

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ _____ ” 2026 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

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

«Механізація вирощування соняшника з удосконаленням сошникової
групи просапної сівалки»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи АІ-23мб-1.2

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Осадчий Владислав Андрійович

« _____ » 2026 р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____Ірина СИСОЛІНА

« _____ » 2026 р.

Рецензент _____Станіслав КАТЕРИНИЧ

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-наукова програма «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«___» _____ 2026 року

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

_____ Осадчого Владислава Андрійовича _____

прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Механізація вирощування соняшника з удосконаленням сошникової групи просапної сівалки
2. Керівник роботи (проекту) Сисоліна Ірина Петрівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
3. Строк подання роботи до захисту 20.06.2026 р.
4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи Визначення проблем механізації вирощування соняшника, знаходження шляхів модернізації процесу посіву, що сприятиме ресурсозбереженню і дозволить покращити технологічний процес та рентабельність виробництва.
5. Перелік ілюстративного матеріалу Технологічна карта на вирощування соняшника. 2. Загальний вигляд сівалки. 3. Складальне креслення сошника. 4. Креслення деталей модернізованого сошника.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Виконання розділу «Вступ»	.	
2	Виконання розділу «Аналіз типової технології вирощування культури з визначенням шляхів її удосконалення»	.	
3	Виконання розділу «Операційна технологія виконання заданої операції з вирощування культури»		
4	Виконання розділу «Інженерна частина»		
5	Виконання розділу «Охорона праці».		
6	Формулювання загальних висновків. Оформлення пояснювальної записки та ілюстративної частини. Підготовка до захисту.		

Дата видачі завдання
« » 2026 р.

Підпис керівника
_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« » 2026 р.

Підпис здобувача _____ (прізвище та ініціали)

[illegible]

[illegible]

Анотація

В роботі проведено аналіз технологій вирощування соняшника, розроблена технологічна карта. Досліджена операційна технологія виконання посіву соняшника. В інженерній частині були проведені технологічні розрахунки сошникової групи з модернізації та зроблені розрахунки на міцність. Розглянуті заходи по охороні праці.

Ключові слова: соняшник, просапна сівалка, посів, туковий сошник, мінеральні добрива

Abstract

The work analyzed sunflower cultivation technologies, developed a technological map. The operational technology of sunflower sowing was studied. In the engineering part, technological calculations of the coulter group for modernization and strength calculations were made. Occupational safety measures were considered.

Keywords: sunflower, row-type seeder, sowing, fattening coulter, mineral fertilizers

ЗМІСТ

Номер Розділу	Структурна одиниця і розділ	Сторінка
1	Вступ	7
2	Аналіз типової технології вирощування соняшника з визначенням шляхів її удосконалення	8
3	Операційна технологія виконання операції посіву з вирощування соняшника	20
4	Інженерна частина	27
5	Охорона праці	44
6	Висновки	47
-	Список використаної літератури	48

1. ВСТУП

Сучасний етап розвитку агропромислового комплексу України вимагає переходу на високотехнологічні, енергозбережні та прецизійні методи вирощування просапних культур. Серед олійних культур соняшник утримує безумовне лідерство за показниками економічної рентабельності та затребуваності як на внутрішньому, так і на зовнішньому ринках. Висока економічна привабливість соняшника зумовила стрімке розширення її посівів по всій території України протягом останнього десятиліття.

Проте інтенсифікація його виробництва, недотримання науково обґрунтованих сівозмін та часті гідротермічні аномалії призводять до загострення фітосанітарної ситуації, дефіциту вологи в критичні періоди вегетації та перевитрати дорогого посівного матеріалу.

Головною технологічною ланкою, що визначає майбутній потенціал урожайності, є процес сівби. Традиційні сошникові системи базових просапних сівалок не завжди здатні забезпечити якісне закладання насіння на полях із високим фоном пожнивних решток через виникнення «грабельного» ефекту, хаотичний рикошет насінин об стінки борозни та незадовільний контакт із капілярним шаром ґрунту. У зв'язку з цим, модернізація робочих органів посівних комплексів, зокрема розробка та обґрунтування параметрів нових долотоподібних сошників із функціональними п'ятами, є актуальною науково-практичною задачею.

					МВС 00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Осадчий			Механізація вирощування соняшника з удосконаленням сошникової групи просапної сівалки	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Сисоліна					7	49
						ЦНТУ, гр. АІ-23мб-1.2		
Н.контр.		Артеменко						
Затв		Васильковський						

2. АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА З ВИЗНАЧЕННЯМ ШЛЯХІВ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ

2.1. Технологія вирощування соняшнику

Соняшник ця олійна культура відзначається високим рівнем екологічної пластичності та адаптивності. Навіть під впливом стресових чинників (тривалі посухи, температурні коливання) рослини здатні ефективно вегетувати і формувати економічно привабливий рівень продуктивності. Проте максимальна реалізація генетичного потенціалу сучасних гібридів можлива лише за умови суворого дотримання елементів інтенсивної технології вирощування.

Регламент процесу обробітку ґрунту

Фундаментальним завданням осінньої (зяблевої) обробки ріллі під соняшник є створення оптимальних умов для накопичення зимових опадів у глибоких горизонтах, мінералізація органіки, активізація корисних ґрунтових мікроорганізмів та знищення вегетуючих бур'янів.

Схема механічного впливу безпосередньо залежить від культури-попередника:

- Зернові колосові культури: відразу після збирання врожаю проводять дискове лушення стерні на глибину 6–8 см. За умов високої забур'яненості виконують дворазовий обробіток: перший етап - лушення на 6–8 см, другий (через 2-3 тижні) - дисковими боронами на 8–12 см.
- Кукурудза на зерно або силос: зважаючи на значну масу грубостеблових залишків, поле піддають дворазовому дискуванню важкими агрегатами з подальшим загортанням біомаси.
- Гербіцидний контроль: за наявності багаторічних коренепаросткових бур'янів доцільно застосувати хімічний метод — обприскування гербіцидами гліфосатної групи. Оранку в такому разі відтермінують на 14–21 день для повного проникнення діючої речовини в кореневу систему сорняків.

Глибина класичного відвального обробітку (оранки):

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Легкі за механічним складом ґрунти: оборот пласта виконують на глибину 20–22 см.
- Важкі ґрунти (суглинки, глинисті різновиди): глибину збільшують до 27–30 см.

Традиційну глибоку оранку можна ефективно замінити безвідвальним обробітком. Він передбачає глибоке розпушування на 30–35 см за допомогою чизельних знарядь. Це руйнує щільну плужну підшову, покращує внутрішню аерацію та максимізує поглинання осінньо-зимової вологи.

Весняна підготовка

- Ранньовесняне боронування: виконується у стислі строки (при настанні фізичної стиглості землі) з метою руйнування капілярів та закриття вологи.
- Перша культивуація: проводиться на глибину 8–10 см одночасно з використанням зубових борін та шлейф-дощок для вирівнювання рельєфу.
- Мінімізація ущільнення: соняшник дуже чутливий до переущільнення кореневого шару, особливо якщо техніка працює по перезволоженому ґрунту. Через це рекомендується застосовувати багатофункціональні комбіновані агрегати, які за один прохід виконують кілька операцій.
- Передпосівний обробіток: культивуацію під безпосередній висів роблять чітко на глибину загортання насіння. Часовий розрив між цією операцією та проходом сівалки має бути мінімальним, щоб уникнути висушування насінневого ложа. На цьому ж етапі під культивуацію вносять ґрунтові екрануючі гербіциди для захисту від першої хвилі бур'янів.

Технологічні параметри сівби

Ключовий фактор отримання вирівняних та однорідних посівів - забезпечення точного розподілу насіння в рядку та однакової глибини його закладання. Це гарантує дружне проростання та синхронний розвиток культури протягом усього періоду вегетації.

Зайве та безпідставне заглиблення робочих органів сівалки є неприпустимим, оскільки опускання насіння глибше за 6 см суттєво знижує

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

показники польової схожості. Реальна польова схожість зазвичай поступається лабораторним показникам енергії проростання на 10–15%. Цю різницю обов'язково закладають у розрахунок норми висіву для досягнення рекомендованої густоти стояння рослин перед збиранням.

Оптимальним фізіологічним строком для початку масової сівби соняшнику (і особливо вибагливих до тепла високоолеїнових гібридів) є стійке прогрівання ґрунту на глибині посівного ложа до 10–12 °С. За таких умов перші рівномірні сходи з'являються вже на 9–12 добу після завершення робіт.

Пізній строк (висушений ґрунт) - дефіцит вологи, нерівномірні сходи, втрата потенціалу.

Якщо посівну розпочати занадто рано, насіння перебуватиме у землі без проростання від 3 до 4 тижнів. Це загрожує ураженням пліснявою, посіви формуються зрідженими та строкатими. За умови затяжної чи пізньої весни агрономи іноді йдуть на компроміс і розпочинають роботу при температурі 6–8 °С.

Проте у регіонах північного Лісостепу ранньому висіву (паралельно з ярими зерновими) часто віддають усвідомлену перевагу. У цій зоні запізнення з термінами сівби в умовах високої вологості стимулює надмірне наростання вегетативної маси (листя та стебел), що відбувається на шкоду своєчасному розвитку генеративних органів - кошиків.

Для процесу прикочування: колісний трактор класу 1.4 (наприклад, МТЗ-82) у зчіпці з трьома секціями кільчасто-шпорових котків марки ЗКШ6.

Для поверхневого розпушування проводять досходове боронування. Цей прийом виконують поперек напрямку проходів сівалки або по діагоналі до них: тяговий засіб МТЗ-82 з гідрофікованою зчіпкою С-8 та комплектом середніх зубових борін БЗСС-1.0.

Для виконання міжрядного обробітку техніку підбирають відповідно до кратності рядків посівного агрегату: Культиватор КРН-4.2 застосовується на полях, де посів проводився 6-рядними машинами, КРН-5.6 - для догляду за посівами після 8-рядних посівних комплексів

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система живлення соняшнику

Сумарний обсяг та співвідношення макро- і мікроелементів, які необхідно забезпечити для соняшнику, визначаються комплексом біологічних та зовнішніх факторів:

- Генетичний потенціал та специфіка конкретного гібриду (його архітектоніка, потужність кореневої системи).
- Тривалість періоду вегетації та фотосинтетична (асиміляційна) здатність листкового апарату.
- Поточні гідротермічні умови та динаміка погодних факторів протягом сезону.
- Рівень природної родючості, тип ґрунту та його фактична вологозабезпеченість.
- Загальний рівень інтенсивності застосовуваної агротехнології.

Найбільшу продуктивність культура демонструє на глибоких чорноземних ґрунтах, які мають нейтральну або близьку до неї реакцію середовища (рН 6.0 - 7.0). Порівняно із зерновими колосовими, соняшник поглинає хімічні елементи (особливо калій) у значно більших обсягах, а сам процес винесення поживних речовин із землі є пролонгованим та нерівномірним.

У мінеральному живленні цієї культури чітко диференціюють три базові фізіологічні періоди:

I. Сходи — початок формування кошика: помірне поглинання N та K; інтенсивне засвоєння P.

II. Диференціація суцвіття — початок цвітіння: максимальне, форсоване споживання всього комплексу NPK.

III. Цвітіння — налив сім'янок та дозрівання: спад потреби в N та P; вторинний пік поглинання K.

Азот (N) Відповідає за наростання вегетативної маси та швидкість лінійного росту. Його поглинання відбувається відносно стабільно протягом усього життєвого циклу. Протягом перших 30 діб вегетації проростки використовують лише 15% від загального ліміту азоту. Починаючи з фази

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розгортання 3–4 пар справжніх листків і аж до завершення цвітіння, рослини абсорбують основну частку — близько 70–80% цього елемента. Гострий дефіцит азоту під час бутонізації призводить до редукції квіток у кошику. Навпаки, надлишкове азотне живлення провокує «жирування» посівів, знижує концентрацію олії в насінні та робить рослини вразливими до патогенів.

Фосфор (P) Стимулює первинний ріст кореневої системи на глибину та відповідає за генетичне закладання майбутнього врожаю. Поглинання стартує з перших днів (10–15% до формування кошика). Спочатку елемент накопичується в стеблах та листкових пластинках, а згодом реутилізується у репродуктивні органи. Близько 60–70% фосфору засвоюється в інтервалі між появою зачатків кошика та фіналом цвітіння. Оптимальний фосфорний баланс підвищує стійкість культури до посухи та безпосередньо впливає на налив і виповненість сім'янок.

Калій (K) Ключовий регулятор фотосинтетичної активності, вуглеводного метаболізму та водного балансу (керує роботою продохів і знижує транспірацію). Стартове споживання у перший місяць становить 10%. Під час утворення суцвіть та цвітіння рослини виносять половину (50%) загальної потреби, а решту 40% поглинають на етапі наливу та дозрівання зерна. Соняшник є вираженим калієфілом: на бідних ґрунтах приріст врожаю прямо пропорційний обсягам внесених калійних туків, хоча за загальним впливом на продуктивність калій часто поступається азоту та фосфору.

Недотримання науково обґрунтованих сівозмін і повернення соняшнику на попереднє місце частіше ніж через 3–4 роки спричиняє стрімке збіднення ґрунту на мікроелементи. Найбільш вразливими є фази розвитку 2–3 пар листків (йде активне формування кореня) та бутонізації (8–10 листків, закладання генеративних органів). Найкращим інструментом швидкої корекції дефіциту є позакореневі обробки хелатними комплексами, які ефективно суміщаються в бакових сумішах із плановими пестицидними обробками.

Специфіка впливу окремих елементів

- Бор (B): найважливіший мікроелемент для соняшнику, дефіцит якого загострюється під час засухи, при низьких температурах, а також на

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

карбонатних та легких піщаних ґрунтах. Бор оптимізує фертильність ґрунту, покращує процес запліднення та унеможливорює появу пустозерності в центрі кошика. *Схема внесення*: перша листова обробка - у фазі 3–4 пар листків, друга - безпосередньо перед цвітінням (застосовують бакову суміш 6%-го розчину сечовини з додаванням 200–600 г/га чистого бору).

- Манган (Mn): Каталізатор ферментних систем, який регулює білковий та азотний обмін і фотосинтез. Його дефіцит найчастіше фіксується на високогумусних ґрунтах з лужною або нейтральною реакцією. Рекомендована норма для компенсації становить 250 г/га.

- Магній (Mg): Забезпечує енергетичний обмін між сполуками азоту й фосфору. Нестача спостерігається на кислих або легких за механічним складом землях, за умов тривалого похолодання або при надмірних дозах калійного удобрення. Проблема вирішується внесенням у ґрунт 50–80 кг/га MgO або оперативним обприскуванням по листу.

- Сірка (S): Оптимізує коефіцієнт використання азоту рослинами, суттєво підвищує фінальну олійність насіння. Дефіцит сірки характерний для бідних, кислих та погано аерованих ґрунтів із низьким вмістом гумусу

Для збалансованого метаболізму посіви також потребують контрольованих мікродоз міді (Cu), заліза (Fe) та молібдену (Mo).

Для досягнення максимального агрономічного ефекту внесення поживних речовин розділяють на три послідовні технологічні етапи:

Проводиться восени основне живлення під глибоку оранку або чизелювання. Забезпечує формування основного фосфорно-калійного фону в глибоких шарах ґрунту.

Здійснюється припосівне - одночасно з посівом соняшнику. Передбачає локальне закладання стартових доз легкодоступного фосфору та азоту поруч із насінням для стимулювання первинного росту кореня.

Підживлення включає прикореневе закладання туків міжрядними культиваторами або позакореневі (листові) обробки мікроелементами та азотом у критичні фази розвитку.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Глобальне збільшення насиченості сівозмін соняшником призвело до різкого загострення фітосанітарної ситуації: інфекційні та грибні патогени, які раніше фіксувалися лише локально в південних регіонах, трансформувалися в загальнонаціональну загрозу. Головним каталізатором епіфітотій є ігнорування сівозміни, оскільки більшість грибних спор та міцелію успішно зимують і зберігають вірулентність на неперегнилих рослинних рештках та в орному шарі протягом кількох років.

Первинне інфікування тканин відбувається на ранніх етапах вегетації. Систематичні фітосанітарні обстеження полів необхідно розпочинати з моменту появи перших пар справжніх листків. Рання діагностика таких небезпечних хвороб, як фомок, фомопсис, несправжня борошниста роса, біла та сіра гнилі, дає змогу вчасно застосувати фунгіцидний захист і зберегти потенціал продуктивності гібриду.

Контроль забур'яненості

Соняшник є виражено світлолюбною культурою короткого дня, тому будь-яке затінення з боку смітної рослинності критично пригнічує його фотосинтетичний апарат. Культура характеризується тривалим гербокритичним періодом (до 50 діб від появи сходів), який триває аж до фази формування суцвіття («зірочки»). Лише після цього розрослася листкова маса зникається в міжряддях і здатна самотійно пригнічувати нові хвилі бур'янів.

Якщо в перші 1,5 місяця вегетації не забезпечити чистоту посівного ложа, жорстка конкуренція за вологу, мікроелементи та сонячну інсоляцію може призвести до втрати до 70% потенційного врожаю.

Сучасна стратегія хімічного захисту має адаптуватися до частих температурних аномалій під час весняної посівної кампанії. Залежно від обраного типу гібриду та технологічної платформи, агрономи комбінують різні схеми:

1. Ґрунтовий (досходовий) захист: На класичних гібридах базовим інструментом залишається створення довготривалого гербіцидного екрана. Найбільш ефективними діючими речовинами є ацетохлор, прометрин, а також високоселективні бінарні суміші S-метолахлору з тербутилазином.

					MBC 00.000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Страхові (післясходові) схеми: Для полів із високим ступенем забур'яненості багаторічними видами (осот, пирій) або вовчком соняшниковим використовують спеціалізовані системи:

Ефективність будь-якої гербіцидної програми залежить від попереднього аналізу видового складу бур'янів, типу попередника в сівозміні та специфіки конкретного мікроклімату регіону.

Збирання врожаю

Головним орієнтиром для початку збиральної кампанії є фактичний вміст вологи в насінні, який корелює з фазою біологічного дозрівання та поточними метеорологічними умовами. Візуальна оцінка зрілості проводиться за зміною забарвлення тильної сторони кошика.

Запуск комбайна у поле вважається біологічно та технічно виправданим, коли близько 20–25% рослин у масиві знаходяться на межі жовтої та жовто-бурої стиглості, а решта посіву вже повністю набула бурого кольору і підсохла. У цей технологічний момент середня вологість насіннєвої маси стабілізується на рівні 11–13%.

Щоб прискорити природне висихання тканин (на 5–7 діб раніше стандартного терміну), вирівняти ярусність посіву та мінімізувати шкідливу дію гнилей кошика, застосовують десикацію. Обприскування посівів контактними десикантами є обов'язковим елементом інтенсивних технологій, особливо за умов дощової осені.

За 2–3 дні до виїзду комбайнів здійснюють підготовку безпосередньо масиву: виконують крайові обкоси поля, розбивають загальну площу на окремі робочі загони, а також прокладають оптимальні транспортно-розвантажувальні смуги для безперебійного під'їзду вантажівок.

Мінімізація механічного травмування насіння (обрушування, тріщин у лущинні) та недопущення втрат за жнивваркою залежать від точності налаштування робочих органів збиральної техніки. Усі регулювання мають виконуватися заздалегідь, щоб уникнути вимушених простоїв під час збирального вікна.

					MBC 00.000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для делікатного виділення насіння з гнізд кошика комбайни обладнують спеціалізованими жниварками-пристосуваннями, а частоту обертання молотильного барабана суттєво знижують порівняно із зерновими режимами - до меж 280–300 об/хв. Це запобігає подрібненню серцевини кошиків та виключає засмічення бункерної маси вологими домішками. У класичній практиці для комбайнів СК-5 «Нива» застосовували пристосування марки ПСП-1.5, а для потужніших машин серії «Дон-1500» - десятирядні комплекси ПСП-10.

2.2. Розроблювання технологічної карти вирощування та збирання соняшника

Технологічна карта вирощування соняшника за інтенсивною технологією наведена в графічному матеріалі роботи.

Уніфікований бланк планового документа заповнюється у чіткій тимчасовій послідовності проведення польових операцій протягом усього сезону.

1. Перелік робіт формується на основі затверджених зональних агротехнічних вимог, планових показників урожайності зерна соняшнику, гречки чи інших культур, а також з урахуванням фактичного парку машин у господарстві. Додатково для кожної операції прописують конкретні якісні параметри (наприклад, глибину ходу сошників чи швидкість МТА). Це є обов'язковою умовою для подальшого обґрунтування норм виробітку і тарифних розцінок.

2. Фактичний масштаб кожної тракторної операції спочатку фіксується у натуральному вираженні (наприклад, у фізичних гектарах, тоннах чи кілометрах) у відповідній графі звітності. З метою узагальнення енергетичних витрат і порівняння різнорідних робіт ці показники трансформують за допомогою спеціальних коефіцієнтів переведення техніки в еквівалентні показники. Обчислення загального обсягу в умовних еталонних гектарах ($V_{\text{ег}}$) здійснюється за залежністю:

$$V_{\text{ег}} = N_{\text{зм}} \cdot W_{\text{ет}} \cdot T_{\text{зм}}$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де $N_{зм}$ - загальна кількість відпрацьованих нормо-змін за операцією;
 $W_{ет}$ - годинний еталонний виробіток конкретної марки трактора за
нормативними даними, у.е.га/год;
 $T_{зм}$ - тривалість робочої зміни (семигодинний день, год).

$$V_{уег} = 3,2 \cdot 1,65 \cdot 7 = 36,96 \text{ у.е.га}$$

3. Комплектація машинно-тракторних агрегатів (МТА). При плануванні структури робочих комплексів детально зазначають марки енергетичних засобів (тракторів), типи сільськогосподарських машин, начіпних знарядь та їхню кількісну потребу.

Принципи оптимізації парку МТА

Наявність ресурсу: орієнтація на власну робочу техніку або гарантовані інвестиційні закупівлі поточного року.

Максимальна інженерна модернізація: мінімізація ручної праці за рахунок комбінованих широкозахватних комплексів.

Уніфікація: виконання всього спектра робіт мінімальним набором базових марок та типорозмірів тракторів.

Кількість обслуговуючого інженерного персоналу, трактористів та помічників у загонах розраховується на основі штатного розкладу та прямої виробничої доцільності для безпечного виконання процесів.

4. При розрахунку трудовитрат на немеханізованих операціях (наприклад, ручне завантаження тощо) основою є раціональний поділ праці. Карта передбачає два типи обліку:

Індивідуальне виконання: у графі фіксується робота одного працівника із зазначенням його норми.

Колективне виконання: вказується сумарна чисельність членів тимчасової робочої ланки, групи або бригади, задіяних на об'єкті.

5. Рівень складності кожної операції встановлюють за чинним тарифно-кваліфікаційним довідником, закріплюючи за нею відповідний розряд.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сукупний обсяг прямої заробітної плати за тарифом для всього запланованого обсягу робіт обчислюють за формулою:

$$O_n = N_{зм} \cdot T_c$$

де O_n - загальна сума нарахованої тарифної оплати за виконану операцію, грн;

$N_{зм}$ - розрахункова кількість виконаних нормо-змін;

T_c - тарифна ставка, встановлена для відповідного кваліфікаційного розряду та специфічної групи робіт (механізовані, ручні чи важкі умови), грн.

$$O_n = 3,54 \cdot 79,5 = 281,43 \text{ грн}$$

У тих випадках, коли для обслуговування одного складного машинно-тракторного комплексу (або при виконанні групових ручних робіт) залучають кількох робітників, загальна розцінка формується на основі синергетичного підходу. Тоді сукупна годинна чи денна тарифна ставка агроагрегату обчислюється як арифметична сума індивідуальних ставок усіх членів сформованої ланки (наприклад, тракториста та сіячів).

6. Кількість нормо-змін визначають шляхом ділення сукупного масштабу запланованої операції у її натуральному вираженні на затверджену всередині господарства змінну норму продуктивності для конкретного МТА

$$N_{зм} = V_{физ} / W_{зм}$$

де $V_{физ}$ - загальний фізичний обсяг запланованої агротехнічної операції (га, т, км);

$W_{зм}$ - норма виробітку за одну робочу зміну, затверджена нормативними актами підприємства для даного складу агрегату.

Коефіцієнт змінності (кількість робочих змін протягом доби) обґрунтовують відповідно до специфіки та агротехнічних строків операції. Зокрема, під час посіву соняшнику роботу планують переважно в межах тривалості світлового дня задля контролю якості.

Для проведення посівної кампанії на площі $V_{физ} = 100$ га за допомогою пунктирного комплексу у складі трактора МТЗ-80 та пневматичної сівалки СУПН-8А обсяг нормо-змін становитиме:

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_3 = 100 / 28,22 = 3,54$$

7. Обчислення сукупних витрат людської праці. Сумарні трудовитрати персонал-годин для кожної окремої технологічної операції вносять до карти у людино-годинах. Розрахунок зав'язаний на тривалості однієї робочої зміни та чисельності персоналу:

$$ВП = R \cdot N_{зм} \cdot t_{зм}$$

де R - кількість штатних працівників, які одночасно забезпечують функціонування одного МТА, чел.;

$N_{зм}$ - розрахункова кількість нормо-змін для виконання всього обсягу робіт;

$t_{зм}$ - тривалість однієї лінійної нормо-зміни (згідно з КЗпП та внутрішнім регламентом - 7 годин).

$$ЗП = 1 \cdot 3,54 \cdot 7 = 24,78 \text{ люд.-год}$$

8. Загальну потребу в дизельному паливі для виконання механізованих процесів визначають на основі питомих норм витрат пального, затверджених для кожної марки трактора на одиницю виконаної роботи.

Фінансові витрати на ПММ обчислюють за формулою:

$$B_{пмм} = V_{физ} \cdot q_{пал} \cdot Ц_{компл}$$

де $q_{пал}$ - питома норма витрати пального для конкретного МТА на одиницю роботи, кг/га (або л/га);

$Ц_{компл}$ - комплексна вартість одиниці палива, яка враховує також інтегровані витрати на моторні оливи, трансмісійні мастила та пускові суміші (зазвичай становить додаткові 10 - 15% до ціни чистого дизельного палива), грн/кг.

9. Для коректного визначення прямих грошових витрат на вирощування одного центнера чи тонни врожаю (насіння соняшнику) використовують метод пропорційного розподілу витрат між основним та побічним врожаєм.

Інші операції розраховуємо аналогічно, після чого підраховуємо суму затрат на вирощування заданої культури.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ПОСІВУ З ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКА

3.1. Технологічні основи та механізація висіву соняшнику

Для закладання насіння олійної культури найбільш доцільно залучати сучасні пневматичні посівні комплекси точного висіву. Особливістю їхньої роботи є забезпечення бездоганного просторового розподілу кожної насінини у рядку із суворим дотриманням заданої глибини та інтервалів між насіннєвим матеріалом.

Глибина занурення сошників коригується відповідно до поточних гідротермічних та ґрунтових умов конкретного поля. Біологічною особливістю насіння соняшнику є відносно невисока стартова потреба у волозі для активізації ферментативних процесів. Проростання здатне успішно відбуватися навіть за візуального дефіциту вологи у верхньому горизонті, але за обов'язкового виконання таких критичних умов:

- Насінина повинна щільно стикатися з нижнім незруйнованим капілярним шаром ґрунтового ложа, що гарантує безперервний приплив підземної вологи.
- Земля над насінням має залишатися пухкою, дрібнокомкуватою і не утворювати товстого монолітного шару.
- Забезпечення вільного доступу кисню до зародка, необхідного для його дихання, за умови повного і якісного загортання насінини ґрунтом.

За умови якісно підготовленого насіннєвого ложа та оптимальних показників вологості, сошники налаштовують на глибину 3–5 см.

Головним чинником успіху залишається збереження цілісності капілярів у зоні розташування насінини. Доволі поширена практика суцільного закладання досходових гербіцидів важкими дисковими знаряддями безпосередньо перед посівом має негативні наслідки: верхній горизонт стає надмірно розпушеним та стрімко втрачає вологу. У такому пересушеному шарі технічно складно витримати однорідну глибину ходу сошників, що тягне за

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

собою появу нерівномірних, «рваних» сходів. Рослини, які проросли пізніше, залишатимуться пригніченими у рості та відставатимуть у фазах розвитку аж до моменту збирання. Через це глибину закладання необхідно безперервно контролювати безпосередньо під час роботи МТА.

Агротехнічні переваги пунктирного способу сівби

Точний пунктирний посів пневматичними машинами спрямований на вирішення кількох важливих виробничих завдань:

1. Оптимізація геометричних меж площі живлення та інсоляції для кожної окремої рослини.
2. Отримання дружних сходів завдяки контакту насіння з непорушеним капілярним горизонтом на фіксованій глибині.
3. Раціональне використання дорогого гібридного посівного матеріалу (економія насіння).
4. Зниження трудовитрат і витрат пального на подальший механічний догляд за міжряддями.
5. Створення передумов для безперешкодного збирання комбайнами з мінімальним рівнем втрат кошиків.

Для якісного точного висіву соняшнику механічні сівалки є непридатними.

Насіння соняшнику суттєво відрізняється за своєю геометричною формою, тривимірними розмірами та питомою масою. Навіть на мінімальних швидкостях руху частка дефектів висіву в апаратах досягає критичної межі у 20%, тоді як для нормального розвитку рослин цей показник має прагнути до мінімуму.

Ефективність роботи пневматичної сівалки базується на точному підборі робочих органів та параметрів повітряного потоку:

- Оптимальним вибором для фракцій соняшнику є диски, що мають наскрізні отвори діаметром 2.5 мм.
- Через асиметричність та мінливість форми насіння особливу увагу приділяють налаштуванню гребінчастого скидача (відсікача) двійників.

Перевагу слід віддавати посівним комплексам, конструкція яких дає змогу

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

візуально контролювати процес відсікання зайвих насінин через оглядові вікна.

- Рівень тиску або розрідження повітря регулюють відповідно до маси тисячі насінин. Надмірне форсування повітряного потоку знижує кількість пропусків, але різко збільшує появу двійників та трійників.

Підвищений тиск повітря в нагнітальних системах здатний наносити мікротравми зародкам насіння, які мають високу чутливість до механічних ударів об стінки камери.

З огляду на це, найкращу якість розподілу насіннєвого матеріалу без пошкодження його структури демонструють сівалки точного висіву, які функціонують за вакуумним (всмоктувальним) принципом. Надійна фіксація насінини до отвору диска силою вакууму мінімізує пошкодження і гарантує високу точність дозування.

Фаза закладання насіннєвого ложа залежить від ефективності функціонування загортачів.

Якість виконання цієї технологічної операції прямо корелює зі швидкістю переміщення машинно-тракторного комплексу:

Оптимальний режим: Поступальний рух посівного агрегату на швидкості до 6 км/год гарантує високу точність дозування та рівномірність (табл. 3.1).

Таблиця 3.1

Характеристика технологічних параметрів посіву

Технологічний параметр	Нормативне значення	Примітки та умови
Швидкість руху МТА	не більше 6 км/год	Перевищення призводить до хаотичного розкидання насіння за глибиною та пропусків
Базова глибина сівби	4–6 см	Оптимальний діапазон для більшості типів ґрунтів
Важкі, холодні ґрунти	5–6 см	Застосовується під час прохолодної та вологої весни
Посушливі умови	6–10 см	Вимушене заглиблення сошників для контакту насіння з вологим шаром
Дрібнонасінні гібриди	4–5 см	За умови достатнього зволоження верхнього шару

Перевищення цього швидкісного ліміту призводить до хаотичного коливання глибини ходу сошників і порушення інтервалів між насінинами в рядку. Крім того, різко зростає ризик механічного травмування крихкої оболонки насіння елементами висівного апарата.

3.2. Регламент технічного контролю та налаштування сівалки

Етап 1. Обов'язкова перевірка вузлів до виїзду в поле (чек-лист).

Перед початком завантаження технологічного матеріалу необхідно провести ретельну дефектовку посівних секцій:

1. Візуально підтвердити відповідність установлених висівних дисків типу та фракції насіння соняшнику.
2. Провести повне очищення робочих чарунок та отворів на дисках від налиплого бруду, залишків графітового протруйника та пилу.
3. Перевірити плавність та легкість обертання центрального приводного вала і безпосередньо самих дозувальних елементів.
4. Оцінити технічний стан скидачів двійників та інших деталей фрикційної групи, які піддаються швидкому природному зносу.
5. Обстежити цілісність, герметичність та відсутність деформацій корпусів висівних модулів.
6. Виміряти лінійні розміри і перевірити гостроту різальної кромки дискових чи анкерних сошників.

Етап 2. Контрольні вимірювання під час виконання робіт у полі

Безпосередньо у процесі посіву агрономічна та інженерна служби підприємства здійснюють регулярний операційний моніторинг за такими параметрами:

Геометрія навішування: регулювання висоти зчіпного пристрою для забезпечення строго горизонтального положення рами сівалки.

Точність розкладки: оцінка лінійної відстані між насінинами у рядку та виявлення пропусків.

Просапна геометрія: стабільність заданої ширини міжрядь.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Фізичний контакт: глибина загортання насіння та щільність його прилягання до капілярного ґрунтового ложа.

Самоочищення: контроль за станом дисків сошників та опорних коліс, своєчасне видалення налиплого вологого ґрунту.

Кінематика: безперервний контроль робочої швидкості руху МТА за GPS або спідометром трактора.

3.3. Підготовка поля до роботи

Рівень продуктивності машинно-тракторних комплексів і загальна якість реалізації агротехнічних операцій безпосередньо залежать від грамотного моделювання та розмітки робочих ділянок. На початковому (підготовчому) етапі здійснюється обов'язкове інспектування та очищення поверхні поля. Із зони руху техніки повністю видаляють уламки деревини, каміння значних фракцій та будь-які сторонні предмети. Такі запобіжні заходи мінімізують ризик аварійних поломок дискових сошників, шнеків.

Паралельно інженерна служба визначає найоптимальніший вектор руху сільськогосподарських машин. При цьому до уваги беруться просторові контури поля, кути нахилу рельєфу (схилів) та кут інсоляції (падіння променів сонця). Останній фактор є важливим для зниження втомлюваності та забезпечення комфортних умов праці механізатора в кабіні.

Процес просторової адаптації ділянки до роботи широкозахватної техніки складається з кількох послідовних кроків:

Проектування заїнок: Загальний масив поля штучно розділяють на окремі робочі зони (загони). Геометрична ширина кожної такої ділянки розраховується як кратне число до конструктивної ширини захвату посівного чи ґрунтообробного комплексу, що оптимізує кількість проходів.

Трасування поворотних смуг: На торцевих межах поля виокремлюють спеціальні зони технічного призначення. Вони необхідні для того, щоб трактор із навісними знаряддями мав можливість виконувати плавні розворотні маневри. Правильний розрахунок цих зон унеможливорює появу незасіяних

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технологічних огріхів та запобігає локальному руйнуванню структури ґрунту через надмірне буксування коліс.

Маркування та виставлення віх: Задля досягнення максимальної прямолінійності ходу МТА (що є критичним у критеріях точного землеробства, особливо за умов відсутності або збою супутникових систем навігації та автоматичного підрулювання GPS), на краях поля встановлюють контрольні орієнтири або яскраві вішки. Це дозволяє звести до мінімуму появу небезпечних перекриттів або пропусків між суміжними проходами.

Ширина поворотної смуги є ключовим кінематичним параметром і визначається виключно на основі технічних характеристик сформованого МТА (його радіуса повороту, довжини зчипки та ширини захвату). Ця величина повинна бути кратною робочій ширині захвату агрегату (B) для того, щоб після завершення основного циклу робіт на полі ці крайові смуги можна було засіяти або обробити звичайними поздовжніми проходами комбайна чи сівалки без зайвих маневрів і розворотів.

Ширину поворотної смуги описують за залежністю

$$E_p = 3 \cdot \rho + e$$

де e – довжина виїзду, м

$$e = (0,50 \dots 0,70) L_k$$

$$e = 0,70 \cdot 5,77 = 4,04$$

$$E_p = 3 \cdot 6,16 + 4,04 = 22,52$$

Фактичне значення ширини поворотної смуги

$$E_\phi = n \cdot B_p \succ E_p$$

$$E_\phi = 7 \cdot 5,6 = 39,2 \text{ м} \succ 22,52 \text{ м}$$

Робоча довжина гону

$$L_p = L_o - 2 \cdot E_\phi$$

де L_o – довжина гону

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 39,2 = 921,6$$

Оптимальна ширина заїнки

$$C_{opt} = \sqrt{16 \cdot \rho^2 + 2 \cdot L_p \cdot B_p}, м$$

$$C_{opt} = \sqrt{16 \cdot 6,16^2 + 2 \cdot 921,6 \cdot 5,6} = 104,5 м$$

Кількість заїнок

$$n = \frac{S}{L_{\partial} \cdot C_{opt}}$$

де S – площа поля

$$n = \frac{100000}{1000 \cdot 104,5} = 0,96$$

Робоча передача – II

Робоча швидкість 3,75 км/год.

Актуальними питаннями залишаються картографування полів, використання GPS-систем.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Обґрунтування модернізації сівалки

Оцінка існуючих конструкцій сошників показала їх переваги і недоліки [1, 13, 16]. На базі її виявлені основні напрями удосконалення сошників просапних сівалок, що наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Основні напрями удосконалення сошників просапних сівалок [9]

Напрямки удосконалення	Основні дії	Сутність
Оптимізація конструкції сошників	Зміна кута входження в ґрунт	Для зменшення тягового опору та запобігання надмірному ущільненню ґрунту, стінок насіннєвого ложа, досліджено оптимальний кут атаки та кут нахилу сошників
		Для збільшення ресурсу роботи в абразивних середовищах, необхідне застосування елементів із боровмісних сталей або з нанесенням композитних покриттів
Покращення умов проростання	Інтеграція прикочувальних пристроїв	Удосконалення конструкції насіннеущільнювачів, що фіксують насінину на дні борозни, виключаючи її «підстрибування»
Адаптація до технологій No-Till і Mini-Till	Посилення конструкції	Розрахунок рами та вузлів кріплення сошника на підвищені вертикальні навантаження є характерними для прямого посіву у твердий ґрунт

Питаннями удосконалення просапних сівалок, зокрема сошників, займалися і займаються науковці, такі як: Войтюк Д. Г. [16], Заїка П.М. [5], Сисолін П.В. [12-15], [1-3] та ін.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метою подальшого удосконалення сошників просапних сівалок є перехід від статичних налаштувань до адаптивних систем, що самостійно підлаштовуються під зміну польових умов. Це дозволить забезпечити дружність сходів (при однаковій глибині та вологості), зниження енерговитрат (при кращій обтічності сошника), високу продуктивність (завдяки можливості працювати на підвищених швидкостях без втрати якості).

Опис об'єкту розробки

Будова і робота модернізованої сівалки СУПН-8А

Сівалка СУПН-8А (рис. 4.1) є начіпною машиною, що складається з таких основних складальних одиниць:

- рами з замком автозчіпки;

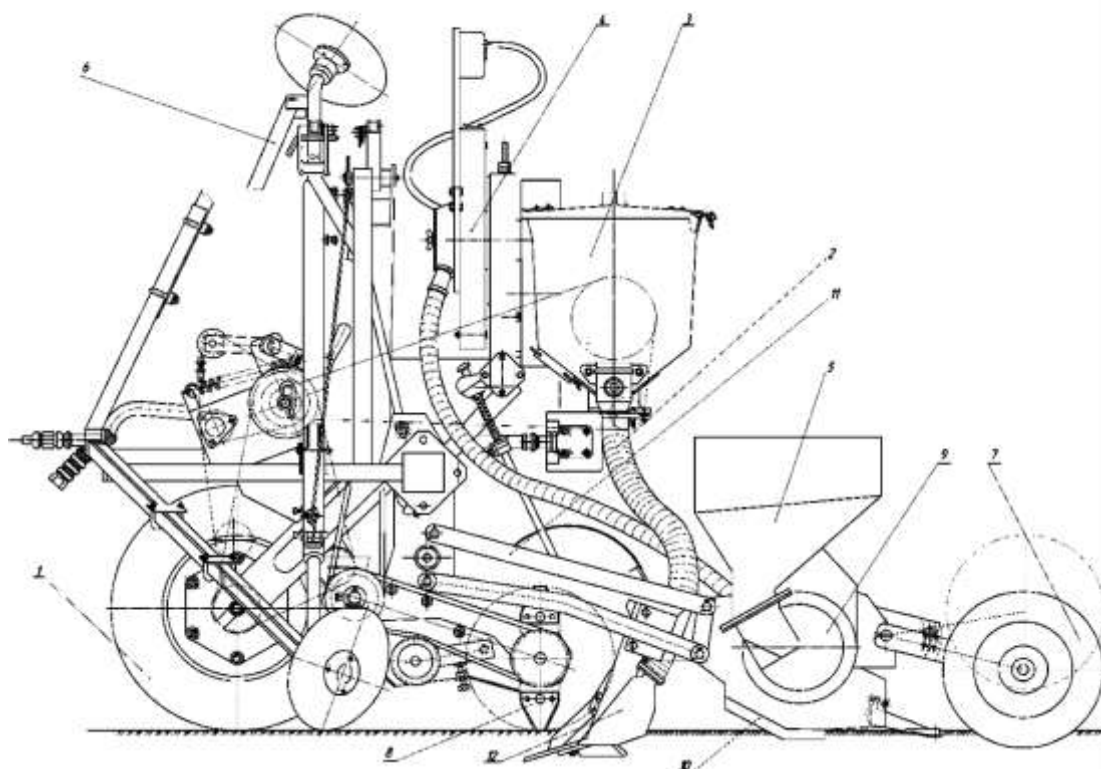


Рис. 4.1. Схема модернізованої просапної пневматичної сівалки СУПН-8А:

1 – опорно-приводне колесо; 2 – тукопровід; 3 – туковисівний апарат; 4 – вентилятор; 5 – бункер для насіння посівної секції; 6 – маркер; 7 – прикочуюче колесо; 8 – ротор; 9 – насіньєвисівний апарат; 10 – сошник; 11 – паралелограмна підвіска; 12 – туковий сошник

- двох опорно-приводних коліс з механізмом передач на насіннєві та туковисівні апарати;
- восьми посівних секцій з насіннєвими сошниками, пневматичними висівальними апаратами, бункерами, прикочуючими котками, загортачами, шлейфами, або механізмами регулювання заглиблення сошників;
- чотирьох туковисівних апаратів;
- пристосування для висіву насіння;
- пристрою для вичісування дрібних бур'янів;
- вентилятора;
- маркерів;
- уніфікованої системи контролю.

Технологічний алгоритм роботи посівного агрегату базується на синхронізації механічних та пневматичних систем. Крутний момент, необхідний для стабільного обертання комірчастих дисків насіннєвих апаратів та внутрішніх пружинних шнеків туковисівної системи, передається безпосередньо від опорно-приводних коліс. Цей процес реалізується через систему ланцюгових передач і багатоступінчастий механізм зміни передач (редуктор), що дає змогу точно коригувати норми висіву.

Паралельно з цим у порожнині кришки дозувального органу формується стабільне розрідження (вакуум). Його генерацію забезпечує відцентровий вентилятор високого тиску, який підключений до гідросистеми трактора за допомогою аксіально-поршневого гідромотора.

Для візуального контролю та оперативного моніторингу рівня розрідження в системі, на рамній конструкції замка автоматичної зчіпки змонтовано точний мембранний тягомір (вакуумметр).

Процес подачі та закладання насінини у ґрунтове ложе складається з кількох послідовних етапів:

Під дією штучно створеного вакууму насіння з прийомної (забірної) камери надійно присмоктується до круглих отворів каліброваного висівного диска, який безперервно обертається.

					MBC 00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Закріплені силою повітря насінини переміщуються по колу із зони завантаження до точки безпосереднього скидання.

Щоб виключити появу здвоєних насінин, у конструкції камери передбачено механічний скидач «зайвих» насінин. Цей гребінчастий відсікач видаляє надлишкові насінини з отворів, повертаючи їх назад у загальну масу забірною відсіку.

Коли перфоровані отвори з насінинами залишають вакуумного зону і переходять у нижній сектор, де діє звичайний атмосферний тиск, утримувальна сила зникає. Насінини поштучно відокремлюються від диска і під дією власної ваги падають на дно посівної борозни, геометрія та ущільнення якої сформовані клиноподібною п'яткою сошника.

Паралельно з розкладкою насіннєвого матеріалу здійснюється дозоване підживлення посівів сухими мінеральними добривами (туками). Обертання спіральних пружинних шнеків із лівою та правою навивкою сприяє примусовому винесенню гранул із тукового бункера до прийомних лійок. Активізація коливальних рухів вихідних вікон воронок-розсіювачів сприяє спрямуванню рівномірного потоку туків у борозни від окремих сошників.

Завдяки протилежній лівій та правій навивці пружинних спіралей виключається забивання туків, а розсіювачі з коливальним вектором руху гарантують безперервний потік гранульованих добрив у борозни, які заздалегідь прорізають спеціальні тукові сошники. Це забезпечує просторове зміщення добрив відносно лінії посіву насіння, запобігаючи хімічним опікам проростків.

У розробленій конструкції посівного комплексу впроваджено модернізовані тукові сошники долотоподібного типу (рис. 4.2). Інженерна унікальність цього вузла полягає в поетапному, послідовному впливі його робочих елементів на ґрунтове середовище під час руху МТА.

Головне долото здійснює первинне розрізання та розпушування ґрунтового шару на задану глибину. Елемент (формувальна п'ята 4) змонтований безпосередньо за долотом. Його геометрична функція - стабілізація та зачищення дна борозни, створення чіткого профілю, у який

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

відразу після проходу висипається насіннєвий матеріал або гранульовані туки. Деталь (ущільнювальна п'ята 5) завершує цикл закладання. Лінійна ширина цієї п'яти навмисно спроектована більшою, ніж поперечний розмір самої борозни. Завдяки цьому вона примусово руйнує і роздавлює рухомі бічні стінки, підсипаючи та щільно притискаючи більш вологий нижній ґрунт безпосередньо до насінини, що гарантує відмінний капілярний контакт.

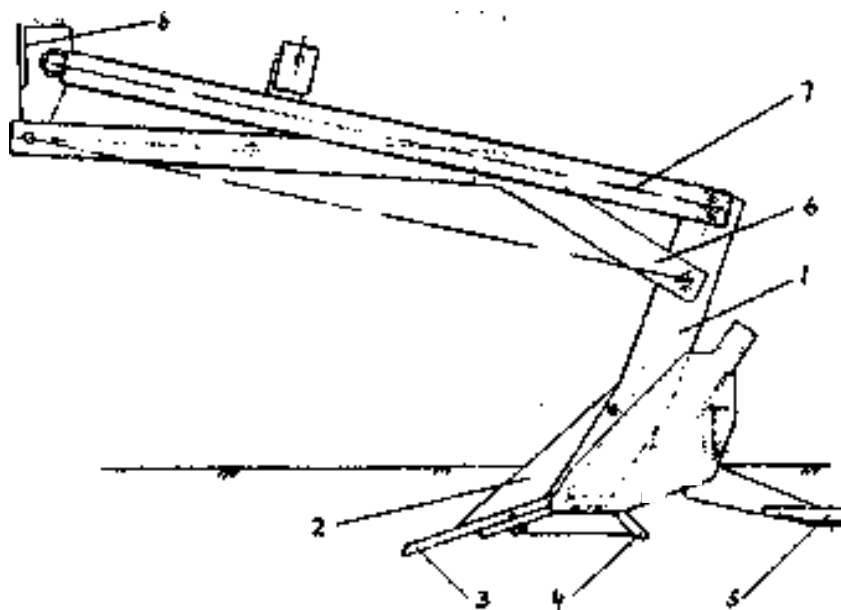


Рис. 4.2. Туковий сошник з паралелограмною підвіскою:

1 – стояк з воронкою; 2 – ніж; 3 – долото; 4 – формуюча п'ята; 5 – ущільнююча п'ята; 6 – нижній повідець; 7 – верхній повідець; 8 – сошниковий брус сівалки

Завдяки такій триступеневій схемі («долото - формувальна п'ята - ущільнювальна п'ята») досягається рівномірне закладання всього насіннєвого фонду на фіксованій глибині, незалежно від мікрорельєфу та щільності поля. Це дає змогу агрономам оптимізувати норму висіву соняшнику, виключивши невинновдані страхові перевитрати насіння. Зменшення норми висіву без втрати густоти стояння покращує польову схожість, вирівнює ярусність стеблостою за висотою та стимулює динаміку вегетації.

Під час експлуатації класичних робочих органів, які мають гострий кут входження в ґрунт (до яких належать і базові долотоподібні сошники), на полях

із великою кількістю неперегнаних пожнивних решток чи бур'янів виникає серйозна проблема. Накопичуючись на стійках, солома створює так званий «грабельний» ефект. Цей негативний чинник призводить до згортання верхнього шару ґрунту і забивання агрегату, що важко усунути навіть шляхом значного рознесення сошникових груп по ходу руху або збільшення відстані між рядами.

Саме цей конструктивний недолік зумовлює гостру потребу в проведенні подальших науково-дослідних та конструкторських робіт (НДДКР) щодо оптимізації геометрії різальних елементів сошникової групи, зокрема шляхом інтеграції активних дискових ножів або контрножів-розпушувачів.

Коли навісна рамка трактора повністю заходить у пази замка сівалки, пружинна засувка (собачка) автоматично замикається, фіксуючись на похилому робочому виступі регулювальної планки. Для досягнення максимальної щільності з'єднання та усунення небезпечних зазорів чи люфтів під час транспортування, положення планки точно калібрують. Це реалізується шляхом повороту спеціальних налаштовувальних ексцентриків, розташованих всередині її овальних пазів.

Для зворотного процесу — дистанційного розчеплення машин в момент демонтажу посівного комплексу — механізатор використовує виведену в кабінку ручну рукоятку з гнучким металевим канатом (тросом), яка примусово віджимає блокувальну собачку із зачеплення.

4.2. Технологічні розрахунки

4.2.1. Визначення об'єму бункерів для туків та насіння

Тукові апарати сівалки СУПН-8А можуть висівати різні туки різних видів. Проектування сумарного об'єму бункерів для сухих мінеральних добрив базується на компромісі між двома суперечливими інженерно-економічними вимогами: 1. Забезпечення максимального радіуса дії та тривалості безперервної роботи МТА на одній заправці. Це мінімізує кількість зупинок комплексу у полі

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

та підвищує коефіцієнт використання робочого часу зміни. 2. Обмеження граничної експлуатаційної маси сівалки. Надмірне збільшення місткості веде до зростання матеріаломісткості рами, підвищує навантаження на опорні колеса та спричиняє шкідливе переущільнення ґрунту.

Об'єм тукових бункерів розраховують через питому витрату добрив на одиницю площі, планову довжину гону та вантажопідйомність шасі трактора.

Об'єм бункерів для туків:

$$V_T = V_{\sigma} \cdot 2,$$

де V_{σ} – об'єм бункера для насіння, дм^3 .

Об'єм бункера для насіння визначаємо за формулою:

$$V_{\sigma} = \frac{(1,1 \dots 1,5) L \cdot B \cdot Q}{10^4 \gamma_c},$$

де Q – норма висіву, кг/га ;

$$Q = 60 \text{ тис.шт/га} = 13,2 \text{ кг/га} = 13200 \text{ г/га};$$

$$B \text{ – ширина захвату сівалки, м, } B = 5,6 \text{ м};$$

γ_c – об'ємна вага насіння,

$$\gamma_c = 730 - 870 \text{ г/дм}^3, \text{ приймаємо } 870 \text{ г/дм}^3;$$

$$L \text{ – довжина гону, } L = 800 \cdot 4 = 3200 \text{ м.}$$

Об'єм одного насіннєвого бункера дорівнює:

$$V_{\sigma} = \frac{1,2 \cdot 3200 \cdot 5,6 \cdot 13200}{10^4 \cdot 870} = 32,5 \text{ дм}^3.$$

Об'єм бункерів для туків:

$$V_T = 32 \cdot 2 = 65 \text{ дм}^3,$$

Загальний об'єм бункерів для туків становить:

$$V_T = 65 \cdot 4 = 260 \text{ дм}^3.$$

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2.2. Розрахунок параметрів тукового сошника

Базовим елементом будь-якої висівної системи є сошник. Його головна функція - прорізання відкритої технологічної борозни для бездоганного поштучного закладання насіння на заданий горизонт. Стабільність цього процесу визначається параметрами його фронтальної частини, яка безпосередньо розсікає ґрунтову масу.

Для стабільного постачання капілярної вологи до насінини необхідно сформувати ущільнене насіннєве ложе. За характером механічного впливу на ґрунт і якістю ущільнення дна борозни сошники поділяють на три основні технологічні типи:

1. Двовекторне розсування (вбік та вниз): Цей принцип реалізовано в кільових та полозоподібних (наральникових) конструкціях. Робочий орган примусово вдавлює частки ґрунту, що гарантує відмінне ущільнення як дна, так і бокових стінок борозни, стимулюючи приплив підземної вологи. Для посилення цього ефекту між щоклами полозків часто інтегрують спеціалізовану підпружинену ущільнювальну п'яту або мініатюрний котковий механізм.

2. Горизонтальне розсування з винесенням часток угору: Притаманне одно- та дводисковим сошниковим системам. Диски розсувають ґрунтову масу в боки з мінімальним вертикальним ущільненням дна, що добре підходить для вологих або забур'янених полів.

3. Об'ємне переміщення (вперед, вгору та вбік): Характерне для насадок із гострим кутом входження (долотоподібного типу). Вони інтенсивно кришать і піднімають верхній шар, практично не ущільнюючи донну частину борозни, що вимагає обов'язкового застосування фінішних прикочувальних роликів.

Якість і рівномірність загортання насіннєвого фонду повністю залежать від тривимірної геометричної форми та лінійних розмірів розкривного елемента сошника (диска, наральника, полозка чи долота).

До ключових конструктивних параметрів відносять:

- Форму робочого профілю розкривного органу.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Лінійну відстань (ширину розхилу) між щоками.
- Контур та кут заднього обрізу щоккових пластин.

У полозоподібних та наральникових системах щоки виконують критично важливу захисну функцію. Вони являють собою дві паралельні вертикальні підпирні стінки, розташовані одна навпроти одної.

Головне завдання щоккових пластин - утримання стінок щойно прорізаної борозни від передчасного осипання пухкої землі. Вони створюють захищений внутрішній простір, всередині якого насінина або гранула добрива встигає безперешкодно долетіти з насіннєпроводу на щільне капілярне дно борозни до того, як її загорне верхній шар ґрунту.

Під час проектування наральникових або полозоподібних сошникових груп ключовим інженерним завданням є запобігання передчасному зсуву землі у відкриту технологічну щілину. Конструктивний параметр L (що позначає лінійну відстань від вертикального заднього обрізу щок сошника до крайньої задньої межі наральника) повинен проектуватися з чітким розрахунковим запасом.

Ця величина обов'язково має перевищувати граничну довжину L_0 , яка характеризує динамічну відстань природного обсіпання ґрунту всередину робочої зони сошника за умов мінімальних робочих швидкостей переміщення МТА. Якщо знехтувати цим правилом пухка суха земля з верхніх шарів засипле борозну ще до моменту, коли туди долетить насінина.

Попри просту конструкцію, штатні сошники базових моделей просапних сівалок мають серйозні вади, які суттєво обмежують ефективність точного висіву.

Основна проблема полягає в незахищеності траєкторії польоту насінини після її відокремлення від отвору вакуумного диска. Процес втрати точності розподілу розвивається за наступною схемою:

1. Вільне падіння насінини під дією сили тяжіння та залишку вакууму.
2. Випадкове влучання та удар об жорсткі металеві стінки сошника.
3. Вторинний рикошет від твердого дна похилої клиноподібної борозни.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

4. Хаотичне поздовжнє зміщення (перекочування) вздовж лінії рядка.

Внаслідок цих чисельних рикошетів та неконтрольованих відскоків початкова синхронність подачі повністю руйнується. Насіння фіксується у землі з довільними, хаотичними інтервалами. Як результат, на одних ділянках виникає згущення рослин, що посилює конкуренцію за світло та живлення, а на інших – з'являються пропуски (лисини).

Цей конструктивний недолік, неодноразово зафіксований під час державних сертифікаційних випробувань просапних машин, стає головною причиною перевитрат дорогого гібридного матеріалу та веде до суттєвого недобору фінального врожаю олійних культур.

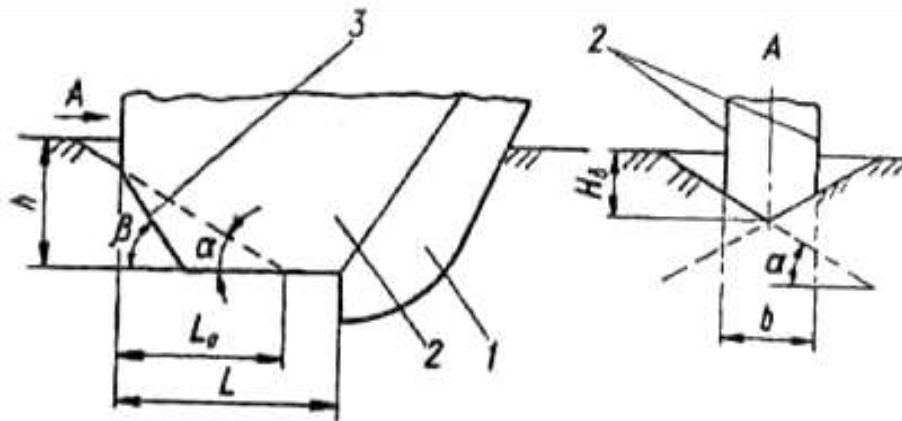


Рис. 4.3. Схема характерного обסיпання ґрунту між щоками сошника:

1 – наральник; 2 – щоки сошника; 3 – нижній похилий обріз щік

$$L_0 = \frac{h - a \cdot c^n}{\operatorname{tg} \alpha} + 0,5c ,$$

де h – глибина ходу сошника, $h = 60$ мм;

c – відстань між щоками, $c = 30$ мм;

a, n – експериментальні коефіцієнти, $a = 7,245$, $n = 0,367$;

α – кут природного скосу нормальної вологості, $\alpha = 35^\circ$.

$$L_0 = \frac{60 - 7,245 \cdot 30^{0,367}}{\operatorname{tg} 35^\circ} + 0,5 \cdot 30 = 64,6 \text{ мм.}$$

Геометрія нижнього зрізу щоккових пластин та контур наральника

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

безпосередньо керують якістю та фракційним складом ґрунту, що покриває посівне ложе. Для стимулювання польової схожості необхідно, щоб насінина спочатку контактувала з капілярною вологою.

Цього ефекту досягають за допомогою правильного просторового орієнтування деталей:

Нижній задній обріз робочого наральника виконують за лінією твірної конуса обсіпання. Його проєкцію нахилиють під конструктивним кутом β , який точно відповідає природному куту укусу (відкосу) конкретного типу ґрунту.

За такої геометрії при русі сошника першими на дно борозни самопливом обрушуються нижні, найбільш зворотні й дрібногрудкуваті шари орного горизонту. Вони надійно огортають насінину, тоді як сухіші верхні фракції, які тривалий час утримувалися високими боковими стінками щок, засипають борозну в останню чергу, виконуючи роль захисного мульчувального прошарку.

Попри просту конструкцію, штатні сошники базових моделей просапних сівалок мають серйозні вади, які суттєво обмежують ефективність точного висіву.

Основна проблема полягає в незахищеності траєкторії польоту насінини після її відокремлення від отвору вакуумного диска. Процес втрати точності розподілу розвивається за наступною схемою:

1. Вільне падіння насінини під дією сили тяжіння та залишку вакууму.
2. Випадкове влучання та удар об жорсткі металеві стінки сошника.
3. Вторинний рикошет від твердого дна похилої клиноподібної борозни.
4. Хаотичне поздовжнє зміщення (перекочування) вздовж лінії рядка.

Внаслідок цих чисельних рикошетів та неконтрольованих відскоків початкова синхронність подачі повністю руйнується. Насіння фіксується у землі з довільними, хаотичними інтервалами. Як результат, на одних ділянках виникає згущення рослин, що посилює конкуренцію за світло та живлення, а на інших - з'являються пропуски (лисини).

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Цей конструктивний недолік, неодноразово зафіксований під час державних сертифікаційних випробувань просапних машин, стає головною причиною перевитрат дорогого гібридного матеріалу та веде до суттєвого недобору фінального врожаю олійних культур.

Визначаємо необхідний тиск пружини натискної штанги посівної секції на поводки паралелограмної підвіски (рис. 4.4):

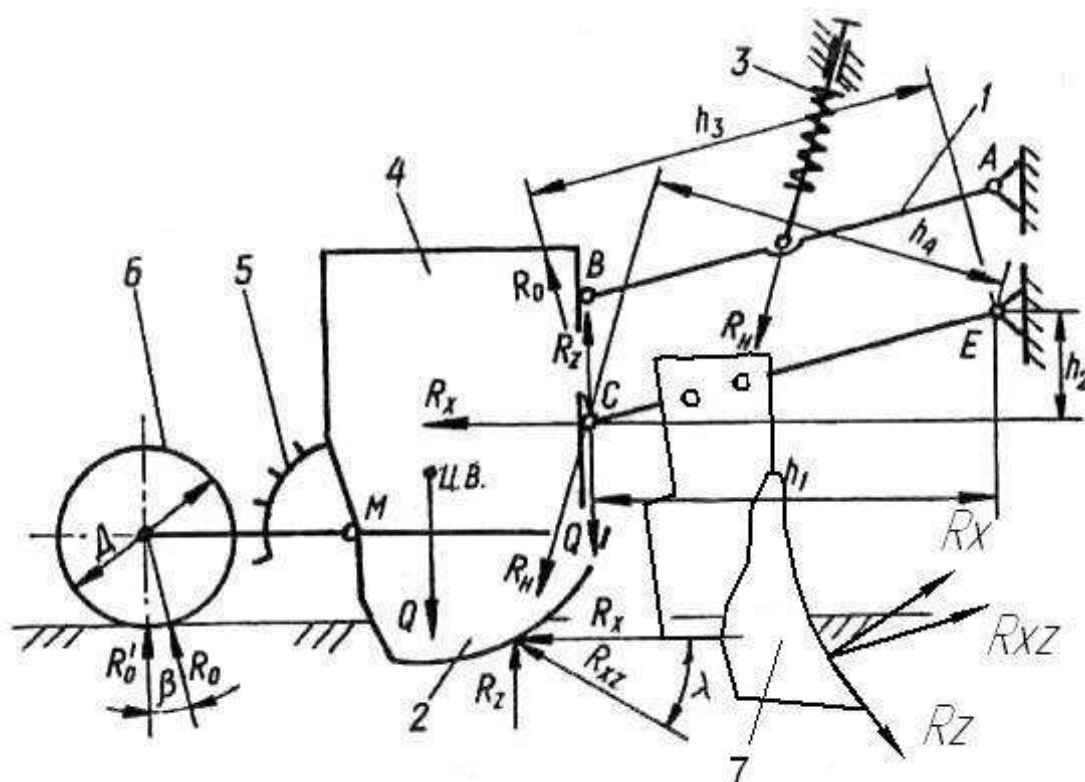


Рис. 4.4. Розрахункова схема паралелограмної підвіски:

1 – паралелограмна підвіска; 2 – сошник; 3 – натискна штанга з пружиною; 4 – висівна система; 5 – регулятор глибини ходу сошника; 6 – прикочувальний коток; 7 – туковий долотоподібний сошник

$$R_H = \frac{k(R_0 h_3 + R_x h_2 + (R_z - Q) h_1)}{h_4},$$

де k – коефіцієнт, що враховує динамічні навантаження, $k = 1,3$;

$$R_H = \frac{1,3(231,5 \cdot 336 + 500 \cdot 300 + (288,67 - 130)430)}{336} = 1216,9 \text{ Н} \approx 1217 \text{ Н}$$

4.2.3. Технологічний розрахунок долота туковисівного сошника

Під час поступального руху в товщі орного шару робоче долото тукового сошника (рис. 4.5, 4.6) здійснює силовий вплив на геометричний об'єм ґрунту, що за своєю фізичною моделлю еквівалентно роботі просторового двогранного клина. Специфіка функціонування цього органу полягає в тому, що деформація середовища відбувається в жорстких умовах так званого блокованого різання, коли у робочій зоні відсутні вільні відкриті стінки чи площини для безперешкодного скидання сколотого масиву.

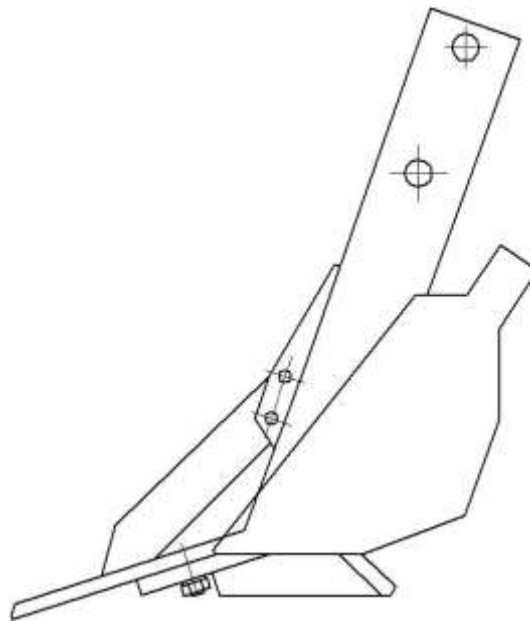


Рис. 4.5. Долотоподібний туковий сошник

Для досягнення максимального ступеня кришіння скиби за мінімальних витрат потужності трактора необхідно дотримуватися важливої конструктивної умови: планована робоча глибина ходу долота (h) не повинна виходити за межі ліміту, який називається критичною глибиною різання ($H_{кр}$).

Якщо знехтувати цим порогом і заглибити робочий орган понад критичну позначку ($h > H_{кр}$), характер руйнування ґрунту докорінно змінюється:

- Геометричні межі зони активної деформації навколо долота різко звужуються.
- Починається процес не розпушування, а пружно-пластичного пресування (вдавлення) ґрунтових часток.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

- Суттєво зростає питомий опір переміщенню, що веде до перевитрати дизельного пального.

Величина критичної глибини занурення перебуває у прямій математичній залежності від лінійної ширини фронтальної частини долота та фізичного стану оброблюваного поля ($T / \sigma_{відр}$, яке характеризує механічні властивості ґрунту

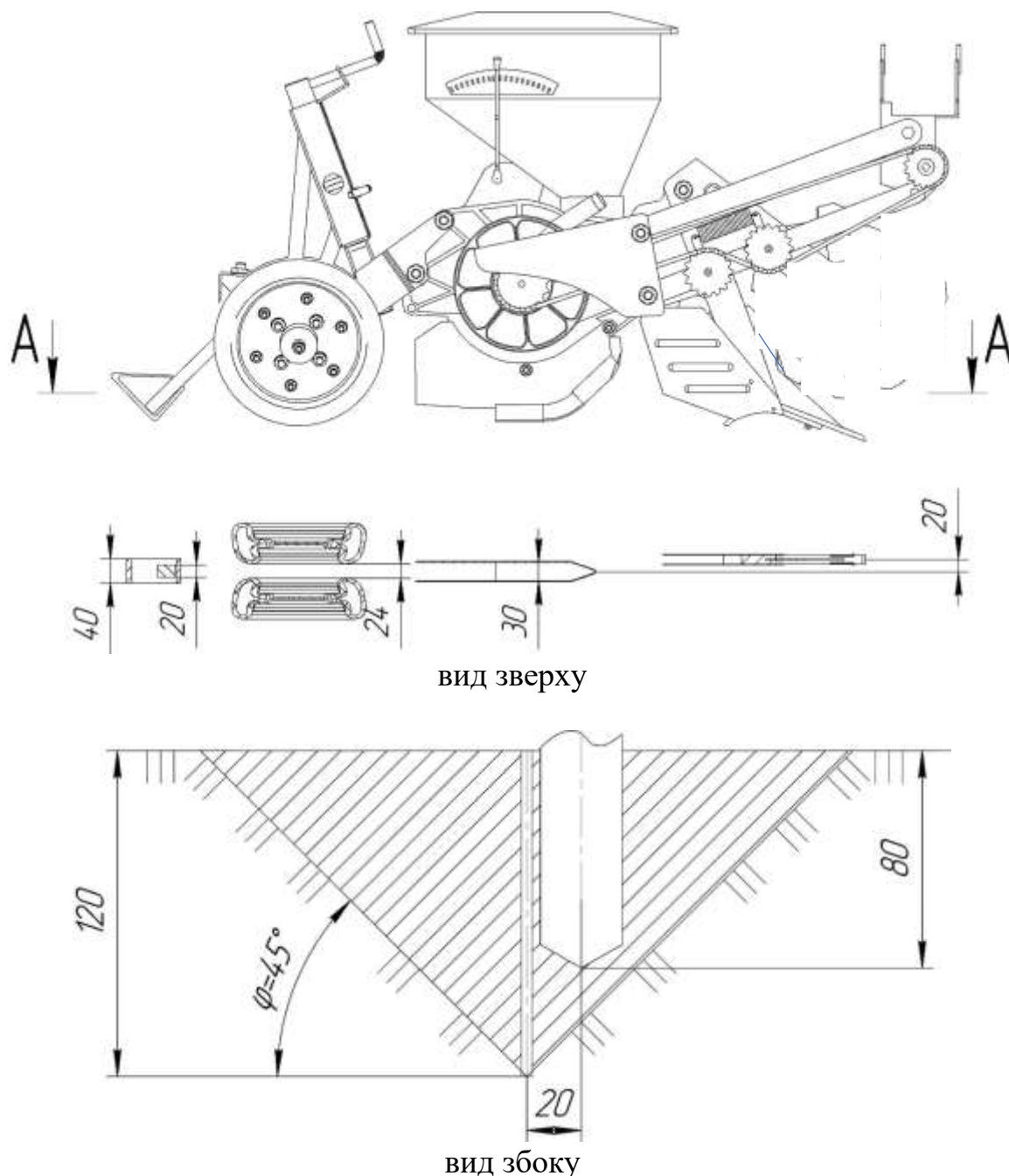


Рис. 4.5. Схема розташування тукового сошника-розпушувача по відношенню до насіннєвого сошника

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВС 00.000 ПЗ

Арк.

40

(де T – граничний питомий опір ґрунтової структури процесу зминання, $T = 5$ Н/см²; $\sigma_{відр}$ – тимчасовий опір ґрунтового масиву розтягненню)). Для орієнтовних розрахунків значення T приймають за показниками твердоміра.

Враховуючи зазначене аналітичне співвідношення, для щільних, пересушених і твердих типів ґрунту показник критичної глибини різання завжди буде суттєво вищим, ніж для зволжених або попередньо розпушених легких фракцій. Знаючи точні фізико-механічні константи поля та задану агротехнічними вимогами глибину обробітку, конструктори обчислюють оптимальну ширину робочого ребра долота (b):

$$b = H_{кр} \cdot (4,2 + \operatorname{ctg} \beta) / [0,1 \cdot (1 + 3 \operatorname{ctg}(\beta + \varphi))] \cdot (T / \sigma_{відр}) - 2,5, \quad (4.1)$$

де β – кут установки наральника щодо дна борозни ($\beta = 20 - 30^\circ$);

φ – кут тертя ґрунту об сталь;

$T / \sigma_{відр}$ – відношення приймають, наприклад, $T / \sigma_{відр} = 125$ для зрошуваних ґрунтів вологістю 18 – 20%.

$$b = 100 \cdot (4,2 + \operatorname{ctg} 25) / [0,1 \cdot (1 + 3 \operatorname{ctg}(25 + 26))] \cdot 125 - 2,5 = 60 \text{ мм.}$$

Тому дуже важливо правильно вибрати параметри взаємного розміщення тукового та насіннєвого сошників.

Отримані геометричні контури та вектори руйнування ґрунтової структури під дією двогранного клина є основою для точного просторового розміщення суміжних робочих органів посівного комплексу. Критично важливо правильно розрахувати взаємне розташування тукового ножа-розпушувача та безпосередньо насіннєвого сошника.

Якщо припустити, що лінійна ширина самого долота b (рис. 4.5) є мінімальною порівняно з масштабом зони руйнування, то головним чинником впливу стає середній кут природного сколювання ґрунтової маси (ψ), який для більшості орних горизонтів середньої вологості становить близько $\psi = 45^\circ$.

Враховуючи цей кінематичний кут, безпечну відстань подовжнього виносу та вертикального зміщення між точкою фіксації тукового сошника-розпушувача та корпусом насіннєвого сошника визначають за допомогою

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

графічного моделювання або побудови просторових епюр руйнування. Графічний метод проектування дає змогу виключити ризик потрапляння насіннєвого сошника в зону нестабільного обвалення пухкої землі, гарантуючи рівномірне закладання мінеральних туків та насіння в окремі ізольовані шари з високою точністю.

4.2. Розрахунки на міцність

Для забезпечення максимальної паливної ефективності, зниження буксування ходової частини та дотримання стабільної швидкості сівби, завантаження тягового класу трактора має перебувати в межах його номінального тягового зусилля. Оптимальний енергетичний баланс посівного МТА можна описати у спрощеному вигляді, для перевірки тягової спроможності використовують граничну умову:

$$R = (1,1 \dots 1,2) \cdot R_c \quad (4.2)$$

де R — номінальна сила сили тяги трактора на гаку (крюку), кН;

R_c — сукупний тяговий опір сільськогосподарського агрегату (сівалки) під час виконання технологічного процесу, кН.

Повний опір переміщенню пневматичного посівного комплексу складається з опору заглиблених у ґрунт робочих органів (сошників із дисками та розпушувачами), а також сили опору коченню опорно-приводних коліс по поверхні поля. Загальна інженерна залежність має вигляд

$$R_c = n \cdot R_x - \mu \cdot (G_c - G - n \cdot R_n) \pm G_c \cdot \sin \alpha, \quad (4.3)$$

де n — конструктивна кількість посівних секцій (сошників) сівалки, $n = 8$;

R_x — інтегрована сила опору одного модернізованого сошника спільно з активним дисковим ножом та долотоподібним розпушувачем, $R_x = 55$;

μ — коефіцієнт опору перекочуванню коліс сівалки по необробленому полю, $\mu = 0,7 - 0,75$, приймаємо $\mu = 0,75$;

G_c — повна конструктивна маса (вага) сівалки із завантаженими насінням та

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

добривами, $G_c = 1395$ кг;

G – сумарна вага всіх сошникових груп сівалки, кг;

$$G = Q \cdot n \quad (4.4)$$

де Q – власна маса одного сошника разом з активним диском та розпушувачем, $Q = 86$ кг;

$$G = 86 \cdot 8 = 688.$$

де R_n – зусилля (сила реакції), що генерується натискною пружиною штанги сошника для його стабільного заглиблення, $R_n = 160$ кг;

α – кут нахилу поля, $\alpha = 8^\circ$

При переміщенні посівного комплексу вгору по схилу тяговий опір суттєво зростає через дію складової сили тяжіння агрегату. Розрахункове значення повного опору сівалки СУПН-8А з урахуванням максимального завантаження бункерів становить:

$$R_c = 8 \cdot 55 - 0,75 \cdot (1395 - 688 - 8 \cdot 160) \pm 1395 \cdot \sin 8^\circ = 970 \text{ кг}.$$

Оптимальне завантаження трактора:

$$R = 1,2 \cdot 970 = 1,164 \text{ кг}.$$

Вибираємо трактор МТЗ-80. Сила тяги на кріюку $R_k = 12$ кН.

Для остаточного підтвердження технічної сумісності машин перевіряємо виконання базової умови тягового балансу:

$$R < R_k, \quad (4.5)$$

$$11,64 \text{ кН} < 12 \text{ кН}, \text{ умова виконується}$$

Розрахункова умова завантаження виконується із оптимальним безпековим запасом. Таким чином, трактор МТЗ-80 повністю задовольняє енергетичні вимоги і підходить для надійного агрегування з модернізованою пневматичною сівалкою СУПН-8А у польових умовах.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. 'Охорона навколишнього природного середовища

Сучасна інтенсифікація аграрного виробництва та розвиток суміжних галузей промисловості неминуче посилюють антропогенне навантаження на біосферу. Робота машинно-тракторних комплексів пов'язана з виділенням відпрацьованих газів, ризиком витоку паливно-мастильних матеріалів та локальним руйнуванням структури ґрунту.

Для мінімізації та усунення цих деструктивних екологічних чинників державні інституції разом із природоохоронними організаціями впроваджують суворі екологічні стандарти. Діяльність цих структур спрямована на превентивний моніторинг, розробку безвідходних технологій та недопущення подальшого погіршення стану екосистем.

5.2. Інструкція по техніці безпеки при роботі на посівному агрегаті

Переміщення мобільної сільськогосподарської техніки на значні відстані має відбуватися із суворим дотриманням логістичних регламентів:

Далекі перевезення здійснюються виключно за допомогою вантажного автомобільного транспорту чи низькорамних тралів. Корпус сівалки всередині кузова чи на платформі жорстко іммобілізують за допомогою сертифікованих стяжних ременів або упорів.

Переїзди своїм ходом (у складі МТА): перед початком транспортування сівалки, з'єднаної з трактором, механізатор зобов'язаний виконати комплекс підготовчих операцій:

- Повністю вивантажити залишки насінневого матеріалу та туків із робочих ємностей.
- Очистити дискові сошники та прикочувальні колісні пари від налиплого бруду й рослинних залишків.
- Надійно заблокувати автоматичний зачіпний пристрій СА-1 у замку, зафіксувати його стопорним шплінтом та затягнути обмежувальні розтяжки

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

задньої навісної системи трактора.

- Провести візуальний огляд на відсутність сторонніх предметів чи інструментів на рамі агрегату.

Під час руху дорогами загального користування з високою інтенсивністю транспортного потоку, виносні кронштейни слідоуказувачів (маркерів) переводять у вертикальне положення та фіксують транспортними фіксаторами, щоб не створювати аварійних ситуацій.

Нічний час та туман: транспортувати посівну техніку в темний час доби або в умовах обмеженої видимості вкрай небажано.

Ремонтні роботи: будь-які операції з монтажу, поточного сервісу, змащування чи ліквідації технічних несправностей начіпного обладнання дозволено виконувати лише після повної зупинки дизеля та блокування коліс трактора противідкатними упорами.

Перебування людей на рамі чи підніжках сівалки під час руху. Знаходження персоналу між трактором і сівалкою в момент зчеплення. Перебування під піднятим, але не зафіксованим гідроциліндрами агрегатом

Під час виконання технологічного процесу суворо забороняється:

- Експлуатувати посівний комплекс за наявності будь-яких технічних несправностей, тріщин у рамі чи витоків оливи з гідросистеми.
- Переводити сівалку з робочого положення в транспортне (піднімати її) за умови, що гідромотор приводу відцентрового вентилятора залишається ввімкненим.
- Активувати органи керування гідросистемою, перебуваючи на землі або стоячи на металевій підніжці трактора.
- Здійснювати рух на підніжці робочої секції під час виконання посівної операції.
- Знаходитися попереду напрямку руху МТА, заходити в кабінку чи виходити з неї на ходу, а також проводити очищення сошникової групи, регулювання та дозаправку бункерів під час переміщення поля.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

- Виконувати розворотні маневри трактора, якщо робочі органи сівалки або диски маркерів залишаються опущеними в ґрунт.
- Здійснювати рух трактора заднім ходом, якщо посівні секції знаходяться у заглибленому (робочому) стані.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ВИСНОВКИ

Соняшник визначено як адаптивну, але висококалієфілну культуру. Досліджено критичні фази споживання NPK (бутонізація та цвітіння) та обґрунтовано триступеневу систему удобрення (основне, рядкове, підживлення) з обов'язковим залученням мікроелементів (особливо бору в кількості 200–600 г/га) через позакореневі хелатні обробки.

Проведено розрахунок технологічної карти, що базується на обчисленні обсягів робіт в умовних еталонних гектарах, обліку витрат праці у людино-годинах, нормуванні ПММ за комплексними цінами. Досліджено операційну технологію виконання посіву.

Застосування трикомпонентної схеми долотоподібного сошника (із послідовною дією долота, формувальної та ущільнювальної п'ят) дозволяє повністю ліквідувати «грабельний» ефект на забур'янених полях, забезпечити стовідсотковий капілярний контакт насіння з вологим ложем та стабілізувати глибину закладання в межах оптимальних 3–5 см. Це унеможливорює хаотичний рикошет насіння об стінки борозни, вирівнює стеблостій і оптимізує норму висіву.

Комплекс запропонованих інженерних рішень та агротехнічних заходів повністю відповідає сучасним вимогам прецизійного (точного) землеробства, забезпечує високу унікальність та інженерну обґрунтованість проекту і створює надійну базу для підвищення врожайності соняшнику за мінімальних операційних витрат.

В інженерній частині були проведені технологічні розрахунки сівалки з модернізацією та розрахунки на міцність.

Розглянуті заходи по охороні праці.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Адамчук В.В., Кравчук М.П. Стан та тенденції розвитку конструкцій зернозбиральних та посівних машин. *Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України*. 2012. Вип. 16. С. 13–24.

2. Бендера І.М. Проектування сільськогосподарських машин : навч.-метод. посіб. для викон. курс. проектів з розробки с.-г. техніки при підготов. фахівців напряму "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва" / І.М. Бендера, А.В. Рудь, Я.В. Козій, Д.Г. Войтюк, П.В. Сисолін; Поділ. держ. аграр.-техн. ун-т, Борщів. аграр. коледж. Кам'янець Поділ. : Сисин О.В. : Абетка, 2011. 639 с.

3. Гевко Р.Б., Ткаченко І.Г., Павх І.І. Машини сілськогосподарського виробництва. Тернопіль, 2005. 228 с.

4. Загальна технологія вирощування соняшника, 2018
<https://www.libt.com.ua/general-tech-sunfl-ua/>

5. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1; Ч.2: Машини для сівби та садіння. Харків: ОКО, 2002. 452 с.

6. Інноваційні технології в рослинництві: веб сайт. URL:
https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/34879/1/MV_Innovatsiyyini%20tehnolohiyi_2023.pdf

7. Інтенсивна технологія вирощування соняшнику, 2025
<https://evrosem.ua/uk/intensivna-tehnologiya-viroshuvannya-sonyashniku/>

8. Різновид сівалок та їх конструктивні особливості. *Журнал «VELES EURO TRADE»*. URL: <https://veles-euro.trade/sevalki-osnovnyye-vidy-funktsii-i-konstruktivnyye-osobennosti/>

9. Сисоліна І., Манохин Я., Осадчий В. Напрями удосконалення сошника просапної сівалки. *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції»*. Кропивницький: ЦНТУ. 2026. С.32-33.

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10. Сисоліна І., Пластун С., Смиженко М. Проблеми та перспективи посівної техніки *Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Досягнення та перспективи галузі виробництва, переробки і зберігання сільськогосподарської продукції»*. Кропивницький: ЦНТУ. 2026. С.35.

11. Сисоліна Н.П., Савеленко Г.В., Сисоліна І.П. Проблемні аспекти та перспективи інноваційного розвитку сільськогосподарського машинобудування. *Центральноукраїнський науковий вісник : Економічні науки*, вип. 1 (34). Кропивницький: ЦНТУ. 2018. С. 280-287.
<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/8898>

12. Сисолін П.В. Конструкторські розробки: нових, вітчизняних, універсальних машин для звичайної, стерньової, мульчо-стерньової, екологічнобезпечної, енергозберігаючої технології вирощування сільськогосподарських культур в Україні. Кіровоград: ПП Лисенко С.В. 2009. 128 с.

13. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування : підручник. Кн. 2 : Машини для рільництва. Київ : Урожай, 2002. 364 с.

14. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: Теоретичні основи, конструкція, проектування / Під ред. М.І.Черновола. Київ: Урожай, 2001. 382с.

15. Сисолін П.В. Теорія, проектування та розрахунки посівних машин: Навч. посібник. Київ : ІСДО, 1994. 148 с.

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

17. https://evgivanov.github.io/expl_html_book/addons/addon_11.html

18. superagronom.com

					МВС 00.000 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		