

Центральноукраїнський національний технічний університет
Центр заочної та дистанційної освіти
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«___» _____2026 р.

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

Механізація вирощування цибулі

з удосконаленням сівалки СУПО-6

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи АІ-22з-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Шинкаренко Денис Іванович

«___» _____2026 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

_____Віктор ДЕЙКУН

«___» _____2026 р.

Рецензент

доц., канд. техн. наук

_____Сергій ЛИСЕНКО

[illegible]

ЗМІСТ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Розділ	Найменування структурних одиниць і розділів	Арк.
1	Вступ	5
2	Аналіз типової технології вирощування цибулі.	6
3	Операційна технологія виконання вирощування цибулі з насіння. .	15
4	Інженерна частина	29
5	Охорона праці	41
6	Висновки	43
	Список використаної літератури	45
	Додатки.	47

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

1. ВСТУП

Сучасний розвиток сільського господарства характеризується підвищеними вимогами до ефективності виробництва, якості продукції та раціонального використання матеріально-технічних ресурсів. Особливе значення в цьому процесі має впровадження прогресивних технологій вирощування овочевих культур, зокрема цибулі, яка є однією з найважливіших овочевих культур як в Україні, так і у світі.

Вирощування цибулі потребує високої точності виконання технологічних операцій, особливо на етапі посіву, оскільки саме рівномірність розміщення насіння та дотримання оптимальної норми висіву значною мірою визначають густоту стояння рослин, їх розвиток і, як наслідок, рівень врожайності. У зв'язку з цим важливу роль відіграє технічне забезпечення процесу сівби, зокрема конструкція та робота висівних апаратів.

На практиці широко застосовується овочева сівалка СУПО-6, яка забезпечує пунктирний та рядковий висів насіння. Проте аналіз її експлуатації показує наявність певних недоліків, зокрема недостатню рівномірність висіву, можливе пошкодження насіння та складність регулювання робочих параметрів. Це зумовлює необхідність удосконалення конструкції висівного апарата з метою підвищення ефективності роботи машини.

Актуальність теми дипломної роботи полягає у необхідності підвищення якості посіву цибулі шляхом удосконалення конструкції сівалки СУПО-6 та впровадження більш ефективних технічних рішень, що забезпечують рівномірний висів, зменшення втрат насіння та зниження енерговитрат.

					МВЦ 00.000 ПЗ							
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Механізація вирощування цибулі з удосконаленням сівалки СУПО-6				Літ.		Аркуш	Аркушів
Розроб.	Шинкаренко								I		5	42
Перевір.	Дейкун											
Н. контр.	Артеменко											
Затвер.	Васильковський											
					ЦНТУ, гр. АІ-223-1							

2. АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЦИБУЛІ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ШЛЯХІВ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ

2.1. Біологічні особливості цибулі

Цибуля ріпчаста (*Allium* сера L.) є дворічною рослиною родини амарилісових, яка в перший рік формує цибулину, а на другий – квітконосне стебло та насіння. У виробничих умовах її вирощують як однорічну культуру для отримання товарної продукції.

Цибуля належить до холодостійких культур. Насіння починає проростати за температури 3–5 °С, однак оптимальною для росту і розвитку рослин є температура 18-22 °С. Сходи здатні витримувати короточасні заморозки до мінус 2–3 °С. Разом із тим, у період формування цибулини рослини потребують підвищених температур і достатнього освітлення.

Коренева система цибулі слабо розвинена, мичкувата, основна її маса розміщується у верхньому шарі ґрунту (20-30 см). Це зумовлює високу вимогливість культури до родючості ґрунту, вологості та його структури. Найкраще цибуля росте на легких і середніх за механічним складом ґрунтах із нейтральною реакцією середовища.

Цибуля є світлолюбною рослиною довгого дня. При недостатньому освітленні затримується формування цибулини та знижується врожайність. Важливе значення має також тривалість світлового дня, яка впливає на перехід рослин до формування цибулини.

Вологість ґрунту є критичним фактором, особливо на початкових етапах росту та в період інтенсивного формування листкового апарату. Водночас надмірне зволоження негативно впливає на розвиток рослин і може спричиняти ураження хворобами.

Вегетаційний період цибулі залежить від сорту і становить 90-150 днів. Рослина повільно росте на початкових етапах, тому сильно пригнічується бур'янами, що вимагає ретельного догляду за посівами.

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Таким чином, біологічні особливості цибулі зумовлюють підвищені вимоги до умов вирощування, особливо щодо родючості ґрунту, вологості та чистоти посівів, що необхідно враховувати при розробці технології її вирощування та механізації виробничих процесів.

2.2. Місце цибулі у сівозміні.

Цибуля ріпчаста займає важливе місце у сівозмінах овочевих культур, оскільки є досить вибагливою до родючості ґрунту, його структури та чистоти від бур'янів. Правильне розміщення цибулі у сівозміні сприяє підвищенню врожайності, покращенню якості продукції та зменшенню ураження хворобами і шкідниками.

Найкращими попередниками для цибулі є культури, під які вносили органічні добрива, зокрема огірки, капуста, томати, рання картопля, а також зернобобові культури. Ці попередники залишають після себе добре окультурений і чистий від бур'янів ґрунт, що є надзвичайно важливим для цибулі, особливо на початкових етапах росту.

Не рекомендується розміщувати цибулю після культур родини цибулевих (часник, порей) через накопичення спільних хвороб і шкідників. Повторне вирощування цибулі на одному й тому самому полі допускається не раніше ніж через 3-4 роки.

Цибуля є відносно слабким конкурентом бур'янів, тому її доцільно розміщувати після культур, які добре очищають поле. Крім того, вона добре реагує на післядію органічних добрив, внесених під попередню культуру.

Як попередник цибуля також має певне значення: після неї поле залишається відносно чистим, що створює сприятливі умови для вирощування інших овочевих або зернових культур.

Таким чином, раціональне розміщення цибулі у сівозміні є важливою умовою отримання високих і стабільних врожаїв, а також ефективного використання ґрунтових ресурсів.

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

2.3. Система удобрення для цибулі.

Цибуля ріпчаста є високовимогливою культурою до родючості ґрунту та забезпеченості поживними речовинами, що зумовлено слабким розвитком кореневої системи та її розміщенням у верхньому шарі ґрунту. Тому раціональна система удобрення є важливою умовою формування високого і якісного врожаю.

Основу системи удобрення становить поєднання органічних і мінеральних добрив. Органічні добрива (гній, компости) зазвичай вносять під попередню культуру в нормі 30–40 т/га, оскільки безпосереднє внесення під цибулю може призводити до погіршення якості продукції та розвитку хвороб.

Мінеральні добрива вносять з урахуванням родючості ґрунту та запланованого врожаю. Орієнтовні норми становлять:

N_{60-90} , P_{60-90} , K_{60-90} (у діючій речовині).

Фосфорні та калійні добрива вносять під основний обробіток ґрунту, а азотні – частково перед сівбою і у вигляді підживлень протягом вегетації.

Важливим є локальне внесення добрив під час сівби, що сприяє кращому розвитку рослин на початкових етапах росту. У період інтенсивного наростання листової маси доцільне проведення підживлення азотними добривами.

Цибуля добре реагує на внесення мікродобрив, зокрема бору, цинку, марганцю. Їх застосування підвищує стійкість рослин до стресових умов, покращує якість продукції та сприяє підвищенню врожайності.

Важливо дотримуватися збалансованого внесення добрив, оскільки надлишок азоту може призводити до затримки досягання цибулин, зниження лежкості та погіршення якості продукції.

Таким чином, система удобрення цибулі повинна бути науково обґрунтованою та адаптованою до конкретних ґрунтово-кліматичних умов, що забезпечує ефективне використання поживних речовин і отримання високих урожаїв.

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

2.4. Обробіток ґрунту при вирощуванні цибулі

Система обробітку ґрунту під цибулю спрямована на створення пухкого, вирівняного та чистого від бур'янів посівного шару, що забезпечує дружні сходи і рівномірний розвиток рослин. Враховуючи слабкий розвиток кореневої системи цибулі, особливу увагу приділяють якості передпосівного обробітку.

1. Луцання стерні (після попередника).

Мета: знищення бур'янів, падалиці, збереження вологи.

Глибина: 6-8 см.

Агрегати: ЛДГ-10, ЛДГ-15, БДТ-7, БДВП-6 (дискові борони).

2. Основний обробіток ґрунту (оранка).

Мета: розпушення ґрунту, загортання рослинних решток і добрив

Глибина: 20-25 см.

Агрегати: плуги ПЛН-5-35, ПЛП-6-35 у агрегаті з тракторами класу 1,4-3,0.

У разі використання мінімального обробітку можливе застосування чизельних культиваторів (ЧКУ-4, КЧП-5,4).

3. Ранньовесняне боронування.

Мета: закриття вологи, вирівнювання поверхні.

Агрегати: БЗСС-1,0, БП-8 (зубові борони).

4. Передпосівна культивація.

Мета: формування дрібногрудочкуватого посівного ложа, знищення бур'янів.

Глибина: 3-5 см.

Агрегати: КПС-4, КШУ-8,6, УСМК-5,4 у комплекті з боролами та котками.

5. Коткування (за необхідності)

Мета: ущільнення верхнього шару ґрунту, покращення контакту насіння з ґрунтом
Агрегати: ЗККШ-6, ККН-2,8.

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

6. Формування гряд (для інтенсивної технології).

Мета: покращення аерації ґрунту, зручність догляду і збирання.

Агрегати: грядоутворювачі ГР-1,4, КГО-3.

Таким чином, система обробітку ґрунту при вирощуванні цибулі повинна забезпечувати створення вирівняного, добре розпушеного і чистого від бур'янів ґрунтового середовища, що є необхідною умовою отримання високого врожаю.

2.5. Підготовка цибулі-чорнушки до посіву.

Підготовка насіння цибулі-чорнушки до посіву є важливим агротехнічним заходом, спрямованим на підвищення польової схожості, забезпечення дружних сходів і покращення початкового росту рослин. Враховуючи дрібні розміри насіння та повільний розвиток культури на ранніх етапах, якість передпосівної підготовки має вирішальне значення.

Для сівби використовують кондиційне насіння з високими посівними якостями: чистотою не менше 95-97% і схожістю не нижче 80-85%. Насіння повинно бути очищене від домішок, вирівняне за розмірами та не мати механічних пошкоджень. За потреби проводять калібрування, що забезпечує рівномірний висів і однакову глибину загортання.

Обов'язковим елементом підготовки є протруювання насіння з метою захисту від грибкових і бактеріальних хвороб. Для цього застосовують сучасні протруйники, які забезпечують ефективний захист у початковий період розвитку рослин.

З метою підвищення енергії проростання та стійкості до несприятливих умов насіння обробляють мікроелементами та стимуляторами росту. Найбільш ефективними є препарати, що містять цинк, бор, марганець, а також біологічно активні речовини.

Для прискорення появи сходів застосовують передпосівне замочування або барботування насіння (обробка водою з подачею повітря), що активізує фізіологічні процеси. Після такої обробки насіння підсушують до сипучого стану.

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

У виробничих умовах також застосовують інкрустацію або дражування насіння, що покращує його висівні властивості, забезпечує рівномірний розподіл у ґрунті та дозволяє використовувати точні висівні апарати.

Таким чином, комплексна передпосівна підготовка насіння цибулі-чорнушки забезпечує підвищення ефективності сівби, рівномірність сходів та формування високого врожаю.

2.6. Посів цибулі-чорнушки

Посів цибулі-чорнушки є відповідальним етапом технології вирощування, від якого залежить рівномірність сходів, густота стояння рослин та формування врожаю. Враховуючи дрібний розмір насіння, особливу увагу приділяють якості підготовки ґрунту та точності висіву.

Сівбу проводять у ранні строки, як тільки ґрунт досягає фізичної стиглості і прогрівається до температури 5-7°C. Запізнення з посівом призводить до зниження врожайності через втрату вологи та пригнічення рослин бур'янами.

Норма висіву залежить від способу вирощування і становить у середньому 6-10 кг/га. Глибина загортання насіння – 2-3 см на легких ґрунтах і 1,5-2 см на важких. Ширина міжрядь зазвичай становить 45 см (для механізованого догляду) або 15-30 см (при суцільному висіві).

Для посіву застосовують спеціалізовані овочеві сівалки точного висіву, зокрема:

- СУПО-6 (найбільш поширена для овочевих культур)
- СО-4,2, СО-5,4
- сучасні аналоги: MaterMass MSO, Gaspardo Orietta, Sfoggia Sigma

Сівалки агрегуються з тракторами класу 0,6-1,4 (МТЗ-80, ЮМЗ-6 та ін.). Вони оснащені висівними апаратами (котушковими або дисковими), які забезпечують дозування і рівномірний розподіл насіння у рядку.

Робоча швидкість посіву становить 4-6 км/год. Важливим є точне налаштування висівного апарата: вибір висівного диска, регулювання норми

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

висіву та глибини загортання насіння. Для покращення контакту насіння з ґрунтом після сівби часто проводять коткування.

Таким чином, правильна організація процесу посіву цибулі-чорнушки з використанням сучасних сівалок забезпечує рівномірні сходи, оптимальну густоту рослин і є важливою умовою отримання високого врожаю.

Технологічна карта на посів цибулі-чорнушки представлена у графічній частині проекту.

2.7. Догляд за посівами цибулі

Догляд за посівами цибулі спрямований на забезпечення оптимальних умов для росту і розвитку рослин, зменшення забур'яненості, збереження вологи та підвищення врожайності. Оскільки цибуля на початкових етапах росте повільно і має слабку конкурентоздатність проти бур'янів, своєчасний і якісний догляд є особливо важливим.

1. Коткування після сівби (за необхідності).

Мета: ущільнення ґрунту, покращення контакту насіння з ґрунтом.

Агрегати: ЗККШ-6, ККН-2,8.

2. Досходове боронування.

Мета: руйнування ґрунтової кірки, знищення проростків бур'янів.

Глибина: 2-3 см.

Агрегати: легкі зубові борони БЗСС-1,0, ротаційні мотики МРН-6.

3. Післясходове боронування (у фазі “білої ниточки”).

Мета: знищення молодих бур'янів.

Агрегати: легкі борони або ротаційні мотики (МРН-6).

Примітка: проводиться обережно, щоб не пошкодити сходи.

4. Міжрядний обробіток.

Мета: розпушення ґрунту, знищення бур'янів, збереження вологи.

Глибина: 4-6 см.

Агрегати: культиватори КРН-4,2, КРН-5,6, УСМК-5,4 з відповідними робочими органами.

Кількість обробітків: 2–3 рази за вегетацію.

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

5. Хімічний захист рослин.

Мета: боротьба з бур'янами, шкідниками та хворобами.

Агрегати: обприскувачі ОПШ-2000, ОП-2000, Amazone UX, Hardi Navigator.

6. Підживлення рослин.

Мета: забезпечення поживними речовинами у критичні фази росту.

Агрегати: розкидачі мінеральних добрив РУМ-5, Amazone ZA-M, Kuhn Axis або обприскувачі (для рідких добрив).

Таким чином, система догляду за посівами цибулі передбачає комплекс механічних і хімічних заходів із застосуванням сучасних агрегатів, що забезпечує ефективний контроль бур'янів, оптимальні умови росту рослин і формування високого врожаю.

2.7. Збирання врожаю цибулі.

Збирання врожаю цибулі є завершальним етапом технології вирощування, від якого залежить збереження врожаю та його якісних показників. Важливим є своєчасне проведення збирання, оскільки як передчасне, так і запізнile збирання призводить до втрат продукції та погіршення її лежкості.

Ознаками стиглості цибулі є полягання та підсихання листків (70–80% рослин), формування сухих покривних лусок і припинення росту. Збирання проводять у суху погоду.

Технологічний процес збирання включає такі операції: підкопування цибулин, вибирання з ґрунту, підсушування, очищення та транспортування.

1. Підкопування цибулі.

Мета: підрізання кореневої системи та полегшення вибирання.

Агрегати: підкопувачі КТН-2В, КПЛ-1,4, овочеві копачі. Глибина підкопування – 6–8 см нижче донця цибулини.

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

2. Вибирання та укладання у валки.

Мета: підсушування цибулі в полі.

Агрегати: підбирачі-валкоутворювачі або вручну (на малих площах).

3. Підсушування (польове дозрівання).

Мета: підсушування шийки та покривних лусок. Тривалість – 5-10 днів залежно від погодних умов.

4. Підбирання і очищення.

Мета: відокремлення домішок, підготовка до зберігання.

Агрегати: підбирачі-навантажувачі ПНБ-1,6, сортувальні лінії, очисники.

5. Механізоване збирання (комплексно).

На великих площах застосовують спеціалізовані машини:

- цибулезбиральні комбайни Е-686, ККУ-2А.
- сучасні комплекси: ASA-LIFT, Grimme, Simon.

Вони виконують одночасно підкопування, підбирання, очищення та завантаження продукції.

6. Післязбиральна доробка.

Мета: доведення продукції до товарного стану.

Агрегати: сортувальні пункти, транспортери, сушарки.

Цибулю досушують до вологості 80-85% (зовнішніх лусок) і закладають на зберігання.

Таким чином, застосування сучасних агрегатів при збиранні цибулі дозволяє зменшити втрати врожаю, підвищити продуктивність праці та забезпечити високу якість продукції.

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЦИБУЛІ З НАСІННЯ

3.1. Умови роботи.

Для виконання посіву цибулі-чорнушки використовуємо агрегат у складі трактора МТЗ-80 та овочевої сівалки СУПО-6.

$S=100$ га – площа поля для посіву, загальна.

$L=1000$ м – довжина загінки.

6%, – ухил поля.

$K=1,8$ кН/м – питомий опір ґрунту.

3.2. Агротехнічні вимоги до посіву цибулі-чорнушки.

Цибуля-чорнушка належить до дрібнонасінневих овочевих культур, що висуває підвищені вимоги до якості виконання посівних робіт. Основною метою є забезпечення рівномірних і дружних сходів, що безпосередньо впливає на врожайність культури.

Агротехнічні вимоги до посіву цибулі-чорнушки передбачають забезпечення якісного та рівномірного розміщення насіння у ґрунті з дотриманням заданих параметрів глибини, густоти та схеми посіву. Це є основною умовою отримання дружних сходів і високої врожайності.

Посів повинен здійснюватися з:

- дотриманням оптимальної глибини загортання насіння (зазвичай 1-3 см залежно від умов);
- рівномірним розподілом насіння в рядку без пропусків і згущень;
- витримуванням заданої ширини міжрядь;
- мінімальним пошкодженням насіння під час висіву;
- якісним загортанням і прикочуванням ґрунту для забезпечення контакту насіння з вологою.

Посівний агрегат у складі сівалки СУПО-6 та трактора повинен відповідати таким вимогам:

- забезпечувати стабільну норму висіву незалежно від швидкості руху;
- підтримувати рівномірну глибину ходу сошників;
- мати надійну роботу висівних апаратів без засмічення;
- забезпечувати копіювання рельєфу поля посівними секціями;
- працювати в оптимальному швидкісному режимі (зазвичай 4–8 км/год);
- бути економічним та зручним в обслуговуванні.

Посівний агрегат повинен відповідати таким експлуатаційним вимогам:

- забезпечення стабільної норми висіву незалежно від швидкості руху агрегату;
- рівномірне загортання насіння на задану глибину по всій ширині захвату;
- надійна робота висівних апаратів без засмічення та порушення процесу висіву;
- ефективне копіювання мікрорельєфу поля посівними секціями;
- робота в оптимальному швидкісному режимі (4–8 км/год);
- зручність технічного обслуговування та висока надійність у польових умовах.

Загалом, дотримання цих вимог дозволяє підвищити якість посіву, польову схожість насіння та ефективність використання посівного матеріалу.

3.3. Комплектування посівного агрегату і підготовка його до роботи.

Рациональне комплектування посівного агрегату та дотримання агротехнічних вимог до висіву цибулі-чорнушки дозволяє забезпечити високу якість посівних робіт. Це сприяє рівномірному розміщенню насіння, підвищенню польової схожості, зниженню витрат посівного матеріалу та загальному підвищенню ефективності вирощування культури.

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Для виконання посіву цибулі-чорнушки формується машинно-тракторний агрегат, до складу якого входять:

сівалка СУПО-6, оснащена (згідно з проєктним рішенням) механічними висівними апаратами;

трактор тягового класу 1,4, який забезпечує необхідну потужність і стабільність руху агрегату (наприклад, типу МТЗ-80 або МТЗ-82).

Вибір даного складу агрегату обумовлений відповідністю технічних характеристик сівалки та трактора, а також можливістю забезпечення оптимального режиму роботи під час посіву овочевих культур.

Ефективність виконання посівних робіт значною мірою залежить від правильної підготовки машинно-тракторного агрегату. Перед початком роботи необхідно провести комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення якісного висіву насіння цибулі-чорнушки.

Підготовка агрегату включає такі основні етапи:

1. Підготовка трактора

- перевірка технічного стану трактора, справності двигуна, трансмісії та гідросистеми;
- контроль рівня пального, мастильних матеріалів та робочих рідин;
- встановлення необхідної колії трактора відповідно до ширини міжрядь;
- перевірка тиску в шинах для забезпечення рівномірного руху агрегату.

2. Підготовка сівалки СУПО-6

- огляд рами, робочих органів і кріплень;
- перевірка стану сошників, котушок, насіннєпроводів і загортачів;
- контроль роботи приводу висівних апаратів;
- очищення бункерів від залишків попереднього посівного матеріалу;
- змащування рухомих вузлів відповідно до карти мащення.

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

3. Налаштування висівних апаратів

- встановлення необхідної норми висіву шляхом регулювання робочої довжини катушки;
- перевірка рівномірності подачі насіння на стенді або пробним прокручуванням;
- підбір відповідних елементів (катушок, висівних дисків — за наявності);
- забезпечення відсутності травмування насіння під час висіву.

4. Регулювання робочих органів

- встановлення глибини загортання насіння (1-3 см);
- регулювання тиску сошників на ґрунт;
- налаштування прикочувальних коліс для забезпечення контакту насіння з ґрунтом;
- перевірка роботи загортачів і вирівнювальних елементів.

5. Агрегатування сівалки з трактором

- правильне приєднання сівалки до навісної або причіпної системи трактора;
- перевірка горизонтальності розташування сівалки;
- налаштування довжини тяг і положення агрегату;
- контроль роботи приводу від опорно-приводних коліс.

6. Контрольний посів

- виконання пробного проходу на невеликій ділянці поля;
- перевірка фактичної норми висіву та глибини загортання;
- оцінка рівномірності розміщення насіння в рядку;
- внесення необхідних коригувань у налаштування агрегату.

Якісна підготовка посівного агрегату забезпечує стабільну роботу всіх його вузлів, точне дотримання агротехнічних вимог і, як наслідок, підвищення ефективності вирощування цибулі-чорнушки. Недотримання вимог до підготовки може призвести до нерівномірних сходів і зниження врожайності культури.

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Розрахунок складу машинно-тракторного агрегату

Для підвищення урожайності цибулі та зниження енерговитрат при посіві культури ми пропонуємо використати агрегат наступної комплектації: трактор МТЗ-80 та сівалка СУПО-6, обладнаної трьохстрочним сошником.

Висів цибулі-чорнушки виконуємо на полі з кутом підйому 6 відсотків після проведення культивування агрегатом у складі трактора МТЗ-80 і сівалки СУПО-6.

Відповідно до нормативів агротехнічних швидкостей межі швидкостей при посіві знаходяться в діапазоні 7-12 км/год, що відповідає III і IV передачі трактора.

З урахуванням наших умов, тягове зусилля трактора на III і IV передачах складе:

$$P_{\text{гак}} = \frac{10^4 N_e i_m \eta_{\text{тр}}}{n_{\text{дв}} r} - G_{\text{тр}} (f + i), \quad (2.1)$$

N_e – потужність двигуна, ефективна;

$i_{\text{тр}}$ – передаточне число трансмісії;

$\eta_{\text{тр}}$ – КПД трансмісії, механічний;

$n_{\text{дв}}$ – частота обертання колінчатого валу, номінальна;

r – радіус ведучих коліс з урахуванням посадки;

$G_{\text{тр}}$ – маса трактора;

f – значення коефіцієнту опору коченню;

i – значення величини підйому.

$$\text{Тобто, } P_{\text{гак}}^{\text{III}} = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 83,5 \cdot 0,92}{2200 \cdot 0,73} - 33400 \cdot (0,12 + 0,06) = 22,16 \text{ кН,}$$

$$P_{\text{гак}}^{\text{IV}} = \frac{10^4 \cdot 58,9 \cdot 54,4 \cdot 0,92}{2200 \cdot 0,73} - 33400 \cdot (0,12 + 0,06) = 12,34 \text{ кН.}$$

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Найбільша ширина захвату на передачах III і IV буде наступною:

$$B_{\max} = \frac{P_{\text{гак}}}{K + R}, \quad (2.2)$$

K – значення питомого опору ґрунту.

Питомий опір з поправкою на швидкості при цьому:

$$K_v = K[1 + \Pi(V_p - V_0)], \quad (2.3)$$

K_v – питомий опір ґрунту (або робочого органа) з урахуванням швидкості руху Π – коефіцієнт приросту питомого опору;

V_p – швидкість агрегату, фактична робоча;

V_0 – базова (еталонна) швидкість, при якій визначено значення ККК.

$$V_p = V_1 \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (2.4)$$

δ – значення коефіцієнта буксування.

$$V_p^{\text{III}} = 8,22 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 7,4 \text{ км/год},$$

$$V_p^{\text{IV}} = 9,69 \cdot \left(1 - \frac{18}{100}\right) = 7,9 \text{ км/год}.$$

Тоді буде:

$$K_v^{\text{III}} = 1140 \cdot [1 + 0,2 \cdot (7,4 - 5)] = 1687 \text{ Н/м}^2,$$

$$K_v^{\text{IV}} = 1140 \cdot [1 + 0,2 \cdot (7,9 - 5)] = 1801 \text{ Н/м}^2.$$

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Додатковий опір, що може виникати при русі агрегата при посіві цибулі-чорнушки на підйом, визначаємо так:

$$R_1 = \frac{G_m}{B_k} \cdot i, \quad (2.5)$$

G_m – маса сівалки;

B_k – ширина захвата сівалки, конструктивна.

$$, R_1 = \frac{795}{4,2} \cdot 0,06 = 113,6 \text{ Н}$$

$$B_{\max}^{III} = \frac{22,16}{1,6 + 1,13} = 1,67 \text{ м},$$

$$B_{\max}^{IV} = \frac{12,64}{6,4 + 1,13} = 3,4 \text{ м},$$

Визначення кількості сівалок в агрегаті

$$n = \frac{B_{\max}}{B}. \quad (2.6)$$

$$n^{III} = \frac{1,67}{4,2} = 0,39 \text{ сівалку обираємо одну}$$

$$n^{IV} = \frac{3,4}{4,2} = 0,9 \text{ сівалку обираємо одну}$$

Тягового опір агрегату для посіву цибулі-чорнушки буде:

$$R_a = (K + R_1) B_c n + R_{зч}, \quad (2.7)$$

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Отже,

$$R_a^{III}=(1,6+1,13) \cdot 4,2 \cdot 1=11,46 \text{ кН},$$

$$R_a^{IV}=(1,8+1,13) \cdot 4,2 \cdot 1=12,31 \text{ кН}.$$

Коефіцієнт використання зусилля трактора, тягового, визначаємо так:

$$\eta = \frac{R}{P_{\text{так}}}, \quad (2.8)$$

$$\eta = \frac{13,97}{22,16} = 0,63.$$

Змінна продуктивність на посіві цибулі-чорнушки буде:

$$W_{\text{зм}}=0,1 \cdot B_p V_p T_p. \quad (2.9)$$

B_p – ширина захвату посівного агрегату робоча.

$$B_p = B_k \beta, \quad (2.10)$$

B_k – конструктивна ширина захвату;

β – коефіцієнт використання ширини агрегату.

$$B_p = 4,2 \times 1,05 = 4,41 \text{ м},$$

Робочий час зміни

$$T_p = T_{\text{зм}} \tau,$$

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни;

τ – величина коефіцієнту використання часу зміни,

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$T_p = 7 \cdot 0,78 = 5,46 \text{ год.},$$

$$W_{3M} = 0,1 \cdot 4,41 \cdot 7,9 \cdot 5,46 = 19,02 \text{ га/3м.}$$

Витрати палива визначаємо з виразу

$$Q_{га} = \frac{Q_{3M}}{W_{3M}}, \quad (2.11)$$

Q_{3M} – витрати палива щозмінно,

$$Q_{3M} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_z t_z, \quad (2.12)$$

Q_p , Q_x , Q_z – годинна витрата палива відповідно під час робочих ходів, холостих переміщень та простоїв із працюючим двигуном, кг/год;

t_x , t_z – відповідно час, витрачений на робочі ходи та на зупинки при працюючому двигуні, год.

Для виконуваних розрахунків приймаємо, що $t_x = t_z$, і тоді:

$$t_x = t_z = \frac{T_{3M} - T_p}{2}, \quad (2.13)$$

$$t_x = t_z = \frac{7 - 5,46}{2} = 0,77 \text{ год.},$$

$$Q_{га} = \frac{15,4 \cdot 5,46 + 9,7 \cdot 0,77 + 1,9 \cdot 0,77}{16,3} = 5,7 \text{ кг/га.}$$

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

3.4. Підготовка поля до роботи.

Якість посіву цибулі-чорнушки значною мірою залежить від стану підготовки ґрунту. Оскільки насіння цієї культури є дрібним, воно потребує добре вирівняного, дрібногрудкуватого та ущільненого посівного ложа. Належна підготовка поля забезпечує рівномірну глибину загортання, дружні сходи та оптимальні умови для розвитку рослин.

Підготовка поля включає комплекс агротехнічних заходів, які виконуються у певній послідовності.

1 Основний обробіток ґрунту

- проведення зяблевої оранки на глибину 20–25 см (залежно від типу ґрунту);
- загортання рослинних решток та бур'янів;
- створення сприятливої структури орного шару.

2 Передпосівний обробіток

- ранньовесняне боронування для закриття вологи;
- культивація на глибину загортання насіння (2–5 см);
- подрібнення грудок ґрунту до дрібногрудкуватого стану;
- вирівнювання поверхні поля для забезпечення рівномірної роботи сіялки.

3. Формування посівного ложа

- створення ущільненого піднасінневого шару;
- забезпечення пухкого верхнього шару ґрунту;
- досягнення оптимальної структури: дрібні агрегати (1–3 см) без великих грудок;
- формування рівної поверхні без гребенів і западин.

4. Внесення добрив (за потреби)

- внесення мінеральних добрив відповідно до агрохімічного аналізу ґрунту;
- рівномірне розподілення добрив по полю;
- загортання добрив під час передпосівного обробітку.

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

5. Передпосівне прикочування

- ущільнення верхнього шару ґрунту котками;
- покращення контакту насіння з ґрунтом;
- вирівнювання мікрорельєфу поля.

6. Контроль готовності поля

Поле вважається підготовленим до посіву за таких умов:

- поверхня рівна, без великих грудок;
- ґрунт має оптимальну вологість;
- забезпечено дрібногрудкувату структуру;
- відсутні рослинні рештки, що можуть заважати роботі сівалки.

Якісна підготовка поля є необхідною умовою ефективного посіву цибулі-чорнушки. Вона забезпечує рівномірне загортання насіння, покращує його контакт із ґрунтом і вологою, сприяє отриманню дружних сходів та підвищенню врожайності культури.

3.5. Організація роботи агрегату в загінці.

Рациональна організація роботи машинно-тракторного агрегату є важливою умовою підвищення продуктивності та якості виконання посівних робіт. При посіві цибулі-чорнушки сівалкою СУПО-6 з трактором доцільно застосовувати загінковий спосіб руху, який забезпечує ефективне використання робочого часу та мінімізацію непродуктивних втрат.

1. Сутність загінкового способу роботи

Загінка – це частина поля, обмежена певними розмірами, у межах якої агрегат виконує посів із поворотами на кінцях гону. Поле попередньо розбивають на окремі загінки з урахуванням:

- розмірів і конфігурації поля;
- ширини захвату агрегату;
- радіуса повороту трактора;
- умов рельєфу місцевості.

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

2. Підготовка поля до роботи в загінці

Перед початком посіву виконують:

- **відбивання поворотних смуг** на краях поля (шириною 6-10 м);
- розмітку напрямку першого проходу;
- визначення оптимальної довжини гону;
- підготовку під'їзних шляхів для завантаження насіння.

3. Схема руху агрегату

Робота агрегату здійснюється за **човниковою схемою руху**:

- перший прохід виконується по контрольній лінії;
- наступні проходи здійснюються паралельно попереднім із перекриттям, що виключає пропуски;
- на кінцях гону агрегат виконує розворот на поворотній смузі;
- після завершення обробітку загінки агрегат переходить на наступну.

Такий спосіб забезпечує:

- рівномірність посіву;
- зменшення кількості холостих переїздів;
- підвищення продуктивності агрегату.

4. Режим роботи агрегату

Для забезпечення якісного висіву необхідно дотримуватись таких параметрів:

- робоча швидкість руху – 4–8 км/год;
- стала глибина загортання насіння – 1–3 см;
- рівномірна норма висіву по всій ширині захвату;
- відсутність пропусків і перекриттів між проходами.

5. Організація обслуговування агрегату

Під час роботи необхідно:

- своєчасно поповнювати бункери насінням;
- контролювати роботу висівних апаратів;
- перевіряти глибину загортання насіння;

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

- очищати робочі органи від можливих забруднень;
- виконувати регулювання при зміні умов роботи.

Застосування загінкового способу організації роботи агрегату СУПО-6 з трактором забезпечує ефективне використання техніки, підвищує продуктивність праці та якість посіву. Раціональна схема руху, дотримання режимів роботи та належне обслуговування агрегату є запорукою отримання рівномірних сходів і високого врожаю цибулі-чорнушки.

3.6. Контроль якості роботи при посіві цибулі-чорнушки

Контроль якості посіву є важливим етапом технологічного процесу, що дозволяє своєчасно виявити відхилення від агротехнічних вимог і забезпечити оптимальні умови для формування рівномірних сходів цибулі-чорнушки.

Оцінювання якості роботи посівного агрегату здійснюється за рядом основних показників.

1. Контроль глибини загортання насіння

- перевіряється шляхом розкопування рядків у кількох місцях поля;
- фактична глибина повинна відповідати заданій (1–3 см);
- допускаються незначні відхилення ($\pm 0,5$ см);
- рівномірність глибини є критичною для дружності сходів.

2. Рівномірність висіву насіння

- оцінюється за кількістю насінин на одиницю довжини рядка;
- визначається шляхом відбору проб на ділянках поля;
- контролюється відсутність пропусків і загущень;
- допускається відхилення в межах агротехнічних норм.

3. Дотримання норми висіву

- перевіряється шляхом зіставлення фактичної витрати насіння з розрахунковою;
- контроль проводиться через зважування висіяного насіння або пробний висів;

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

- допустиме відхилення — не більше $\pm 5\%$.

4. Якість загортання насіння

- насіння має бути повністю прикрите ґрунтом;
- не допускається оголення насіння або його надмірне заглиблення;
- поверхня рядка повинна бути вирівняною, без великих грудок.

5. Стан поверхні поля

- після проходу агрегату поле має бути вирівняним;
- відсутність гребенів, борозен і ущільнених ділянок;
- наявність дрібногрудкуватої структури ґрунту.

6. Якість роботи висівних апаратів

- відсутність засмічення насіннєпроводів;
- стабільна подача насіння;
- відсутність пошкодження насіння;
- рівномірність роботи всіх посівних секцій.

7. Контроль прямолінійності рядків

- рядки повинні бути прямими та паралельними;
- відхилення не повинні перевищувати допустимі значення;
- забезпечується правильним водінням агрегату.

8. Періодичність контролю

- первинний контроль – під час пробного посіву;
- поточний контроль – через кожні 1–2 години роботи;
- обов’язковий контроль – при зміні умов роботи (ґрунт, швидкість, норма висіву).

Систематичний контроль якості посіву цибулі-чорнушки дозволяє своєчасно виявляти та усувати недоліки у роботі агрегату, забезпечує дотримання агротехнічних вимог і створює передумови для отримання рівномірних сходів та високої врожайності культури.

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Обґрунтування модернізації

Овочева сівалка СУПО-6 (рис. 4.1) є спеціалізованим технічним засобом, призначеним для реалізації технологічних процесів точного пунктирного та гніздового висіву насіння овочевих культур різних ботанічних груп, зокрема томатів, перцю, огірків, капусти, кабачків і баклажанів. Конструкція машини забезпечує можливість виконання посівних операцій як на вирівняній поверхні поля, так і в умовах попередньо сформованих гряд, що розширює сферу її застосування залежно від прийнятої технології вирощування.

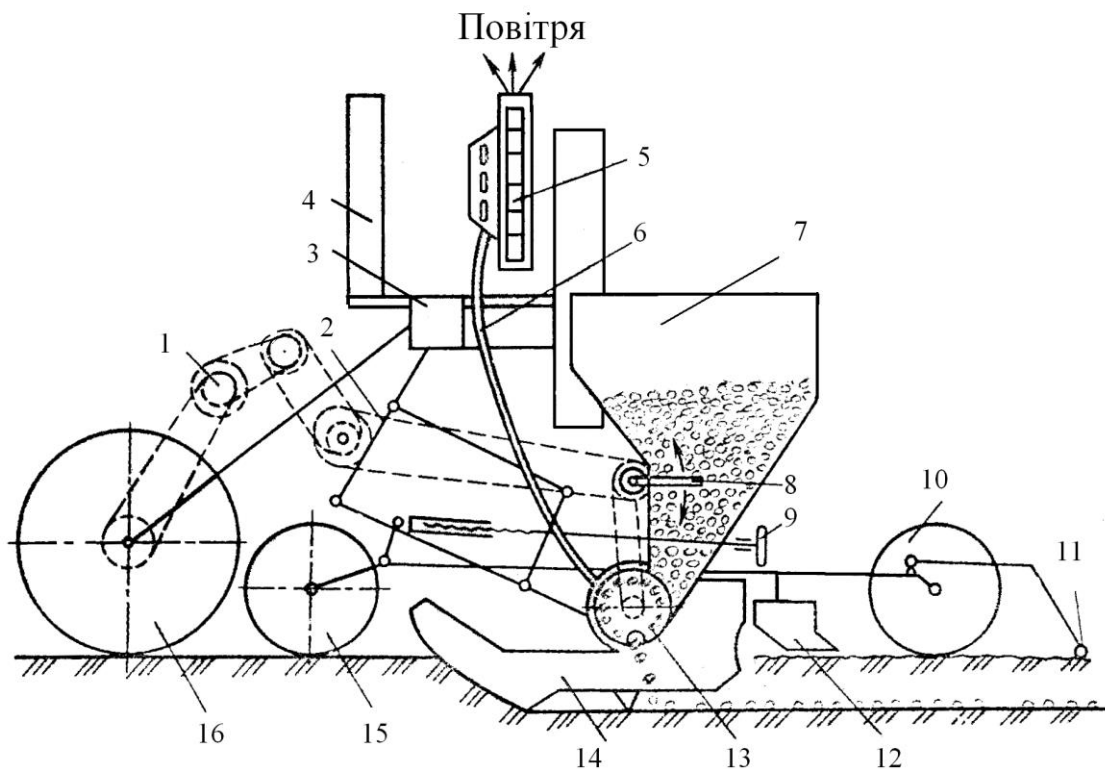


Рис. 4.1 Схема технологічного процесу сівалки СУПО-6: 1 – механізм передач; 2 – підвіска; 3 – брус-рама; 4 – начіпний пристій; 5 – вентилятор; 6 – повітряпровід; 7 – бункер; 8 – ворушилка; 9 – регулятор глибини; 10 і 15 – котки; 11 – шлейф; 12 – загортачі; 13 – висівний апарат; 14 – сошник; 16 – колесо.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВЦ 00.000 ПЗ

Арк.

29

Окрім цього, сівалка може ефективно використовуватися для здійснення рядкового висіву насіння коренеплідних культур, цибулі та зеленних культур, які за своїми фізико-механічними властивостями та нормами висіву є близькими до овочевих. Це свідчить про достатній рівень універсальності машини та її адаптованість до різних виробничих умов.

Загальна характеристика сівалки СУПО-6:

Тип машини: причіпна пневматична просапна сівалка.

Ширина захвату: 4,2 м (6 рядків із міжряддями 70 см).

Кількість висівних рядків: 6.

Привід робочих органів: від опорно-приводних коліс або ВОМ трактора.

Система висіву: вакуумна (пневматична).

До основних складальних одиниць належать:

рама сівалки – несуча конструкція, на якій розміщені всі робочі органи та механізми;

висівні секції – робочі модулі, що забезпечують безпосередній висів насіння;

висівні апарати (пневматичні або механічні) – дозують і подають насіння в ґрунт;

бункери для насіння – місткості для зберігання посівного матеріалу;

сошники – формують борозну та забезпечують укладання насіння на задану глибину;

загортачі – закривають насіння ґрунтом після висіву;

прикочувальні колеса – ущільнюють ґрунт у рядку для покращення контакту насіння з вологою;

привідний механізм – передає рух від опорно-приводних коліс або ВОМ до висівних апаратів;

опорно-приводні колеса – забезпечують переміщення сівалки та привід робочих органів;

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

система регулювання глибини висіву — дозволяє встановлювати необхідну глибину загортання насіння;

механізм внесення добрив (за наявності) — забезпечує одночасне внесення мінеральних добрив у ґрунт.

Технічну характеристику сівалки СУПО-6 приводимо в дод. А.

В основу модернізації сівалки в даному дипломному проєкті покладено використання сошника з розподільником насіння овочевих культур. Запропонована конструкція (рис. 4.2) є простою за будовою та зручною в експлуатації

Сошник формує борозну, забезпечує укладання насіння, яке надходить від висівного апарата через насіннєпровід, а також виконує його загортання ґрунтом.

Розподільний пристрій сошника виконаний таким чином, що забезпечує рівномірне розміщення насіння по ширині сошника та його поділ на окремі потоки.

Сошник разом із висівним апаратом складається з корпусу 1, у якому розміщена котушка 2, що подає насіння на напрямляч 4. У нижній частині висівного апарата закріплено корпус сошника, всередині якого розташовано розподільний пристрій із штифтовим полем 5, а також чотириланковий механізм, до якого приєднані анкерні сошники 6.

Форма та габаритні розміри сошника підбираються таким чином, щоб у просторі між щокми його корпусу могли розміщуватися три анкерні сошники 6 з міжряддям 6 см, які забезпечують робочу глибину ходу в межах 2–5 см.

У процесі роботи корпус сошника повинен бути розташований в одній площині з опорними котками, що забезпечує стабільність заглиблення. Відлік глибини ходу анкерних сошників ведеться від нижньої площини корпусу сошника.

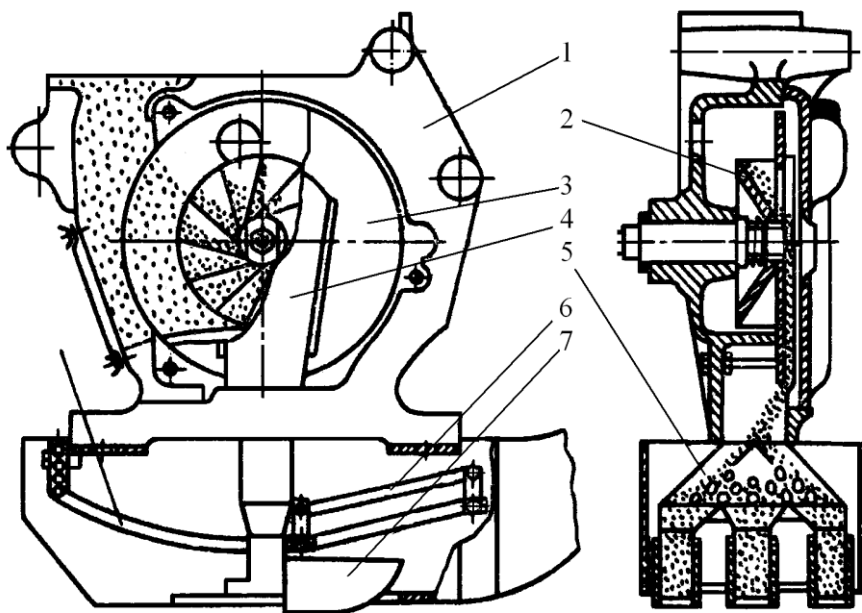


Рис. 4.2. Принципова схема трьохстрочного овочевого сошника з висівальним апаратом.

Технологічний процес роботи трьохстрочного сошника відбувається таким чином. Потік насіння, що надходить із висівного отвору висівного апарата, спрямовується в приймальну лійку розподільного пристрою. Далі через напрямляч він подається на розсікач, після чого потрапляє на штифтове поле.

На штифтовому полі насіння рівномірно розподіляється по всій ширині корпусу розподільного пристрою, а потім розділяється на окремі потоки, які спрямовуються до відповідних сошників.

Сформовані окремі потоки насіння спрямовуються через насіннепроводи та подаються в борозни, які утворюються анкерними сошниками.

Застосування трьохстрочного сошника забезпечує більш ефективне використання площі живлення рослин, унаслідок чого врожайність може зрости приблизно у 1,5 раза порівняно з двохстрочним способом висіву за однакової площі.

4.2. Технологічний розрахунок

Розрахунок параметрів сошника

Основним робочим елементом будь-якої системи загортання є сошник, який виконує ряд важливих функцій: формування відкритої борозни шляхом розрізання та розсування верхнього шару ґрунту на задану глибину; тимчасове утримання борозни у відкритому стані для створення належних умов укладання насіння; а також подальше загортання насіння ґрунтом. При цьому найбільш відповідальними є етапи утворення борозни та її закриття.

Процес формування борозни значною мірою визначається конструктивними особливостями передньої частини сошника, основним призначенням якої є ефективне розрізання ґрунтового шару.

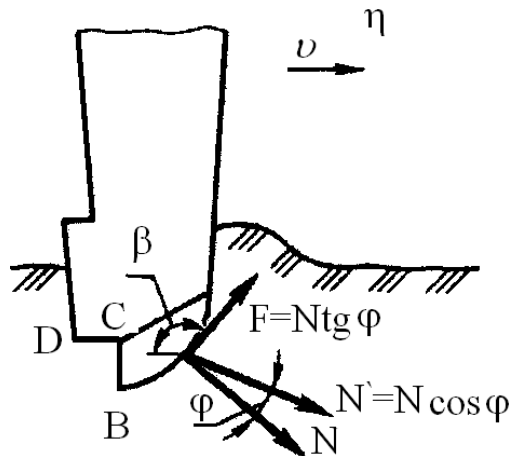


Рис. 4.3. Схема дії на ґрунт сошника з тупим кутом входження.

При дотриманні сошниками з тупим кутом входження наступної умови

$$\beta > (90^\circ + \varphi)$$

φ – кут тертя ґрунту об сошник,

ґрунт не буде інтенсивно накопичуватися по вістрю сошника.

Полозоподібний сошник під час роботи відтискає ґрунт у боки та вниз, що спричиняє ущільнення дна борозни та її стінок.

Ритмічність загортання насіння значною мірою визначається конструкцією сошника та його геометричними параметрами.

До основних параметрів сошника належать геометрія та габаритні розміри елемента, що формує борозну (полоза), відстань між щокками корпуса, а також форма і розміри крайок (обрізів) щік сошника.

У конструкції полозоподібних сошників важливе значення мають щокки, які виконують функцію стабілізації стінок борозни. Вони являють собою дві розташовані одна навпроти одної рухомі опорні поверхні, що перешкоджають осипанню ґрунту з боків борозни під час її формування.

У просторі під сошником, обмеженому щокками, частина ґрунту, що обсипається, утворює нахилenu поверхню, напрям якої орієнтований у бік носка сошника. Кут нахилу цієї поверхні відповідає куту природного укосу ґрунту (α).

Розмір L (рис. 4.4), що визначає відстань між заднім краєм щік сошника та задньою частиною полоза, має бути обраний таким чином, щоб він перевищував глибину L_0 осипання ґрунту всередину сошника. Це особливо важливо при роботі посівного агрегату на невеликих швидкостях руху, коли інтенсивність переміщення ґрунту є зниженою.

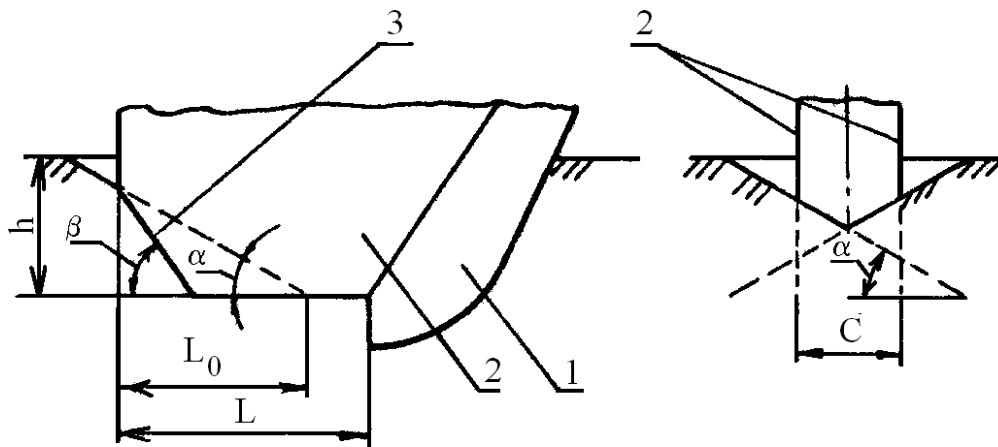


Рис. 4.4. Характер осипання ґрунту між щокками сошника: 1 – наральник; 2 – щокки сошника; 3 – нижній похилий обріз сошника.

Ґрунт осипається на глибину:

$$L_0 = (h - ac^n) / \tan \alpha + 0,5c \quad (4.1)$$

h – глибина ходу сошника;

c – віддаль між щоками сошника;

a та n – коефіцієнти, експериментальні;

α – кут природної стійкості ґрунтового укосу

$$L_0 = (50 - 7,247 \cdot 26^{0,367}) / \operatorname{tg} 30^\circ + 0,5 \cdot 26 = 58 \text{ мм.}$$

Нижні кромки щік та полоза сошника безпосередньо впливають на якість процесу загортання насіння ґрунтом. Нижній обріз наральника виконується відповідно до лінії природного осипання ґрунту, тобто розташовується під кутом β , який відповідає куту природного укосу ґрунту.

За таких умов спочатку відбувається осипання нижніх, більш зволжених шарів ґрунту, після чого поступово залучаються верхні шари, які певний час утримуються від осипання завдяки верхнім обрізам щік сошника.

4.3. Кінематичний розрахунок

Розрахунок привідної системи висівних апаратів

Висівні апарати приводяться в дію опорно-приводними колесами сівалки. Така схема забезпечує подачу насіння пропорційно пройденому шляху, що дозволяє витримувати задану норму висіву незалежно від швидкості руху посівного агрегату. Передача крутного моменту на вал висівних апаратів реалізується завдяки двоконтурній ланцюговій передачі.

Розрахунок привідного механізму зводиться до визначення загального передаточного відношення від опорно-привідного колеса до вала висівних апаратів, а також до виконання силового аналізу елементів привода.

Кількість насіння, що припадає на один метр довжини рядка, залежить від величини міжряддя та встановленої норми висіву, і змінюється відповідно до цих параметрів, тобто:

$$q_p = \frac{Q}{\ell_p}, \quad (4.2)$$

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Q – кількість висіваного на 1 га насіння;

ℓ_p – розмір одного рядка на 1 га при вказаному міжрядді:

$$\ell_p = 10^4 \cdot 10^2 / b; \quad (4.3)$$

b – величина міжряддя, см.

У такому разі,

$$q_p = 10^{-3} \cdot Qb. \quad (4.4)$$

Визначивши кількість насіння, що припадає на один метр довжини рядка, можна розрахувати обсяг посівного матеріалу, який висівається на довжині рядка, що відповідає шляху переміщення сівалки за один оберт опорно-приводного колеса.

$$q = \pi D_k q_p = 10^{-3} \cdot \pi D_k b Q. \quad (4.5)$$

Визначення кількості висіяного насіння за формулою (4.5) здійснювалося без урахування нерівномірності обертання опорно-приводного колеса, тобто без врахування його ковзання. У реальних умовах під час руху сівалки відбувається часткове прослизання коліс, що призводить до зменшення фактичної кількості висіяного насіння.

У зв'язку з цим у розрахункову залежність (5.26) вводиться поправковий коефіцієнт ε , який характеризує ступінь ковзання опорно-приводного колеса.

$$\varepsilon = \frac{\ell_k - \pi D_k}{\ell_k}, \quad (4.6)$$

тому

$$\ell_k = \frac{\pi D_k}{1 - \varepsilon}. \quad (4.8)$$

Замінивши у формулі (5.26) πD_k на значення дійсного шляху, пройденого сівалкою за одне обертання опорно-привідного колеса, будемо мати:

$$\ell_k = \frac{10^{-3} \cdot \pi D_k b Q}{1 - \varepsilon} \quad (4.9)$$

Встановлено, що зі збільшенням зусилля, яке передається на пружини натискних штанг сошника, а також зі зменшенням діаметра опорно-приводного колеса, коефіцієнт ковзання зростає. Крім того, на його величину істотно впливають конструктивні параметри колеса, зокрема форма та розміри шин, а також фізичний стан ґрунту.

У зв'язку з цим коефіцієнт ковзання може змінюватися в широких межах і, за даними досліджень, становить $\varepsilon = 0,04 \dots 0,3$.

У підсумку, визначивши кількість насіння цибулі, необхідну для висіву на ділянці шляху, що відповідає довжині кола опорно-приводного колеса (5.29), а також знаючи подачу насіння висівним апаратом за один його оберт, можемо встановити загальне передаточне відношення привідного механізму від опорно-приводного колеса до вала висівних апаратів.

$$i = \frac{q}{q_0}, \quad (4.10)$$

тут: q_0 – кількість насіння цибулі-чорнушки, яке висівається за одне обертання катушки.

Виконавши підставлення значення q , остаточно отримаємо вираз для визначення загального передаточного відношення:

$$i = \frac{10^{-3} \pi D_k b Q}{q_0 (1 - \varepsilon)} \quad (4.11)$$

тут: D_k – діаметр опорно-привідного колеса;

b – величина міжряддя;

Q – норма висівання насіння;

q_0 – кількість посівного матеріалу, поданого катушкою за один оберт;

ε – значення коефіцієнту прослизання опорно-привідного колеса.

$$i = \frac{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,482 \cdot 70 \cdot 5,0}{2,5 \cdot (1 - 0,08)} = 0,23$$

Для розрахунку передаточного відношення механізму привода виконуємо наступне:

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

У формулі (5.31) виконуємо заміну значення q_0 і знаходимо i_1

$$q_0 = 10^{-6} S_c \gamma L_k$$

$$S_c = SZ\mu + \frac{\pi d_k (1 - e^{-B_0 c_1})}{B_0} \quad (4.12)$$

тут B_0 – коефіцієнт пропорційності;

S – величина площі жолобка;

z – кількість жолобків;

μ – величина коефіцієнта заповнювання жолобків;

d_k – величина діаметра катушки.

$$S_c = 312,5 \cdot 8 \cdot 0,9 + \frac{3,14 \cdot 88 \cdot (1 - e^{-0,35 \cdot 2})}{0,35} = 2250 - 799,75 = 1450,25$$

Значення при $Q_{\min}$ та $L_k = L_{\min}$. $L_{\min}$ обираємо таким, щоб дорівнювало двом розмірам насінини по ширині, не менше, (розміри цибулі-чорнушки: довжина – 2,7-3,1 товщина – 1,4-1,7, ширина – 1,8-2,2).

$$L_{\min} = 2 \cdot 2 = 4 \text{ мм.}$$

γ – маса цибулі-чорнушки, об'ємна.

$$i_1 = \frac{\pi D_k b Q_{\min}}{10^{-3} S_c \gamma L_{\min} (1 - \varepsilon)} \quad (4.13)$$

$$i_1 = \frac{3,14 \cdot 0,482 \cdot 70 \cdot 4}{10^{-3} \cdot 1450,25 \cdot 510 \cdot 3 \cdot (1 - 0,04)} = 0,149$$

1. Робимо перевірку діапазону норми висіву за обчисленого значення i_1 , приймаючи $L_k = L_{\max}$:

$$Q_1 = \frac{10^{-3} i_1 S_c \gamma L_{\max} (1 - \varepsilon)}{\pi D_k b} \quad (4.14)$$

$$Q_1 = \frac{10^{-3} \cdot 0,149 \cdot 1450,25 \cdot 510 \cdot 35 \cdot (1 - 0,04)}{3,14 \cdot 0,482 \cdot 70} = \frac{3702,87}{105,94} = 34,95 \text{ кг/га}$$

Маємо $Q_1 \geq Q_{\max}$, значить для висіву від $Q_{\min}$ до $Q_{\max}$ буде досить передаточного відношення i_1 одного, норму висіву при цьому будемо регулювати, змінюючи довжину катушки робочу $L_k - L_{\min} \rightarrow L_{\max}$.

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

4.4. Силовий аналіз механізмів

Виконаємо розрахунок підвіски паралелограмної посівної секції сівалки, визначивши сили, діючі на секцію або сошник, щоб досягти їх рівноважного стану для забезпечення стійкого руху сошника на заданій глибині.

Умова забезпечення рівноваги сошника і посівної секції з паралелограмною підвіскою (рис. 4.5) буде наступною:

$$Qh_1 + R_H h_4 = R_x h_2 + R_z h_1 + R_0 h_3 \quad (4.15)$$

Q – значення сили ваги сошника (секції);

R_H – величина сили тиску пружини натискної штанги.

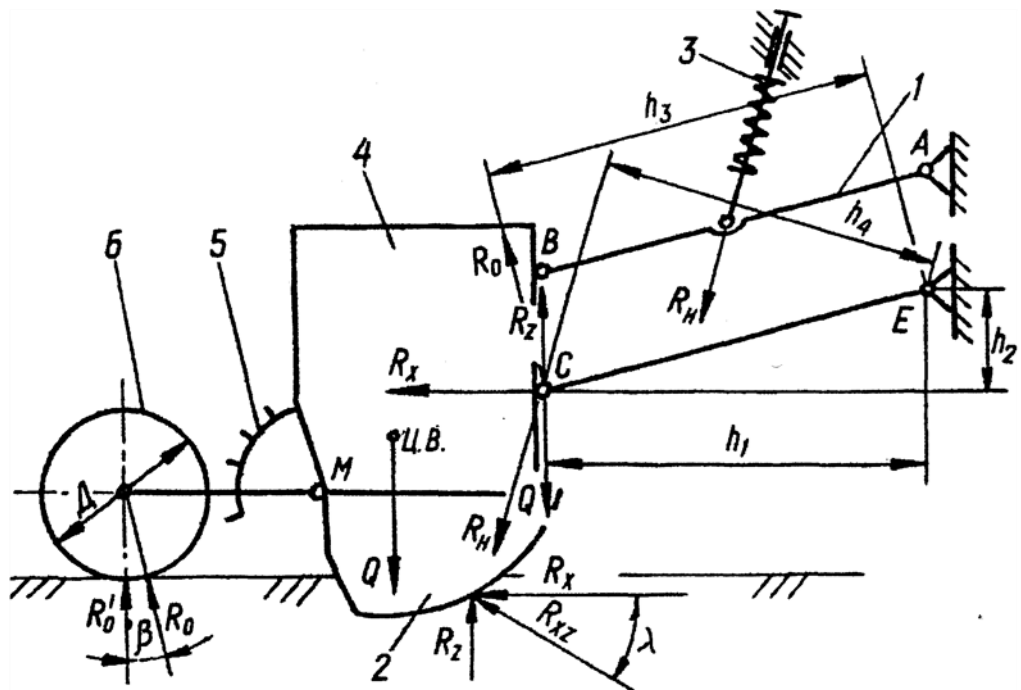


Рис. 4.5. Розрахункова схема паралелограмної підвіски посівної секції:

- 1 – паралелограмна; 2 – сошник; 3 – натискна штанга з пружиною;
 1 – висівна система; 5 – регулятор глибини ходу сошника;
 6 – прикочувальний коток

R_x – величина сили опору сошника;

$R_z = R_x \tan \lambda$; – діюча на сошник вертикальна реакція ґрунту;

R_0 – величина реакції ґрунту, діюча на коток прикочувальний

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВЦ 00.000 ПЗ

Арк.

39

$$R_0 = \frac{R'_0}{\cos \beta}; \quad (4.16)$$

$$\lambda = 30^\circ; \quad \beta = 8-11^\circ.$$

Вертикальна реакція ґрунту на коток визначається з умови колієутворення:

$$R'_0 = mb\sqrt{D}, \text{ Н} \quad (4.17)$$

m – степінь колієутворення;

b – значення ширини ободу прикочу вального котка;

D – значення діаметра прикочу вального котка.

Розрахунки котків наводимо у дод. Б.

4.5 Енергетичний розрахунок наводимо у дод. В.

4.6 Розрахунки на міцність наводимо у дод. Г.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці при посіві цибулі овочевою сівалкою

Посів цибулі овочевими сівалками належить до механізованих польових робіт, що пов'язані з використанням тракторів, причіпних і навісних машин, тому потребує суворого дотримання вимог охорони праці. Основною метою є запобігання травматизму, забезпечення безпечних умов праці та збереження здоров'я працівників.

До виконання робіт допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, інструктаж з техніки безпеки та мають відповідну кваліфікацію для роботи на тракторі й сівалці.

Перед початком роботи необхідно:

- перевірити технічний стан трактора і сівалки (гальмівну систему, рульове керування, кріплення агрегатів);
- переконатися у справності висівних апаратів, маркерів, приводів;
- перевірити наявність і справність захисних кожухів на рухомих частинах;
- провести регулювання сівалки лише при вимкненому двигуні трактора.

Під час роботи забороняється:

- перебувати стороннім особам у зоні руху агрегату;
- очищати, регулювати або ремонтувати сівалку під час її руху;
- торкатися рухомих частин механізмів;
- здійснювати посадку або висадку з трактора під час руху.

Засипання насіння у бункери повинно здійснюватися при зупиненому агрегаті. При цьому необхідно використовувати засоби індивідуального захисту (рукавиці, респіратори), особливо при роботі з протруєним насінням.

Під час агрегатування сівалки з трактором слід дотримуватися правил безпеки: виконувати зчіпку на рівному майданчику, використовувати справні причіпні пристрої, уникати перебування між трактором і сівалкою під час руху.

При роботі в польових умовах необхідно враховувати рельєф місцевості, уникати крутих схилів, дотримуватися безпечної швидкості руху (4–6 км/год) та забезпечувати хорошу видимість робочої зони.

Після завершення робіт сівалку очищають від залишків насіння, проводять технічне обслуговування та встановлюють у відведене місце з дотриманням правил пожежної безпеки.

Таким чином, дотримання вимог охорони праці при посіві цибулі овочевими сівалками є обов'язковою умовою безпечної роботи, зниження виробничого травматизму та ефективного виконання технологічного процесу.

6. ВИСНОВКИ

В роботі запропоновано на сівалці СУПО-6 встановити трьохстрочний сошник. Розподільний пристрій цього сошника виконано таким чином, що дає можливість отримувати рівномірний розподіл насіння по ширині сошника і поділяти їх на потоки.

За рахунок висівання трьохстрочним сошником збільшиться врожайність у 1,5 рази у порівнянні з двохстрочним з тієї ж площі.

У дипломній роботі вирішено актуальне інженерно-технологічне завдання, спрямоване на підвищення якості висіву насіння овочевих культур, зокрема цибулі-чорнушки, шляхом удосконалення конструкції посівної техніки та обґрунтування її параметрів.

Запропоновано використання висівних елементів оригінальної конструкції, що забезпечують можливість висіву насіння з різними геометричними параметрами, підвищуючи універсальність сівалки.

Ключовим результатом роботи є розробка та впровадження трьохстрочного сошника, розподільний пристрій якого забезпечує:

- рівномірний розподіл насіння по ширині сошника;
- поділ потоку насіння на декілька рівномірних потоків;
- покращення умов розміщення насіння в ґрунті.

Застосування трьохстрочного сошника дозволяє підвищити ефективність використання площі живлення рослин, що, у свою чергу, забезпечує збільшення врожайності приблизно у 1,5 рази порівняно з традиційним двохстрочним способом висіву.

Обґрунтовано склад машинно-тракторного агрегату, режими його роботи, а також розроблено рекомендації щодо підготовки агрегату та поля до виконання посіву.

У цілому запропоновані технічні рішення дозволяють:

- підвищити якість та рівномірність висіву;
- зменшити витрати посівного матеріалу;

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

- підвищити надійність та ефективність роботи агрегату;
- забезпечити зростання врожайності овочевих культур.

Отримані результати можуть бути використані у виробництві при модернізації існуючих сівалок, а також при розробці нових технічних засобів для точного висіву овочевих культур.

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гапоненко В.С., Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. – 5-е вид., доп. перероб. – К.: Урожай, 1988. – 384 с.
2. Дейкун В.А. Аналіз способів посіву, перспективи вдосконалення / В.А. Дейкун, В.М. Кропівний, Р.В. Москальченко. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, англійською "Design, Production and Exploitation of Agricultural Machines", вип. 53. – Кропивницький: ЦНТУ – 2023. – С. 218-227. <http://zbirniksgm.kntu.kr.ua/archive/53.html>
3. Дейкун В.А. Удосконалений сошник прямого посіву зернових культур / В.А. Дейкун, С.І. Шмат, В.В. Гончаров. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання виробництво та експлуатація с/г машин / КНТУ, 2006, вип. 40, част. 1 – С. 159-164 (Фахове видання). <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/1782/1/30.pdf>.
4. ДСТУ 12.0.003-74*. ССБТ. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори Класифікація.
5. ДСТУ 2189-93 Система стандартів безпеки праці. Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. Зі зміною № 1 та поправкою.
6. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В. М. Сало, С. М. Лещенко, Д. І. Петренко, О. М. Васильковський, П. Г. Лузан. Кропивницький : ЦНТУ, 2018. 170 с.
7. Охорона праці у сільському господарстві. Навч. посібник / О.В. Войналович, Є.І. Марчиниша, Т.О. Білько. – К.: Центр навчальної літератури, 2019. – 691 с.

					МВЦ 00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

8. Пат. 42226, Україна, МПК А01С 7/20. Сошник прямого посіву / С.І., Шмат, М.О. Свірень, В.А. Дейкун, А.М. Пислиця; заявник і патентовласник Кіровогр. держ. техн. ун-т – №u200900951, заявл. 09.02.2009, опубл. 25.06.2009, Бюл. № 12.

9. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підр. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладнання с.-г. вир.-ва / За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.: іл.

10. Сисолін П.В., Сало В.М., Свірень М.О. Сільськогосподарські машини (практичні заняття) / Навч. посібник для ст. вищ. учб. закладів із спеціальності «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва». – Кіровоград, 2002 р. – 130 с.

11. Сівалка овочева точного висіву СУПО-6. Технічний опис та інструкція з експлуатації.

12. Сільськогосподарські машини. Підручник / Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. – К.: Каравела, 2018. – 552 с.

13. Сучасні технології вирощування овочевих культур / Навч. посібник / В. Б. Кутовенко, І. Г. Міхаліна, В. Т. Гонтар – К., 2014. – 327 с.

14. Теорія, проектування та розрахунки посівних машин: Навч. посібник / П.В. Сисолін. – К.: ІСДО, 1994. – 148 с.

Додатки