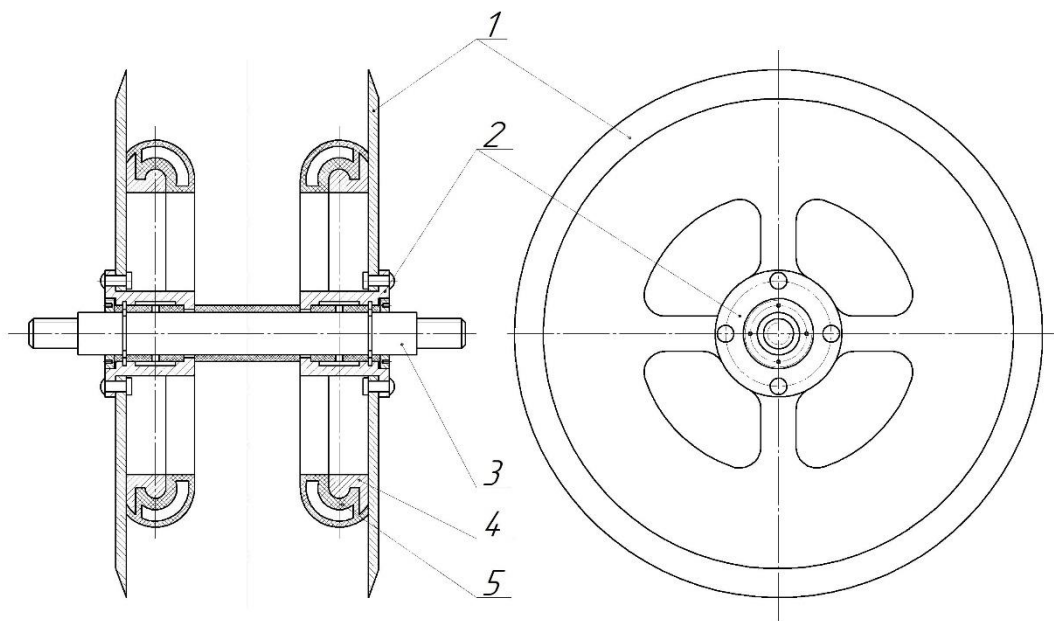
Для досягнення **мети** поставлено такі задачі: аналіз існуючого процесу роботи загортачів просапної сівалки для виявлення їх недоліків та обґрунтування шляхів усунення;

теоретично обґрунтувати конструкцію робочих елементів нового загортача та визначити параметри які впливають на якісне виконання технологічного процесу загортання насіння;

провести оцінку техніко-економічної ефективності вдосконаленої конструкції загортачів коткового типу в контексті їх впливу на врожайність.

**Об'єкт дослідження:** технологічний процес роботи загортачів коткового типу просапної сівалки.

**Предмет дослідження:** конструктивно-технологічні параметри загортачів коткового типу просапної сівалки та технологічні властивості ґрунту, які впливають на їх роботу.



**Схема удосконаленого загортача:**  
**1 - диск; 2 - підшипниковий вузол; 3 - вісь;**  
**4 - каркас; 5 - гумовий обод**

					МОПС 00.001 НЧ		
№ п/п	№ документа	Дата	Вид	Мета та задачі дослідження	Лист	Кількість	Всього
1	1			Мета та задачі дослідження	1	1	1
2	2						
3	3						
4	4						
5	5						
6	6						
7	7						
8	8						
9	9						
10	10						
11	11						
12	12						
13	13						
14	14						
15	15						
16	16						
17	17						
18	18						
19	19						
20	20						
21	21						
22	22						
23	23						
24	24						
25	25						
26	26						
27	27						
28	28						
29	29						
30	30						
31	31						
32	32						
33	33						
34	34						
35	35						
36	36						
37	37						
38	38						
39	39						
40	40						
41	41						
42	42						
43	43						
44	44						
45	45						
46	46						
47	47						
48	48						
49	49						
50	50						
51	51						
52	52						
53	53						
54	54						
55	55						
56	56						
57	57						
58	58						
59	59						
60	60						
61	61						
62	62						
63	63						
64	64						
65	65						
66	66						
67	67						
68	68						
69	69						
70	70						
71	71						
72	72						
73	73						
74	74						
75	75						
76	76						
77	77						
78	78						
79	79						
80	80						
81	81						
82	82						
83	83						
84	84						
85	85						
86	86						
87	87						
88	88						
89	89						
90	90						
91	91						
92	92						
93	93						
94	94						
95	95						
96	96						
97	97						
98	98						
99	99						
100	100						

# Аналіз процесу взаємодії загортача з ґрунтом

МОПС 00.002 НЧ

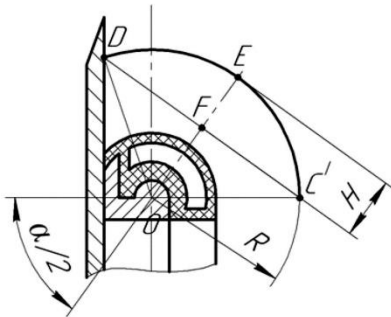


Схема дії робочого елемента на ґрунт

Середній тиск який здійснює робоча поверхня на ґрунт

$$P_{cp} = \frac{F}{2\pi} \cdot (\alpha + l)^2 \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)$$

де  $F$  - сумарна реакція зони деформації ґрунту;  
 $\alpha$  - кут розподілу деформацій від дії робочої поверхні;  
 $l$  - відстань від поверхні де формується тиск.

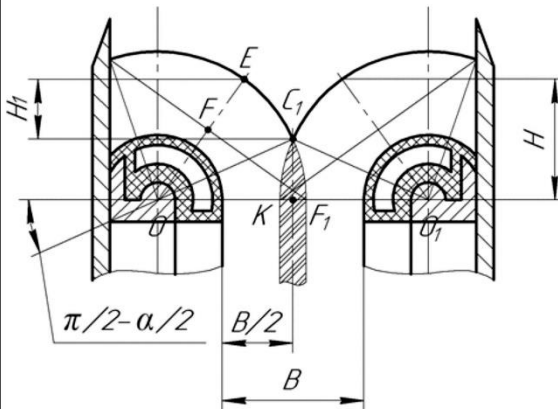


Схема розміщення робочих елементів загортача

Раціональна відстань між елементами загортача

$$B_o \leq \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) \cdot \sqrt{\frac{2F}{\pi P_{cp} \cdot \left(1 - \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right)}}$$

де  $P_{cp}$  - середній тиск який здійснює робоча поверхня на ґрунт;  
 $F$  - середня реакція зони деформації ґрунту.

Відстань від сошника до робочої поверхні загортача

$$L = \sqrt{\frac{2H}{g}} \cdot (V_c - V_b) + b \cdot \left(\frac{\operatorname{tg}\alpha}{2} - \frac{1}{\sin 2\alpha}\right)$$

де  $H$  - висота падіння насіння в борозну;  
 $V_c$  - швидкість потрапляння ґрунту в борозну від дії загортача;  
 $V_b$  - швидкість руху насіння в борозну;  
 $b$  - ширина боорозни;  
 $\alpha$  - кут дії загортача на ґрунт для забезпечення загортання борозни.

Лист 1 з 1

Лист 1 з 1

				МОПС 00.002 НЧ			
М.п. / Підп.	М.п. / Підп.	М.п. / Підп.	М.п. / Підп.	Теоретичні дослідження			
Директор	Заст. директора	Інженер	Інженер	Дет.	Листів	1	
Виконав	Уточн.	Відп.	Відп.	ЦНТЧ			
Інж.	Інж.	Інж.	Інж.	ар. ПМ-2294-12			
				Варіант А1			