

Центральноукраїнський національний технічний університет  
Агротехнічний факультет  
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

\_\_\_\_\_Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ВИПУСКНА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
**за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти**  
**на тему:**

Механізація вирощування цибулі з модернізацією  
просапної сівалки

Виконав здобувач вищої освіти IV  
курсу,

групи AI-22мб-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_Пилипенко Віталій Сергійович

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Дмитро АРТЕМЕНКО

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р.

Рецензент

\_\_\_\_\_ доц. Скриннік І.О.

## **Анотація**

У роботі проаналізовано технологію вирощування цибулі та можливість адаптації просапної сівалки Vesta 8 для якісного висіву цієї культури. Встановлено, що за незначного переобладнання дана сівалка здатна відповідати агротехнічним вимогам посіву цибулі. Ключовими робочими органами, що забезпечують якісне укладання та прикочування насіння, визначено борозний та задній прикочуючий котки. Запропоновано нову конструкцію борозного котка з двома функціональними частинами для укладання насіння та запобігання його налипанню. Розроблена комбінована конструкція заднього прикочуючого котка. Теоретично обґрунтовано геометричні параметри обох котків, що впливають на якість сівби. Розроблена конструкція робочих органів дозволяє ефективно висівати цибулю, покращити процес загортання насіння та сприяти підвищенню врожайності.

## **Abstract**

The study analyzes the onion cultivation technology and the potential adaptation of the Vesta 8 row crop seed drill for high-quality sowing of this crop. It was established that with minor modifications, the seed drill can fully meet the agronomic requirements for onion planting. The key working components identified for ensuring proper seed placement and firming are the furrow-forming roller and the rear press wheel. A new design of the furrow-forming roller is proposed, featuring two functional parts aimed at seed placement and preventing seed adhesion. A combined design of the rear press wheel has also been developed. The geometric parameters of both rollers, which influence sowing quality, have been theoretically substantiated. The proposed working body design allows for efficient onion sowing, improved seed covering, and contributes to increased crop yield.

Формат	Знач.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Перв. примен.				Документація загальна		
				Заново розроблена		
Справ. №	A4		МВЦ 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка		
				Документація по технологічній частині		
				Заново розроблена		
	A1		МВЦ 00.001 ТЧ	Технологічна карта	1	
	A1		МВЦ 00.002 ТЧ	Операційна карта	1	
Підп. і дата				Документація по складальним одиницям		
				Заново розроблена		
Инд. № дробл.	A1		МВЦ 00.000 СБ	Універсальна пневматична сівалка УПС 12	1	
Взам. инв. №	A1		МВЦ 00.110 СБ	Секція	1	
Підп. і дата	A2		МВЦ 00.130 СБ	Барозний коток	1	
			<b>МВЦ 00.000 ВП</b>			
			Изм.	Лист	№ док.м.	Подп.
Инд. № подл.	Разр.	Лиліпенко				
	Проб.	Артеменко				
			Відомість кваліфікаційної роботи			Лист
						Лист
						1
						ЦНТУ
						гр. АІ-22мб-1
						Формат А4

Копировал



## Зміст

1. Вступ.....	6
2. Аналіз сучасної технології вирощування цибулі з визначенням шляхів її удосконалення.....	7
3. Операційна технологія процесу посіву цибулі.....	28
4. Інженерна частина.....	43
5. Охорона праці.....	46
Висновки.....	49
Список використаної літератури.....	51
Додатки	

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

## 1. Вступ

Вирощування цибулі в Україні має велике значення для забезпечення продовольчої безпеки країни та розвитку аграрного сектору. Цибуля є однією з найважливіших овочевих культур, яка широко використовується в кулінарії та харчовій промисловості. Її вирощування є економічно вигідним, оскільки попит на цибулю залишається стабільним протягом року [1,2].

Дотримання технології посіву цибулі є ключовим фактором для отримання високого врожаю. Важливими аспектами вирощування є: підготовка ґрунту, вибір сорту, терміни посіву, густина посіву. Для посіву цибулі широко використовуються просапні сівалки, які забезпечують точний та рівномірний розподіл насіння в рядках. Використання пневматичних висівних апаратів дозволяє: точно контролювати відстань між насінням, зменшити витрати посівного матеріалу. На якість посіву також впливає конструкція сошника і загортаючих робочих органів [3,4]. Сошник забезпечує оптимальний доступ насіння до вологи та тепла, що сприяє його рівномірному проростанню та дотримання заданої відстані між насінням у рядку забезпечуючи оптимальну густоту посіву. Загортаючі робочі органи сівалки також відіграють важливу роль у процесі посіву формуючи над насінням шар ґрунту необхідної товщини. Якість роботи загортаючих робочих органів безпосередньо впливає на схожість насіння та подальший розвиток рослин [5,6].

Оскільки при вирощуванні цибулі дуже важливо забезпечити точне розміщення насіння як по довжині так і глибині рядка, то вдосконалення технології загортання насіння цибулі та конструкції просапної сівалки Vesta 8 є актуальним завданням, оскільки це спрямовано на поліпшення умов проростання насіння, що безпосередньо впливає на отримані врожаї.

					<b>МВЦ 00.000 ПЗ</b>		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<b>Пояснювальна записка</b>		
<i>Розроб.</i>		Пилипенко					
<i>Перевір.</i>		Артеменко					
<i>Н. Контр.</i>		Мачок					
<i>Затверд.</i>		Васильковський					
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						6	
					<b>ЦНТУ зр. АІ-22мб-1</b>		

## 2. Технологічна частина

### 2.1 Технологія вирощування цибулі

**Опис культури.** Цибуля (*Allium* *sepa*) належить до родини Цибулеві (*Alliaceae*). Це багаторічна трав'яниста рослина, яка складається з підземного видозміненого пагона - цибулини, а також надземної частини, що включає трубчасті листки. Цибулина формується на вкороченому стеблі - денці, де утворюються бруньки, захищені відкритими або закритими соковитими лусками. Зовнішня оболонка цибулини складається з сухих лусок, які можуть бути білого, жовтого або фіолетового забарвлення. Основна маса кореневої системи розміщується у верхньому шарі ґрунту, на глибині 5-30 см.

**Температура.** Цибуля ріпчаста характеризується відносною холодостійкістю. Найсприятливішою температурою для її росту та розвитку під час вегетаційного періоду є 17-19°C. Як засвідчили тривалі дослідження [7-9], рослина здатна нормально розвиватися в межах температурного діапазону  $\pm 7^\circ\text{C}$  від оптимального значення. Мінімальний температурний поріг для росту цибулі становить 5°C, що є доволі низьким показником порівняно з більшістю інших овочевих культур. Цей критичний температурний рівень визначає найменше значення, необхідне для проростання насіння та формування біомаси протягом усього вегетаційного циклу. У деяких випадках рослини цибулі можуть витримувати екстремально низькі температури. На початкових етапах розвитку, під час проростання насіння та появи сходів, молоді рослини можуть адаптуватися до температури ґрунту 2°C. Проте в таких умовах проростання може тривати до місяця, що негативно впливає на майбутній урожай. Для забезпечення швидкого проростання найкращою є температура понад 10°C, за якої сходи з'являються вже через 12-15 днів після висіву. Молоді рослини здатні витримувати короточасні заморозки до - 6°C. Для отримання високого врожаю необхідно правильно визначити оптимальні строки висіву: надто пізній посів скорочує період розвитку рослини, що у свою чергу зменшує загальний обсяг врожаю. Це пояснюється тим, що активне

					<b>МВЦ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

нарощування листя та коренів має вирішальне значення для належного формування цибулин.

**Потреба у світлі.** У процесі вирощування цибулі необхідно враховувати два основні фактори світлового впливу:

**Інтенсивність освітлення.**

Цибуля ефективно засвоює високу інтенсивність світла, що сприяє рівномірному збільшенню маси цибулини, особливо в поєднанні з високими температурами. Однак за нижчих температур посилене освітлення стимулює активний ріст листової маси (пера). Оптимальна освітленість для розвитку цієї культури, згідно з експериментальними даними, становить близько 25 000 люкс [7-9].

**Тривалість світлового впливу.**

Цей фактор є ключовим у процесі формування цибулин. Саме довжина світлового дня визначає момент початку дозрівання рослин та забезпечує необхідний обсяг урожаю. Попри те, що ріпчаста цибуля (*Allium cepa*) належить до культур довгого дня, з практичної точки зору її сорти можна поділити на три основні групи [7-9]:

Сорти дуже довгого дня - для ініціювання процесу формування цибулин потребують щонайменше 16 годин світла на добу. Такі різновиди мають довший період вегетації, дозрівають пізніше та формують дрібні цибулини.

Сорти довгого дня - потребують 14-15 годин освітлення для нормального формування цибулин. Це найпоширеніший тип цибулі, який успішно вирощується в Україні.

Сорти короткого дня - потребують 12-13 годин світла для утворення цибулин. В основному вирощуються в південних регіонах, де раннє потепління дозволяє отримати врожай у ранні терміни.

**Вимоги до ґрунту.** Цибуля здатна рости на ґрунтах із різною механічною структурою та рівнем рН, проте найкращі результати досягаються за показника кислотності від 5,5 до 7,5. Надмірно кислі ґрунти (рН < 5,5) не підходять для вирощування цієї культури, тому перед основним обробітком їх

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

слід вапнувати. На лужних ґрунтах (рН = 8,0 і більше) рекомендовано восени проводити гіпсування з розрахунку 3-5 тон фосфогіпсу на гектар. Найвищої продуктивності можна досягти на легких супіщаних або суглинистих ґрунтах, багатих на органічні речовини. Важливим чинником є оптимальне співвідношення води і повітря в структурі ґрунту, що забезпечує збалансований розвиток рослин. Надмірно легкі (піщані) або важкі (глинисті) ґрунти можуть негативно впливати на якість врожаю: на піщаних ґрунтах цибулини зазвичай менш щільні та мають нижчий вміст сухих речовин, тоді як на важких ґрунтах підвищується ризик ураження рослин ґрунтовими патогенними грибами, такими як *Fusarium*. Цибуля є однією з найбільш вимогливих до обробітку культур, оскільки її коренева система розташована у верхньому шарі ґрунту на глибині до 30 см. Саме тому якісна підготовка ґрунту в цьому горизонті має вирішальне значення для отримання рівномірних за розміром та формою цибулин [9-11].

**Попередники.** Найкращими культурами, що передують цибулі, є ті, які звільняють поле рано, дозволяючи підготувати ґрунт за типом напівпару. До них належать озимі зернові, бобові культури, ранні томати та картопля, ранньої і середньої стиглості сорти капусти, огірки, кабачки та баштанні культури. Несприятливими попередниками є рослини, які прибирають з поля пізно. Повертати цибулю на ту саму ділянку рекомендується не раніше ніж через 4-5 років [9-11].

**Густота висіву.** Посів слід проводити якомога раніше, щойно з'являється можливість вийти в поле. У південних регіонах посів починають у березні, а в інших районах крайній термін висіву припадає на початок травня.

Глибина загортання насіння залежить від способу зрошення: 2,5-3,0 см - для поверхневого зрошення, 1,5-2,0 см - при крапельному поливі.

Норма висіву складає 4-6 кг/га, а загальна кількість рослин має становити 800-1300 тис./га. Для отримання більших за розміром цибулин застосовують розріджений посів із густиною 600-800 тис. рослин/га.

					<b>МВЦ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Для цибулі застосовують ширококутну схему посіву. Схема висіву може змінюватися залежно від типу сівалки. Найпоширеніші варіанти: грядковий посів у 4 ряди з міжряддям 25 см і проміжком 50 см між грядками ( $4 \times 25$  см); грядковий посів у 6 рядів з відстанню 18 см між рядами і 70 см між грядками ( $6 \times 18 + 70$  см). Якість врожаю безпосередньо залежить від точності висіву. Рівномірний розподіл рослин у рядку дозволяє отримати більш однорідні за розміром і формою цибулини, що підвищує вихід товарної продукції. Система точного висіву забезпечує рівномірну відстань між рослинами, що створює однакові умови для їхнього розвитку. Це мінімізує кількість деформованих і викривлених цибулин. Крім того, точний висів дозволяє зменшити витрати на насіння, що є вагомим фактором для фермерів, оскільки ціни на гібридне насіння постійно зростають. Досягти необхідної точності висіву можна за допомогою різних висівних механізмів та їх налаштувань. Найкращим варіантом є пневматична сівалка, яка забезпечує високу точність і рівномірність посіву. Використання пневматичної сівалки є економічно доцільним для великих площ або при вирощуванні декількох культур у господарстві. Остаточний вибір типу сівалки залежить від особливостей господарства та фінансових можливостей [9-11].

**Забезпечення вологою.** Цибуля - культура з високою потребою у волозі через слабку кореневу систему. Протягом вегетаційного періоду є два критично важливі періоди, що визначають урожайність: період проростання та сходів; період інтенсивного росту цибулини до початку вилягання пера. Особливо важливим є другий період, оскільки саме тоді формується товарна продукція. Для реалізації потенційної врожайності слід забезпечити стабільний рівень вологості у кореневмісному шарі ґрунту (30-60 см).

Недостатнє водозабезпечення спричиняє деформації цибулин (особливо їх витягування) та розриви покривних лусок через нерівномірний ріст. Це може призводити до утворення товстої шийки, що робить рослини більш вразливими до патогенів, знижуючи якість і лежкість цибулі.

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

Оптимальний рівень вологості ґрунту: До утворення цибулини (активний ріст листової маси) – 80% НВ; під час формування цибулини – 70% НВ. Частота та норма поливів: дощуванням - 8-12 поливів за сезон, кожен по 350-500 м<sup>3</sup>/га, а загальна оросна норма – 3500-5000 м<sup>3</sup>/га, полив припиняють за 3 тижні до збирання врожаю [9-11].

**Внесення добрив.** Вплив основних елементів живлення:

Азот (N): сприяє швидкому росту листя та розвитку рослини; надмірне внесення на пізніх стадіях росту погіршує лежкість; може підвищувати сприйнятливність до шкідників і хвороб; тривале внесення знижує якість покривних лусок.

Фосфор (P): покращує розвиток листя і формування покривних лусок; на ранніх стадіях стимулює ріст кореневої системи; підвищує стійкість до посухи.

Калій (K): відповідає за щільність, лежкість і суху речовину цибулин; підвищує здатність рослин засвоювати воду та азот; зміцнює епідерміс, підвищує стійкість до хвороб, холоду та посухи.

Рекомендації щодо внесення добрив [7-11]:

На 1 тону врожаю цибуля споживає: Азот (N): 1,6 кг; Фосфор (P): 1,2 кг; Калій (K): 2,4 кг.

Слід уникати хлорвмісних добрив. Цибуля чутлива до хлору на всіх стадіях розвитку. Навіть хлористий калій (KCl) може негативно впливати на схожість. Хлорвмісні добрива вносять тільки восени під основний обробіток ґрунту.

Дозування залежить від аналізу ґрунту. Відсутність аналізу може призвести до небажаних проблем.

Рекомендації щодо внесення макроелементів [7-11]:

Азот (N) - 200 кг/га, 40% - стартове внесення навесні; 60% - підживлення протягом сезону. Альтернативний варіант - 30% восени (амонійна форма); 40% навесні; 30% протягом сезону.

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

Фосфор (P) - 100-160 кг/га; 70% восени перед основним обробітком ґрунту; 30% навесні (стартове внесення). Альтернативний варіант - 50-66% навесні; решта - в період вегетації.

Калій (K) - 120-200 кг/га; 50% восени; 50% у період вегетації. Альтернативний варіант - 70% восени; 30% навесні (стартове добриво).

Мікроелементи: Цинк (Zn): 11 кг/га (раз на 2-3 роки); Мідь (Cu): 17-28 кг/га (раз на 2-3 роки). Некореневе підживлення хелатними добривами: фаза росту листя: N-P-K = 19-11-24; фаза формування цибулин: N-P-K = 10-5-26.

Баланс азоту та калію: ранні стадії - добрива з високим вмістом азоту (18-6-14). Фаза формування цибулин - добрива з високим вмістом калію (10-10-20, 5-14-28).

Система добрив для краплинного зрошення відрізняється від поверхневого, але принципи живлення залишаються незмінними.

**Боротьба з бур'янами.** Цибуля – одна з найбільш чутливих до забур'яненості культур. Найкритичнішим періодом, упродовж якого бур'яни можуть суттєво знизити врожайність, є перші 40-50 днів після проростання насіння. Для захисту рослин застосовують як агротехнічні, так і хімічні методи. Серед агротехнічних заходів особливу увагу приділяють правильному чергуванню культур у сівозміні та ретельному обробітку ґрунту восени. Хімічний захист включає використання гербіцидів різного спектра дії – як ґрунтових, так і післясходових. Однак важливо пам'ятати, що на етапі утворення «петельки» молоді рослини цибулі є надзвичайно вразливими до впливу гербіцидів, тому в цей період застосовувати хімічні препарати не дозволяється. Ефективна система хімічного захисту передбачає дотримання чітких термінів внесення препаратів та правильний підбір засобів. При використанні гербіцидів обов'язково потрібно керуватися рекомендаціями виробника та дотримуватися затверджених норм і регламентів [7-11].

**Боротьба з хворобами [7-11].** Пероноспороз (несправжня борошниста роса) (*Peronospora destructor*). Ця хвороба може спричиняти значні втрати врожаю. Особливо сприятливими умовами для її поширення є надмірно

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

вологий кінець весни та початок літа, зазвичай період із кінця травня до червня. Якщо вранці температура повітря становить 10-12°C, а волога конденсується на листках, ризик зараження цибулі суттєво зростає. Розвиток патогену відбувається дуже швидко: від моменту зараження до масового ураження рослин може пройти лише три дні. Внаслідок хвороби листки поступово руйнуються, що уповільнює формування цибулин і сприяє вторинному зараженню іншими грибками, такими як *Botrytis* або *Fusarium*, що, своєю чергою, негативно впливає на здатність цибулі до тривалого зберігання. Для профілактики необхідно регулярно обробляти посіви фунгіцидами з інтервалом 12-14 днів, а в періоди високої вологості скорочувати проміжки між обробками до 7-8 днів. Щоб уникнути резистентності патогену до препаратів, слід чергувати фунгіциди контактної та системної дії, а також змінювати діючі речовини в складі препаратів.

Альтернаріоз (*Alternaria porri*), ця хвороба насамперед вражає старе листя, тоді як молоді листки є більш стійкими. Початкові симптоми проявляються у вигляді водянистих плям, переважно з білуватим центром. Згодом краї уражених ділянок набувають коричневого або навіть фіолетового забарвлення, а сам листок починає жовтіти. Характерною ознакою захворювання є утворення темних або чорних концентричних кіл, які містять спори гриба. У міру прогресування недуги плями можуть розширюватися, оперізуючи листок, що призводить до його відмирання. Подібні зміни спостерігаються і на квітконосах, вони висихають, що негативно впливає на якість насіння. Ураження цибулин зазвичай відбувається через шийку. Спочатку на місці ураження з'являється жовта пляма, яка згодом набуває винно-червоного забарвлення. Методи боротьби з альтернаріозом аналогічні заходам проти пероноспорозу.

**Боротьба зі шкідниками.** Цибуля може постраждати від багатьох комах-шкідників, але найбільшої шкоди завдають тютюнові трипси (*Thrips tabaci*) та личинки цибулевої мухи (*Phorbia antiqua*) [7-11]:

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

Цибулева муха розмножується тричі протягом вегетаційного періоду, перший пік активності припадає на середину квітня. Найефективніший спосіб боротьби – встановлення феромонних пасток для виявлення чисельності популяції та вчасний початок обробки інсектицидами.

Трипси з'являються в травні в південних регіонах, а на півночі – переважно в червні-липні. Вони пошкоджують листя упродовж усього вегетаційного періоду, утворюючи світлі плями, які згодом зливаються, що призводить до висихання листків та зниження врожайності. З трипсами борються шляхом внесення системних інсектицидів.

Цибулева міль – дрібний метелик (близько 8 мм завдовжки), активний з початку червня. Самки відкладають яйця на листках, з яких згодом з'являються гусениці (10-11 мм), що виїдають внутрішні тканини листа. Друге покоління гусениць активне в другій половині літа, а в теплих регіонах може з'являтися до трьох разів за сезон. Заходи боротьби аналогічні методам контролю цибулевої мухи.

Цибулевий кліщ – мікроскопічний шкідник (до 1 мм), який відкладає яйця безпосередньо в цибулини. Активно розмножується за високої вологості (понад 70%) і температури від 13°C. Уражені цибулини швидко загнивають. Щоб запобігти поширенню кліща, перед зберіганням цибулю просушують при 35-37°C протягом 5-7 днів, а сховища фумігують і підтримують у них вологість не вище 70%.

**Збирання врожаю.** Цибуля досягає стиглості, коли її шийка втрачає пружність, а листя полягає. Для тривалого зберігання важливо дати цибулинам можливість добре висохнути. Полив припиняють заздалегідь, щоб уникнути надмірного зволоження під час дозрівання. Оптимальним моментом для початку збирання вважається період, коли полягло 50-75% пера. Якщо врожай призначений для негайної реалізації, можна частково зрізати листя за 10 см від шийки, що пришвидшить остаточне дозрівання. У дощових регіонах цей метод широко використовується, щоб запобігти зараженню грибковими хворобами. Перед збиранням рекомендується підкопати цибулини за кілька днів, щоб

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

зупинити поглинання вологи та вирівняти їх за формою. Полегле листя можна залишити на полі для захисту від сонячних опіків. Найпоширеніший метод збирання – двоетапний: спочатку цибулю підкопують і залишають на полі на 7-10 днів для підсушування, після чого збирають. У північних регіонах перевагу надають одноетапному збиранню. Для зменшення пошкоджень сучасні комбайни оснащені гумовими стрічками та м'якими приймальними платформами [7-11].

## **2.2 Технологічна карта вирощування цибулі [7-9, 11-16]:**

1. Після збирання попередньої культури на полі здійснюють лушення у двох напрямках, використовуючи дискові лушильники на глибину 6-8 см у складі трактора New Holland TD5.110 та ЛД-10, або лемішні знаряддя, що обробляють ґрунт на глибину 10-12 см - трактора New Holland TD5.110 та ЛДГ-15А.

2. Перед проведенням зяблевої оранки вносять як органічні, так і мінеральні добрива. Для чорноземних ґрунтів глибина оранки має становити щонайменше 25-27 см, тоді як на підзолистих ґрунтах її обмежують рівнем гумусового горизонту. Операція проводиться трактором New Holland TD5.110, плугом ПЛН 4-35 та бороною БЗТС-3.

3. Після основного обробітку, коли з'являються проростки бур'янів, восени виконують культивуацію на 10-12 см, одночасно здійснюючи боронування. Перед настанням морозів проводять глибоке розпушування на 16-18 см. Операція проводиться трактором New Holland TD5.110 та культиватором КПУ 4.

4. З приходом весни, як тільки ґрунт досягає фізичної стиглості (вологість 18-20% у перерахунку на масу сухого ґрунту), зяб боронують у два напрямки, використовуючи борони та шлейф-борони. Операція проводиться трактором ЮМЗ 6, С-18 та зубовими боронами БЗТС-18. Після цього проводять закриття вологи, а потім передпосівну культивуацію, глибина якої відповідає глибині загортання насіння. Одночасно виконують боронування та

					<b>МВЦ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

коткування. Операція проводиться трактором New Holland TD5.110 та культиватором КПУ 4, трактором ЮМЗ 6 та КРШ 6.

5. Перед посівом поле піддають дворазовій обробці: перший раз після закриття вологи на 8-10 см, а вдруге – безпосередньо перед посадкою на 6-8 см із подальшим коткуванням. Операція проводиться трактором New Holland TD5.110 та культиватором КПУ 4, трактором ЮМЗ 6 та КН 6Г.

6. Насіння ріпчастої цибулі та цибулі-шалоту висівають на початку весняного періоду, з перших днів проведення польових робіт. Норма висіву залежить від способу сівби: при широкорядному методі вона становить 6-8 кг/га, для стрічкового способу – 8-10 кг/га, а при використанні дражованого насіння – 4-6 кг/га. Оптимальна густина стояння рослин має бути в межах 700-800 тисяч на гектар. Насіння загортають у ґрунт на глибину 2-3 см, після чого обов'язково здійснюють коткування для забезпечення рівномірного проростання. Операція проводиться трактором New Holland TD5.90 та сівалкою Vesta 8 налаштованою під посів цибулі, трактором ЮМЗ 6 та КН 6Г.

7. Догляд за посівом. Якщо на поверхні ґрунту утворюється кірка або масово проростають бур'яни, посіви боронують легкими боронами, рухаючись уперек рядків. Перше боронування виконують на 6-8-й день після сівби, а друге – коли рослини мають 1-2 справжні листки. Операція проводиться трактором New Holland TL TD5.90 та пружинною бороною "Klepper" БПФ-9. Однак, якщо посіви зріджені, боронування не проводять.

8. Розпушення міжрядь при вирощуванні ріпчастої цибулі та шалоту з насіння здійснюють кілька разів. Перше розпушування виконують після появи сходів, заглиблюючись на 4-6 см. Подальші – проводять після опадів, поливів або за необхідності, поступово збільшуючи глибину до 8-10 см. Завершальне розпушування здійснюють перед тим, як рядки починають змикатися. Відстань захисної смуги від рослин має становити 7-10 см. Операція проводиться трактором New Holland TD5.90 та КНРФ-4,2.

9. Бур'яни в рядках видаляють вручну в міру їх появи. Підживлення цибулі проводять двічі: спочатку у фазі 3-5 листків, вносячи азотні добрива

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

(N15-20), а вдруге – на початку формування цибулин, застосовуючи лише фосфорні та калійні добрива (P15-20, K15-20). Операція проводиться трактором New Holland TD5.90 та КНРФ-4,2.

10. На зрошуваних ділянках рівень ґрунтової вологи підтримують у межах 80% НВ від моменту появи сходів до початку формування цибулин. У період росту цибулин вологість має бути не нижче 70% НВ. Якщо показники падають нижче цього рівня, проводять поливи, кількість і норми яких визначаються залежно від ґрунтово-кліматичних умов регіону та особливостей року. Поливи припиняють за 3-4 тижні до збору врожаю. Операція проводиться дощувальною машиною «Фрегат».

11. Для захисту цибулі ріпчастої та шалоту від бур'янів застосовують гербіциди відповідно до актуального «Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених для використання в Україні». При цьому важливо суворо дотримуватися норм і строків їх внесення. Гербіцид вноситься агрегатом з трактора New Holland TD5.90 та обприскувача "Богдан-2500".

12. Збирання ріпчастої цибулі та шалоту здійснюють у фазі технічної стиглості, коли починається вилягання листя, а покривні луски цибулин висихають і набувають характерного для сорту забарвлення. Перед тим як розпочати збирання, допускається скошування листя, залишаючи висоту зрізу 7-8 см. Операція проводиться комбайном ЛКГ-1,4.

13. Викопану цибулю розкладають у валки для досягання, періодично перевертаючи. Товщина шару у валках не повинна перевищувати 10 см, а ширина – 80 см. Якщо стоїть сонячна погода, цибулю залишають на полі на 1-2 тижні для підсушування та остаточного досягання. У разі дощів урожай оперативно транспортують під навіси або у добре вентильовані приміщення, де цибулю висушують до повного висихання листя.

14. Після завершення просушування проводять остаточну очистку врожаю: видаляють залишки ґрунту, сторонні домішки, а також цибулини, пошкоджені хворобами чи механічними чинниками. Листя обрізають або обламують, залишаючи 1-5 см над цибулиною.

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

### 3. Операційна технологія посіву цибулі

Вихідні умови для розрахунку наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

#### Вихідні умови

Показник	Значення показника
Операція	Посів цибулі
Трактор	New Holland TD5.90
Зернова сівалка	Vesta 8
Довжина гонів, L м	900
Площа посіву, га	10
Фон поля	Під посів
Кут підйому, %	2

#### 3.1 Агротехнічні вимоги до посіву цибулі [7-10]:

Для отримання високого врожаю цибулі важливо дотримуватися агротехнічних вимог, які включають правильний вибір ділянки, підготовку ґрунту, оптимальні строки та схему висіву, а також забезпечення належного догляду за посівами.

**Вибір ділянки.** Найкращими культурами, після яких варто висівати цибулю, є зернобобові (горох, квасоля), картопля, капуста, огірки. Не рекомендується сіяти цибулю після моркви, часнику або інших представників родини Цибулевих, оскільки це сприяє накопиченню спільних хвороб і шкідників. Бажано дотримуватися сівозміни та повертати цибулю на попереднє місце не раніше ніж через 3-4 роки.

**Ґрунтові умови.** Найкраще підходять легкі та середні суглинки або супіщані ґрунти з високим вмістом органічної речовини. Оптимальна кислотність – рН 6,0-6,8. На кислих ґрунтах рекомендується проводити вапнування. Ділянка має бути рівною, добре дренованою, без застою води.

Цибуля є світлолюбною культурою, тому вибирають добре освітлені ділянки, захищені від вітрів.

**Підготовка ґрунту.** Осіння підготовка - після збирання попередньої культури проводять глибоку зяблеву оранку (25-30 см) або глибоке розпушування. Вносять органічні добрива (перепрілий гній або компост – 30-40 т/га). Весняна підготовка - після просихання ґрунту здійснюють боронування, а перед посівом – культивуацію на глибину 5-7 см. Вносять мінеральні добрива: Азотні (до 60 кг/га у діючій речовині); Фосфорні (40-60 кг/га); Калійні (80-100 кг/га).

**Строки посіву.** Весняний посів - оптимальний термін – кінець березня – початок квітня, коли ґрунт прогріється до +5...+7°C. Запізнення з посівом призводить до зниження врожайності, оскільки цибуля погано переносить спеку та нестачу вологи на початкових фазах розвитку. Осимий посів - здійснюють у вересні-жовтні, за 25-30 днів до настання стабільних морозів. Використовують зимостійкі сорти, що витримують зниження температури до -15...-18°C. Глибина загортання насіння - легкі ґрунти – 2,5-3 см; важкі ґрунти – 1,5-2 см.

**Догляд за посівами.** Полив - у перші тижні після появи сходів вологість ґрунту підтримують на рівні 70-80% НВ (найменша вологоємність). У фазі активного росту (травень-червень) проводять 3-4 поливи (30-40 мм води на гектар). За 2-3 тижні до збирання врожаю поливи припиняють. Після кожного дощу чи поливу ґрунт розпушують для запобігання утворенню кірки. Видалення бур'янів проводять вручну або механічно.

**Підживлення.** Перше підживлення (по сходах): азотні добрива (15-20 кг/га); друге підживлення (у фазі 4-5 листків): комплексні добрива (NPK 20-30 кг/га); третє підживлення (на початку формування цибулин): калійні добрива (40-50 кг/га).

**Захист від шкідників і хвороб.** Регулярний огляд посівів на предмет появи трипсів, цибулевої мухи та хвороб (пероноспороз, альтернаріоз). Обробка фунгіцидами та інсектицидами за необхідності.

					<b>МВЦ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 2.3.2 Комплектування і підготовка агрегату до посіву цибулі

Передусім слід оглянути сівалку на предмет можливих пошкоджень та з'ясувати, чи необхідний її ремонт або заміна окремих деталей. Перед початком роботи потрібно ретельно очистити агрегат від залишків попередніх культур, пилу, бруду та інших забруднень. Особливу увагу слід приділити рівню мастила в усіх змащувальних системах сівалки, при потребі змастити всі необхідні вузли. Глибину загортання насіння необхідно виставити відповідно до агротехнічних норм для посіву цибулі. Важливо переконатися, що всі висівні механізми знаходяться у справному стані та правильно налаштовані.

Перед початком сівби насіння повинно пройти калібрування, що забезпечить його рівномірний розподіл у борозні. Також слід перевірити справність усіх електричних та гідравлічних систем агрегату, щоб гарантувати їхню безперебійну роботу. Якщо сівалка одночасно використовується для внесення добрив, необхідно підготувати та налаштувати відповідний механізм. Усі параметри роботи сівалки слід встановити з урахуванням конкретних умов поля, де проводитиметься посів. На завершальному етапі слід впевнитися, що всі заходи безпеки дотримані, а захисні пристрої функціонують належним чином.

Враховуючи рекомендації [17,18], визначаємо номінальну силу тяги на гаку трактора та теоретичну швидкість передачі:

$$V_m^{III} = 4 \text{ км / год} \quad V_m^{IV} = 5 \text{ км / год}$$
$$P_{н.гак}^{III} = 54 \text{ кН} \quad P_{н.гак}^{IV} = 48 \text{ кН}$$

Визначаємо максимальну ширину захвату агрегату на 3 і 4 передачах:

$$B_{\max} = \frac{P_{гак}}{K_o^V + R_i},$$

де  $K_o^V$  - величина питомого опору:

$$K_o^V = K_o [1 + \Pi(V_p - V_o)],$$

					<b>МВЦ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

$$V_p = V_m \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right);$$

$$V_p^{III} = 4 \cdot \left(1 - \frac{12}{100}\right) = 3,4 \text{ км / год};$$

$$V_p^{IV} = 5 \cdot \left(1 - \frac{12}{100}\right) = 4,25 \text{ км / год};$$

$$K_0^{III} = 1,5 \cdot (1 + 0,015 \cdot (3,4 - 3)) = 1,51 \text{ кН / м};$$

$$K_0^{IV} = 1,5 \cdot (1 + 0,015 \cdot (4,25 - 3)) = 1,53 \text{ кН / м};$$

де при  $V_0 = 3$  км/год,  $K_0 = 1,2$  кН/м - питомий опір ґрунту;

$\Pi = 1,5\%$  - коефіцієнт приросту питомого опору;

$V_p$  - робоча швидкість сівалки, км/год.

$V_m$  - теоретична швидкість, км/год

$\delta = 12\%$  – коефіцієнт пробуксовування.

Додатковий опір, що виникає коли агрегату рухається на підйом [17,18]:

$$R_i = \frac{G_m}{B_k} \cdot i,$$

де  $G_m$  – маса машини ( $G_m = 35$  кН);

$B_k$  – конструктивна ширина захвату сівалки для висіву цибулі, ( $B_k = 3,6$ м).

Тоді:

$$R_i = \frac{35}{3,6} \cdot 0,05 = 0,49 \text{ кН / м}$$

Максимально можлива ширина захвату агрегату:

$$B_{\max}^{III} = \frac{54}{1,51 + 0,49} = 27 \text{ м}$$

$$B_{\max}^{IV} = \frac{48}{1,53 + 0,49} = 21,5 \text{ м}$$

Максимальна кількість сівалок в агрегаті:

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

$$n_c = \frac{B_{\max}}{B_k},$$

$$n_c^{III} = \frac{27}{3,6} = 7,5;$$

із експлуатаційних міркувань приймаємо 4 сівалки.

$$n_c^{IV} = \frac{21,5}{3,6} = 5,9;$$

із експлуатаційних міркувань приймаємо 3 сівалки.

Розрахунок тягового опору агрегату:

$$R_{agr} = K_o^V B_p n_c + R_{зч}$$

$$R_{agr}^{III} = 1,51 \cdot 3,6 \cdot 4 + 1,3 = 23 \text{ Кн}$$

$$R_{agr}^{IV} = 1,53 \cdot 3,6 \cdot 3 + 1,3 = 17,8 \text{ Кн}$$

Розрахуємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора [17,18]:

$$\eta_{ТЗ} = \frac{R_{agr}}{P_{зак}}$$

$$\eta_{ТЗ}^{III} = \frac{23}{54} = 0,43;$$

$$\eta_{ТЗ}^{IV} = \frac{17,8}{48} = 0,37.$$

Розраховуємо змінну продуктивність:

$$W_{ЗМ} = 0,1 \cdot B_p V_p T_p,$$

$$B_p = B_k \beta,$$

$\beta$  – коефіцієнт враховуючий використання ширини агрегату ( $\beta = 1$ )

$$B_p = 3,6 \cdot 1 = 3,6 \text{ м}$$

$$T_p = T_{ЗМ} \tau$$

де  $T_p$  – робочий час зміни, год;

$T_{ЗМ}$  – час зміни, год ( $T_{ЗМ} = 7$  год); :

					<b>МВЦ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$\tau$  - коефіцієнт враховуючий використання часу зміни ( $\tau = 0,82$ ).

$$T_p = 7 \times 0,82 = 5,74 \text{ год}$$

Продуктивність на протязі зміни:

$$W_{3M}^{III} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 3,4 \cdot 5,74 = 7,03 \text{ га / зм}$$

$$W_{3M}^{IV} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 4,25 \cdot 5,74 = 8,81 \text{ га / зм}$$

Витрати палива агрегату (кг/га) [17]:

$$Q_{га} = \frac{Q_{3M}}{W_{3M}},$$

де  $Q_{3M}$  – витрати палива агрегатом за зміну, кг;

$W_{3M}$  – продуктивність за зміну, га/зм.

$$Q_{3M} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_3 t_3,$$

де  $Q_p, Q_x, Q_3$  – годинні витрати палива при роботі агрегату за час робочих та холостих ходів і на зупинках коли двигун працює;

$$t_x = t_3 = \frac{7 - 5,74}{2} = 0,63 \text{ год}$$

$$\eta_{ТЗ}^{III} = 0,79; \quad Q_p = 15 \text{ кг / год}; \quad Q_x = 10 \text{ кг / год}; \quad Q_3 = 1,5 \text{ кг / год},$$

$$\eta_{ТЗ}^{IV} = 0,78; \quad Q_p = 14,5 \text{ кг / год}; \quad Q_x = 9,5 \text{ кг / год}; \quad Q_3 = 1,5 \text{ кг / год}.$$

Тоді витрата палива на 1 га:

$$Q_{га}^{IV} = \frac{15 \cdot 5,74 + 10 \cdot 0,63 + 1,5 \cdot 0,63}{7,03} = 13,7 \text{ кг / га}$$

$$Q_{га}^V = \frac{14,5 \cdot 5,74 + 9,5 \cdot 0,63 + 1,5 \cdot 0,63}{8,81} = 10,8 \text{ кг / га}$$

### 3.3 Підготовка поля до роботи при посіві цибулі

Перед початком сівби цибулі необхідно провести ретельний огляд ділянки та очистити її від усіх зайвих предметів, які можуть ускладнити роботу техніки. Спершу слід перевірити всю площу на наявність потенційних перешкод, таких як великі ями, камені, коріння або будь-які інші об'єкти, що можуть вплинути на якість посіву.

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

Після огляду потрібно видалити всі елементи, які можуть заважати проходженню трактора або сівалки, зокрема великі камені, гілки та залишки пнів. Якщо на полі є перешкоди, що не підлягають усуненню, наприклад масивні валуни або залишки дерев, їх варто чітко позначити, щоб уникнути пошкодження сільськогосподарської техніки під час роботи. Коли поле очищене і всі небезпечні ділянки відмічені, необхідно визначити оптимальний маршрут для руху сівалки. Як правило, посів здійснюється вздовж меж поля або рядами для забезпечення рівномірного розподілу насіння. Вибір напрямку руху слід робити з урахуванням розташування великих перешкод, намагаючись їх обійти, якщо це можливо. Це дозволить зберегти справність обладнання та гарантуватиме якісний і рівномірний посів на всій площі.

#### 2.4 Робота агрегату в загінці при посіві цибулі

Щоб визначити оптимальний напрямок руху агрегату вздовж гонової сторони з довжиною  $L=900\text{м}$  та використовувати човниковий спосіб переміщення, необхідно врахувати кілька ключових факторів, що впливають на якість посіву та ефективність роботи техніки:

спершу слід переконатися, що сівалка здатна рухатися вздовж гонової сторони та функціонувати в режимі човникового переміщення;

рельєф поля також відіграє важливу роль – якщо на ділянці є нерівності або вирівняні зони, варто вибрати напрямок, який дозволить уникнути різких перепадів висоти, що можуть негативно позначитися на рівномірності посіву;

напрямок вітру – ще один важливий аспект, адже сильний вітер може спричинити нерівномірний розподіл насіння. Орієнтація агрегату згідно з напрямком вітру допоможе зменшити вплив цього фактору;

також необхідно оцінити, чи техніка здатна безперервно працювати на всій довжині гону без необхідності частих зупинок і розворотів, що можуть впливати на ефективність роботи.

Розрахунок кінематичної довжини агрегату проводимо згідно [17,18]:

$$L_k = l_m + l_m,$$

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

де  $l_m + l_M$  – кінематична довжина трактора New Holland TD5.90 та сівалки Vesta 8, м.

$$l_m = 4,1\text{м}, l_M = 3,6\text{м}.$$

Тоді:

$$L_k = 4,1 + 3,6 = 7,7\text{м}.$$

При петльовому способі повороту ширина поворотної смуги агрегату:

$$E_p = 3R_{\min} + e,$$

де  $R_{\min}$  – мінімальний радіус повороту;

$e$  – довжина виїзду.

$$R_{\min} = 1,2B_p = 1,2 \cdot 3,6 = 4,32\text{м},$$

$$e = (0,50 \dots 0,70) \cdot L_k = 0,6 \cdot 7,7 = 4,62\text{м}.$$

$$E_p = 3 \cdot 4,32 + 4,62 = 17,6\text{м}$$

Беремо кратну ширині захвату

$$E_p = K \cdot B_p,$$

де  $K$  – число кратності, заокруглюємо до цілого числа.

$$K = \frac{E_p}{B_p} = \frac{17,6}{3,6} = 4,9 \approx 5$$

$$E_p = 5 \cdot 3,6 = 18$$

Розрахунок ширини заїмки [17]:

$$C = \frac{10^4 (2 \dots 3) W_{3M}}{L},$$

де  $W_{3M}$  – продуктивність агрегату за зміну.

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 7,03}{900} = 234 \text{ м}$$

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 8,81}{900} = 394 \text{ м}$$

Кількість заїмок визначається за формулою:

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

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot F}{LC}$$

де F – площа посіву;

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 10}{900 \cdot 234} = 4,75$$

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 10}{900 \cdot 394} = 2,82$$

## 2.5 Контроль якості роботи

Раціональний вибір напрямку руху та способу переміщення сільськогосподарського агрегату є важливим чинником підвищення ефективності технологічних процесів, зокрема під час висіву насіння цибулі. Проведені обчислення, що враховують фізичні параметри поля та технічні характеристики обладнання, дають змогу оптимізувати маршрути руху агрегату та скласти операційну технологічну карту. Окрім цього, здійснюється аналіз ключових показників організації виконання робіт, що сприяє підвищенню продуктивності та якості посіву.

Визначаємо тривалість циклу [18]:

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2t_{\text{п}},$$

де  $t_{\text{п}}$  – час повороту в кінці заїмки, ( $t_{\text{п}} = 1,5 \dots 2$ хв).

$$L_p = L - 2 \cdot E_p$$

де  $L = 900$  м;

$$E_p = 17,6 \text{ м.}$$

Робоча довжина заїмки:

$$L_p = 900 - 2 \cdot 17,6 = 864 \text{ м}$$

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 864}{10^2 \cdot 4,5} + 2 \cdot 1,5 = 26 \text{ хв} = 0,43 \text{ год}$$

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

Визначаємо циклову продуктивність:

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau ,$$

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 4,5 \cdot 0,43 \cdot 0,82 = 0,57 \text{ га / ц} .$$

Кількість циклів за зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}} ,$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{7,03}{0,57} = 12,3 \text{ ц / зм} ,$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{8,81}{0,57} = 15,5 \text{ ц / зм} .$$

Змінні витрати палива:

$$Q_{\text{зм}} = Q_{\text{га}} \cdot W_{\text{зм}} ,$$

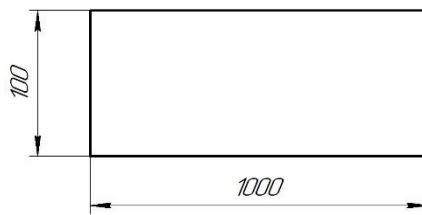
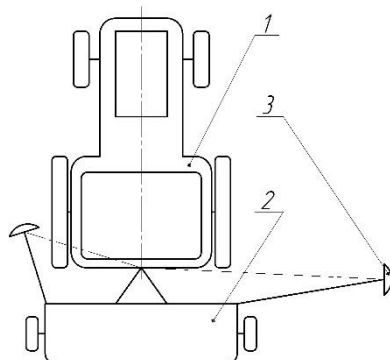
$$Q_{\text{зм}} = 13,7 \cdot 7,03 = 96,3 \text{ кг / зм}$$

$$Q_{\text{зм}} = 10,8 \cdot 8,81 = 95,2 \text{ кг / зм}$$

На основі проведених розрахунків, умов роботи, агротехнічних вимог на посів, заповнюється операційна технологічна карта таблиця 3.2.

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

## Операційно-технологічна карта на посів цибулі

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
1	2	3
Умови роботи	Площа – 10 га, довжина гонів – 900м, ширина гонів – 234м, величина підйому – 0,02, питомий опір з поправкою на швидкість – 1,5 кН/м, глибина заробляння насіння – 2,5 см.	<p style="text-align: center;"><i>Схема поля</i></p> 
Агротехнічні вимоги	Коливання ширини міжрядь повинно бути не більше: у основних $\pm 1$ см, суміжних сівалок $\pm 2$ см, суміжних проходів $\pm 5$ см, відхилення від заданої глибини посіву $\pm 0,5$ см. Не допускаються незароблене насіння на поверхні поля. Число пропусків не повинно перевищувати 2% від числа висіяних насінин.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	<p>Трактор New Holland T5.90, сівалка Vesta 8, робоча ширина захвату – 3,6 м, мінімальний радіус повороту – 4,32м, кінематична довжина агрегату – 7,7м.</p> <p>Підготовка агрегату:          провести щозмінне ТО трактора і сівалки;          відрегулювати на задану норму висіву;          встановити маркери</p>	 <p>1 – трактор; 2 – сівалка; 3 - маркер</p>
Підготовка поля	Перед початком сівби поле оглянути, перешкоди усунути, ширина поворотної смуги 17,6м.	

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Спосіб руху	Спосіб руху – гоновий човниковий, спосіб повороту – петльовий грушоподібний	
Швидкість руху	Робоча передача – IV, враховуючи буксування, робоча швидкість 4,5 км/год	
Показники організаційного процесу	Тривалість циклу – 26 хв, технічна продуктивність за цикл – 0,57 га/ц; змінна продуктивність агрегату – 8,8 га/зм, кількість циклів за зміну 15,5 ц/зм	
Контроль за якістю роботи сівалки	Відхилення від заданої глибини повинно бути не більше $\pm 0,5$ см. Норма висіву становить (4,0-6,0 кг/га) або 6-8 посівні одиниці.	<p>При оцінці якості посіву врахувати такі показники: ширину основних і стикових міжрядь – відкопати насіння без його переміщення і заміряти відстань між суміжними рядками; глибина посіву – відкрити насіння і заміряти глибину їх загортання; точність висіву насіння – легкими рухами поперек рядка відкрити 1м рядка і заміряти відстань між насінням; прямолінійність рядків – на довжині 50м відбити базову лінію і через 0,5м заміряти відхилення.</p>

L - довжина гонів,  
 $L_p$  - робоча довжина загінки,  
E - ширина поворотної смуги, e - довжина виїзду агрегату,  $B_p$  - ширина захвату агрегату.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

## 4. Інженерна частина

### 4.1 Обґрунтування напрямку модернізації просапної сівалки під посів цибулі

Посів цибулі просапними сівалками дещо відрізняється від посіву овочевими і рядковими. Для можливості висіву насіння цибулі просапну сівалку необхідно належним чином підготувати і укомплектувати спеціальними робочими органами які дозволять виконати агровимоги. Посівні секції просапних сівалок суттєво відрізняються від робочих органів сівалок, призначених для інших видів посіву. Їх особливість полягає в тому, що вони повинні забезпечувати максимально точне загортання насіння яке необхідно розміщувати в рядку з точно визначеним інтервалом, на однаковій глибині, у вологому шарі ґрунту, а також рівномірно ущільнювати ґрунтом над ним. Порушення хоча б однієї з цих вимог може спричинити нерівномірне проростання насіння цибулі через ослаблення її ростків. З цієї причини більшість сучасних просапних сівалок обладнані спеціальними посівними секціями, оснащеними робочими органами, що забезпечують виконання всіх етапів процесу висіву та загортання насіння.

З метою обґрунтування напрямку модернізації просапної сівалки необхідно провести аналіз існуючих конструкцій сівалок для посіву цибулі. В Україні представлені як відомі фірми виробники з агрегатами високої універсальності так і вузько направлені представники розглянемо особливості конструкцій їх пропозицій [19-24].

Овочева сівалка фірми Sakalak [19] (рис. 4.1), вироблена в Туреччині, призначена для точного висіву дрібнонасінних культур, забезпечуючи високу продуктивність і точність. Вона ідеально підходить для сівби таких культур, як цибуля, томати, буряк, редис, морква, баклажани та інші. Окрім цього, її можна використовувати для вирощування лікарських рослин і трав. Сівалка доступна у варіантах із 4–12 рядами, при цьому кожен ряд може сіяти в 1, 2 або 3 рядки залежно від заданої схеми посадки. Для зміни кількості висівних

					<b>МВЦ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30



насіння та ширину міжряддя, що досягається за рахунок регульованих клиноподібних сошників.



Рис. 4.2 Сівалка СТП 6 для висіву овочевих культур

В передній частині сівалки знаходиться шлейф відгортальник для планування поверхні рядка перед проходом переднього котка і усунення крупних грудок сприяючи рівномірному розподілу насіння. Високоміцна конструкція сошників із антикорозійним покриттям гарантує їхню надійність і довговічність. Використання комбінації відгортальник, передній і задній прикочуючі котки дає можливість підвищити швидкість проростання насіння на 10-15%. Недоліком сівалки можна вважати ланцюгову передачу на коробку зміни передач від переднього прикочуючого котка, що може впливати на рівномірність формування стрічки з насіння висівними апаратми.

Пневматична сівалка точного висіву Orietta (рис. 4.3), створена компанією Gaspardo з урахуванням багаторічного досвіду у сфері точного посіву, оснащена новітнім висівним елементом, спеціально адаптованим для овочевих культур. Це забезпечує високу точність висіву та рівномірність розподілу насіння. Модель Orietta може комплектуватися навісною,

фіксованою або складною рамою, а також мати понад 20 рядів із різною міжрядною відстанню, що дозволяє підлаштовувати її під конкретні вимоги вирощування та агротехнічного догляду [21].



Рис. 4.3 Пневматична овочева сівалка Orietta

В конструкції кожної секції сівалки передбачена наступна компоновка: відгортальник грудок, передній гладкий прикочуючий коток, полозковий сошник, борозний коток для прикочування насіння в рядку, пластинчасті загортачі, задній гумовий коток для прикочування рядка. Проте, аналогічно до попередньої моделі, у конструкції цієї сівалки після заднього гумового прикочуючого котка не передбачено жодних елементів для руйнування поверхневої кірки.

Овочева сівалка точного висіву Monosem MS (рис. 4.4), фірми Ribouleau [22] призначена для висіву не тільки всіх овочевих культур, а і бахчевих. Гарне розміщення насіння в рядку забезпечується класичній компоновці секції робочих органів яка повторює компоновку секції для посіву просапних культур. Секція робочих органів сівалки має наступну конструкцію: попереду встановлений відгортальник грудок який вирівнює поверхню рядка перед проходом переднього котка, секція оснащена наральниковим сошником із

тупим кутом входження в ґрунт який формує борозну. Після сошника розміщений регулюємий металевий борозний коток, який втискує насіння в борозну і вирівнює його по глибині. Пластинчасті загортачі загортають борозну, а сітчастий коток мульчує ґрунт над насінням виключаючи появу грантової кірки.



Рис. 4.4 Сівалка Monosem MS

Але поряд із перевагами сівалки є і недоліки – при підвищенні вологості ґрунту використання металевого борозного котка може привести до налипання насіння на його поверхню, що призведе до порушення точності посіву. Сітчастий коток має зменшену ущільнюючу дію на поверхню рядка.

Сівалка точного висіву Monopill (рис. 4.5), фірми Ribouleau [23] призначена для висіву всіх просапних культур і має максимальну універсальність. Кожна секція робочих органів сівалки оснащена електричним висівним апаратом який гарантує точність висіву будь-якої культури і контроль якості висіву. Для забезпечення точності розміщення насіння в рядку використовується наступна компоновка: передній прикочуючий коток готує рядок до проходу наральникового сошника, після якого встановлений

борозний коток який вирівнює насіння в борозні, загортачі встановлені після борозного котка і орієнтують грант до середини рядка, після чого відбувається прикочування борозни гумовим котком великого діаметра тиск якого можна відрегулювати.



Рис. 4.5 Секція робочих органів Monopill

Але поряд з великою кількістю переваг існує декілька недоліків: висока вартість сівалки яка недоступна дрібним фермерам, а також в конструкції сівалки не передбачено елементів для планування рядка після проходження заднього котка.

Аналіз існуючих конструкцій сівалок які можна використовувати для посіву цибулі виявив, що основні їхні недоліки стосуються процесів розміщення та загортання насіння, а також створення оптимальних умов для її швидкого проростання. Тому актуальним завданням є модернізація робочих органів, які відповідають за ці операції. Оскільки, по суті люба пневматична просапна сівалка може використовуватись для висіву цибулі при належному її налаштуванні то необхідно виконати зміну компоновки наявної в господарстві сівалки. В нашому випадку для посіву цибулі буде використовуватись просапна сівалка Vesta 8. Проведемо аналіз конструкції її секції робочих органів і визначимо напрямки покращання компоновки для заданих цілей.

Секція робочих органів сівалки Vesta 8 має класичну компоновку для посіву просапних культур: на балансирній підвісці закріплений пневматичний

висівний апарат, сошник полозковий, після сошника встановлені загортачі, задній прикочуючий коток і трубчастий шлейф [24].

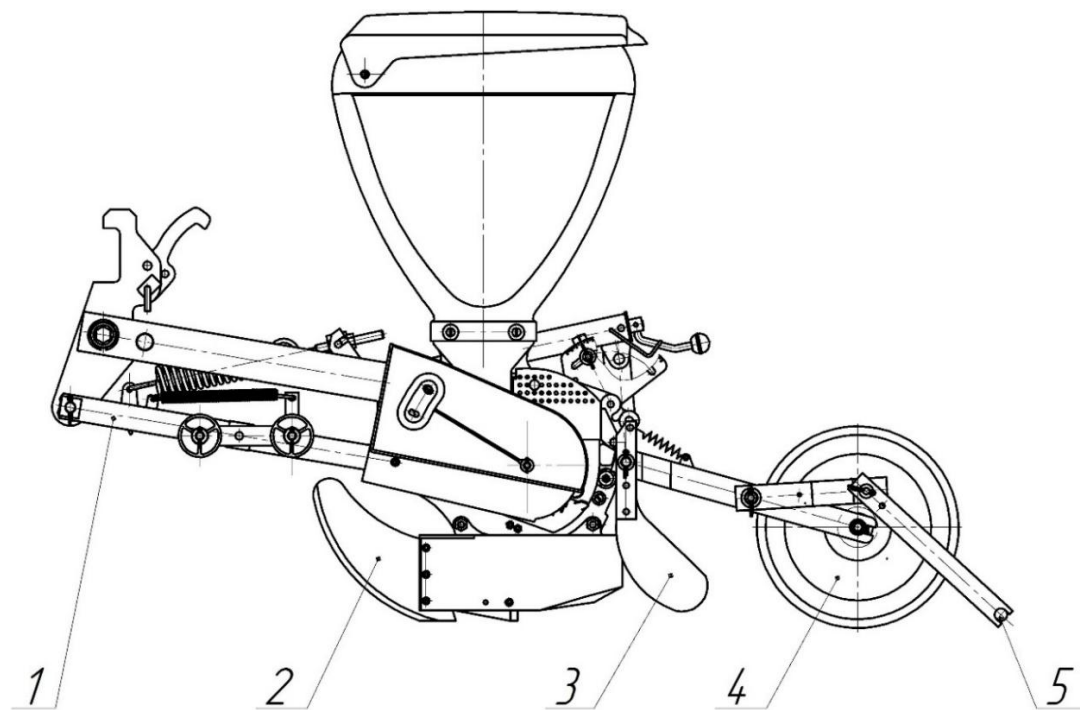


Рис. 4.6 Схема секції просапної сівалки:

1 – балансірна підвіска, 2 – сошник, 3 – загортачаючі робочі органи, 4 – гумовий коток, 5 – трубчастий шлейф

Оскільки сошник сівалки розрахований на виконання посіву для культур розміщених на різних глибинах то і загортачі відділяють значний шар ґрунту для укріття борозни, що для посіву цибулі не зовсім раціонально, тому загортачі такої конструкції використовуватись не можуть. Раціональніше буде замінити загортачі на борозний коток, який забезпечить краще розміщення насіння по глибині борозни. Задній прикочуючий коток має розміри для забезпечення ущільнення ґрунту для насіння яке розміщене на великих глибинах і може не в повній мірі задовольняти агрономічним вимогам до посіву цибулі, тому необхідно використати коток такої конструкції щоб виключити ці недоліки. Трубчастий шлейф не зовсім підходить для роботи на посіві насіння з невеликою глибиною загортання і може виносити насіння на денну поверхню, для мульчування верхнього шару ґрунту над насінням



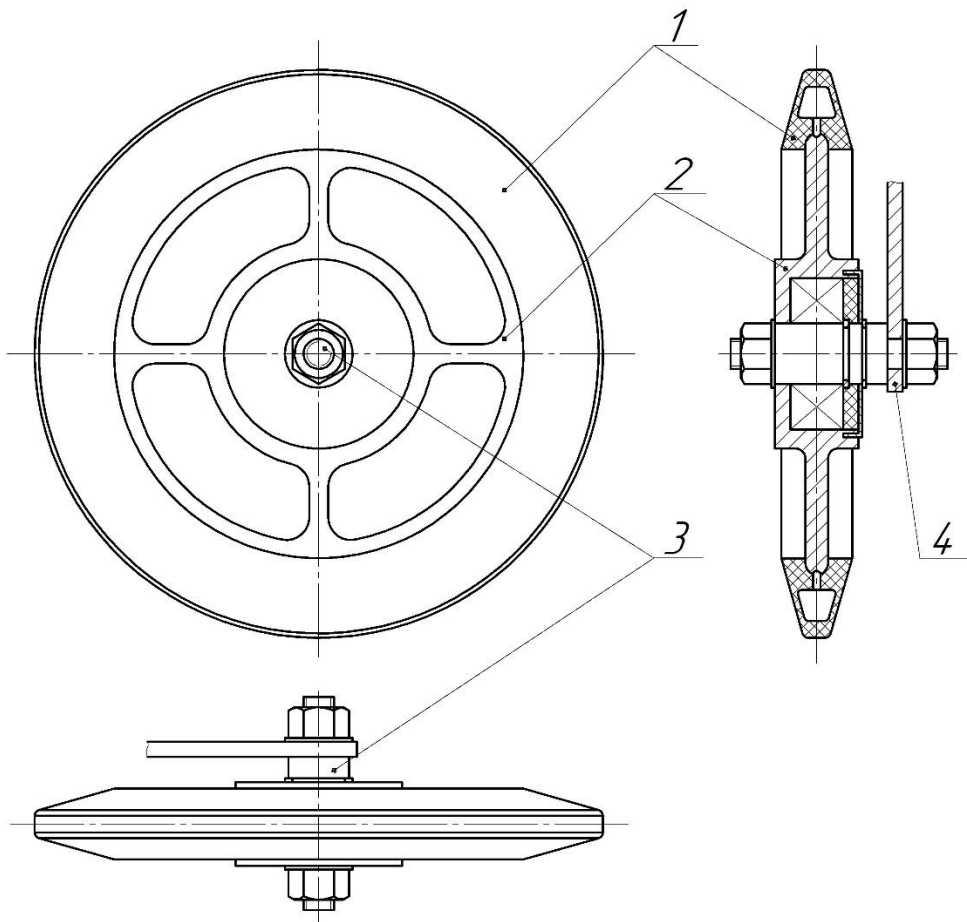


Рис. 4.8 Борозний коток запропонованої конструкції:  
 1 – гумовий обод, 2 – корпус, 3 – вісь, 4 - кронштейн

Запропонований борозний коток має комбіновану конструкцію та складається з двох функціональних частин. Нижня частина спеціально призначена для укладання насіння та запобігання його налипанню на робочу поверхню борозного котка. Вона точно повторює контури борозни і діючи на борозну проводить роботу над насінневим ложем в якому знаходиться насіння загортаючи його та вирівнюючи по глибині та має прямолінійну конструкцію із заокругленими кінцями. Верхня і бічна частина ободу котка відрізняється меншою жорсткістю та виконує ефект демпфування, та відповідає профілю робочої поверхні п'яти сошника. Ширина котка дещо менша за ширину сошника, що забезпечує ефективне ущільнення ґрунту над насінням без надмірного руйнування борозни.

Покращений борозний коток має низку переваг:

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

завдяки втискуванню насіння в дно борозни забезпечується його рівномірне розташування по глибині рядка;

мінімізується налипання насіння на поверхню борозного котка завдяки конструкції його робочої поверхні яка повторює контури її профілю;

поліпшуються умови для проростання насіння за рахунок ущільнення ґрунту навколо насінини та активного підтягування капілярної вологи;

конструкція робочої частини борозного котка сприяє ефективному самоочищенню поверхні борозного котка, запобігаючи накопиченню ґрунту та рослинних залишків.

Під час виконання технологічного процесу базовий задній прикочуючий коток секції здійснює ущільнення ґрунту безпосередньо над висіяним насінням. Однак широке колесо котка є його суттєвим недоліком, оскільки для досягнення необхідного ступеня ущільнення в зоні насіння потрібно збільшувати тиск. Це, своєю чергою, може спричинити утворення глибоких слідів, а також сприяти формуванню щільної кірки на поверхні ґрунту, що негативно впливає на швидкість появи сходів, тому серійний коток секції не зовсім підходить для посіву цибулі. Щоб усунути ці недоліки, пропонується вдосконалена конструкція котка, яка дозволяє зменшити негативний вплив на структуру ґрунту та створити оптимальні умови для проростання цибулі.

Запропонований прикочуючий коток має комбіновану конструкцію (рис. 4.9). Оскільки посів цибулі відбувається на невелику глибину то для запобігання утворення поверхневої кірки центральна частина котка виконана сітчастою. Для стрімкого проростання насіння цибулі бажано щоб коток забезпечував ущільнення нижніх шарів ґрунту для підтягування капілярної вологи. З цією метою з обох боків сітчастої частини котка встановлені два конічні обгумовані ободи які орієнтують ґрунт до центра рядка виконуючи ущільнення борозни з обох боків.

Удосконалений прикочуючий коток підвищує ефективність роботи посівної секції просапної сівалки і дає можливість якісно прикочувати висіяне насіння цибулі. Завдяки збільшенню щільності ґрунту в місці розташування

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



$$R_{1x}r_1 + M_n < R_1fr_1 \quad (4.1)$$

де  $R_1$  - нормальна реакція, що діє на обід борозного котка, Н;

$R_{1x}$  - тяговий опір на ободі котка, Н;

$f$  - коефіцієнт тертя ґрунту по робочій поверхні котка;

$M_n$  - момент опору у підшипнику маточини борозного котка, Н/м.

Знайдемо опору в підшипнику:

$$M_n < f_n \frac{d}{2} Q \quad (4.2)$$

де  $Q$  - навантаження на підшипник;

$d$  - діаметр валу під підшипник;

$f_n$  - приведений коефіцієнт тертя в підшипнику.

Оскільки  $Q = R_1$ , то умова (4.1) після перетворення буде мати вигляд:

$$\frac{R_{1x}}{R_1} r_1 + K < fr_1 \quad (4.3)$$

де  $K = f_n \frac{d}{2}$ .

Підставляючи значення  $R_1$  і  $R_{1x}$  в (3.42), маємо:

$$2r_1 > \frac{2fK + \frac{9}{32}h_0 + \sqrt{\frac{9}{8}h_0fK + \frac{81}{1024}h_0^2}}{2} \quad (4.4)$$

де  $2r_1$  - діаметр котка, м.

Умова (4.4) є умова перекочування робочої поверхні борозного котка в борозні на глибині  $h_0$ . Однак, борозний коток не повинен також згруджувати грудки, які лежать на поверхні ґрунту. Отже, для нормальної роботи необхідно защемлення грудок, тобто повинна виконуватись умова:

$$\lambda \geq \varphi_1 + \varphi_2 \quad (4.5)$$

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



Бахтіна П. У. наведеними в [27,28], для звичайного чорнозему при вологості 16–25% коефіцієнт тертя ґрунту об сталь становить 0,62–0,89, тоді як коефіцієнт внутрішнього тертя коливається в межах 0,5–0,6. Якщо брати мінімальні значення коефіцієнтів тертя та радіус грудки, то, згідно з розрахунками, найменший можливий діаметр борозного котка може становити 0,12м. Оскільки в конструкції сівалки в після сошниковому просторі є місце то із конструктивних міркувань з перспективою висіву інших овочевих культур приймаємо діаметр робочої поверхні борозного котка 0,15м.

### **4.3 Визначення основних конструктивних параметрів удосконаленого прикочуючого котка**

В удосконаленій конструкції прикочуючого котка, розробленій для посівної секції сівалки Vesta 8 для посіву цибулі, передбачено виконання ключових технологічних операцій. Центральна частина котка відповідає за ущільнення і мульчування ґрунту безпосередньо над насінням, бокові частини ущільнюють ґрунт з обох боків від рядка, а його основні параметри визначаються шириною та діаметром. Ширину котка обирають відповідно до ширини рядка, в якому розміщується насіння. Ефективність роботи котка значною мірою залежить від його діаметра та особливостей конструкції робочої поверхні [28-30]. Діаметр має бути таким, щоб коток міг вільно перекочуватися через грудки, зосереджуючи тиск на них, у результаті чого вони або руйнуються, або втискаються в ґрунт [25,26].

Відповідно до агротехнічних вимог, розмір грудок у обробленому шарі становить від 1 до 15 мм, а глибину проникнення котка в ґрунт приймаємо рівною  $h = 10$  мм (рис. 4.11).

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



#### 4.4 Силовий розрахунок секції робочих органів сівалки Vesta 8

Для визначення рівноваги посівної секції, оснащеної паралелограмною підвіскою, необхідно скласти схему прикладених сил у робочому положенні. Це дозволить розглянути всі діючі навантаження та умови їх урівноваження (рис. 4.12) [26,28].

Посівна секція буде врівноважена за умови, що:

$$Qh_1 + Q_1h_8 + R_Hh_5 + R_{H1}h_6 = R_xh_2 + R_zh_1 + R_0h_3 + R'_0h_3 + R_xh_7 + R_zh_8 \quad (4.10)$$

де  $Q$  – сила ваги секції, Н;

$R_H, R_{H1}$  – сила тиску пружин, Н;

$R_x$  – сила опору сошника (при глибині ходу 2,5 см дорівнює 200 Н);

$R_z$  – вертикальна реакція ґрунту, на дію робочого органу, Н;

$R_0$  – реакція ґрунту, що діє на коток, Н;

$$R_0 = R'_0 / \cos \beta .$$

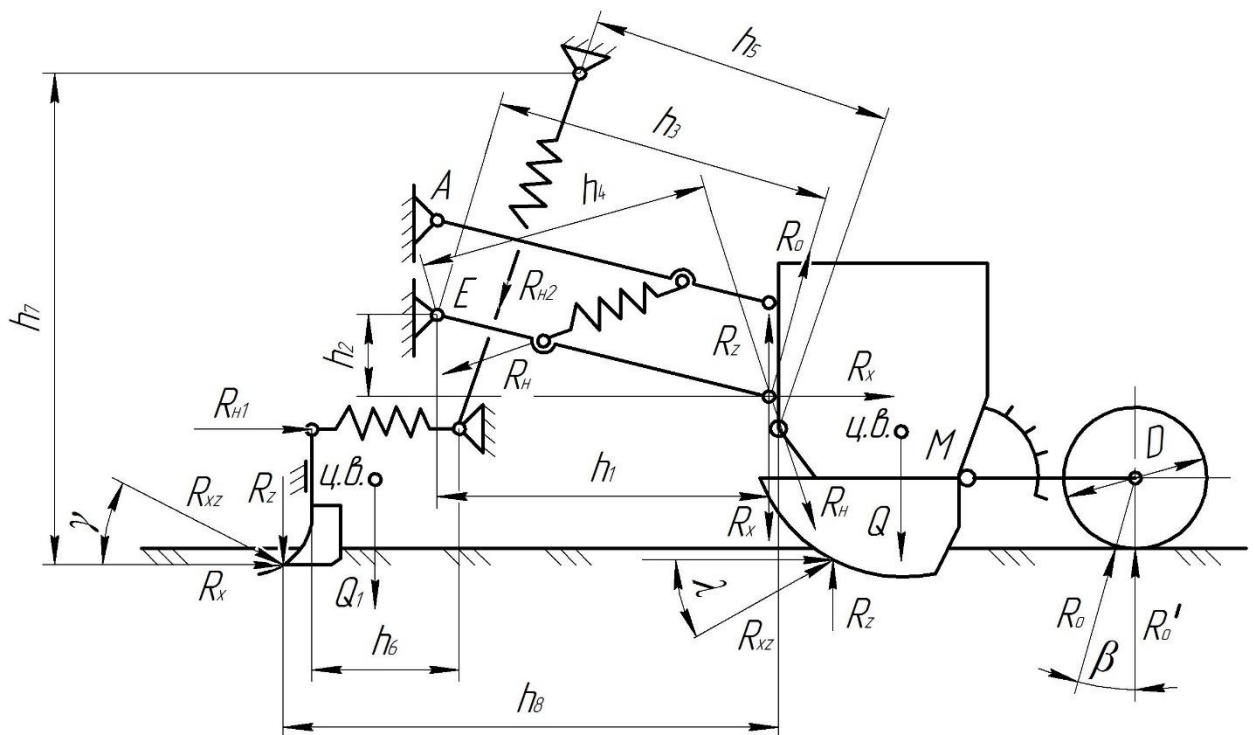


Рис. 4.12 Схема сил, що діють на секцію в робочому положенні  
 $\beta = 8 - 11^\circ$  кут дії реакції опору;

$$R'_0 = mb\sqrt{mD} , \quad (4.11)$$

де  $m$  – коефіцієнт утворення колії,  $m = 0,15 - 0,35$ , приймаємо  $m = 0,25$ ;

$b = 0,15$  м – ширина котка;

$D = 0,2$  м – діаметр котка.

Враховуючи конструкцію удосконаленого прикочуючого котка секції Vesta 8, проводимо розрахунок  $R'_0$ :

$$R'_0 = 0,25 \cdot 150 \cdot 2\sqrt{0,25 \cdot 200} = 530 \text{ Н}$$

$$R_0 = \frac{530}{\cos 10^\circ} = 538 \text{ Н}$$

Значення  $R_z$  згідно рис. 4.13:

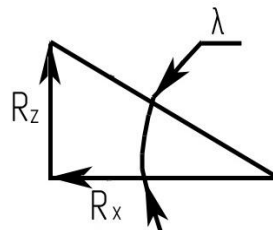


Рис. 4.13 Схема для знаходження сили  $R_z$

$R_x = 200$  Н,

тоді:

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{R_z}{R_x}; \quad (4.12)$$

$$R_z = R_x \operatorname{tg} \lambda = 200 \cdot \operatorname{tg} 30^\circ = 116 \text{ Н.}$$

Визначаємо значення  $h_1, h_2, h_3, h_4, h_5, h_6, h_7, h_8$

Значення розмірів  $h_1$  и  $h_2$  знаходимо із рис. 4.14.

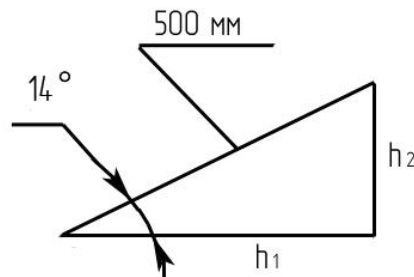


Рис. 4.14 Схема до визначення величин  $h_1$  и  $h_2$

Кут  $14^\circ$  визначаємо графічно по кресленню секції:

$$\cos 14^\circ = \frac{h_1}{500}; \quad h_1 = 500 \cdot \cos 14^\circ = 485 \text{ мм.}$$

$$\sin 14^\circ = \frac{h_2}{500}; \quad h_2 = 500 \cdot \sin 14^\circ = 120 \text{ мм.}$$

$h_3=500$  мм – розмір поводка по осям отворів;

$h_4=495$  мм,  $h_5=450$  мм,  $h_6=120$  мм,  $h_7=750$  мм,  $h_8=660$  мм – визначаються графічно по кресленню секції.

Вага секції сівалки Vesta 8 складає  $Q = 55$  кг, поводків 3,21 і 4,795 кг відповідно. Половина сумарної ваги поводків складає:

$$\frac{3,21 + 4,795}{2} = 4 \text{ кг}$$

Фактична розрахункова маса секції складає:

$$Q = 55 - 4 = 49 \text{ кг.}$$

Розрахунок зусилля пружини в робочому положенні згідно рис. 4.15

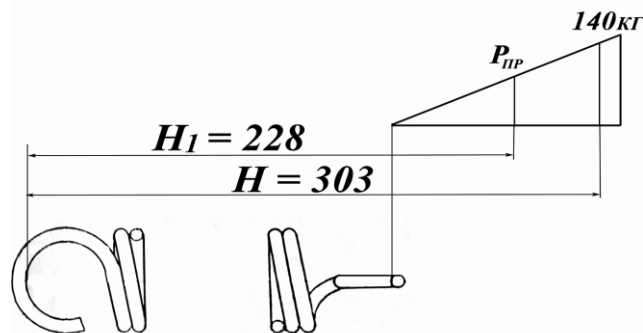


Рис. 4.15 Схема до розрахунку пружини

Методом інтерполяції (див. рис. 4.5) визначаємо зусилля пружини в робочому положенні:

$$\frac{H}{140} = \frac{H_1}{P_{\text{пр}}}; \quad (4.13)$$

$$P_{\text{пр}} = \frac{140 \cdot H_1}{H} = \frac{140 \cdot 228}{303} = 105,4 \text{ кг}$$

Кут  $55^\circ$  між віссю пружини і поводком визначається графічно із креслення сівалки Vesta 8 (рис. 4.16).

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

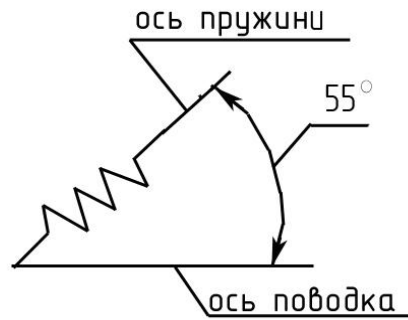


Рис. 4.16 Схема кута між поводком і пружиною

Кінцеве значення зусилля пружини визначається із рис. 4.17.

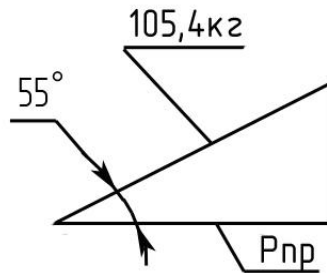


Рис. 4.17 Схема визначення значення кінцевого кута між поводком і пружиною

$$\cos 55^\circ = \frac{P_{\text{пр}}}{105,4} \quad (4.14)$$

$$P_{\text{пр}} = 105,4 \cdot \cos 55^\circ = 60,5 \text{ кгс.}$$

$$R_H = P_{\text{пр}} = 60,5 \text{ кгс}$$

Розглянемо силову взаємодію тукового сошника з ґрунтом в робочому положенні (рис. 4.18) [26,28].

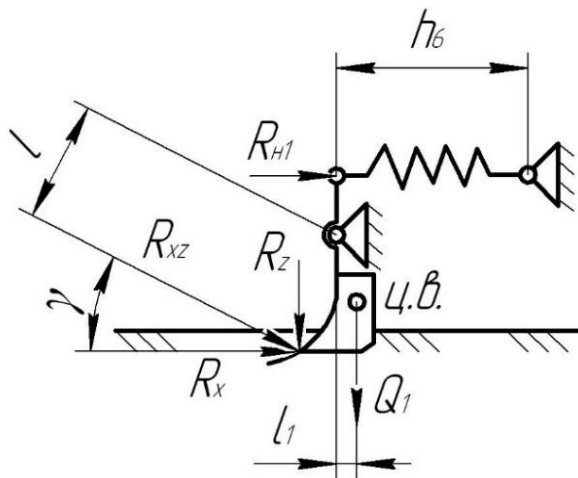


Рис. 4.18 Схема дії сил на туковий сошник

Рівняння рівноваги:

$$R_{H1}h_6 = Q_1l_1 + R_{zx}l; \quad (4.15)$$

де  $Q_1$  – сила ваги тукового сошника, Н;

$R_{H1}$  – сила натиску пружини, Н;

$R_{zx}$  – сила опору сошника [19].

$$R_{H1}h_6 = Q_1l_1 + R_{zx}l/h; \quad (4.16)$$

$$R_{H1} = 57 \cdot 50 + 260 \cdot 200 / 120 = 457 \text{ Н.}$$

Розрахунок пружини тукового сошника проводимо згідно рис. 4.19.

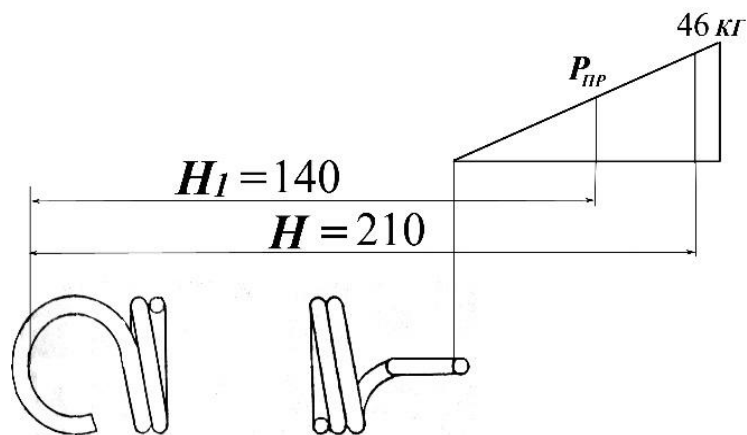


Рис. 4.19 Схема до розрахунку пружини тукового сошника

Методом інтерполяції (рис. 4.19) визначаємо зусилля пружини:

$$\frac{H}{46} = \frac{H_1}{P_{пр}}; \quad (4.17)$$

$$P_{пр} = \frac{46 \cdot H_1}{H} = \frac{46 \cdot 140}{210} = 31 \text{ кг}$$

Пружина розміщена горизонтально тому:

$$R_{H1} = P_{пр} = 31 \text{ кгс}$$

У ході проведених розрахунків були визначені всі силові впливи, що діють на секцію робочих органів, з урахуванням навантажень на туковий сошник. Аналіз показав, що рівновага секції під час роботи зберігається, забезпечуючи стабільність її функціонування.

## 5. Охорона праці

### 5.1 Аналіз небезпечних факторів які можуть виникати під час посіву цибулі [31-37]:

Процес сівби цибулі передбачає використання спеціалізованої техніки, механізованих агрегатів і ручної праці, що створює певні ризики для операторів та навколишнього середовища. Визначення небезпечних факторів дозволяє мінімізувати ризики травмування працівників і запобігти виходу з ладу обладнання.

#### 1. Механічна безпека:

травмування через рухомі частини агрегатів – обертові елементи сівалки, прикочуючі котки, висівні механізми та інші частини можуть становити небезпеку для оператора при недотриманні техніки безпеки;

затискання кінцівок між робочими органами – неправильне обслуговування або регулювання механізмів під час роботи може призвести до затискання рук чи ніг між рухомими деталями;

падіння з трактора чи сівалки – можливе при необережному русі або недотриманні правил посадки та висадки.

#### 2. Хімічні фактори ризику:

вплив добрив і засобів захисту рослин – передпосівна обробка насіння та внесення добрив можуть спричиняти алергічні реакції, подразнення дихальних шляхів та шкіри при відсутності засобів індивідуального захисту (ЗІЗ);

викиди відпрацьованих газів – робота трактора супроводжується викидами, які можуть спричиняти отруєння або погіршення самопочуття в умовах недостатньої вентиляції.

#### 3. Пилові та аерозольні небезпеки:

пил від сухого ґрунту та насіння може спричиняти подразнення слизової оболонки очей і дихальних шляхів, особливо в суху і вітряну погоду;

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

аерозолі від пестицидів та фунгіцидів – залишкові речовини на насінні або в ґрунті можуть потрапляти в повітря, створюючи ризик інтоксикації.

#### 4. Ергономічні та фізичні небезпеки:

тривала робота в незручному положенні призводить до перевтоми, больових відчуттів у спині, ногах і руках у разі роботи вручну або при частих налаштуваннях обладнання;

робота з трактором і сівалкою створює підвищений рівень шуму і вібрації, що може негативно впливати на слух та нервову систему оператора.

#### 5. Електричні небезпеки:

контакт із лініями електропередач можливий при русі трактора поблизу високовольтних ліній або несправності електрообладнання агрегату;

замикання проводки в електричних системах трактора або сівалки може призвести до загоряння або відмови роботи обладнання.

#### 6. Небезпеки, пов'язані з навколишнім середовищем:

нестабільні погодні умови – сильний вітер, зливи або посуха можуть ускладнювати процес сівби та підвищувати ризик аварійних ситуацій;

неправильне використання добрив або паливно-мастильних матеріалів може спричинити екологічні проблеми.

### 5.2 Заходи безпеки для мінімізації ризиків [31-37]:

використання спеціального одягу, рукавиць, захисних окулярів і респіраторів під час роботи; регулярна перевірка технічного стану обладнання перед початком посіву; дотримання правил безпечного поводження з хімічними речовинами; організація оптимального робочого графіка з урахуванням перерв для запобігання перевтомі; дотримання безпечної дистанції від ліній електропередач та інших небезпечних об'єктів.

Аналіз небезпечних факторів дозволяє розробити ефективну систему заходів щодо забезпечення безпечного виконання робіт під час посіву цибулі, що сприяє підвищенню продуктивності праці та зниженню ризику нещасних випадків.

					<b>МВЦ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

## Висновки

Аналіз технології вирощування цибулі дозволив отримати наступні результати:

1. Проведений огляд існуючих конструкцій сівалок для посіву цибулі і було визначено, що при незначному переобладнанні просапна сівалка Vesta 8 може в повному обсязі виконати вимоги агротехніки для якісного виконання операції посіву.

2. В процесі модернізації було визначено, що основними робочими органами які дають можливість виконати якісний посів цибулі просапною сівалкою є борозний коток і задній прикочуючий коток.

3. Для покращення умов оптимального розміщення насіння на дні борозни запропонований борозний коток який має комбіновану конструкцію та складається з двох функціональних частин. Нижньої яка призначена для укладання насіння та запобігання його налипанню на робочу поверхню борозного котка та верхньої бічної частини яка відрізняється меншою жорсткістю та виконує ефект демпфування, та відповідає профілю борозни.

4. Запропонований прикочуючий коток має комбіновану конструкцію середня частина якої виконана сітчастою, а з обох боків сітчастої частини котка встановлені два конічні обгумовані ободи які орієнтують ґрунт до центра рядка виконуючи ущільнення борозни з обох боків.

5. Теоретично обґрунтовані та розраховані геометричні параметри робочих поверхонь борозного і заднього котків секції робочих органів просапної сівалки під посів цибулі.

6. Розроблені заходи для покращення умов праці і усуненню небезпечних та шкідливих факторів під час сівби цибулі.

7. Розроблена конструкція робочих органів просапної сівалки, дає можливість висівати цибулю та покращити процес загортання її насіння та збільшити врожайність.

					<b>МВЦ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Алімов Д.М., Шелестов Ю.В. Технологія виробництва продукції рослинництва: Підручник. – К.: Вища шк., 1995. – 271с.
2. Вадим Кричковський. Скільки можна заробити на цибулі? Пропозиція, 2023. <https://propozitsiya.com/ua/skilky-mozhna-zarobyty-na-cybuli-tayemnyci-prybutkovogo-biznesu-rozkryvaye-vadym-krychkovskyy>
3. Артеменко Д.Ю., Магопєць О.С., Соломашенко П.М. Дослідження і розробка удосконаленої конструкції сошника просапної сівалки. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: загальнодерж. міжвід. наук.-техн. зб. - Кіровоград: КНТУ, 2010. - Вип. 40, ч.1. - С. 136-142. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/1795/1/26.pdf>
4. Артеменко Д.Ю., Онопа В.А. 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://zbirniksgm.kntu.kr.ua/archive/52/52\\_Artemenko.html](http://zbirniksgm.kntu.kr.ua/archive/52/52_Artemenko.html)
5. Дмитро Артеменко. Дослідження конструкційних параметрів елементів сошника для посіву просапних культур. Науково-технічні дослідження у галузі механічної інженерії та транспорту: колективна монографія / заг. ред. А.А. Кашканов. – Академія технічних наук України. – Івано-Франківськ: Видавець Кушнір Г.М. – 2023. – С. 72-110. [https://ukrtsa.org.ua/wp-content/uploads/2023/05/mech\\_transport.pdf](https://ukrtsa.org.ua/wp-content/uploads/2023/05/mech_transport.pdf)
6. Артеменко Д.Ю., Кислун О.А., Онопа В.А., Богатирьов Д.В. Дослідження конструкції дискового пружинного загортача просапної сівалки. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, 2024, вип. 54. ЦНТУ, Кропивницький – 2024. - С. 174-184. [https://zbirniksgm.kntu.kr.ua/archive/54/54\\_Artemenko.html](https://zbirniksgm.kntu.kr.ua/archive/54/54_Artemenko.html)
7. Цибуля: прогресивні технології та нормативи витрат. Мазоренко Д.І., Мазнєв Г.Є., Тіщенко Л.М.; Харківський національний технічний ун-т сільського господарства ім. П. Василенка. Харків: Міськдрук, 2011. 30 с.

					<b>МВЦ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

8. Вирощування цибулі ріпчастої скоростиглих сортів (методичні рекомендації). Вітанов О.Д., Яровий Г.І, Терлецька Н.В. Харків: ІОБ УААН, 2005. 12 с.
9. Цибуля і часник. О.Ю. Барабаш, Л.І. Демкевич, А.І. Мірошніченко [та ін.]. К.: Урожай, 1992. 177 с.
10. Довідковий матеріал з овочівництва /З.Д. Сич, О.Я. Жук, І.М. Бобось та ін. - К.: 2012. – 204 с.
11. Сучасні технології вирощування овочевих культур: навч. Посібник для студентів напряму «Агрономія» агробіологічних спеціальностей вищих навчальних закладів освіти III-IV рівнів акредитації./ В.Б. Кутовенко, І.Г. Міхаліна, В.Т. Гонтар. – Київ, 2013. – 300 с.
12. Алімов Д.М., Шелестов Ю.В. Технологія виробництва продукції рослинництва: Підручник. – К.: Вища шк., 1995. – 271с.
13. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко; За ред. О.І. Зінченка. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591с.
14. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. Львів: НВФ «Українські технології», 2002. 800 с.
15. Барабаш О.Ю. Овочівництво. - К.: Вища школа, 1994, 374 с.
16. Сільськогосподарські машини в овочівництві. /За ред.. канд. с.-г. н. А.І. Ящука. – Харків, ІОБ УААН, 2006. – 138с.
17. Ластівка М.М. Експлуатація машин і обладнання. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти аграрних технікумів і коледжів денної і заочної форми навчання зі спеціальності 208 Агроінженерія. Ладизинський коледж, ВНАУ, 2019. – 374 с.
18. Навчальний посібник. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві./ А.С. Лімонт, І.І. Мельник, А.С. Малиновський, В.В. Марченко, В.Л. Гуз, І.М. Грищенко. - К.: Кондор, 2004. - 284 с.
19. Овочева сівалка Sakalak. URL: <https://agro-sintez.com.ua/product/sivalka-ovocheva-tochnogo-visivu-dlja-tr/>

					<b>МВЦ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

20. Сівалка овочева Кентавр СМП-5. URL: <https://kentavr.ua/nav-oborudovaniye/seyalki/seyalka-ovoshchnaya-smp-5>
21. Сівалка точного висіву для овочевих культур ORIETTA – GASPARD0. URL: <https://www.maschiogaspardo.com/uk/web/ukraine/orietta>
22. 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>
23. KVERNELAND. Monopill - Mechanische Einzelkornsämaschine. Präzise Vereinzelnung - nicht nur bei Rüben. Kverneland Group Deutschland GmbH, 2017. 16p.  
<https://www.kverneland.de/Saetechnik/Einzelkornsämaschinen/Kverneland-Monopill-Monopill-e-drive-II>
24. Product Catalog. Technology in harmony with the nature. Elvorti - Chervona zirka. Ukraine, 2016. 20p.  
[https://www.elvorti.com/content/pdf/2016/KATALOG\\_2016\\_EN\\_SITE.pdf](https://www.elvorti.com/content/pdf/2016/KATALOG_2016_EN_SITE.pdf)
25. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 1, частина 2. Машини для сівби та садіння. – Харків: Око, 2002. – 452 с.
26. 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.
27. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. - К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
28. Бендера І.М. Проектування сільськогосподарських машин / за ред. І.М. Бендери. - Кам'янець-Подільський: Абетка, 2011, 640 с.
29. Артеменко Д.Ю. Прикочувальні котки сівалок: конструкційні переваги, недоліки та перспективи розвитку. Пропозиція. Машини та обладнання: (257) 1/17, С. 54 - 58

					<b>МВЦ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

30. Артеменко Д.Ю., Настоящий В.А. Обґрунтування робочої поверхні конусного прикочуючого котка просапної сівалки. Scientific Journal «ScienceRise» №5/2(34)2017 – С. 18-22.

31. 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.

32. 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)

33. 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)

34. 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)

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

36. 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)

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

					<b>МВЦ 00.000 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

## **Додатки**



















