

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій

ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2025 р.

ВИПУСКНА РОБОТА

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

Механізація вирощування кукурудзи з модернізацією посівної
секції просапної сівалки

Виконав здобувач вищої освіти ІV курсу,
групи АІ-21

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Семенюк Микола Володимирович

« ____ » _____ 2025 р.

Керівник кваліфікаційної роботи

професор, докт.техн.наук

_____Василь САЛЮ

« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент _____Олег БЕВЗ

Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти I-й, бакалаврський

Галузь знань Аграрні науки та продовольство

Спеціальність Агроінженерія

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма

Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« » 2025 року

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

Семенюка Миколи Володимировича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Механізація вирощування кукурудзи з
модернізацією посівної секції просапної сівалки

2. Керівник роботи (проекту) Сало Василь Михайлович
докт. техн. наук, професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

3. Строк подання роботи до захисту 01.06.2025р

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) Удосконалення технології вирощування кукурудзи

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
1-5	Сало В.М.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
	Розробка заходів з удосконалення технології вирощування сої	01.03.25 – 15.03.25	
	Виконання технологічної частини роботи	16.03.25 – 05.04.25	
	Виконання інженерної частини роботи	06.04.25 – 25.04.25	
	Розробка та оформлення графічного матеріалу роботи	26.04.25 – 15.05.25	
	Оформлення пояснювальної записки	16.05.25 – 01.06.25	

Дата видачі завдання

« 03 » 03 2025 р.

Підпис керівника

_____ Сало В.М.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

« 03 » 03 2025 р.

Підпис здобувача _____

Семенюк М.В.
(прізвище та ініціали)

ормат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
				Заново розроблена		
A4			СУПН 00.000.ПЗ	Пояснювальна записка	1	
A1			МВК 00.000.01.ТЧ	Технологічна карта	1	
A1			МВК 00.000. 02.ТЧ	Операційна технологічна карта на сівбу кукурудзи	1	
				<u>Документація</u>		
				<u>по складальних одиницях</u>		
				Заново розроблена		
A0			СУПА 00 000 ЗВ	Сівалка універсальна пневматична СУПН-8А	1	
A1			СУПА 00 030 ЗК	Секція	1	
				<u>Документація по деталях</u>		
				Заново розроблена		
A3			СУПН 01.602	<u>Вісь</u>	<u>1</u>	
A3			СУПН 050 406	Диск загортача	1	
A3			СУПН 00. 403	Диск котка	1	
*			СУПН 050.201	Маточина	1	A4x3

					СУПН 00.000.ВР					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Відомість роботи			Літера	Аркуш	Арку
Розроб.		Семенюк М.В.							4	1
Перевір.		Сало В.М.								
Н. контр.		Мачок Ю.В.						ЦНТУ, гр. АІ-21		
Затверд.		Васильковський								

Зміст

№ п/п	Назва розділу, підрозділу	Стор.
1	Вступ	6
2	Аналіз поширених технологій вирощування кукурудзи з визначенням шляхів її удосконалення	8
3	Операційна технологія виконання сівби при вирощуванні кукурудзи	17
3.1.	Вибір і обґрунтування складу агрегату	17
3.2.	Підготовка поля до роботи	24
3.3.	Підготовка агрегату до роботи та контроль за якістю роботи	29
4	Інженерна частина	33
4.1	Загальна інформація про машину, що модернізується.	33
4.2	Агротехнічні вимоги до машини	37
4.3.	Обґрунтування необхідності модернізації сівалки СУПН 8А.	39
4.4.	Технологічні розрахунки	40
4.5	Розрахунок на міцність	44
5	Охорона праці	47
5.1.	Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть виникнути під час роботи на посівному агрегаті з сівалкою СУПН-8А.	47
5.2.	Заходи, що рекомендуються для покращення умов праці.	48
	Висновки	49
	Список використаної літератури	50
	Додатки	52

Вступ

Україна має значний потенціал для нарощування обсягів виробництва сільськогосподарської продукції. На її території переважають орні землі, значна частина яких представлена родючими чорноземами. Вітчизняні науковці в галузі селекції розробили та впровадили у виробничу практику чимало високоврожайних сортів сільськогосподарських культур, що дозволяє досягати значних показників урожайності — зернових культур до 70–100 центнерів з гектара, цукрових буряків — 400–500 ц/га, кукурудзи на зерно — понад 100 ц/га та ін.

Для повного використання цього потенціалу аграрії мають бути забезпечені достатньою кількістю сучасної сільськогосподарської техніки, необхідної для впровадження інтенсивних методів ведення господарства.

В Україні наявні ресурси для задоволення таких потреб. Існує чимало великих машинобудівних підприємств, здатних серійно виготовляти широкий спектр сільськогосподарських машин. До таких належать заводи з виробництва комбайнів у Дніпрі та Тернополі, сівалок — у Кропивницькому, ґрунтообробної техніки — в Одесі, а також кормозбиральної — у Білій Церкві. Крім того, останнім часом до виробництва сільгоспмашин долучилися й підприємства, які раніше не займалися цим напрямом.

У сучасній Україні процес сівби сільськогосподарських культур повністю механізований. Водночас існуючі моделі сівалок не завжди відповідають сучасним вимогам щодо якості висіву, продуктивності та універсальності, що зумовлює необхідність постійного вдосконалення їхньої конструкції. До того ж, із розвитком технологій сівби зростають і вимоги до технічних характеристик сівалок.

					СУПН 00 000ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Семенюк М.			Літера	Аркуш	Аркушів
Перев.		Сало В.М.				6	
					ВСТУП		
Н.контр.		Мачок Ю.В.			ЦНТУ, гр. АІ 21		
Затвер.		Васильковський					

Процес вдосконалення посівної техніки є постійним і зумовлений, передусім, еволюцією агротехнологій вирощування сільськогосподарських культур, прагненням до зниження трудових витрат під час сівби та підвищенням ефективності роботи посівних агрегатів. Подальший розвиток технологічних рішень у галузі сівби визначатиме нові вектори конструкторських змін у сфері посівної техніки.

При здійсненні пунктирної сівби просапних культур ключовим завданням залишається точне розміщення насіння в рядку відповідно до заданих параметрів інтервалу і глибини, як на підготовленому ґрунті, так і на стерньових полях.

Сучасні напрямки удосконалення конструкцій сівалок переважно фокусуються на модернізації добре зарекомендованих робочих органів, формуванні оптимального складу комбінованих посівних агрегатів. Основна увага приділяється підвищенню якості сівби, надійності функціонування механізмів, а також довговічності їх елементів.

У межах цієї дипломної кваліфікаційної роботи розглянуто можливість конструктивного вдосконалення загортаючих елементів посівної секції універсальної просапної сівалки моделі СУПН-8А.

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

2. Аналіз поширених технологій вирощування кукурудзи з визначенням шляхів її удосконалення

Кукурудза є однією з найбільш урожайних сільськогосподарських культур із широким спектром застосування. Вона має високу кормову цінність і водночас відіграє важливу роль у харчуванні людей.

У багатьох країнах світу паралельно зі збільшенням загального валового збору кукурудзи відзначається зростання її виробництва в розрахунку на одну особу.

До кукурудзи проявляють зацікавлення не лише як до цінної зернової та кормової культури. У сучасних умовах вона знаходить застосування й у харчовій промисловості, а також як джерело сировини для різних галузей виробництва. Зерно, стебла, качани, волоті — усі частини рослини можуть бути використані для виготовлення понад 600 найменувань продукції й матеріалів, що свідчить про безвідходність вирощування кукурудзи.

На сьогоднішній день ця культура посідає провідне місце серед основних зернових у світовому виробництві.

Проте, незважаючи на наявність значного потенціалу у вигляді родючих ґрунтів, сприятливих кліматичних умов та ефективних гібридів, середня врожайність кукурудзи в аграрному секторі України залишається на невисокому рівні. Протягом останніх трьох десятиліть вона становить лише 28–35 центнерів з гектара, що приблизно втричі менше порівняно з показниками Сполучених Штатів Америки.

Упродовж останніх років спостерігається суттєве зниження продуктивності кукурудзи, а також удвічі скоротилися площі її вирощування. Головним фактором, що спричинив таке різке падіння обсягів виробництва зерна, є нестабільність у посівних площах.

Щороку значні площі кукурудзи скошуюються на силос чи зелений корм, що зумовлено побоюваннями щодо можливих затримок зі збиранням урожаю.

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

Крім того, через зростання вартості мінеральних добрив та гербіцидів, агровиробники змушені значно обмежувати їх використання.

Серед ключових чинників, які негативно впливають на ріст рослин і рівень врожайності, варто виокремити:

- порушення оптимальних термінів сівби;
- недотримання рекомендованої густоти стояння рослин;
- відмова від застосування мінеральних добрив;
- відсутність гербіцидного захисту;
- запізнення зі збиранням урожаю.

Важливим напрямом для збільшення врожайності та обсягів валового виробництва зерна є впровадження інтенсивних технологій вирощування кукурудзи. Такий підхід передбачає цілісний комплекс агротехнічних та організаційно-господарських рішень, які узгоджуються з біологічними особливостями культури й адаптовані до умов різних природно-кліматичних зон.

У степових регіонах ефективність попередників визначається передусім їх впливом на водний режим ґрунту. За результатами багаторічних досліджень встановлено, що найбільші запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту після себе залишають озима пшениця і кукурудза.

Після таких культур, як соняшник, цукровий буряк, сорго та ячмінь, у ґрунті залишається значно менше вологи. Покращуючи вологозабезпечення, відповідні попередники сприяють також зменшенню кількості бур'янів.

Наприклад, озима пшениця, вирощена по пару, завдяки доброму куценню і щільному стеблостою утворює умови, за яких більшість пізніх ярих бур'янів (таких як плоскуха звичайна, щиреця, мишій сизий) не проростає. Ті ж поодинокі рослини, що все ж з'являються, зазвичай слабо розвинені і формують незначну кількість життєздатного насіння.

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

Однак при вирощуванні кукурудзи після озимої пшениці, яку було висіяно по непарових попередниках, часто спостерігається підвищена забур'яненість посівів.

За умов внесення підвищених доз органічних добрив можливе повторне вирощування кукурудзи на одному й тому самому полі.

Методи обробітку ґрунту істотно впливають на процес накопичення і збереження вологи.

У системі комплексного вирощування кукурудзи роль основного обробітку ґрунту значно зростає — саме на цьому етапі важливо забезпечити максимально ефективно знищення бур'янів, зокрема багаторічних.

Після вирощування стерньових культур високі результати дає поверхневе лущення стерні на глибину 6–7 см луцильниками ЛДГ-10, ЛДГ-15, ЛД-20 або дисковими боронами БДТ-7, БДТ-10. Виконувати його варто одночасно зі збиранням попередника або відразу після цього. Щоб зберегти запаси води в ґрунті й накопичити її впродовж зимового періоду, доцільно застосовувати глибоке чизельне розпушування [9, 10].

Недостатньо ефективна система контролю бур'янів – як хімічна, так і агротехнічна – спричиняє щорічне збільшення чисельності трудно-знищуваних видів (амброзія, осот) та стабільно високу присутність злакових бур'янів. Загальна засміченість угідь досягає 70–80 %, що призводить до втрати 20–25 % урожаю [7, 8].

На сильно забур'янених полях, особливо корене-паростковими бур'янами (осот, берізка польова), ефективним є дворазове лущення:

Степ

дисковими луцильниками на глибину 8–10 см [4, 5];

культиватором-плоскорізом на 12–14 см;

Лісостеп і Полісся

дискування у двох перехресних напрямках на 10–12 см.

Після цих операцій проводять глибоку оранку, що завершує основний обробіток.

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

У разі повторного вирощування кукурудзи на тому самому полі слід ретельно подрібнювати та загортати в ґрунт залишки стебел і коренів. Основний обробіток у таких випадках рекомендується розпочинати з обробки ґрунту важкими дисковими боронами (БДТ-7, БДТ-10) або фрезами з проходом один-два рази (вздовж і впоперек чи по діагоналі), з подальшим загортанням пожнивних решток. Ефективними також є подрібнювачі рослинних залишків.

Оранку доцільно виконувати плугами, оснащеними передплужниками, на глибину 27–30 см.

Для максимально ефективного збереження вологи важливу роль відіграють весняні ґрунтообробні операції, зокрема боронування або вирівнювання зябу.

У технології вирощування кукурудзи на зерно, особливо на відносно рівнинних ділянках, незалежно від попередників і способів основного обробітку, восени (переважно в листопаді) здійснюють вирівнюючу культивуацію на глибину 8–10 см. Зазвичай її проводять за допомогою парових культиваторів у поєднанні з важкими (БЗТС-1,0), середніми (БЗСС-1,0) зубовими боронами або іншими комбінованими знаряддями. Цей захід сприяє подрібненню грудок, вирівнюванню поверхні поля та знищенню сходів багаторічних бур'янів.

Якщо через об'єктивні обставини основний обробіток ґрунту не було проведено восени, його перенесення на весняний період можливе. У таких випадках у зоні Лісостепу та Полісся замість весняної оранки доцільно виконати дискування важкими боронами БДТ-7 у двох напрямках на глибину 10–12 см. Це дозволяє значно зменшити тривалість агротехнічних операцій і скоротити витрати пального на 35–40 %.

У степовій зоні, за даними досліджень Інституту зернового господарства, проводилися експерименти щодо ефективності різних способів обробітку ґрунту під кукурудзу [4]. Було встановлено, що при мілкому обробітку (на 12–14 см), як і при технології "нульового" обробітку, спостерігається зниження

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

врожайності кукурудзи. Основною причиною цього є підвищена засміченість полів бур'янами.

У структурі заходів, спрямованих на підвищення врожайності та раціональне використання вологи, значну роль відіграє система удобрення — як органічного, так і мінерального походження [6].

Позитивний вплив добрив простежується навіть за умов обмеженої вологості ґрунту. Узагальнені результати досліджень наукових установ степової зони свідчать, що удобрені посіви польових культур витрачають на формування врожаю зерна на 12–23 % менше вологи порівняно з неудобреними ділянками.

Кукурудза демонструє високу чутливість до внесення добрив. На чорноземних ґрунтах у всіх районах Степу найбільші прирости врожайності забезпечує внесення повного комплексу мінеральних добрив. Найбільш ефективними виявились дози N60–90P60K30–45 [6]

Кукурудза має здатність ефективніше засвоювати поживні речовини з добрив, ніж колосові культури. У середньому вона забезпечує приріст врожайності зерна та зеленої маси на 20–30 % більший на кожен кілограм внесених добрив.

У зоні Лісостепу, для досягнення урожайності зерна на рівні 60–80 ц/га, рекомендовано застосовувати повне мінеральне удобрення в дозах N120–150P60–90K120–150 за відсутності органічних добрив під кукурудзу або її попередник. У випадку внесення органіки – норми дещо знижуються: N90–120P60–90K90–120 [7, 8].

У поліських районах, відповідні дози мінерального удобрення становлять:

– без органіки: N150–180P120–150K150–180;

– при внесенні органічних добрив: N120–150P90–120K120–150.

Беручи до уваги високу вартість мінеральних добрив і обмежені можливості їх широкого використання за інтенсивних технологій вирощування кукурудзи, важливе значення набуває застосування органічних добрив. Вони не лише містять основні елементи живлення, але й збагачені мікроелементами,

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

покращують умови для розвитку рослин, сприяють зміцненню їх стійкості до несприятливих погодних факторів і стресових умов.

У зоні Лісостепу рекомендована оптимальна доза внесення органічних добрив становить 30–40 т/га, тоді як для Полісся ці показники дещо вищі — 40–60 т/га. Після розкидання органічні добрива мають бути негайно зароблені у ґрунт, оскільки при вітряній і сонячній погоді протягом першої доби з поверхні незаораного ґною може втратитися до 20 % азоту.

Слід враховувати, що різні гібриди кукурудзи однієї біологічної групи демонструють неоднакову чутливість до удобрення. Тому доцільно надавати перевагу тим, які здатні забезпечити стабільно високий урожай за умов внесення добрив.

Серед агротехнічних заходів ефективним є локальне внесення мінеральних добрив у малій дозі безпосередньо в рядки під час сівби. Наприклад, використання гранульованого суперфосфату в рядках може дати приріст урожайності до 5 ц/га.

Для збереження вологи навесні важливо вчасно провести боронування й шлейфування зябу — це дозволяє зменшити випаровування під час дозрівання ґрунту. Передпосівна обробка спрямована на остаточне вирівнювання поля, знищення молодих сходів бур'янів, внесення ґрунтових гербіцидів і формування оптимальних умов для рівномірного проростання насіння за мінімальної глибини висіву, що є ключовим елементом у системі комплексної технології вирощування кукурудзи [4].

У степовій зоні після боронування проводять культивуацію ґрунту на глибину 10–14 см. Повторну культивуацію, яка є передпосівною, виконують безпосередньо перед сівбою — на глибину, що відповідає загортанню насіння. Особливо важливо забезпечити якісне розпушення ґрунту та ефективне знищення бур'янів на ділянках, де не збереглися посіви озимих культур.

У зоні Лісостепу для уникнення надмірного висихання верхнього шару ґрунту та створення сприятливих умов для проростання насіння при його

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

мілкому загортанні, передпосівну обробку доцільно здійснювати одночасно з початком сівби кукурудзи.

Одним із ключових факторів, що дає змогу зменшити негативний вплив посушливих умов на урожайність кукурудзи, є правильний вибір гібридів і оптимальна структура їх використання. Для посівів слід відбирати гібриди, які найкраще пристосовані до місцевих ґрунтово-кліматичних умов. Наразі до Державного реєстру сортів рослин України занесено понад 200 гібридів кукурудзи різних груп стиглості, з яких близько половини — це ранньостиглі та середньостиглі форми.

Застосування різноманітних гібридів створює сприятливі умови для мінімізації ризику, пов'язаного з накладанням критичного періоду розвитку рослин на період високого водоспоживання в умовах повітряної та ґрунтової посухи.

Під час вирощування кукурудзи на зерно у сільськогосподарських підприємствах рекомендується використовувати гібриди з різною тривалістю вегетаційного періоду [6]:

Для степової зони (посухостійкі гібриди):

середньоранні – 30%

середньостиглі – 50–55%

середньопізні та пізньостиглі – 15–20%

Для лісостепової зони:

ранньостиглі – 30–40%

середньоранні – 50–60%

середньостиглі – 10%

Разом з тим, виведення нових ранньостиглих гібридів, що за врожайністю не поступаються або лише незначно відстають від пізніших за стиглістю аналогів, дозволило переглянути та скоригувати оптимальне співвідношення біотипів у структурі вирощуваних гібридів.

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

У Лісостеповій зоні та на Поліссі перевагу надають гібридам кукурудзи, які відзначаються підвищеною холодостійкістю, мають високу стійкість до вилягання, добре адаптовані до збільшеної щільності стояння рослин, а також менш вразливі до хвороб і шкідників.

З огляду на те, що за умов новітніх технологій середньостиглі гібриди досягають стиглості у ті ж строки, що й середньоранні за традиційного способу вирощування, а середньоранні – як правило, дозрівають одночасно з ранньостиглими, виникає потреба відповідного коригування технологічних підходів.

Для запобігання надмірному висушуванню ґрунту, обробку гербіцидами з подальшим загортанням, передпосівну культивуацію та саму сівбу слід проводити з мінімальним проміжком у часі.

Посів кукурудзи здійснюється сівалками УПС-8, УПС-12 або СУПН-8, з міжряддям шириною 70 см.

У степових районах до посівних робіт приступають після встановлення сталої середньодобової температури ґрунту на глибині 10 см у межах 8–10 °С. Конкретні строки сівби визначаються окремо в кожному господарстві з урахуванням погодних умов, типу ґрунтів, особливостей агротехніки, що склалися на момент посіву, а також вибраних гібридів.

У першу чергу рекомендується засівати ті ділянки, де рівень забур'яненості мінімальний, а також поля з легкими за механічним складом ґрунтами.

Для Лісостепу, при застосуванні комплексної технології вирощування кукурудзи, оптимальним є початок посівної кампанії на 10–14 днів раніше від середньобагаторічних строків, які зазвичай приймаються для місцевих ґрунтово-кліматичних умов.

Окрім календарних строків, при визначенні часу початку сівби за комплексною технологією враховують також температуру ґрунту: вона має стабільно перевищувати 6–7 °С на глибині 5 см. У Лісостеповій зоні та на Поліссі такі умови, як правило, формуються в період з 15 по 20 квітня.

					СУПН 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Глибина загортання насіння визначається, зокрема, ступенем зволоження верхнього ґрунтового шару, його температурними характеристиками та механічною структурою. У степових регіонах за достатньої вологості посів проводять на глибину 5–6 см. Якщо верхній шар підсихає, глибину загортання збільшують до 6–8 см. У Лісостепу рекомендується висівати на глибину від 2–3 до 4 см, а за нестачі вологи – до 4–5 см.

Слід урахувати, що мілке загортання насіння у вологий ґрунт забезпечує кращі температурні умови для проростання, що сприяє більш ефективному використанню поживних речовин ендосперму і прискоренню появи дружних сходів у ранньовесняний період.

Інтенсивні методи вирощування кукурудзи передбачають інтеграцію механічних способів обробітку з використанням гербіцидів [6,7]. До- і післясходове боронування, а також міжрядна культивуація необхідні для ефективної боротьби з бур'янами, покращення умов росту рослин, руйнування поверхневої кірки й тріщин, а також для регулювання водного та повітряного режимів ґрунту, що особливо важливо на суглинках.

У разі значного забур'янення посівів, яке неможливо усунути шляхом боронування або міжрядного обробітку, застосовують страхові гербіциди. Таке обприскування проводиться у фазі 1–3 справжніх листків у бур'янів, тоді як кукурудза перебуває у фазі не більше шести листків.

Сучасні інтенсивні технології вирощування передбачають також комплекс заходів, спрямованих на захист посівів від шкідників і хвороб протягом усього періоду вегетації.

Збір урожаю зазвичай здійснюється за допомогою зернозбиральних комбайнів, оснащених спеціальними приставками для збирання кукурудзи на зерно. Використання вузькоспеціалізованої техніки — кукурудзозбиральних комбайнів — наразі є досить рідкісним явищем.

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

3. Операційна технологія виконання сівби при вирощуванні кукурудзи

3.1. Вибір і обґрунтування складу агрегату

Ефективність проведення агротехнічних операцій та рівень витрат механічної енергії значною мірою залежать від оптимального комплектування посівного агрегату. Рівень доцільності такого агрегату визначається, зокрема, відповідністю між технічними характеристиками трактора та сільськогосподарського знаряддя, що використовується для виконання конкретної роботи. Важливим чинником є також баланс між тяговим зусиллям трактора і опором, який створює робоче знаряддя під час експлуатації в агрегаті. Перед тим як обрати марку та тип трактора, а також підібрати відповідну сільськогосподарську машину, необхідно врахувати низку важливих факторів [11]. Серед них основними є: наявність в господарстві необхідних енергетичних засобів та придатних робочих машин, здатних виконувати потрібні операції; природно-кліматичні умови регіону (тип ґрунту, попередня культура, стан і форма поля, довжина гонів, кут нахилу поверхні тощо).

У господарстві вирощування кукурудзи відбувається на загальній площі 100 га, розподіленій на два поля, довжина гонів на яких становить 700 метрів. Ґрунти більшості полів представлені важким суглинком за механічним складом. Попередніми культурами були колосові, зокрема пшениця та ячмінь. Похил поверхні поля не перевищує 3%.

З огляду на суттєво нижчу фактичну врожайність кукурудзи порівняно з прогнозованою, а також за результатами аналізу можливих причин, можна стверджувати, що основними факторами є недотримання технологічних вимог при вирощуванні культури та використання застарілого посівного обладнання.

Початковим етапом при виборі технічних засобів має бути визначення типів та моделей енергетичних машин, після чого до них підбираються відповідні сільськогосподарські агрегати. При цьому слід враховувати низку чинників: 1) кліматичні особливості регіону, тип ґрунтів і характер рельєфу; 2)

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

сільськогосподарські культури, що вирощуються в господарстві; 3) площу полів і їхню конфігурацію; 4) специфіку виконуваних агротехнічних операцій [11,12].

Увесь спектр сільськогосподарських робіт класифікується за величиною робочого опору агрегатів, що використовуються для їх виконання, і поділяється на окремі групи. Для проведення посіву кукурудзи обирається друга група операцій, до якої належать також посів просапних культур і міжрядна обробка. При виконанні таких робіт техніка зазнає робочого опору в межах 6,0–15,0 кН. Найвища ефективність у цьому випадку досягається за умови використання тракторів тяглових класів 9,0; 14,0 та 20,0 кН.

Рівень якості виконання агротехнічної операції та витрати механічної енергії значною мірою обумовлені правильним комплектуванням машинно-тракторного агрегату. Ефективність такого агрегату визначається, зокрема, відповідністю між трактором і сівалкою, а також оптимальним співвідношенням тягового зусилля трактора до робочого опору посівного обладнання.

Базовим варіантом у технологічному процесі передбачено використання трактора ЮМЗ-6Л як енергетичного засобу. Однак у господарстві також наявні трактори МТЗ-80, що створює можливість порівняти їх ефективність для виконання відповідної операції.

На основі технічних характеристик обраних тракторів та зазначених діапазонів робочих швидкостей визначаються придатні передачі для виконання сівби.

З урахуванням вищенаведених умов розраховуються показники тягового зусилля агрегату ($P_{\text{так}}$), а також теоретична швидкість руху тракторів на обраних передачах ($V_{\text{т}}$).

Враховуючи агротехнічні вимоги до висіву кукурудзи, зокрема при використанні сівалки СУПН-8, оснащеної удосконаленими загортаючими дисками, допустимий робочий інтервал швидкості становить $V_p = 6-9$ км/год, а допустиме значення підйому – $i = 0,03$.

На основі цих даних встановлюються передачі, за яких можливе якісне виконання сівби, та відповідні їм тягові зусилля на гаку [11,12].

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

$$V_m^{III_{MT3}} = 7,24 \text{ км/ГОД}; \quad P_{н.зак}^{III} = 14,0 \text{ кН};$$

$$V_m^{IV_{MT3}} = 8,9 \text{ км/ГОД}; \quad P_{н.зак}^{IV} = 14,0 \text{ кН};$$

$$V_m^{VI_{ЮМЗ}} = 7,6 \text{ км/ГОД}; \quad P_{н.зак}^{III} = 14,0 \text{ кН};$$

$$V_m^{VII_{ЮМЗ}} = 9 \text{ км/ГОД}; \quad P_{н.зак}^{IV} = 14,0 \text{ кН};$$

З урахуванням величини підйому поля тягове зусилля трактора становитиме:

$$P_{зак} = P_{н.зак} - G_{тр} \cdot i \quad (3.1)$$

де

$P_{н.зак}$ – номінальне тягове зусилля трактора на вибраних передачах, кН;

$G_{тр}$ – маса трактора. Для МТЗ, $G_{тр}=36,4$ кН; для ЮМЗ $G_{тр}=30,3$ кН

i – показник величини підйому поля, $i=0,03$.

З урахуванням вище викладеного,

$$P_{зак}^{III_{MT3}} = 14,0 - 36,4 \cdot 0,03 = 12,9 \text{ кН};$$

$$P_{зак}^{IV_{MT3}} = 14,0 - 36,4 \cdot 0,03 = 12,9 \text{ кН}.$$

$$P_{зак}^{VI_{ЮМЗ}} = 14,0 - 30,3 \cdot 0,03 = 13,11 \text{ кН};$$

$$P_{зак}^{VII_{ЮМЗ}} = 14,0 - 30,3 \cdot 0,03 = 13,1 \text{ кН}.$$

Тяговий опір агрегату визначають як:

$$R_{агр} = (K_0^V + R_1) \cdot B_K \cdot n_c \quad (3.2)$$

питомий опір збільшується при збільшенні швидкості. Фактичну величину питомого опору з урахуванням збільшення робочої швидкості визначають за формулою:

$$K_o^V = K \left[1 + 0,006(V_p^2 - V_o^2) \right], \quad (3.3)$$

де K_o – питомий опір машини при $V_o=5$ км/год, кН/м², ($K_o=1,4$ кН.м, див. табл. 3.3) [12];

K – питомий опір сівалки, $K= 1,4$ кН/м;

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год;

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

V_o – робоча швидкість агрегату, ($V_o=5$ км/год).

n – кількість сівалок у агрегаті

Тоді:

$$K_o^{III\text{MTЗ}} = 1,4 \left[1 + 0,006(7,24^2 - 5^2) \right] = 1,63 \text{ кНм};$$

$$K_o^{IV\text{MTЗ}} = 1,4 \left[1 + 0,006(8,9^2 - 5^2) \right] = 1,85 \text{ кНм}.$$

$$K_o^{VI\text{ЮМЗ}} = 1,4 \left[1 + 0,006(7,6^2 - 5^2) \right] = 1,67 \text{ кНм};$$

$$K_o^{VII\text{ЮМЗ}} = 1,4 \left[1 + 0,006(9^2 - 5^2) \right] = 1,87 \text{ кНм};$$

R_i – додатковий опір на подолання підйому, кН/м становить:

$$R_i = \frac{G_M}{B_K} \cdot i \quad (3.4)$$

Де B_K – конструкційна ширина захвату сівалки, $B_K=5,6$ м;

G_M – маса сівалки, $G_M=11$ кН.

Тоді,

$$R_i = \frac{11}{5,6} \cdot 0,03 = 0,059 \text{ кН/м},$$

Отримані значення підставляємо у (3.2) і проводимо розрахунок

$$R_{agr}^{III\text{MTЗ}} = (1,63 + 0,059) \cdot 5,6 \cdot 1 = 9,45 \text{ кН}.$$

$$R_{agr}^{IV\text{MTЗ}} = (1,85 + 0,059) \cdot 5,6 \cdot 1 = 10,69 \text{ кН}.$$

$$R_{agr}^{VI\text{ЮМЗ}} = (1,67 + 0,059) \cdot 5,6 \cdot 1 = 9,68 \text{ кН}.$$

$$R_{agr}^{VII\text{ЮМЗ}} = (1,87 + 0,059) \cdot 5,6 \cdot 1 = 10,8 \text{ кН}.$$

Враховуючи те, що сівалка є навісною машиною і особливості виконання операції даною машиною, в агрегаті з трактором працює одна сівалка.

Встановимо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора:

$$\eta = \frac{R_{agr}}{P_{зак}} \quad (3.5)$$

Отримані раніше значення підставляємо у формулу (3.5) і проводимо розрахунок:

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

$$\eta_{m3}^{III MT3} = \frac{9,45}{12,9} = 0,73.$$

$$\eta_{m3}^{IV MT3} = \frac{10,69}{12,9} = 0,83.$$

$$\eta_{m3}^{VI ЮМЗ} = \frac{9,68}{13,1} = 0,73.$$

$$\eta_{m3}^{VII ЮМЗ} = \frac{10,8}{13,1} = 0,83$$

В подальшому порівнюємо кращі варіанти використання двох тракторів MT3 на IV-й передачі і ЮМЗ на VI-й передачі

Визначаємо змінну продуктивність агрегату [12]:

$$W_{зм} = 0,1 B_p \cdot V_p \cdot T_p, \quad (3.6)$$

де

B_p – робоча ширина захвату сівалки:

$$B_p = B_K \cdot \beta, \quad (3.7)$$

де

B_K – конструкційна ширина захвату, $B_K=5,6$ м;

β – коефіцієнт, що характеризує ефективність використання ширини захвату агрегату. $\beta=1,0$.

Отже,

$$B_p = 5,6 \cdot 1,0 = 5,6 \text{ м.}$$

V_p – робоча швидкість агрегату з урахуванням пробуксовування коліс трактора, км/год:

$$V_p = V_T \left(1 - \frac{\delta}{100} \right), \quad (3.8)$$

де

V_T – теоретична швидкість агрегату, $V_T^{III}=7,24$ км/год, $V_T^{IV MT3}=8,9$ км/год; $V_T^{VI ЮМЗ}=9$ км/год

δ – коефіцієнт буксування, $\delta=12\%$.

Отже,

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

$$V_p^{III\text{MTЗ}} = 8,9 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 7,8 \text{ км/ГОД};$$

$$V_p^{VI\text{ЮМЗ}} = 9 \left(1 - \frac{12}{100} \right) = 7,92 \text{ км/ГОД};$$

T_p – чистий робочий час, год. становить:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \quad (3.9)$$

де

$T_{зм}$ – час зміни, год. Найбільш поширений $T_{зм} = 8,0$ год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни, $\tau_{\text{MTЗ}} = 0,8$ при довжині гонів

700 м. $\tau_{\text{ЮМЗ}} = 0,85$ – в результаті підвищення надійності роботи посівних секцій машини після їх модернізації

Підставивши значення в 3.9, отримаємо

$$T_{p\text{MTЗ}} = 8 \cdot 0,8 = 6,4 \text{ год.}$$

$$T_{p\text{ЮМЗ}} = 8 \cdot 0,85 = 6,8 \text{ год.}$$

Змінна продуктивність агрегату становитиме

$$W_{зм}^{IV\text{MTЗ}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,8 \cdot 6,4 = 27,95 \text{ га/зм};$$

$$W_{зм}^{VI\text{ЮМЗ}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,92 \cdot 6,8 = 30,16 \text{ га/зм.}$$

Агрегат з трактором МТЗ-80 забезпечуватиме змінну продуктивність на 2,21 га менше ніж при використанні агрегату в складі трактора ЮМЗ-6Л з модернізованою сівалкою СУПН-8.

Розрахуємо витрати палива на 1 га площі, кг/га:

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}}, \quad (3.10)$$

де $Q_{зм}$ – витрата палива за зміну, кг/зм;

$W_{зм}$ – змінна продуктивність, га/зм.

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

$$Q_{зм} = Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot t_x + Q_3 \cdot t_3, \quad (3.11)$$

де

Q_p, Q_x, Q_3 – витрати палива за годину при виконанні сівби, холостому русі і на зупинках відповідно, $Q_p=15,4$ кг/год; $Q_x=9,7$ кг/год; $Q_3=1,9$ кг/год [12];

T_p, t_x, t_3 – час робочих і холостих рухів, час зупинок відповідно:

$$t_x = t_3 = \frac{T_{зм} - T_p}{2}, \quad (3.12)$$

де

$T_{зм}$ – час зміни, $T_{зм}=8,0$ год;

T_p – чистий робочий час, $T_p=6,4$ год.

Отже,

$$t_x^{МТЗ} = t_3 = \frac{8-6,4}{2} = 0,8 \text{ год.}$$

$$t_x^{ЮМЗ} = t_3 = \frac{8-6,8}{2} = 0,6 \text{ год.}$$

Отримані значення підставляємо у формулу 3.11 і виконуємо розрахунок

$$Q_{зм}^{МТЗ} = 15,4 \cdot 6,4 + 9,7 \cdot 0,8 + 1,9 \cdot 0,8 = 107,08 \text{ кг/зм.}$$

$$Q_{зм}^{ЮМЗ} = 15,4 \cdot 6,8 + 9,7 \cdot 0,6 + 1,9 \cdot 0,6 = 111,68 \text{ кг/зм.}$$

Отримані значення підставляємо у формулу 3.10 і проводимо розрахунок:

$$Q_{га}^{IVМТЗ} = \frac{107,08}{27,95} = 3,83 \text{ кг/га};$$

$$Q_{га}^{VIЮМЗ} = \frac{111,68}{30,16} = 3,7 \text{ кг/га.}$$

Витрати пального на 0,13 кг менші при використанні модернізованого посівного агрегату.

Загальна економія пального на виконання всього обсягу робіт становитиме 10 кг.

На підставі виконаних розрахунків приймаємо для використання агрегат, у складі трактора ЮМЗ-6Л і сівалки СУПН-8 з модернізованими загортачами посівних секцій. Передбачувано, що агрегат буде ефективно працювати на VI

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

передачі. При тимчасових підвищеннях тягового опору робочої машини додатковою буде V передача.

3.2. Підготовка поля до роботи

Результативність роботи агрегату та якість сівби значною мірою залежать від правильно організованої підготовки поля. На цьому етапі необхідно здійснити його огляд з метою виявлення та усунення можливих перешкод, які можуть знизити ефективність виконання технологічної операції та вплинути на продуктивність агрегату. Також важливо заздалегідь визначити оптимальний напрямок руху та метод роботи агрегату. При виборі схеми руху агрегату слід враховувати геометричну форму поля та довжину прогонів. Обраний метод повинен забезпечити максимально можливу продуктивність, економічне використання техніки та відповідність агротехнічним вимогам [11,12].

3.2.1. Розрахунок поворотних смуг

Для забезпечення зручності розвороту агрегату при застосуванні гонових схем руху, на краях загінок залишають спеціальні розворотні смуги.

Орієнтовну ширину поворотної смуги для петльових або грушоподібних поворотів (див. рис. 3.1) можна розрахувати за формулою [12]:

$$E = 3R_{min} + L_a \quad (3.13)$$

де R_{min} — найменший допустимий радіус повороту, м;

L_a — кінематична довжина агрегату, м.

Мінімальний радіус повороту для агрегатів, які складаються з колісного трактора та навісного знаряддя, приймають на основі наступного співвідношення:

$$R_{min} = 1,7 \cdot B_p = 1,7 \cdot 5,6 = 9,52 \text{ м.}$$

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

Кінематична довжина агрегату обчислюється за наступною формулою:

$$L_a = L_{mp} + L_M \quad (3.14)$$

де L_{mp} – кінематична довжина трактора, $L_{mp}=0,94$ м;

L_M – кінематична довжина машини, $L_M=1,1$ м.

Отже,

$$L_a = 0,94 + 1,1 = 2,04 \text{ м.}$$

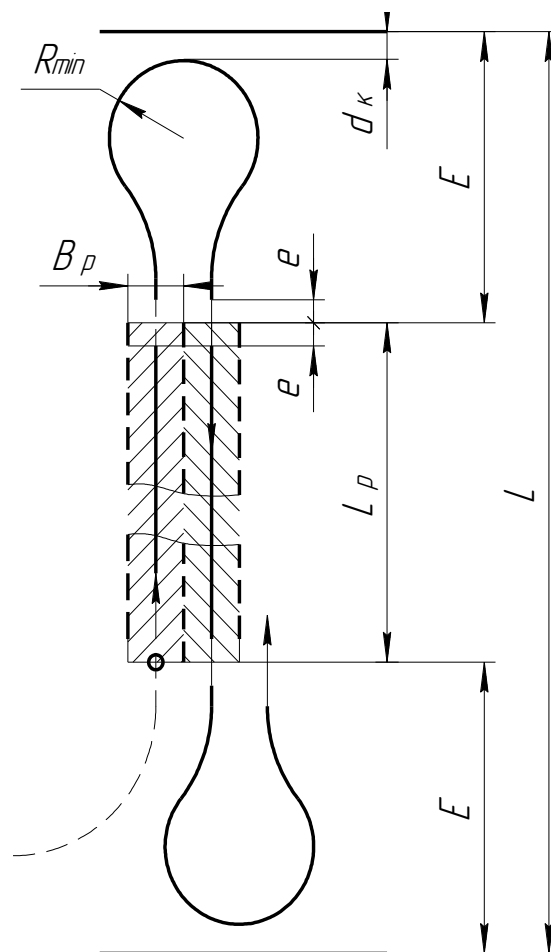


Рис. 3.1. Схема руху посівного агрегату в загінці гоновим способом з петльовими поворотами

Отримані значення підставляємо у (3.14) і отримуємо:

$$E = 3 \cdot 9,52 + 2,04 = 30,6 \text{ м.}$$

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

Бажано приймати ширину поворотної смуги кратною ширині захвату агрегату, щоб при наступному проходженні агрегат здійснював ціле число проходів

$$E = K \cdot B_p, \quad (3.15)$$

де

$$K = \frac{E}{B_p},$$

Отже

$$K = \frac{30,6}{5,6} = 5,46.$$

Приймаємо $K=5$.

Тоді

$$E = 5 \cdot 5,6 = 28 \text{ м.}$$

Отже величина поворотних смуг при петльових грушовидних поворотах становить 28 м.

3.2.2. Розрахунок довжини виїзду агрегату

Значення довжини шляху виїзду агрегату залежить від розташування робочих органів машини відносно центра агрегату. Для навісної робочої машини, при використанні задньої навіски довжина виїзду визначається за виразом:

$$\ell = 0,1 \cdot L_a. \quad (3.16)$$

Отже,

$$\ell = 0,1 \cdot 2,04 = 0,2 \text{ м.}$$

3.2.3. Розрахунок ширини загінки

Загінка — це окрема частина поля, яка призначається для обробки конкретним агрегатом протягом двох або трьох змін. Для кожного

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

сільськогосподарського агрегату визначається своя власна загінка. Щоб скоротити відстані холостого ходу, ширину загінки підбирають таким чином, щоб вона була оптимальною. Ця ширина залежить, зокрема, від способу розвороту та радіуса повороту машини.

Орієнтовне значення оптимальної ширини загінки можна розрахувати за відповідною формулою [11,12]:

$$C = \frac{10^4(2...3)W_{зм}}{L}, \quad (3.17)$$

де $W_{зм}$ – змінна продуктивність агрегату, га/зм;

L – довжина загінки, м; ($L=700$ м)

(2...3) – час роботи в загінці, в змінах.

$$C = \frac{10^4(2...3) \cdot 30,16}{700} = 861,9 \text{ м}$$

Розміри загінки узгоджують з робочою шириною машини. Для цього визначають кількість проходів посівного агрегату при засіванні однієї загінки

$$n = \frac{C}{B} = \frac{861,9}{5,6} = 153,87$$

Приймаємо $n=154$. Тоді

$$C_{он} = n \cdot B_p = 154 \cdot 5,6 = 862,4 \text{ м.}$$

Кількість загінок визначають за формулою:

$$n_з = \frac{10^4 F}{LC_{онт}}, \quad (3.18)$$

де F – площа, яка засівається, га В нашому випадку 100 га;

L – довжина гонів, 700м.

Тоді

$$n_з = \frac{10^4 \cdot 100}{700 \cdot 862,4} = 1,65 \quad (3.19)$$

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

Отже, при роботі двох посівних агрегатів поле можна розбивати на дві однакові за розмірами загінки.

Показником, який Ефективність обраного способу руху агрегату в загінці оцінюють значенням коефіцієнту робочих ходів, який визначають за формулою

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (3.20)$$

Де

L_p , L_x – середні значення довжини робочої частини загінки і довжини холостого ходу.

Для човникового способу руху.

$$L_p = L - 2 \cdot E; \quad (3.21)$$

$$L_x = 6R + 2 \cdot l, \quad (3.22)$$

де

l – довжина виїзду агрегату

$$L_p = 700 - 2 \cdot 28 = 644 \text{ м};$$

$$L_x = 6 \cdot 9,52 + 2 \cdot 0,2 = 57,52 \text{ м}.$$

Тоді

$$K_p = \frac{644}{644 + 57,52} = 0,918.$$

Значення коефіцієнту близьке до одиниці, що свідчить про ефективне використання робочого часу.

3.2.4. Розрахунок організаційних показників виконання операції сівби

Тривалість одного циклу визначають за формулою:

$$T_u = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2 \cdot t_n, \quad (3.23)$$

де t_n – час, що затрачається на поворот в кінці загінки, $t_n=1,5$ хв.

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

$$T_{\delta} = \frac{12 \cdot 644}{10^2 \cdot 7,92} + 2 \cdot 1,5 = 12,75 \text{ хв} \approx 0,21 \text{ год.}$$

Технічна продуктивність за цикл становить

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau, \quad (3.24)$$

де τ – коефіцієнт використання робочого часу циклу, $\tau = 0,85$.

$$W_{\delta} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7,92 \cdot 0,21 \cdot 0,85 = 0,79 \text{ га/цикл.}$$

Кількість циклів за зміну

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}}, \quad (3.25)$$

$$n_{\delta} = \frac{30,16}{0,79} = 38,17 \text{ циклів /зм.}$$

3.3. Підготовка агрегату до роботи та контроль за якістю роботи

Професійна підготовка агрегату до роботи має вирішальне значення для вчасного проведення сівби на високому агротехнічному рівні. Цей процес включає перевірку технічного стану агрегату, проведення його обслуговування, налагодження на встановлену норму висіву насіння та обрану глибину загортання, а також розрахунок і встановлення потрібного вильоту маркерів. Для забезпечення заданої норми висіву розраховують кількість насіння q (в кг), яке висівається за 15 або 30 обертів ходового колеса сівалки.

$$q = \frac{H \pi D m B_{\text{к}}}{10^4 \cdot 2 \cdot 0,96}, \quad (3.26)$$

де H – прийнята норма висіву, кг/га;

D – діаметр колеса, м;

$B_{\text{к}}$ – технологічна ширина захвату сівалки, м;

m – кількість обертів колеса;

					СУПН 00.000.ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

10^4 – коефіцієнт переведення;

0,96 – коефіцієнт пробуксовування коліс.

Якщо фактичний висів є більшим чи меншим, то необхідно виконувати підрегулювання, відповідно зменшуючи чи збільшуючи кількість висіву насіння механізмом передач або зміною диска висівного апарата.

Величину вильоту правого та лівого маркерів (рис. 3.2) розраховують за формулою:

$$L_{\Pi} = \frac{A - C}{2} + B_{cm} \quad (3.27)$$

$$L_{\Pi} = \frac{A + C}{2} + B_{cm} \quad (3.28)$$

де A – відстань між крайніми сошниками сівалки, м;

B_{cm} , - ширина міжрядь, м;

C – відстань між серединами гусениць чи передніх коліс трактора, м;

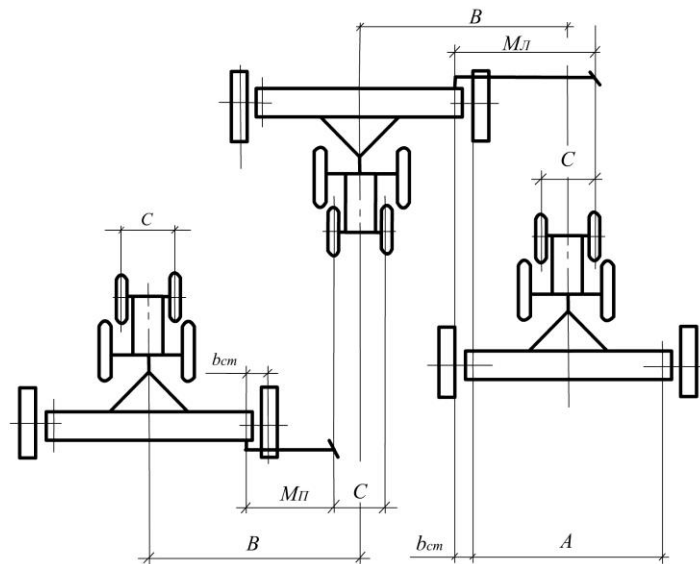


Рис. 3.2. Схема до визначення вильоту маркерів

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

3.3.1. Якісні показники роботи посівних агрегатів

Робота машини повинна відповідати встановленим агротехнічним стандартам, а також вимогам, що пред'являються системою машин.

Оцінка якості сівби базується на трьох ключових критеріях: встановлена норма висіву, задана глибина загортання насіння і допустима ширина міжрядних стиків.

Кожен із цих параметрів підлягає окремому контролю. Норму висіву слід перевіряти не менше 2–3 разів протягом однієї зміни. Глибину загортання насіння контролюють шляхом поперечного розкопування рядків і вимірювання глибини залягання насіння щонайменше 10 разів за зміну.

Для цього вирівнюють ділянку поверхні поля після проходу двох-трьох сошників, відкривають борозенки перпендикулярно до напрямку руху сівалки на ділянці довжиною 10–20 см і визначають розташування насіння на дні борозен. Над розкритою борозенкою поперек рядків кладуть одну лінійку, а другою вимірюють глибину – відстань від знайденого насіння до нижнього краю горизонтально покладеної лінійки. У разі, якщо середнє значення глибини відхиляється від заданого більш ніж на ± 1 см, необхідно відрегулювати робочу глибину сошників.

Контроль стикових міжрядь між двома суміжними проходами агрегату або сівалками здійснюється наступним чином: борозенки крайніх сошників обох проходів розкривають до виявлення кількох насінин, після чого виконують вимірювання відстані між рядками у 10–15 точках. За отриманими результатами визначають середнє значення. У разі перевищення допустимого відхилення проводять коригування довжини маркерів.

Оцінювання наявності огривів та якість обробки поворотних смуг виконується візуально після появи сходів. Обробіток поворотних ділянок повинен відповідати рівню якості основної частини поля.

Допустимі відхилення параметрів мають відповідати таким межам:

відхилення норми висіву — не більше 3%;

											СУПН 00.000.ПЗ	Арк.
												31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								

відхилення глибини загортання насіння — не більше ± 2 см;

ширина стикових міжрядь:

між суміжними проходами — до ± 2 см;

між сусідніми сівалками — до ± 5 см;

розбіжність у висіві між окремими висівними апаратами не повинна перевищувати $\pm 3\%$.

На основі проведених розрахунків заповнюємо операційну карту, представлену у графічній частині роботи (рис.3,3)

Висновки

Аналіз сучасних технологій вирощування кукурудзи показує, що зменшити собівартість виробництва можливо за умови раціонального підбору посівного агрегату, забезпечення стабільної роботи сівалки, покращення якості висіву насіння з метою скорочення витрат посівного матеріалу, а також досягнення рівномірного розміщення насіння в ґрунті та його якісного загортання.

Досягнення зазначених цілей забезпечується шляхом удосконалення технологічного процесу, зокрема заміни посівного агрегату, що включає трактор МТЗ-82 та сівалку СУПН-8, на нову комплектацію — трактор ЮМЗ-6Л у поєднанні з тією ж сівалкою СУПН-8, але оснащеною модернізованими загортачами на висівних секціях.

З урахуванням запропонованих змін в технології вирощування кукурудзи, розроблена технологічна карта, яка також представлена в графічній частині роботи.

					СУПН 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

4. Інженерна частина

4.1. Загальна інформація про машину, що модернізується.

Сівалка моделі СУПН-8А складається з ряду ключових конструктивних елементів [13], до яких належать:

- рама з автозчіпним замком;
- пара опорно-привідних коліс, що забезпечують передачу зусиль до висівних і туковисівних механізмів;
- вісім висівних секцій, що комплектуються змінними сошниками, пневматичними висівними апаратами, бункерами для насіння, прикочувальними котками, загортачами, шлейфами, а також механізмами для регулювання глибини занурення сошників;
- сошники для внесення добрив;
- пристрій для транспортування агрегату;
- спеціальне обладнання для висіву соєвого насіння;
- вентилятор для створення повітряного потоку;
- чотири пристрої для внесення добрив;
- маркери;
- уніфікована система моніторингу та контролю роботи агрегату.

У подальшому більш детально буде розглянуто вузол, який підлягає модернізації в межах дан модернізації.

Висівна секція обладнана механізмом фіксації та регулювання дорожнього просвіту під час транспортування.

Висівний апарат складається з кількох основних компонентів: литого корпусу, вакуумної кришки, ущільнювальної прокладки, висівного диска, механізму скидання надлишкового насіння з регульовальним пристроєм, а також насінневого бункера [13].

					СУПН 00.000.ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Корпус, виготовлений з алюмінієвого сплаву, служить основою для кріплення бункера, сошника та елементів, що відповідають за загортання насіння в ґрунт.

На валу апарата встановлюються висівний диск у парі з ворушилкою.

Сам диск виготовлений з корозійностійкої сталі, монтується у вертикальному положенні всередині корпусу та призначений для переміщення насіння з насінневої камери до сошника.

У комплекті передбачені диски без отворів, які використовуються для висіву насіння нестандартних розмірів — у таких випадках отвори висвердлюються індивідуально, відповідно до необхідного діаметра.

Для усунення зайвого насіння, яке може приклеїтися до отворів під дією вакууму, у верхній частині конструкції розміщений виделковий скидач.

Шляхом обертання спеціального важеля можна регулювати відстань між штирями скидача та отворами на диску. Це налаштування дозволяє забезпечити проходження лише одного насінини до зони скидання, тоді як інші видаляються скидачем.

Положення скидача відносно отворів на висівному диску регулюється за допомогою спеціального важеля у поєднанні з шкалою-циферблатом. Для фіксації обраного положення важіль затискається гайкою. У випадку заміни висівного диска, він від'єднується від ворушилки, після чого на його місце монтується новий елемент.

Для обслуговування апарата — зокрема, заміни висівного диска, очищення від насіння або видалення сторонніх предметів — передбачено заслінку.

Сошник, який застосовується для загортання насіння, має полозоподібну форму та оснащений п'яткою, що утворює ущільнене ложе для розміщення насіння. Кріплення сошників виконується безпосередньо до корпусу висівного механізму. Глибина загортання насіння регулюється гвинтовим пристроєм.

Безпосередньо за рядком шарнірно закріплені загортачі. Задача яких полягає у спрямуванні частини ґрунту в зоні дії сошника до вісі засіяного рядка. Від їх ефективної роботи залежить якість загортання насіння по глибині

					СУПН 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

залягання. Їхня робоча активність підтримується автоматично завдяки пружинним механізмам.

Прикочувальний коток, обладнаний гумовим ободом і працюючий за рахунок атмосферного тиску, монтується у рамці повідка. Його основна функція — ущільнення борозни після висіву та обмеження заглиблення сошника в ґрунт.

Для виконання даної функції можуть використовуватися металеві котки з конічною робочою поверхнею. Крім ущільнення ґрунту в рядку вони додатково зміщують частину ґрунту до його вісі.

Шлейф являє собою жорстку рамну конструкцію, що кріпиться шарнірно на тязі. Він призначений для розпушування ґрунту в зоні рядка та вирівнювання поверхні після сівби.

У разі потреби, замість шлейфа під час сівби може бути встановлений пристрій для механічного вичісування дрібної бур'янистої рослинності. Конструктивно він складається з тяги та гнучких пружинних зубів. Необхідний тиск зубів на поверхню ґрунту під час роботи забезпечується за допомогою пружинного механізму.

4.1.1. Принцип роботи просапної сівалки СУПН–8А.

Обертання насінневих дисків, а також пружинних шнеків у туковисівних механізмах здійснюється через ланцюгову передачу, яка приводиться в дію від опорно-привідних коліс, з використанням механізму зміни передавального відношення.

Створення вакууму в порожнині кришки висівного апарата забезпечується вентилятором, який може працювати як від вала відбору потужності трактора, так і від гідравлічного двигуна.

Для контролю ступеня розрідження використовується мембранний тягомір, встановлений на зчіпному замку.

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

Насіння втягуватиметься до отворів на диску, який обертається в зоні пониженого тиску, і переміщується з насінневої камери до зони вивантаження.

Надлишкове насіння, що випадково притиснулося до отворів, повертається назад у камеру за допомогою спеціального скидача, який розміщено у забірній частині апарата.

У нижньому сегменті висівного апарата, в момент, коли отвори на диску переходять із вакуумної зони до зони з атмосферним тиском, насіння по черзі відділяється від отворів та спрямовується на дно борозни, сформованої п'яткою сошника.

Під час висіву насіння одночасно здійснюється внесення мінеральних добрив.

Пружинні шнеки туковисівних апаратів з правим та лівим напрямом навивання транспортують добрива з бункера до приймальної лійки. Розсіювальні елементи, виконуючи зворотно-поступальні рухи у вихідних отворах лійок, рівномірно розподіляють потік туків, спрямовуючи його на дно борозен, сформованих туковими сошниками.

Після внесення насіння та добрив, борозни закриваються загортачами. За ними встановлені прикочувальні котки, які ущільнюють ґрунт над місцем висіву, забезпечуючи щільний контакт насіння з ґрунтом. Це сприяє капілярному підняттю вологи до насіння, покращуючи умови проростання. Шлейфи, що встановлені позаду котків, вирівнюють поверхню поля після проходження сошників і додатково прикочують рядкову зону тонким шаром ґрунту.

У випадках, коли виконується сівба сої, вентилятор деактивується, а насіння подається механічним способом за допомогою катушки. Насінневий матеріал із бункера надходить до порожнин катушки і через отвір спрямовується безпосередньо у борозну, утворену сошником.

Контроль за процесом висіву здійснюється за допомогою універсальної системи контролю УСК. У разі припинення подачі насіння система автоматично активує звуковий сигнал із переривчастим звучанням та постійне світлове

					СУПН 00.000.ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					36

оповіщення. Світловий індикатор, який засвічується, вказує на номер висівної секції, в якій зафіксовано зупинку.

Якщо рівень насіння або добрив у відповідному бункері опускається нижче контрольного значення, пульт УСК подає короткочасний звуковий сигнал і вмикає світловий індикатор з позначенням С або Y — залежно від типу матеріалу.

Під час руху сівалки по полю на незасіяну ділянку опускаються маркери, які залишають чіткий слід. Цей слід служить візуальним орієнтиром для тракториста, полегшуючи ведення агрегату під час наступного проходу.

4.2. Агротехнічні вимоги до машини

1. Умови експлуатації

1.1. До початку сівби поле повинно бути ретельно підготовлене шляхом культивування або боронування згідно з регіональними агротехнічними нормами для вирощування кукурудзи. Поверхня ґрунту має бути вирівняною, без заглиблень, великих грудок або залишків рослин попередньої культури.

1.2. Посівний матеріал кукурудзи повинен відповідати стандартам, встановленим чинною нормативною документацією. Сівалка повинна мати здатність виконувати сівбу як каліброваного, так і некаліброваного насіння. Мінеральні добрива та гранульовані інсектициди також повинні відповідати вимогам чинних стандартів.

2. Показники якості виконання технологічного процесу [13]

2.1. Машина має забезпечувати висів насіння таких культур, як кукурудза, соняшник, сорго, рицина при міжрядді 70 см. Також передбачається можливість сівби сої, кормових бобових, квасолі та люпину з міжряддям 45, 70 або 90 см. Відхилення від заданої ширини міжрядь не повинно перевищувати ± 2 см.

2.2. Сівалка повинна забезпечувати дотримання норми висіву на гектар:

- для кукурудзи, соняшника та рицини – у межах 25...150 тис. насінин;
- для сої – 200...900 тис. насінин;

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

- для кормових бобових – 250...300 тис. насінин;
- для квасолі – 300...400 тис. насінин;
- для люпину – 500...700 тис. насінин.

Крок налаштувань норми висіву повинен становити:

- від 25 до 80 тис. шт. – з інтервалом 5 тис. шт.;
- від 80 до 150 тис. шт. – з інтервалом 10 тис. шт.;
- від 150 до 450 тис. шт. – з інтервалом 25 тис. шт.;
- понад 450 тис. шт. – не менше 50 тис. шт.

Допустимі відхилення від встановленої норми становлять:

- при нормі 25...80 тис. насінин на гектар – не більше $\pm 3\%$;
- при нормі понад 80 тис. насінин – не більше $\pm 5\%$.

2.3. Для забезпечення нормального висіву насіння сої з нормою понад 50 тис. шт./га дозволяється використання механічного типу висівного апарата. При цьому ступінь пошкодження насіння не повинен перевищувати 0,2% у разі застосування пневматичного механізму, та 1% — для механічного.

2.4. Насіння має рівномірно розміщуватись уздовж рядка. Відхилення від заданого інтервалу розташування насіння допускається в межах $\pm 30\%$. При цьому не менше 85% усіх зерен повинні потрапляти в допустимі межі інтервалу, якщо норма висіву становить від 25 до 80 тис. насінин на гектар.

2.5. Насіння повинно загортатися на попередньо ущільнену ділянку ґрунту. Глибина загортання має можливість регулювання в межах від 4 до 12 см з кроком не більше 1 см. При цьому, на обраній глибині із похибкою $\pm 1,5$ см повинно розміщуватись не менше 95% зерен [14].

2.6. Після посіву зерна повинні знаходитись у вологому шарі ґрунту. За сошником має бути створений ущільнений ґрунтовий контакт для покращення доступу води до насіння.

2.7. У процесі сівби сівалка повинна забезпечити смугове внесення мінеральних добрив, розташовуючи їх на 1–3 см нижче та не більше ніж на 5 см вбік від лінії висіву. Норма внесення добрив має становити від 50 до 250 кг/га, з

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

можливістю налаштування з інтервалом у 25 кг. При цьому допустиме відхилення від встановленої норми не повинно перевищувати 10% за масою.

4.3. Обґрунтування необхідності модернізації сівалки СУПН 8А.

Дружність сходів та подальший розвиток культурних рослин значною мірою залежать від рівномірності загортання насіння по глибині. З технічної точки зору, даний показник залежить не тільки від конструкційних особливостей сошників, але і від роботи загортачів, які повинні рівним шаром подавати ґрунт до вісі рядка частково закритого ґрунтом в результаті його вільного осипання.

Недоліками базових загортачів є нестабільна активність роботи. Вона складається з двох частин, лівої і правої, які працюють незалежно. Таке рішення знижує ймовірність впливу на стійкість ходу всієї секції, але знижує ймовірність сталої подачі ґрунту до вісі рядка. Крім цього, вони швидко зношуються в результаті постійного тертя з ґрунтом і втрачають початкову здатність якісно і надійно виконувати технологічний процес. З метою усунення даного недоліку, пропонується до використання у складі посівної секції дискових загортачів, які мають можливість регулювання активності роботи і навіть при суттєвому зношуванні дисків не втрачають своєї працездатності (рис.4.1).

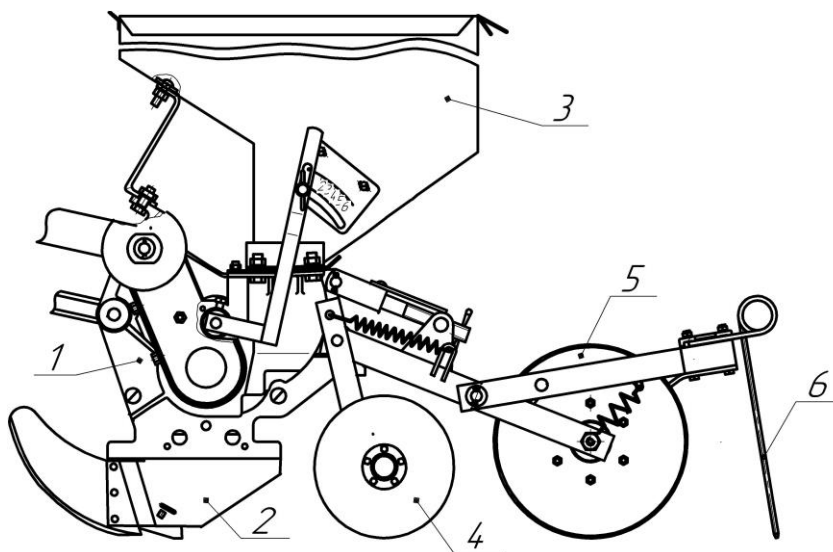


Рис. 4.1. Загальний вигляд модернізованої секції: 1 – висівний апарат; 2 – сошник; 3 – бункер; 4 – дисковий загортач; 5 – прикочуючий коток; 6 – зубова гребінка.

						СУПН 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			39

4.4. Технологічні розрахунки

4.4.1. Вибір основних параметрів сошників.

До основних вимог агротехніки сівби належить забезпечення рівномірного розташування насіння як по всій площі поля, так і на однаковій глибині. Це значною мірою залежить від способу формування борозен і закладення насіння сошниками.

Основний вплив на роботу сошника в ґрунті має кут, під яким він заглиблюється в ґрунт (кут α). На рисунку 4.2 подано аналіз дії сил, які впливають на ґрунт з боку полозоподібного сошника, що належить до групи сошників із тупим кутом входження в ґрунтовий шар [15,16].

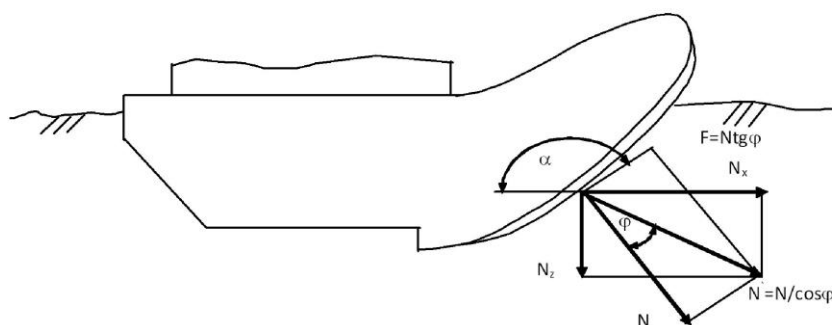


Рис.4.2. Дія полозподібного сошника на ґрунт.

Полозоподібний сошник формує борозну зі щільним дном і рівномірно ущільненими стінками.

Рівень однорідності заглиблення насіння залежить не тільки від того, як саме утворюється борозна, а й від низки інших чинників. Найважливішим серед них є обсіпання ґрунту під час роботи сошника, що обумовлюється його типом, габаритами та формою зрізу задньої частини – так званих щок.

Щоки сошника виконують функцію опорних стінок, розташованих одна навпроти одної, й запобігають передчасному осипанню стінок борозни. У

					СУПН 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

передній частині полозоподібного сошника щоки утворюють нарізний елемент ножеподібної форми, а в задній – мають висхідний зріз, який утворює клиноподібну форму, що відкриває борозну. Полозоподібні сошники характеризуються надійною роботою на різних типах ґрунтів.

У просторі під сошником, обмеженому щоками, обсипаний ґрунт формує похилу поверхню, яка спрямована в бік носової частини сошника під кутом природного укосу.

Ступінь розхилу щік сошника сильно впливає на рівномірність глибини загортання насіння. При подовжених щоках підсошникова порожнина теж подовжена і обсипання ґрунту відбувається лише в задній її частині, а насіння спрямовується у передню частину сошника, ближче до наральника, на відносно рівне й ущільнене дно борозни.

При проектуванні сошника необхідно, щоб значення L було більше значення L_0 (рис.4.3.), яке визначається за формулою:

$$L_0 = (h - acn) / \operatorname{tg} \alpha + 0.5c, \quad (4.1)$$

де h – глибина ходу сошника, приймемо $h=100$ мм;

c – відстань між щоками сошника, у полозоподібних сошників для висівання кукурудзи $c=30$ мм;

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

α – кут природного відкосу ґрунту, для ґрунту нормальної вологості $\alpha=35^\circ$.

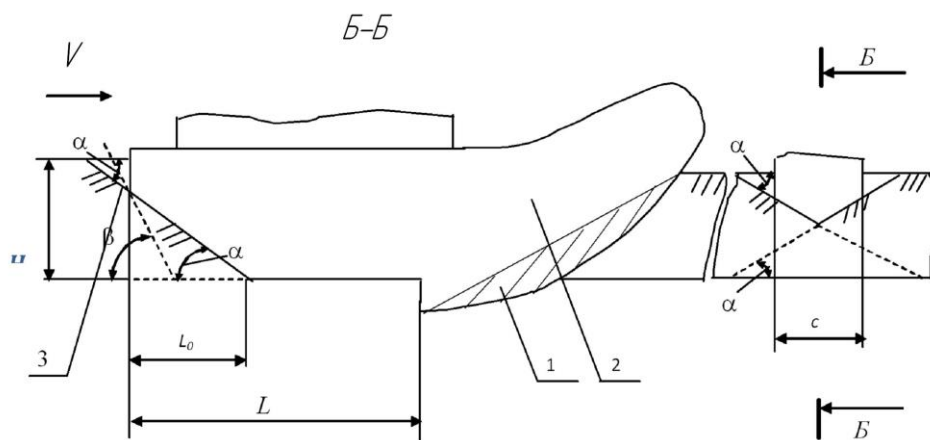


Рис.4.3. Робота полозоподібного сошника в ґрунті:

1 – наральник; 2 – щоки; 3 – нижній нахилений обріз щок.

						СУПН 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			41

$$\text{Тоді, } L_0 = (100 - 7,245 \cdot 30 \cdot 0,367) / \text{tg}35 + 0,5 \cdot 30 = 43,9 \text{ м}$$

Конструкція нижнього обрізу щік і наральника сошника суттєво впливає на ефективність загортання насіння ґрунтом. Якщо нижній задній обріз наральника спроектовано відповідно до твірної поверхні конуса обсіпання — тобто під кутом β , який відповідає природному куту укосу ґрунту, — тоді загортання буде здійснюватися вологішим, нижнім шаром. У такому випадку спершу обсіпатиметься нижній шар ґрунту з вищим рівнем вологості, а верхні шари залишатимуться стабільними завдяки підтримці з боку верхніх обрізів щік сошника (див. рис. 4.3).

4.4.2. Розташування сошників на сівалці.

Встановлено, що при проходженні сошника у розпушеному шарі відбувається розпушування ґрунту, утворюючи передсошниковий пагорб, який розповсюджується на деяку відстань уперед та у сторони (рис.4.4.) [15,16]. Відстань між сошниками в одному рядку a_c повинно бути більше, ширина передсошникового пагорба b_x , тобто повинна виконуватись умова $a_c > b_x$.

Величина зони деформації у поздовжньому напрямку для полозоподібних сошників визначається за формулою:

$$L_x = (h/\text{tg}\varphi + 0,5b) \times \sin(\eta/2 + \varphi), \quad (4.2)$$

де b – ширина наральника, становить $b=38$ мм;

h – глибина загортання насіння, $h=100$ мм;

η – кут розхилу носка наральника, становить $\eta=30^\circ$;

φ – кут тертя ґрунту, (він залежить від типу та вологості ґрунту $\varphi=25-40^\circ$), для ґрунтів нормальної вологості приймаємо $\varphi=35^\circ$.

$$L_x = (100/\text{tg}35 + 0,5 \cdot 38) \cdot \sin(30/2 + 35) = 124 \text{ мм.}$$

					СУПН 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

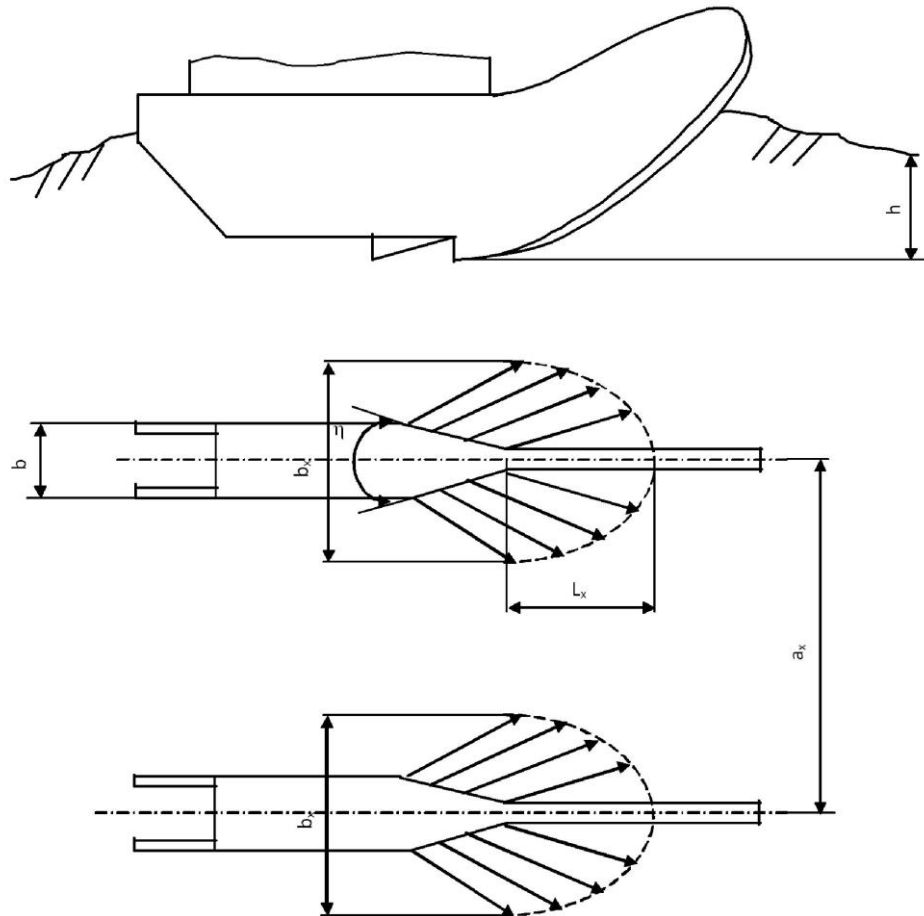


Рис. 4.4. Схема взаємного розташування сошників

Величину зони деформації ґрунту у поперечному напрямі для полозоподібних сошників визначають за формулою:

$$b_x = (2h/\operatorname{tg}\varphi + b) \cos (\eta/2 + \varphi), \quad (4.3)$$

$$b_x = (2 \cdot 100 / \operatorname{tg} 35 + 38) \cos (30/2 + 35) = 208 \text{ мм.}$$

Величини зон деформацій у поздовжньому і поперечному напрямках показані на (рис 4.4.) При цьому значення L_x відміряють від вершини розхилу щік без урахування довжини полоза.

Згідно наведених розрахунків умова $a_c > b_x$ виконується ($700 \text{ мм} > 208 \text{ мм}$)

4.5. Розрахунок на міцність

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

4.5.1. Розрахунок болтового з'єднання

Розглянемо болтове з'єднання, що забезпечує кріплення пружини натискної штанги у паралелограмному механізмі посівної секції. На болт діє навантаження від пружини, яке становить $R_n=836,93\text{Н}$

До основних форм руйнування різьбових з'єднань належать зріз витків і їх знос [16,17,18]. Відповідно, головними критеріями, що визначають працездатність такого з'єднання та застосовуються при його розрахунку, є міцність, пов'язана з напруженням на зріз τ , а також зносостійкість, яка визначається напруженням на зминання (рис. 4.5).

Умова міцності різьби за напруженням зрізу:

$$\tau = \frac{F}{\pi d_1 H K K_m} \leq [\tau] \quad \text{для болта}; \quad (4.4)$$

$$\tau = \frac{F}{\pi d H K H_m} \leq [\tau] \quad \text{для корпусної деталі}; \quad (4.5)$$

де H – глибина загвинчування болта у корпусну деталь;

K – коефіцієнт повноти різьби; $K=ab/p$ чи $K=ce/p$ (рис.4.5);

K_m – коефіцієнт, що характеризує нерівномірність навантаження по витках різьби;

d_1 – внутрішній діаметр різьби;

d – зовнішній діаметр різьби.

Для трапецієдальної різьби $K \approx 0.65$ [17.18].

$K_m \approx (0,6 \dots 0,7)$ – великі значення приймають при $\sigma_{Вб}/\sigma_{Вкд} > 1,3$,

де $\sigma_{Вб}, \sigma_{Вкд}$ – межа міцності матеріалу болта, корпусної деталі.

Це пов'язано з тим, що збільшення відносної міцності матеріалу болта дозволяє більш ефективно використовувати пластичні деформації в різьбі для вирівнювання розподілу навантаження по її витках.

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

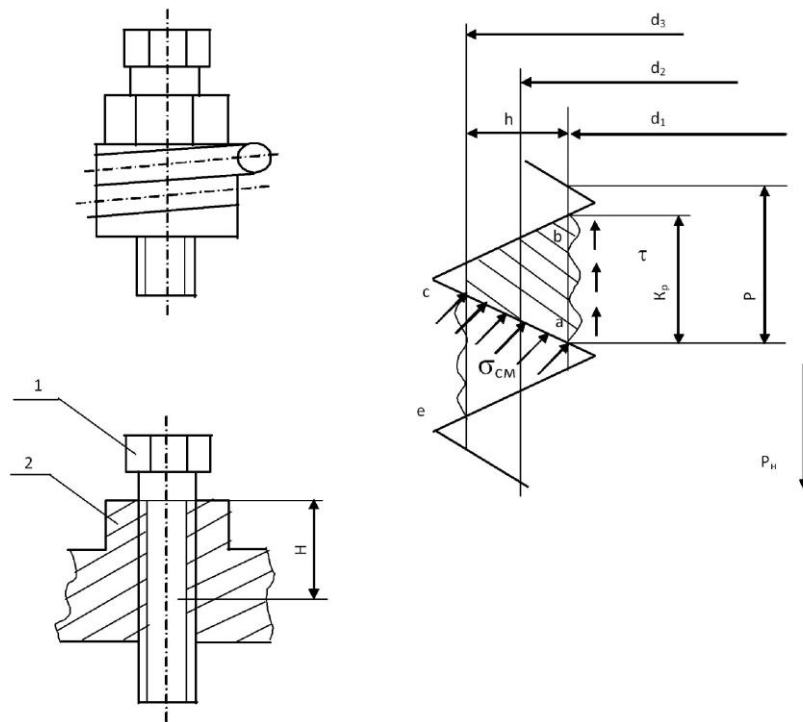


Рис. 4.5. Схема болтового з'єднання: 1-болт (Сталь 35); 2- корпусна деталь з різьбою (Відливка КЧ 33-8-Ф).

Для матеріалу болта (сталі 35 ГОСТ 1051-73) межа міцності становить $\sigma_{B6}=540\text{Н/мм}^2$.

Для матеріалу корпусної деталі (відливка з ковкого чавуну – КЧ 33-8-Ф ГОСТ 1215-79) межа міцності $\sigma_{BВ}=330\text{ Н/мм}^2$.

$$\sigma_{B6}/\sigma_{BВ}=540/330=1,636 > 1,3 \quad \text{приймаємо } K_m=0,7$$

Допустиме напруження зрізу визначають за формулою:

$$[\tau] = (0,2 \dots 0,3)\sigma_T, \quad (4.6)$$

де σ_T – межа текучості матеріалу.

Для матеріалу болта - $[\tau] = 0,2 \cdot 320 = 64\text{ Н/мм}^2$.

Для матеріалу корпусної деталі - $[\tau] = 0,2 \cdot 210 = 42\text{ н/мм}^2$.

Перевіримо умову міцності різьби за напруженням зрізу:

для болта
$$\tau = \frac{836,93}{3,14 \cdot 10,106 \cdot 18 \cdot 0,65 \cdot 0,7} = 3,219\text{ Н/мм}^2,$$

$$\tau = 3,219\text{ Н/мм}^2 < [\tau] = 64\text{ н/мм}^2;$$

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

для корпусної деталі_ $\tau = \frac{836,93}{3,14 \cdot 12 \cdot 18 \cdot 0,65 \cdot 0,7} = 2,711 \text{ Н/мм}^2$,

$$\tau = 2,711 \text{ Н/мм}^2 < [\tau] = 42 \text{ Н/мм}^2.$$

Умова міцності різьби за напруженням зминання має вигляд:

$$\sigma_{с.м} = \frac{F}{\pi d_2 h z}, \quad (4.7)$$

де d_2 – середній діаметр різьби;

h – висота профілю різьби;

z – кількість робочих витків, яку визначають за формулою:

$$z = H/p, \quad (4.8)$$

де H – глибина загвинчування;

p – крок різьби.

$$z = 18/1,75 = 10,286.$$

Умови зносостійкості різьби за напруженням зминання загальні для болта і корпусної деталі.

Допустиме напруження зминання визначають за формулою:

$$[\sigma_{з.м}] = 0,8 \cdot \sigma_{з.м}, \quad (4.9)$$

для матеріалу болта $[\sigma_{з.м}] = 0,8 \cdot 320 = 256 \text{ Н/мм}^2$,

для матеріалу корпусної деталі $[\sigma_{з.м}] = 0,8 \cdot 210 = 168 \text{ Н/мм}^2$.

З двох значень $[\sigma_{з.м}]$ вибираємо менше – для більш слабкого матеріалу.

Для з'єднання приймаємо $[\sigma_{з.м}] = 168 \text{ Н/мм}^2$.

$$\sigma_{с.м} = \frac{836,93}{3,14 \cdot 10,36 \cdot 1,75 \cdot 10,286} = 1,362 \text{ Н/мм}^2,$$

$$\sigma_{з.м} = 1,362 \text{ Н/мм}^2 < [\sigma_{з.м}] = 168 \text{ Н/мм}^2.$$

Умова зносостійкості різьби за напруженням зминання виконується.

Болтове з'єднання має достатню міцність і зносостійкість.

					СУПН 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

5. Охорона праці

5.1. Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, які можуть виникнути під час роботи на посівному агрегаті з сівалкою СУПН-8А.

Психофізіологічні небезпечні та шкідливі чинники можуть виявлятися під час виконання операцій з налагодження вузлів і агрегатів, а також під час складання машинно-тракторних агрегатів (МТА).

Хімічно небезпечні та шкідливі фактори виникають у процесі роботи з паливно-мастильними матеріалами під час проведення технічного обслуговування, а також при використанні протруєного насіння під час заповнення насінневих бункерів.

У процесі експлуатації посівного комплексу, оснащеного сівалкою СУПН-8А, можливе виникнення таких шкідливих і небезпечних чинників [19]:

- фізичні небезпеки та шкідливі умови (переміщення агрегату, наявність рухомих деталей сівалки);
- обертові механізми (наприклад, привід висівних апаратів, вентилятор тощо).
- підвищений тиск у гідросистемах трактора та сівалки, а також у пневматичних системах сівалки створює потенційну загрозу;
- можливе засмічення робочих органів насіннєвим матеріалом і налипання вологого ґрунту на опорно-привідні колеса агрегату;
- ризик нещасного випадку виникає під час приєднання сівалки до трактора, особливо в разі порушення правил зчеплення, що може призвести до її падіння;
- за відсутності баласту або при роботі на схилах, що перевищують допустимі значення, існує ймовірність перекидання агрегату;

					СУПН 00.000.ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- робоча зона механізатора може мати високий рівень запиленості та загазованості внаслідок функціонування двигуна та взаємодії посівних органів із ґрунтом;

- значні рівні шуму та вібрацій на місці оператора зумовлені роботою силового агрегату, а також нерівностями рельєфу поля чи дороги;

- виконання технологічних процесів у темний період доби ускладнюється недостатнім природним освітленням;

- на елементах конструкції сівалки (зокрема на рамі, сошниках, бункерах) можуть бути присутні гострі краї, задирки або шорсткі поверхні, що створює небезпеку для обслуговуючого персоналу.

5.2. Заходи, що рекомендуються для покращення умов праці.

Захист оператора від проникнення пилу в кабінку під час виконання посівних робіт забезпечується за допомогою вентиляційного пристрою, обладнаного пиловідокремлювачем. Це дозволяє створити в кабіні трактора надлишковий тиск на рівні 20–50 Па у порівнянні з атмосферним, що запобігає потраплянню пилу всередину.

Для зменшення впливу шуму та вібрацій передбачено використання засобів шумо- та вібропоглинання, зокрема:

- шумоізоляція кабіни шляхом її облицювання звукопоглинальними матеріалами;

- установка двигуна та кабіни на амортизуючі гумові опори.

- з метою обмеження потрапляння прямих сонячних променів у кабінку застосовуються спеціальні сонцезахисні щитки.

Щоб зменшити негативний вплив отрутохімікатів та мінеральних добрив, рекомендується здійснювати завантаження протруєного насіння та добрив у сівалку механізованим способом при швидкості вітру не більше ніж 3 м/с. У разі неможливості механізованого завантаження працівники повинні бути

					СУПН 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

забезпечені засобами індивідуального захисту — захисними окулярами, респіраторами відповідної марки або марлевими пов'язками.

Показники вібраційного навантаження у вертикальній і горизонтальній площинах на сидінні та робочій платформі оператора відповідають встановленим нормативам. Робоче місце механізатора має належний захист від викидів ґрунту з-під коліс і робочих органів агрегату, що забезпечує дотримання вимог чинних санітарно-гігієнічних норм.

Висновки

У результаті аналізу технологічного процесу вирощування кукурудзи в базовому господарстві було виявлено можливості для його оптимізації шляхом обґрунтування доцільного складу посівного агрегату. На основі виконаних розрахунків щодо вибору машинно-тракторного агрегату, режимів його роботи та технічних характеристик, а також у порівнянні з параметрами функціонування стандартних посівних комплексів, встановлено доцільність застосування агрегату, що складається із сівалки СУПН-8А у комплекті з трактором ЮМЗ-6Л для виконання сівби кукурудзи.

Впровадження запропонованого агрегату дозволяє підвищити змінну продуктивність на 2,21 га та скоротити витрати пального на 0,13 центнера на кожні 100 гектарів.

Обладнання посівних секцій загортачами дискового типу дозволить підвищити їх надійність та довговічність, а особливості виконання ними технологічного процесу дозволять підвищити якість загортання насіння по глибині, що позитивно вплине на проростання та розвиток культурних рослин, і як наслідок, сприятиме підвищенню загальної ефективності вирощування кукурудзи.

					СУПН 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

12. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсу „Механізація, електрифікація, автоматизація сільськогосподарського виробництва”, „Експлуатація машинно-тракторного парку” для студентів спеціальності – 7.130102 – Агронісія / Укл: П.Г.Лузан, І.М.Осіпов, В.М.Сало, С.М.Мороз.-Кіровоград КДТУ. 1999. – 44с.

13. ВАТ «Червона зірка». Сівалки універсальні пунктирні пневматичні СУПН-8А, СУПН-8А-01, СУПН-8А-02, СУПН-6А, СУПН-6А-01 и СУПН-6А-02. Керівництво по експлуатації. 2005р. 97 с.

14.О. Гайденко. Основні агротехнічні вимоги до обробітку ґрунту та сівби. / Механізація АПК / Вівторок, 11 серпня 2020 15:15. Режим доступу: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/18415-osnovni-ahrotekhnichni-vymohy-do-obrobitku-gruntu-ta-sivby.html>

15. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч.закл. із спец. „Машини та обладнання с.-г. вир-ва”/За ред. М.І.Черновола. К.: Урожай, 2001.- 384с.

16. Проектування сільськогосподарських машин : Навч. посібник для виконання курсових проєктів з розробки с.-г. техніки при підготовці фахівців напряму 6.100202 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» / І.М. Бендера, Я.В. Козій, А.В. Рудь та ін. ; за ред. І.М. Бендери, А.В. Рудя, Я.В. Козія. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2011. 640 с.

17. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин: Підручник / В.Т. Павлице. К.: Вища школа, 1993. 560 с.

18. Опір матеріалів / Г.С. Писаренко. К.: Вища школа, 1993. 655 с.

19. Цілинский В.П. Охорона праці в рослинництві.- К.: "Урожай", 1991.

					СУПН 00.000.ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					СУПН 00.000.ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

