

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« ____ » _____ 2026 р.

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

«Механізація вирощування кукурудзи з модернізацією
висівного апарату просапної сівалки».

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

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Кіблик Сергій Іванович

« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

_____ Руслан КІСІЛЬОВ

« ____ » _____ 2026 р.

Рецензент

проф., докт. техн. наук

_____ Ігор ШЕПЕЛЕНКО

« ____ » _____ 2026 р.

Кропивницький

Перв. примен.		№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
		1						
		2			<u>Загальна документація</u>			
		3			<u>Знову розроблена</u>			
		4						
		5	A4	БР 00. 000 ПЗ	Пояснювальна записка	1		
		6						
		7			<u>Документація по</u>			
		8			<u>технологічній частині</u>			
		9						
		10						
		11	A1	БР 00. 001 ТЧ	Операційно-технологічна карта	1		
		12						
		13			<u>Документація по</u>			
		14			<u>інженерній частині</u>			
		15			<u>Знову розроблена</u>			
		16						
		17	A0	УПС 00. 000 СБ	Універсальна сівалка УПС-8	1		
		18						
		19	A1	УПС 00. 020 СБ	Висівний апарат	1		
		20						
		21						
		22						
		23						
		24						
Подп. и дата								
Взам. инв. №								
Инв. № дубл.								
Подп. и дата								
Инв. № подл.								
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Відомість роботи	
Разроб.	Кібілик							
		Пров.	Кісільов					
		Н.контр.	Артеменко					
		Утв.	Василько Василький					
		Лит.		Лист		Листов		
				1		2		
		ЦНТУ, гр. АІ-23мд-12						

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
1			Документація по			
2			деталях			
3			Знову розроблена			
4						
5	A2	УПС 00. 020. 401	Диск	1		
6						
7	A2	УПС 00. 020. 001	Прокладка	1		
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						

Инд. № подл.

Подп. и дата

Взам. инд. №

Инд. № дубл.

Подп. и дата

БР 00. 000 ВП

Изм.

Лист

№ докум.

Подп.

Дата

Лист

2

ЗМІСТ

стор.

1. Вступ.....	
2. Аналіз технології вирощування кукурудзи з подальшим напрямом удосконалення.....	
3. Операційна технологія сівби кукурудзи.....	
4. Інженерна частина.....	
5. Охорона праці.....	
6. Висновки.....	
Список літератури.....	
Додатки	

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Україна на сучасному етапі є значним виробником як зернових, так і просапних культур. Загальна площа сільськогосподарських угідь становить близько 35 млн га. Обсяги виробництва зазначених культур мають тенденцію до зростання, що зумовлено як розширенням посівних площ, так і підвищенням рівня їх урожайності.

Просапні культури, зокрема кукурудза, займають важливе місце у забезпеченні виробництва харчових продуктів, кормів для тваринництва та сировини для харчової промисловості. Їх частка перевищує чверть загальної площі посівів сільськогосподарських культур в Україні. Для їх висіву застосовують сівалки, оснащені висівними апаратами різних конструктивних типів і принципів дії. Вітчизняні сільськогосподарські підприємства виробляють декілька типів сівалок, кожна з яких призначена для висіву окремих груп просапних культур у визначені агротехнічні строки, що, у свою чергу, зумовлює підвищення витрат на виробництво продукції.

Ситуація ускладнюється тим, що більшість вітчизняної сільськогосподарської техніки за якісними показниками поступається зарубіжним аналогам. Це пояснюється виготовленням сівалок переважно непрофільними підприємствами, які не мають достатнього науково-технічного потенціалу, кваліфікованих кадрів і практичного досвіду проєктування для ефективної конкуренції на міжнародному ринку. У більшості випадків така продукція є адаптованими копіями іноземних зразків. Існуючі технології вирощування кукурудзи, зокрема конструкції висівних і туковисівних апаратів, не в повній мірі відповідають вимогам універсальності та точності дозування насіння і внесення мінеральних добрив.

Крім того, показники рівномірності розподілу насіння за глибиною загортання та довжиною рядка, а також розміщення гранульованих

					БР 00.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Кіблик			Вступ			Літ.	Арк.	Акрушіє
Перевір.		Кісілюв								
Реценз.								ЦНТУ, гр. АІ-23мб-1.2		
Н. Контр.		Артеменко								
Затверд.		Васильковський								

мінеральних добрив поряд із насінням, не завжди є стабільними, що призводить до зниження врожайності кукурудзи та інших просапних культур. Значні витрати часу на виконання основних регулювальних операцій сівалок також негативно впливають на загальну продуктивність посівних агрегатів.

Отже, вибір раціональної технології вирощування кукурудзи із застосуванням удосконалених конструкцій висівних апаратів та обчисленням їх параметрів, що забезпечують якісні показники розподілу по глибині та довжині рядка, є важливим завданням даної роботи і актуальною проблемою сучасного сільськогосподарського виробництва.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КУКУРУДЗИ З ПОДАЛЬШИМ НАПРЯМОМ УДОСКОНАЛЕННЯ

Кукурудза в Україні залишається стратегічно важливою культурою, яку вирощують практично в усіх регіонах незалежно від кліматичних умов і виробничих можливостей господарств. Попри поширену думку про її невибагливість і простоту вирощування, отримання високих і стабільних урожаїв потребує належного виробничого досвіду, постійного вдосконалення знань і впровадження сучасних технологічних рішень. Це зумовлено динамічними змінами умов вирощування, появою нових гібридів, а також поширенням шкідників і хвороб, що вимагає своєчасної адаптації технологій.

Єдина універсальна технологія вирощування кукурудзи для всіх природно-кліматичних зон відсутня. Водночас поєднання практичного досвіду агровиробників, результатів наукових досліджень і рекомендацій з урахуванням зональних особливостей дає змогу забезпечити досягнення високих виробничих показників.

Грунтово-кліматичні умови вирощування кукурудзи

Оптимальний температурний режим для вегетації кукурудзи характеризується денними температурами в межах 25–30 °С. У нічний період температура повітря повинна знижуватися приблизно вдвічі, оскільки за умов підвищених нічних температур посилюється транспірація, що призводить до надмірних втрат вологи та, як наслідок, зниження інтенсивності накопичення сухої речовини. Мінімальна температура, за якої можливі ріст і розвиток культури, становить 10–11 °С; при її зниженні нижче цього рівня фізіологічні процеси рослини практично припиняються.

Для досягнення фізіологічної стиглості зерна (за вологості 35–42 %) кукурудза повинна протягом вегетаційного періоду акумулювати визначену суму ефективних температур. Відповідно до наукових досліджень, значення цього показника варіюють залежно від групи стиглості гібридів і становлять:

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кукурудза протягом вегетаційного періоду потребує 450–650 мм вологи, причому максимальна водоспоживання припадає на середину літа (липень–серпень). Водночас у сучасних умовах спостерігається тенденція до тривалих літніх посух, що супроводжується зменшенням кількості атмосферних опадів у зазначений період. У зв’язку з цим особливого значення набувають заходи щодо накопичення та збереження вологи в ґрунті, а також забезпечення її ефективного використання кореневою системою кукурудзи з метою зниження конкуренції між рослинами. Реалізація цих завдань досягається шляхом оптимізації системи удобрення, раціонального обробітку ґрунту, обґрунтованого вибору густоти посіву та застосування ефективних заходів захисту рослин.

Окрім теплового і водного режимів, важливим фактором є родючість і структурний стан ґрунту, який має бути забезпечений необхідними поживними речовинами. Незважаючи на здатність кукурудзи адаптуватися до різних типів ґрунтів, її вирощування на піщаних ґрунтах або на ділянках із близьким заляганням ґрунтових вод є небажаним. Найвищі показники врожайності досягаються за кислотності ґрунту в межах рН 5,6-7,6. За зниження рН нижче 5,6 спостерігається істотне зменшення врожайності, а при рН близько 4,0 розвиток рослин практично припиняється. В умовах підвищеної кислотності коренева система кукурудзи зазнає патологічних змін, що супроводжуються знебарвленням тканин і розвитком гнильних процесів у прикореневій зоні.

Слід також враховувати, що ущільнені ґрунти з низькою водопроникністю або наявністю щільної основи сприяють формуванню поверхневої кореневої системи. Такі рослини характеризуються зниженою стійкістю до посушливих умов і підвищеною схильністю до вилягання під дією вітрових навантажень.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основний обробіток ґрунту під кукурудзу

За умов безгербіцидної технології вирощування кукурудзи основний обробіток ґрунту має визначальне значення. Його здійснюють з урахуванням попередника, типу ґрунту, рельєфу місцевості та рівня забур'яненості посівної площі.

У зоні достатнього зволоження за наявності значної кількості бур'янів доцільним є застосування напівпарового обробітку. Після ранніх попередників (зернових і зернобобових культур) відразу після збирання врожаю виконують дискування на глибину 6-8 см. Далі проводять внесення органічних і мінеральних добрив із наступною оранкою на глибину 27-30 см, що створює сприятливі умови для розвитку кореневої системи кукурудзи.

Основний обробіток доцільно здійснювати із застосуванням оборотних плугів. Через 2-3 тижні після оранки проводять поверхневий обробіток із використанням культиваторів, дискових і важких борін з метою знищення сходів бур'янів. Такі операції повторюють для ліквідації наступних хвиль їх проростання.

Після пізніх попередників (цукрового буряку, багаторічних трав, кукурудзи) першочергово виконують дискування важкими бородами (зокрема типу БДТ-7,0 та її модифікацій) для якісного подрібнення рослинних решток. Після цього вносять добрива та здійснюють оранку на глибину 27-32 см із застосуванням ярусних плугів типу ПЯ-3-35, ПНЯ-4-40.

За умов достатнього зволоження у другій половині літа зяблевий, зокрема напівпаровий обробіток, може бути замінений вирощуванням післяжнивних сидеральних культур (біла гірчиця, редька олійна). Їх зелену масу в жовтні заорюють на глибину 27-30 см. Після пізніх попередників як сидеральну культуру доцільно використовувати озиму суріпицю, яку заорюють у весняний період.

Передпосівний обробіток ґрунту

Основною метою передпосівного обробітку ґрунту у весняний період є формування пухкого, достатньо зволоженого та прогрітого поверхневого

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шару, що забезпечує якісне висівання насіння кукурудзи і сприяє швидкому формуванню рівномірних сходів. Окрім знищення бур'янів, така підготовка активізує мікробіологічні процеси в ґрунті.

Ключовим завданням є створення ущільненого насінневого ложа під розпушеним поверхневим шаром. Це досягається шляхом застосування культиваторів і борін, які забезпечують обробіток на глибину загортання насіння (приблизно 3-6 см). У результаті формується пухкий верхній шар, що обмежує випаровування вологи з нижніх горизонтів. Обробіток, як правило, виконують під кутом близько 45° до напрямку попереднього основного обробітку. Під розпушеним шаром формується ущільнене вологе ложе, яке забезпечує рівномірне розміщення насіння на заданій глибині.

Норми висіву кукурудзи

При визначенні норми висіву кукурудзи, окрім лабораторної схожості насіння, необхідно враховувати комплекс факторів, що впливають на польову схожість і збереженість рослин протягом вегетаційного періоду до збирання врожаю.

Польова схожість насамперед залежить від якості насінневого матеріалу та рівня підготовки ґрунту, зокрема його структурного стану, який забезпечує належний контакт насіння з ґрунтом і достатній рівень вологозабезпечення.

Слід також враховувати ймовірність втрат частини рослин у період вегетації, особливо на ранніх етапах розвитку, що зумовлено пошкодженням шкідниками, які уражують кореневу систему або знищують проростки.

ФАО	Степ	Лісостеп	Полісся
100-199	65-70 тис.	80-85 тис.	90-95 тис.
200-299	60-65 тис.	75-80 тис.	85-90 тис.
300-399	55-60 тис.	70-75 тис.	—
400-499	50-55 тис.	—	—

Рис. 2.1. Норми висіву кукурудзи для ряду регіонів України

Норма висіву кукурудзи встановлюється з урахуванням наведених факторів та залежностей, що відображені вище на рисунку 2.1.

Норми висіву кукурудзи доцільно визначати індивідуально з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов конкретного поля та особливостей погодних умов поточного вегетаційного періоду. Зокрема, за умов дефіциту вологи або посушливого клімату рекомендовано зменшувати норму висіву на 10-15 % від базових значень, що сприяє забезпеченню оптимального розвитку рослин і підвищенню ефективності використання наявних ресурсів.

Застосування добрив під час сівби

Стартові добрива, зокрема азотні (N) або їх поєднання з фосфорними (N + P), доцільно вносити під час сівби кукурудзи за певних агротехнічних умов, а саме:

- низький рівень родючості ґрунту;
- понижені температури у весняний період або ранні строки сівби;
- важкий механічний склад ґрунту;
- застосування технологій no-till або мінімального обробітку;
- наявність ущільнення ґрунту;
- пошкодження поля внаслідок перезволоження або затоплення;
- піщані ґрунти з низьким вмістом органічної речовини;
- ґрунти з критично низьким або підвищеним рівнем кислотності (pH).

За таких умов внесення стартових добрив сприяє підвищенню врожайності, зниженню вологості зерна на момент збирання, а також забезпечує більш рівномірний ріст і розвиток рослин на початкових етапах вегетації. Це, у свою чергу, прискорює змикання міжрядь, що обмежує розвиток бур'янів унаслідок зниження доступу до світла та поживних речовин. Крім того, покращується розвиток кореневої системи, пришвидшується настання фаз цвітіння, що дозволяє частково зменшити негативний вплив посушливих умов на процеси запилення та наливу зерна.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Сівба

Для висіву кукурудзи можуть застосовуватися будь-які сівалки точного висіву як вітчизняного, так і зарубіжного виробництва, наявні у господарстві. Визначальним фактором є якість їх налаштування. Сівалка повинна бути відрегульована таким чином, щоб забезпечувати рівномірне розміщення насіння на заданій глибині та з однаковими інтервалами по довжині рядка, що відповідає агротехнічним вимогам і є передумовою формування дружніх сходів, оптимальної густоти стояння рослин і високого рівня врожайності.

Робоча швидкість посівного агрегату не повинна перевищувати 12-15 км/год, а сам процес сівби доцільно виконувати під кутом 90° до напрямку основного обробітку ґрунту. Обов'язковим є контроль якості висіву шляхом вибіркового розкриття рядків для оцінки глибини загортання та рівномірності розміщення насіння. Важливе значення має ефективна робота прикочувальних котків, які повинні забезпечувати належне ущільнення ґрунту в зоні висіву. Проведення додаткових операцій прикочування та боронування посівів рекомендується лише за необхідності, зумовленої несприятливими погодними умовами.

За оптимальних умов температурного режиму та вологості ґрунту раціональна глибина загортання насіння становить близько 5 см. У разі ранніх строків сівби за достатнього зволоження ґрунту глибину загортання доцільно зменшити на 1-2 см у зв'язку з швидшим прогріванням верхніх шарів. За умов недостатнього зволоження насіння необхідно розміщувати на глибині, що забезпечує контакт із вологим шаром ґрунту, що в окремих випадках може становити 8-10 см.

Живлення кукурудзи

Кукурудза потребує наявності в ґрунті достатньої кількості легкодоступних поживних речовин. Для формування 1 т зерна вона засвоює орієнтовно такі обсяги основних елементів живлення: азоту - 25-30 кг, фосфору - 10-17 кг, калію - 35-40 кг, кальцію - 6-8 кг та магнію - близько 10 кг.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обґрунтоване визначення норм внесення добрив під кукурудзу досягається шляхом проведення агрохімічного аналізу ґрунту, який є найбільш точним і надійним методом оцінки його родючості. Такий підхід дає змогу встановити фактичну забезпеченість рослин поживними елементами та визначити їхню потребу для отримання запланованого рівня врожайності. На рисунку 2.2 наведено узагальнені дані щодо потреби кукурудзи в елементах живлення. Далі подано характеристику кожного елемента та його вплив на ріст і розвиток культури.

Урожай, т/га	N	P2O5				K2O			
5-5,5	120-130	120	95	65	35	200	170	140	70
6-6,5	130-160	140	110	80	40	230	190	160	80
7-7,5	140-180	155	120	90	45	260	220	180	90
8-8,5	160-200	170	130	100	50	290	250	200	100
9-9,5	170-220	190	140	110	55	320	280	220	110
10	200-240	210	150	120	60	350	310	240	120
		1	2	3	4	1	2	3	4

Де цифрами 1-4 позначено рівень вмісту елементів живлення в ґрунті, який визначається лабораторним дослідженням зразків з кожного поля: 1 – дуже низький, 2 – низький, 3 – достатній, 4 – високий.

Рис. 2.2. Потреба норм добрив для кукурудзи при існуючих елементах живлення.

Азотні добрива

Кукурудза потребує азоту протягом усього вегетаційного періоду. Засвоєння цього елемента відбувається переважно у нітратній та амонійній формах. На ранніх етапах розвитку більш доступною є амонійна форма, тоді як у подальшому переважає споживання нітратного азоту. З огляду на високу рухомість азоту в ґрунті та його схильність до вимивання, доцільно застосовувати дробне внесення, максимально узгоджене з критичними фазами споживання культури. Найбільш ефективним є внесення перед сівбою або безпосередньо під час сівби. Водночас на окремих типах ґрунтів ефективним є осіннє внесення у формі амонійного ангідриду, який на початковому етапі характеризується низькою рухомістю.

					БР 00.000 ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Під час сівби доцільно застосовувати комплексні азотно-фосфорні добрива в нормі 30+30 кг/га. Такі стартові дози є особливо важливими за умов прохолодної весни, коли обмежене забезпечення фосфором може стримувати початковий ріст і розвиток рослин.

Додаткове підживлення азотом у нормі 30-50 кг/га рекомендується проводити через 3–6 тижнів після сівби, що відповідає періоду інтенсивного наростання сухої речовини та підвищеного водоспоживання.

Дефіцит азоту проявляється пригніченням росту рослин і відмиранням листків. Характерною ознакою є поява жовтої смуги вздовж центральної жилки листка, яка поширюється від верхівки до основи. Надлишкове внесення азоту також є небажаним, оскільки призводить до затримки досягання рослин і зерна; одним із проявів цього є збереження зелених рилець у фазі стиглості качанів.

Фосфорні добрива

Фосфор є одним із ключових елементів живлення кукурудзи протягом усього вегетаційного періоду, оскільки його засвоєння триває до повного дозрівання зерна. Дефіцит цього елемента проявляється вже на початкових етапах росту. У регіонах із прохолодними весняними умовами доцільно під час сівби вносити близько 30 кг/га фосфору в діючій речовині у поєднанні з азотом. Добрива рекомендується розміщувати на відстані 5 см убік від рядка висіву та на 5 см глибше рівня загортання насіння.

Недостатнє забезпечення фосфором призводить до затримки росту рослин, що особливо характерно для ґрунтів із підвищеною або зниженою кислотністю. Симптоми дефіциту посилюються за низьких температур і проявляються у вигляді фіолетово-пурпурового забарвлення листків. Як правило, це забарвлення зникає після досягнення рослинами фази шести листків або висоти 60–70 см. Водночас подібні ознаки можуть бути зумовлені іншими чинниками, зокрема пошкодженням шкідниками (комахами, нематодами), недостатньою глибиною загортання насіння, надмірним внесенням добрив або впливом гербіцидів.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Слід враховувати, що дефіцит фосфору на ранніх етапах розвитку кукурудзи не може бути повністю компенсований його внесенням у пізніші фази вегетації.

Калійні добрива

Найвища інтенсивність споживання калію кукурудзою спостерігається протягом перших шести тижнів вегетації, коли добове засвоєння може досягати 12 кг/га. Калій відіграє важливу роль у регуляції обмінних процесів, зокрема бере участь у синтезі та транспортуванні цукрів і крохмалю. Достатнє забезпечення цим елементом підвищує стійкість рослин до вилягання, а також до ураження стебловими гнилями та пухирчастою сажкою.

За нестачі калію спостерігається порушення морфологічного розвитку рослин: листки мають непропорційно велику довжину відносно висоти стебла. Спочатку краї нижніх листків світлішають, згодом набувають бурого забарвлення, після чого відбувається підсихання і відмирання тканин по краях та на верхівках, що проявляється у вигляді крайових опіків. У таких умовах формуються недорозвинені качани з дрібним і неповністю виповненим зерном. Верхівка качана часто загострена, із недостатнім формуванням зернівок або повною їх відсутністю.

Мікроелементи у системі живлення кукурудзи

Окрім макроелементів, кукурудза потребує надходження мікроелементів, зокрема магнію, цинку, міді, марганцю, бору та інших. Для формування врожайності на рівні 7-10 т/га сухого зерна необхідне щорічне внесення цих елементів у кількості 1–3 кг/га.

Цинк є одним із найважливіших мікроелементів для кукурудзи. Рекомендована норма його внесення становить 1-2 кг/га під час сівби або безпосередньо після неї. У сівозмінах із високою часткою кукурудзи, з метою довготривалої профілактики дефіциту, норму доцільно підвищувати до 4-5 кг/га у діючій речовині.

Забезпечення рослин **магнієм** досягається внесенням відповідних добрив під час сівби, при цьому їх вибір визначається властивостями ґрунту.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На ґрунтах із низькою кислотністю доцільно застосовувати оксиди магнію, тоді як для кислих ґрунтів ефективними є кальцієво-магнієві матеріали, зокрема доломітове борошно. Сульфат магнію переважно використовують для позакореневого підживлення.

Внесення **марганцю** в ґрунт зазвичай є малоефективним через його обмежену доступність для рослин. Для запобігання дефіциту важливе дотримання раціональних прийомів обробітку ґрунту без надмірного заглиблення або поверхневості. У разі виявлення нестачі доцільним є позакореневе підживлення із застосуванням сульфатної, оксидної або хелатної форм марганцю.

Бор належить до критично важливих мікроелементів, дефіцит якого може спричинити значні втрати врожаю. Попередження таких явищ забезпечується своєчасним позакореневим внесенням відповідних препаратів.

Дефіцит **заліза** та **міді** у посівах кукурудзи спостерігається рідко, а нестача хлору практично не фіксується.

Застосування гербіцидів у посівах кукурудзи

Прийняття рішень щодо контролю бур'янів у посівах кукурудзи базується на аналізі їх видового складу та особливостей появи сходів у перед- і післяпосівний періоди. Видове різноманіття бур'янів визначається ґрунтово-кліматичними умовами вирощування культури і може суттєво відрізнятися. Як правило, на полях нараховується 10-15 видів бур'янів, що здатні істотно знижувати рівень врожайності.

Раціональним підходом є поєднання до- та післясходового внесення гербіцидів, що забезпечує ефективний контроль змішаних агрофітоценозів, у яких присутні як однодольні, так і дводольні бур'яни. Водночас ефективність ґрунтових гербіцидів може знижуватися під впливом несприятливих погодних умов.

Застосування ґрунтових препаратів після раннього висіву культури може бути малоефективним у разі затримки появи сходів, оскільки дія препарату може завершитися до їх появи. Крім того, результативність значною

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мірою залежить від правильності визначення норм внесення та вибору препарату з урахуванням таких чинників:

- тип ґрунту (наприклад, на глинистих ґрунтах частина діючої речовини може зв'язуватися і втрачати доступність для рослин);
- ступінь забур'яненості посівів;

видовий склад бур'янів, який визначає чутливість до гербіцидів.

На ефективність дії гербіцидів також впливають технологічні та організаційні фактори:

- якість проведення обприскування;
- надмірний тиск у системі обприскувача;
- технічний стан і тип форсунок;
- норма витрати робочого розчину;
- якість води, зокрема її рН, жорсткість, каламутність і температура;
- наявність рослинних решток, що перешкоджають контакту препарату з ґрунтом.

Недоліки підготовки ґрунту, зокрема наявність великих грудок і нерівностей поверхні поля, знижують рівномірність розподілу препарату.

Кліматичні умови також мають суттєвий вплив: приморозки або пізні заморозки можуть зменшувати ефективність гербіцидів і пригнічувати культуру, а інтенсивні опади спричиняють вимивання діючої речовини у глибші шари ґрунту, що знижує її результативність.

Найбільш поширеною причиною зниження ефективності ґрунтових гербіцидів є недостатнє зволоження верхнього шару ґрунту, що суттєво обмежує зв'язування та активність діючої речовини.

У разі обмеженості ресурсів для своєчасного і якісного обробітку всіх площ доцільно орієнтуватися на застосування гербіцидів у період вегетації. Водночас повна відмова від ґрунтових препаратів є недоцільною, оскільки за сприятливих умов вони забезпечують високу ефективність, у тому числі з економічної точки зору. За умови правильного та своєчасного внесення ґрунтових гербіцидів потреба у подальших обробках може бути відсутньою.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Страхові гербіциди доцільно застосовувати до фази 4 листків кукурудзи. Незважаючи на те, що окремі препарати допускають використання до фази 10 листків, оптимальним є раннє внесення. У фазі 4 листків відбувається закладання кількості рядів зерен у качані незалежно від групи стиглості (ФАО), що визначає потенційну продуктивність. Запізнення з обробкою може спричинити гербіцидний стрес і негативно вплинути на формування качана та рівень урожайності.

Формування генеративних органів кукурудзи припадає на фазу 4-6 листків: у фазі 4 листків визначається кількість рядів зерен (ширина качана), а у фазі 6 листків - його довжина. Проведення гербіцидних обробок у цей період є небажаним через ризик істотного зниження врожайності, тому внесення препаратів рекомендовано завершити до фази 3 листків.

У випадку несвоєчасного проведення обробки її доцільно перенести на фазу 7-8 листків, коли відбувається формування первинної кореневої системи. Хоча цей період також є важливим, він менш критичний порівняно з етапом закладання качана. Водночас у цій фазі не рекомендується застосовувати гербіциди з регуляторною дією, оскільки це може негативно вплинути на ріст і розвиток рослин.

Зокрема, берізка польова інтенсивно відростає у фазі 7-8 листків кукурудзи, що знижує ефективність обробок, проведених раніше (у фазі 4-6 листків). Для контролю цього бур'яну в зазначений період доцільно застосовувати препарати на основі флуроксипіру в нормі 0,6 л/га. Рекомендується використовувати препарати з високою концентрацією діючої речовини (близько 33%) без додавання інших гербіцидів з метою уникнення небажаних хімічних взаємодій.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СІВБИ КУКУРУДЗИ.

3.1. Обчислення показників запропонованого агрегату

Для формування раціонального та ефективного складу посівного агрегату приймаємо спочатку енергетичний засіб у вигляді колісного трактора МТЗ-82.

Встановлюємо робочу швидкість руху для даного енергетичного засобу: для такого трактора МТЗ-82 вона становить 10,0 км/год при роботі на V-передачі.

Отже, обчислюємо робочу швидкість запропонованого агрегату на сівбі кукурудзи використовуючи наступний вираз:

$$g_p = g_{mp} \cdot (1 - \theta),$$

де: g_{mp} - показник швидкості енергозасобу без урахування прослизання коліс, тобто пробуксовування, км/год.;

θ - чинник, що враховує прослизання коліс. Для колісного трактора він приймається 0,15.

Підставляємо відомі значення:

$$g_p = 10 \cdot (1 - 0,15) = 8,5 \text{ км/год.}$$

Враховуючи визначену швидкість обчислюємо продуктивність даного агрегату використовуючи при цьому таку формулу:

$$U_{год} = 0,1 \cdot B_p \cdot g_p \cdot \chi.$$

$$U_{год} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 8,5 \cdot 0,55 = 2,6 \text{ га/год.}$$

Тепер ми можемо встановити годинні витрати пального при використанні посівного агрегату:

$$M_{год} = \frac{m_p \cdot t_p + m_n \cdot t_n + m_z \cdot t_z}{\sum t},$$

де: m_p, m_n, m_z – чинники, що враховують питомі витрати пального при проведенні сівби, а це і повороти агрегату в кінці гону, і також вимушені зупинки, кг/год.;

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

t_p, t_n, t_3 - витрати часу при сівбі, враховуючи витрати часу на розвороти та необхідні зупинки, год.

$$\sum t = t_p + t_n + t_3.$$

$$t_p = 7 \cdot 0,85 = 5,95 \text{ год.}$$

$$t_n = 7 \cdot 0,12 = 0,84 \text{ год.}$$

$$t_3 = 7 \cdot 0,05 = 0,35 \text{ год.}$$

Тепер, знаючи встановлені складові, ми розраховуємо витрати пального:

$$M_{год} = \frac{13 \cdot 5,95 + 7 \cdot 0,84 + 1,2 \cdot 0,35}{7} = 11,95 \text{ кг/год.}$$

Далі ми можемо встановити витрати пального при висіві кукурудзи на 1 га поля, при цьому використовуємо наступну формулу:

$$M_{га} = \frac{M_{год}}{U_{год}},$$

$$M_{га} = \frac{11,95}{2,6} = 4,6 \text{ кг/га.}$$

Також визначаємо витрати людської праці при сівбі кукурудзи на загальній площі користуючись нижче вказаним виразом:

$$P_{люд.} = \frac{S \cdot \sum n}{U_{год}},$$

де: S – площа визначеного нами поля, га.

n - значення кількості обслуговуючого персоналу задіяного в процесі сівби.

Таким чином:

$$P_{люд.} = \frac{150 \cdot 1}{2,6} = 57,7 \text{ чол.·год./поле.}$$

Далі проводимо визначення витрат людської праці тільки на 1 га користуючись при цьому приведеною формулою, а саме:

$$P_{0люд} = \frac{Z_{мех} + Z_{дон}}{U_{год}},$$

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де: $z_{\text{мех}}$ – кількість операторів, що обслуговують вибраний нами агрегат на процес сівби кукурудзи;

$z_{\text{оп}}$ - кількісна потреба у допоміжних працівниках.

Отже:

$$P_{\text{опод.}} = \frac{1}{2,6} = 0,38 \text{ чол.} \cdot \text{год.} / \text{поле.}$$

Згідно наступної формули ми можемо встановити кількість робочих ходів по розрахованому нами полю:

$$z = \frac{J_{\text{р.х.}}}{J_{\text{р.х.}} + J_{\text{х.х.}}},$$

де: $J_{\text{р.х.}}$ – показник довжина кількості проходів вибраним агрегатом, м;

$J_{\text{х.х.}}$ – відстань, яка враховує холості проходи того ж агрегату, м.

Отже:

$$J_{\text{р.х.}} = \frac{1500000}{5,6} = 267857,1 \text{ м.}$$

Користуємося виразом для холостих проходів:

$$J_{\text{х.х.}} = \gamma_n \cdot n_n + \gamma_{\text{в}},$$

де: γ_n - чисельне значення довжини повороту машинно-тракторного агрегату, м; n_n – чинник, що чітко фіксує кількість поворотів нашого агрегату; $\gamma_{\text{в}}$ - довжина виїзду встановленого агрегату, м.

$$\gamma_n = R,$$

де: R – встановлений радіус агрегатом для виконання повороту, м. Він становить наступне:

$$\gamma_n = 10,2 \text{ м.}$$

$$h_g = \frac{L}{B_p},$$

Далі ми отримуємо таке:

$$h_g = \frac{1400}{5,6} = 250.$$

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином:

$$J_{x,x} = 10,2 \cdot 250 + 5 = 2555 \text{ м.}$$

$$z = \frac{267857,1}{267857,1 + 2555} = 0,99.$$

І нарешті, ми встановлюємо енергетичні витрати на 1 га поля враховуючи характеристики енергетичного засобу:

$$\varepsilon = \frac{N}{U_{\text{год}}},$$

де: N – чинник, що вказує на номінальну потужність трактора марки МТЗ-82, кВт.

Отже:

$$\varepsilon = \frac{58,9}{2,6} = 22,65 \text{ кВт} \cdot \text{год/га}$$

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Опис об'єкта розробки

Універсальна сівалка Веста 8 (УПС-8) призначена для високоточного висіву каліброваного, дражованого та некаліброваного насіння різних просапних культур. Вона забезпечує висів цукрових і кормових буряків, сої, кукурудзи, соняшнику, ріцини, сорго, кормових бобів, квасолі та інших культур зі схожими геометричними характеристиками насіння.

Висівний апарат має пневмомеханічний принцип дії та функціонує за рахунок розрідження, що створюється у вакуумній камері відцентровим вентилятором. Насіння надходить у забірну камеру, звідки транспортується до вакуумної зони, де фіксується на отворах висівного диска під дією вакууму. При переході в зону атмосферного тиску насіння відокремлюється від диска та спрямовується у борозну відповідно до заданої траєкторії.

Сівалка обладнана туковисівною системою, інтегрованою в її раму, що забезпечує одночасне внесення мінеральних добрив окремо від насіння під час виконання технологічного процесу висіву.

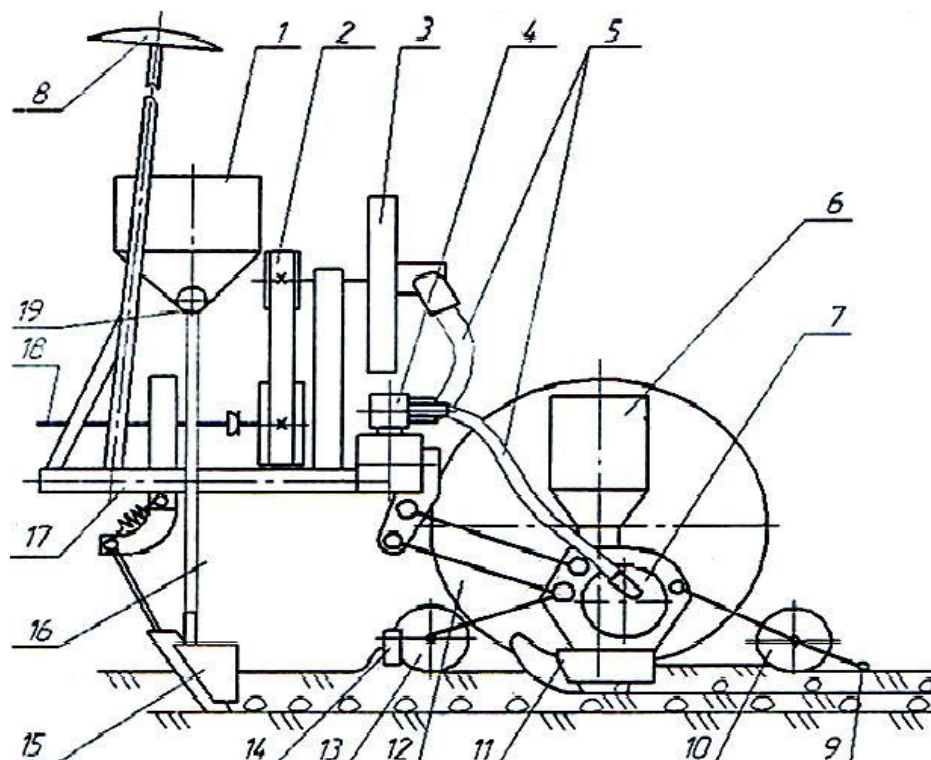


Рис. 4.1. Схема універсальної пневматичної сівалки марки УПС-8:

					БР 00.000 ПЗ		Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

1 – бункер для тримання туків; 2 – пасова передача; 3 – вентилятор відцентровий; 4 – ресивер; 5 – полімерні повітропроводи; 6 – бункер для завантаження насіння; 7 – висівний апарат пневмомеханічної дії; 8 – дисковий маркер; 9 – прутковий шлейф; 10 – задні прикочувальні котки V - подібної форми; 11 – сошник полозоподібної форми; 12 – два опорно-приводних колеса; 13 – передній опорний коток секції; 14 – грудковідкидач; 15 – сошник для внесення туків; 16 – полімерний тукопровід; 17 – брус рами; 18 – вал приводу від трактора; 19 – шнековий туковисівний апарат

4.2. Призначення основних вузлів сівалки

Рама сівалки виконує функції несучої конструкції та ресивера, на якій змонтовані всі основні робочі органи й допоміжні елементи, що забезпечують виконання технологічного процесу сівби. У центральній частині рами, зі зміщенням на 225 мм вліво, встановлено напівавтоматичне зчеплення.

Напівавтоматичне зчеплення призначене для агрегування сівалки з трактором, у результаті чого формується єдиний посівний агрегат.

Опорно-приводні колеса в процесі роботи передають крутний момент через блоки зірочок (КЗП) та ланцюгову передачу на вали висівних дисків і туковисівних апаратів. Оскільки сівалка УПС-8 є начіпною, у транспортному положенні її маса повністю сприймається ходовою системою трактора.

Механізм передач (КЗП) забезпечує регулювання частоти обертання висівних дисків шляхом зміни передаточного відношення, що здійснюється перестановкою ланцюга на відповідні зірочки.

Посівні секції обладнані паралелограмною підвіскою, яка забезпечує стабільність глибини висіву, формування рівномірного посівного ложа, надійне загортання насіння та вирівнювання поверхні ґрунту.

Висівний апарат пневмомеханічного типу призначений для здійснення пунктирного висіву насіння просапних культур із заданою нормою.

Вентилятор відцентрового типу створює необхідне розрідження в пневматичній системі сівалки в межах 2500-5500 Па. Його привід

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

здійснюється від валу відбору потужності трактора з частотою обертання 540 об/хв, передача крутного моменту реалізується через карданний вал.

Туковисівний апарат забезпечує рівномірний розподіл мінеральних добрив по обидві сторони бункера за допомогою шнеків із лівою та правою наливками.

Туковисівний сошник формує борозну для локального внесення добрив у ґрунт.

Маркери призначені для позначення незасіяної смуги поля з метою забезпечення точного дотримання міжрядь. Переведення маркерів у робоче та транспортне положення здійснюється за допомогою гідроциліндра, керування яким виконується з кабіни трактора.

4.3. Технологічні розрахунки

4.3.1. Визначення об'єму насіннєвого бункера.

Висівні апарати сівалки УПС-8 забезпечують можливість висіву насіння різних просапних сільськогосподарських культур. Відповідно до поставленого завдання розрахунок місткості бункера здійснюється для насіння кукурудзи, при цьому маса 1000 насінин приймається рівною 230 г.

Об'єм бункера визначають з урахуванням двох основних умов: забезпечення достатньої тривалості безперервної роботи сівалки між заправками та досягнення раціональної технологічної маси агрегату. Це пояснюється тим, що зі збільшенням місткості бункера зростає матеріалоемність конструкції сівалки, що може негативно впливати на її експлуатаційні характеристики.

Користуючись формулою 4.1 ми встановлюємо об'єм бункера для даної сівалки:

$$V_{\text{б}} = \frac{(1,1 \dots 1,5) L \cdot B \cdot U}{10^4 \cdot \theta_c}, \quad (4.1)$$

де: U – вибрана нами норма висіву кукурудзи, кг/га. Для сучасних гібридів кукурудзи за оптимальних умов вирощування найчастіше застосовують норму 65-75 тис. насінин/га ($\approx 18-22$ кг/га);

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

B - значення робочої ширини захвату даної сівалки, тобто $B = 5,6$ м;
 θ_c - чинник об'ємної ваги для насіння гібридної кукурудзи. У середньому для кондиційного насіння кукурудзи вона становить: 700-780 кг/м³ (або 0,70-0,78 т/м³);

L - довжина гону, вона складає 1400 м.

Отже, підставляємо значення відомих параметрів та встановлюємо об'єм насіннєвого бункера:

$$V_{\theta} = \frac{1,2 \cdot 1400 \cdot 5,6 \cdot 20000}{10^4 \cdot 780} = 24,1 \text{ дм}^3.$$

Згідно конструктивних міркувань об'єм бункера приймаємо 24 дм³. А загальний для всієї сівалки відповідно буде:

$$24 \cdot 8 = 192 \text{ дм}^3.$$

4.3.2. Визначення об'єму бункерів для мінеральних добрив (туків).

Розрахунок об'єму бункерів для мінеральних добрив (туків) сівалки УПС-8 доцільно виконувати з урахуванням норми їх внесення, робочої ширини захвату вибраного нами агрегату та відповідно довжини гону.

Отже, приймаємо вихідні дані:

q - норма внесення добрив, кг/га, тобто приймаємо значення 170 кг/га;

γ - об'ємна маса добрив, тобто $\gamma = 1000$ кг/м³;

L - довжина гону, тобто $L = 1400$ м.

Отже, встановлюємо площу, що обробляється за один прохід нашим агрегатом:

$$F = B \cdot L, \quad (4.2)$$

$$F = 5,6 \cdot 1400 = 7840 \text{ м}^2 = 0,78 \text{ га}$$

Тепер проводимо визначення маси добрив для цієї площі за такою формулою:

$$G = q \cdot F, \quad (4.3)$$

$$G = 170 \cdot 0,78 = 132,6 \text{ кг}$$

Обчислюємо необхідний об'єм мінеральних добрив за формулою 4.4:

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V = \frac{G}{\gamma}, \quad (4.4)$$

$$V = \frac{132,6}{1000} = 0,133 \text{ м}^3$$

І нарешті, ми встановлюємо об'єм одного бункера (на одну секцію):

$$V = \frac{V_1}{n}, \quad (4.5)$$

$$V_1 = \frac{0,133}{8} = 0,017 \text{ м}^3$$

Таким чином, об'єм одного бункера для висіву мінеральних добрив (туків), враховуючи довжину гону 1400 м та норму внесення 170 кг/га, становить 0,017м³. Фактична конструктивна місткість бункера складає 24 дм³, що свідчить про певний запас, який гарантує якісну роботу даної просапної сівалки протягом кількох проходів без зайвої додаткової заправки.

4.3.3. Розрахунок параметрів висівного апарата

Суттєвим фактором, що визначає якість висіву, є величина розрідження у вакуумній камері, створюваного відцентровим вентилятором. Для забезпечення стабільного процесу сівби необхідно враховувати аеродинамічні характеристики насіннєвого матеріалу, відстань захоплення насінини, її початкову швидкість відносно швидкості обертання присмоктувальних отворів висівного диска, коефіцієнт внутрішнього тертя насінини об металеву поверхню диска, а також її питому масу.

Сила F_n визначається величиною розрідження. Формування повітряного потоку забезпечується вентилятором, при цьому рівень розрідження у вакуумній камері залежить від геометричних характеристик насіння культури, що висівається, і, як правило, знаходиться в межах 2500-6000 Па.

Тому користуючись виразом 4.6 обчислимо величину розрідження для випадку, коли насінина знаходиться на деякій відстані від присмоктувального отвору висівного диска:

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta H = \frac{\left[1 + 0,8 \cdot \left(\frac{d_c}{2 \cdot d_o} \right)^{-1,4} \right] \cdot \theta_{II} \cdot g_{кр.}^2 \cdot (T - \sin \alpha) \cdot \sqrt{d_c^2 - d_o^2}}{1,15 \cdot \left(\frac{2 \cdot d_c}{d_o} \right)^{-2,8} \cdot \chi^2 \cdot q \cdot d_o}, \quad (4.6)$$

де: де: $d_c = (0,6 \pm 0,7) \cdot b_c$ - діаметр насінини, в даному випадку кукурудзи, що висівається апаратом пневмомеханічної дії, м;

b_c - значення товщини насінини вибраної нами культури, м.

Так, для кукурудзи - це $b_c = 0,0018 \pm 0,0040$ м, тобто ми приймаємо середній розмір $b_c = 0,003$ м.

Таким чином, $d_c = 0,7 \cdot 0,003 = 0,0021$ м.

d_o - діаметр комірки на висівному диску, м. Згідно конструктивних міркувань - $d_c = 0,0022$ м;

θ_{II} - чинник, що враховує питому вагу розрідженого повітря, Н/м³;

$T = \frac{\omega_{\max}^2 \cdot r}{g}$ - чинник, що враховує кінематичний режим;

r - радіус кола виготовлених комірок в конструкції висівного диску, м, тобто $r = 0,095$ м;

$\omega_{\max} = \frac{\pi \cdot n_{o \max}}{30}$ - максимальний кутова швидкість виготовленого диску, рад/с;

$n_{o \max}$ - відповідно, максимальне значення частоти обертання самого диску, об/хв.;

Отже:

$$\omega_{\max} = \frac{3,14 \cdot 85}{30} = 8,9 \text{ рад/с}$$

Далі, встановимо показник кінематичного режиму:

$$T = \frac{8,9^2 \cdot 0,095}{9,81} = 0,77$$

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

χ – чинник, що враховує втрати повітря. Він складає $\chi = 0,5$.

Далі ми приводимо схему впливу сил на насінину, як показано на рисунку 4.2.

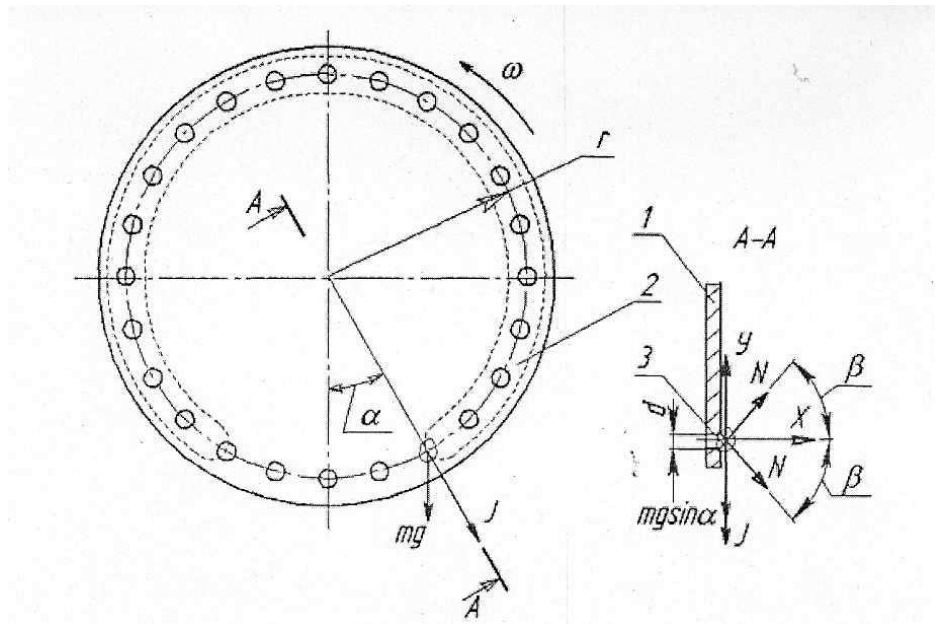


Рис. 4.2. Розрахункова схема, що активно впливають на насінину в момент її присмоктування до комірки встановленого диска:

1 - висівний диск у апаратів пневмомеханічної дії;

2 - вакуумна камера; 3 – висівний матеріал.

Таким чином, підставляємо до виразу 4.6 відомі показники та отримуємо величину розрідження в вакуумній камері:

$$\Delta H = \frac{\left[1 + 0,8 \cdot \left(\frac{d_c}{2 \cdot d_o} \right)^{-1,4} \right] \cdot \theta_{II} \cdot g_{кр.}^2 \cdot (T - \sin \alpha) \cdot \sqrt{d_c^2 - d_o^2}}{1,15 \cdot \left(\frac{2 \cdot d_c}{d_o} \right)^{-2,8} \cdot \chi^2 \cdot q \cdot d_o} =$$

$$\frac{\left[1 + 0,8 \cdot \left(\frac{0,0021}{2 \cdot 0,0022} \right)^{-1,4} \right] \cdot 11,45 \cdot 14^2 \cdot (0,7 - \sin 30^\circ) \cdot \sqrt{0,0021^2 - 0,0022^2}}{1,15 \cdot \left(\frac{2 \cdot 0,0021}{0,0022} \right)^{-2,8} \cdot 0,5^2 \cdot 9,81 \cdot 0,0022} \approx$$

$$\approx 4000 \text{ Па}$$

4.4. Кінематичні розрахунки

4.4.1. Кінематичний розрахунок механізму привода висівного апарата запропонованої нами сівалки УПС-8

При виконанні кінематичного аналізу обчислюємо параметри висівного апарата, тобто частоту обертання вдосконаленого висівного диску:

$$n_{oj} = \frac{6 \cdot 10^4 \cdot g_{oj}}{\pi \cdot d_o} = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot g_c}{a_{oj} \cdot U_o} \quad (4.7)$$

де: n_{oj} - частоті обертання висівного диску за встановленої j -ої норми вибраної культури (кукурудзи), об/хв.;

g_{oj} - колова швидкість диску в центрах виготовлених отворів при j -ій нормі сівби, м/с;

d_o - діаметр між центрами виготовлених отворів, мм, тобто конструктивно $d_o = 180$ мм;

g_c - робоча швидкість вибраної нами просапної сівалки УПС-8, м/с,
 $g_c = 8,5$ км/год.;

U_o - кількісний показник отворів на модернізованому диску, шт.;

$a_{oj} = \frac{10^2}{q_{pj}}$ - певна відстань між кукурузинами в сформованому ложе рядка, см.

де: q_{pj} - це запропонована норма сівби кукурудзи, шт./п.м.

Таким чином, проводимо наступні розрахунки:

- по-перше, мінімальна відстань в рядку встановлюємо користуючись формулою 4.8:

$$a_{o \min} = \frac{10^2}{q_{pj}} = \frac{10^2}{13} = 7,6 \text{ см} \quad (4.8)$$

- по-друге, максимальна відстань в рядку буде дорівнювати наступне:

$$a_{o \max} = \frac{10^2}{q_{pj}} = \frac{10^2}{7} = 14,2 \text{ см} \quad (4.9)$$

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепер ми можемо встановити відповідно мінімальну та максимальну частоту обертання висівного диску в апаратів пневмомеханічної дії:

$$n_{\text{дmin}} = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot g_c}{a_{\text{oj}} \cdot T_{\text{д}}} = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot 2,36}{14,2 \cdot 60} = 16,6 \text{ об/хв.} \quad (4.10)$$

$$n_{\text{дmax}} = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot g_c}{a_{\text{oj}} \cdot T_{\text{д}}} = \frac{6 \cdot 10^3 \cdot 2,36}{7,6 \cdot 60} = 31,1 \text{ об/хв.} \quad (4.11)$$

Користуючись формулою 4.12 встановлюємо частоту обертання ходового колеса просапної сівалки:

$$n_{\text{х.к.}} = \frac{60 \cdot (1 - \mu) \cdot g_c}{\pi \cdot D_{\text{к}}} \quad (4.12)$$

де: μ – чинник, що враховує процес прослизання ходового колеса сівалки, його межі наступні $\mu = 0,04 \dots 0,3$, ми приймаємо середній показник 0,09;

$D_{\text{к}}$ - відповідно зовнішній діаметр опорно-приводного колеса модернізованої сівалки УПС-8, тобто він є $D_{\text{к}} = 0,72 \text{ м.}$

Таким чином:

$$n_{\text{х.к.}} = \frac{60 \cdot (1 - \mu) \cdot g_c}{\pi \cdot D_{\text{к}}} = \frac{60 \cdot (1 - 0,09) \cdot 2,36}{3,14 \cdot 0,72} = 56,9 \text{ об/хв.}$$

Далі, користуючись виразом 4.13 ми встановлюємо колову швидкість висівного диску, а саме:

$$g_{\text{д}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{д}} \cdot n_{\text{д}}}{6 \cdot 10^4} \quad (4.13)$$

Таким чином мінімальна і максимальна кругова швидкість будуть становити таке:

$$g_{\text{дmin}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{д}} \cdot n_{\text{дmin}}}{6 \cdot 10^4} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 16,6}{6 \cdot 10^4} = 0,16 \text{ м/с} \quad (4.14)$$

$$g_{\text{дmax}} = \frac{\pi \cdot d_{\text{д}} \cdot n_{\text{дmax}}}{6 \cdot 10^4} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 31,1}{6 \cdot 10^4} = 0,29 \text{ м/с} \quad (4.15)$$

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепер обчислимо показник загального передаточного відношення використовуючи такий вираз:

$$\lambda_{заг.j} = \frac{n_{dj}}{n_{х.к.}} \quad (4.16)$$

де: $\lambda_{заг.j}$ - загальний чинник відношення механізму привода при певному j -му значенні частоти обертання встановленого диску.

Згідно виразу обчислюємо мінімальний та максимальний показники для передаточних співвідношень:

$$\lambda_{заг.min} = \frac{n_{\partial min}}{n_{х.к.}} = \frac{16,6}{56,9} = 0,29 \quad (4.17)$$

$$\lambda_{заг.max} = \frac{n_{\partial max}}{n_{х.к.}} = \frac{31,1}{56,9} = 0,55 \quad (4.18)$$

Користуючись формулою 4.19 встановлюємо загальне передаточне відношення у механізмі привода:

$$\lambda_{заг.} = \frac{z_1 \cdot z_3 \cdot z_5 \cdot z_7}{z_2 \cdot z_4 \cdot z_6 \cdot z_8} \quad (4.19)$$

де: $\lambda'_{заг.}$ - загальний передаточний показник при певному підборі зірочок у конструкції механізму привода.

де: $z_1 \cdot z_3 \cdot z_5 \cdot z_7$ - значення зубців на ведучих зірочках в конструкції привода, шт.;

$z_2 \cdot z_4 \cdot z_6 \cdot z_8$ - значення зубців на ведених зірочках в конструкції привода, шт.

Користуючись вищевказаною формулою ми встановлюємо мінімальні та максимальні передаточні числа:

$$\lambda'_{заг.min.} = \frac{21 \cdot 21 \cdot 13 \cdot 13}{21 \cdot 19 \cdot 23 \cdot 26} = 0,32 \quad (4.20)$$

$$\lambda'_{заг.max.} = \frac{21 \cdot 12 \cdot 23 \cdot 13}{21 \cdot 19 \cdot 23 \cdot 13} = 0,62 \quad (4.21)$$

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепер враховуючи кореговані значення встановлюємо частоту обертання висівного диску $n'_{\partial,j}$ і відповідно, кругову швидкість $g'_{\partial j}$:

$$n'_{\partial,j} = n_{x.k.} \cdot \lambda'_{заг.j} \quad (4.22)$$

$$g'_{\partial j} = \frac{\pi \cdot d_{\partial} \cdot n'_{\partial j}}{6 \cdot 10^4} \quad (4.23)$$

Далі:

$$n'_{\partial.min} = n_{x.k.} \cdot \lambda'_{заг.min} = 56,9 \cdot 0,32 = 18,2 \text{ об/хв.}$$

$$n'_{\partial.max} = n_{x.k.} \cdot \lambda'_{заг.max} = 56,9 \cdot 0,62 = 35,3 \text{ об/хв.}$$

Отже, корегуємо мінімальну та максимальну кругові швидкості встановленого диску:

$$g'_{\partial min} = \frac{\pi \cdot d_{\partial} \cdot n_{\partial min}}{6 \cdot 10^4} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 18,2}{6 \cdot 10^4} = 0,17 \text{ м/с,}$$

$$g'_{\partial max} = \frac{\pi \cdot d_{\partial} \cdot n_{\partial max}}{6 \cdot 10^4} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 35,3}{6 \cdot 10^4} = 0,33 \text{ м/с.}$$

Корегуємо норми висіву для q'_{pj} при нових значеннях частот:

$$q'_{pj} = \frac{K_{\partial} \cdot n'_{\partial j}}{60 \cdot g_c}$$

Підставляємо відомі значення:

$$q'_{p min} = \frac{T_{\partial} \cdot n'_{\partial min}}{60 \cdot g_c} = \frac{60 \cdot 18,2}{60 \cdot 2,36} = 7,7 \text{ шт./пог. м.} \quad (4.24)$$

$$q'_{p max} = \frac{T_{\partial} \cdot n'_{\partial max}}{60 \cdot g_c} = \frac{60 \cdot 35,3}{60 \cdot 2,36} = 14,9 \text{ шт./пог. м.} \quad (4.25)$$

Тепер корегуємо відстані між сусідніми насінинами в сформованому ложі рядка a'_{oj} при певних значеннях q'_{pj} :

$$a'_{o min} = \frac{10^2}{q'_{pj}} = \frac{10^2}{14,9} = 6,7$$

$$a'_{o max} = \frac{10^2}{q'_{max}} = \frac{10^2}{7,7} = 12,9$$

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновок наступний, визначені передаточні відношення забезпечують якісну і стабільну роботу механізму привода та сівалки в цілому при мінімальній та максимальній нормах сівби.

Отже, при $q'_{p\min} = 7,7$ шт./пог. м., то тоді $\lambda'_{заг\min.} = 0,32$.

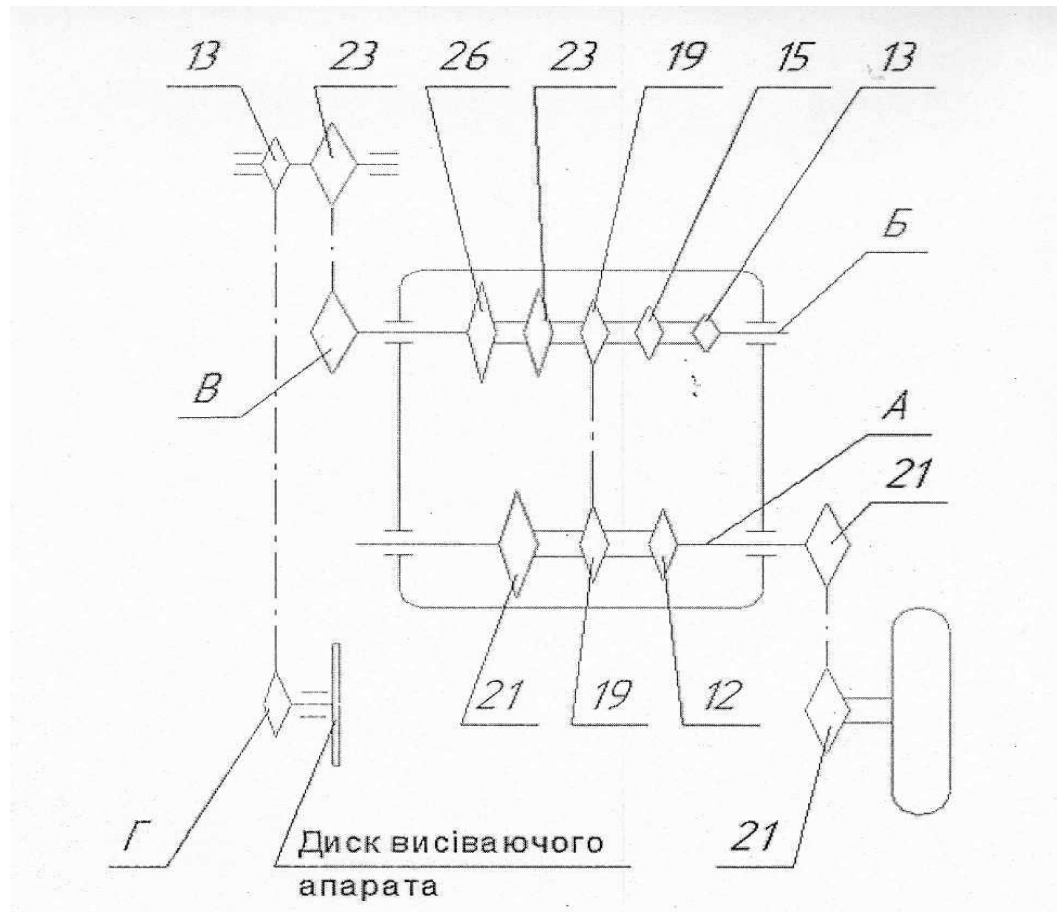


Рис. 4.3. Кінематична схема запропонованої конструкції механізму передач.

Враховуючи дану схему проводимо обчислення частот:

$$n_1 = n_{x.k.} = 56,9 \text{ об/хв.}$$

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot z_1}{z_2} = \frac{56,9 \cdot 21}{21} = 56,9 \text{ об/хв.}$$

$$n_3 = \frac{n_2 \cdot z_3}{z_4} = \frac{56,9 \cdot 21}{19} = 62,8 \text{ об/хв.}$$

$$n_4 = \frac{n_3 \cdot z_5}{z_6} = \frac{62,8 \cdot 13}{23} = 35,5 \text{ об/хв.}$$

$$n_5 = \frac{n_4 \cdot z_7}{z_8} = \frac{35,5 \cdot 13}{26} = 17,8 \text{ об/хв.}$$

А відповідно, при $q'_{p \max} = 14,9 \text{ шт./пог. м.}$, то тоді $\lambda'_{заг. \max} = 0,62$.

Робимо розрахунки обертів при максимальних показниках:

$$n_1 = n_{x.k.} = 56,9 \text{ об/хв.}$$

$$n_2 = \frac{n_1 \cdot z_1}{z_2} = \frac{56,9 \cdot 21}{21} = 56,9 \text{ об/хв.}$$

$$n_3 = \frac{n_2 \cdot z_3}{z_4} = \frac{56,9 \cdot 12}{19} = 35,9 \text{ об/хв.}$$

$$n_4 = \frac{n_3 \cdot z_5}{z_6} = \frac{35,9 \cdot 23}{23} = 35,9 \text{ об/хв.}$$

$$n_5 = \frac{n_4 \cdot z_7}{z_8} = \frac{35,9 \cdot 13}{13} = 35,9 \text{ об/хв.}$$

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1.1. Загальна надана характеристика і аналіз небезпечних та шкідливих факторів в роботі вдосконаленої машини УПС-8.

У процесі виконання технологічних операцій сівби просапних культур зазначеним посівним агрегатом на обслуговуючий персонал діє сукупність фізичних та інших виробничих чинників, зокрема:

- наявність елементів конструкції, а також деталей і механізмів, що здійснюють різні види руху, у тому числі обертального (вали висівних апаратів, зубчасті передачі приводу, ланцюги, опорно-приводні колеса);
- підвищена запиленість та наявність шкідливих газоподібних домішок у повітрі робочої зони;
- зростання температури повітря в зоні обслуговування, а також нагрівання поверхонь посівного агрегату;
- підвищені рівні шуму та вібрації, що генеруються обертальними робочими органами сівалки і двигуном енергетичного засобу (трактора);
- наявність незахищених рухомих елементів агрегату, які створюють ризик травмування обслуговуючого персоналу.

Підвищений рівень шуму може призводити до ушкодження барабанних перетинок, аж до їх розриву, а також негативно впливати на стан нервової системи та психоемоційний стан працівника.

Тривалий вплив вібрацій із значною амплітудою коливань спричиняє порушення функціонування нервової та серцево-судинної систем. Сукупна дія зазначених факторів знижує захисні функції організму та може викликати головний біль, безсоння, підвищену втому та інші негативні наслідки.

5.1.2. Запропоновані заходи по створенню відповідних нормальних і нешкідливих умов праці обслуговуючого персоналу.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Шкідливі речовини можуть забруднювати повітря робочої зони під час виконання сільськогосподарських операцій. Зокрема, механізатор піддається впливу пилу, відпрацьованих газів двигуна трактора, парів і аерозолів отрутохімікатів. Ці домішки перебувають у повітрі та осідають на робочих органах машин, одязі працівника та інших поверхнях.

Відповідно до чинних нормативів, основні заходи щодо зниження впливу зазначених шкідливих чинників передбачають:

- застосування сучасних технічних засобів і пристроїв для зменшення запиленості робочої зони;
- обов'язкову організацію та регулярне проведення періодичних медичних оглядів персоналу;
- використання індивідуальних засобів захисту.

Рівні вібрації та шуму повинні відповідати встановленим санітарно-гігієнічним вимогам. Вплив цих факторів необхідно контролювати шляхом зниження шумових навантажень, застосування демпфувальних елементів для гасіння коливань, балансування обертових вузлів (приводного вала вентилятора, валів висівних і туковисівних апаратів тощо), а також проведення планових технічних оглядів і профілактичних ремонтів відповідно до встановлених графіків.

Сучасні кабіни тракторів повинні бути оснащені системами регулювання параметрів мікроклімату та очищення повітря за допомогою фільтрів. Під час роботи в південних регіонах у літній період, коли повітря характеризується високою температурою та низькою вологістю, для підтримання допустимих умов застосовують повітроохолоджувачі з випарювальними елементами, тобто система клімат-контролю.

Захист оператора від проникнення пилу в кабінку забезпечується використанням вентиляційних систем, обладнаних пиловідокремлювачами.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. ВИСНОВКИ

У бакалаврській роботі запропоновано удосконалення механізації вирощування просапної культури - кукурудзи. Проведено аналіз існуючої технології її вирощування та обґрунтовано пропозиції щодо підвищення ефективності технологічного процесу і вдосконалення конструкції посівної техніки.

Удосконалення технології сівби передбачає застосування модернізованого посівного агрегату, що забезпечило підвищення продуктивності та покращення якості сходів завдяки більш точному виконанню операції висіву. У технологічній частині розроблено технологічну та операційно-технологічну карти, які регламентують послідовність виконання робіт і склад машинно-тракторних агрегатів для вирощування кукурудзи.

В інженерній частині виконано технологічні та кінематичні розрахунки. Запропоновано модернізацію висівного апарату пневмомеханічної дії. Встановлено, що стабільність розрідження у вакуумній зоні є визначальним фактором якості висіву, тому зменшення втрат розрідження досягнуто шляхом зменшення товщини висівного диска на 0,4 мм. Додатково забезпечено більш щільне притискання диска до поліамідної прокладки, що запобігає забиванню комірок насінням.

У розділі «Охорона праці» розроблено заходи, спрямовані на забезпечення безпечних і нормативних умов праці обслуговуючого персоналу.

Запропоновані зміни в технології сівби та конструкції висівного апарату підтверджують доцільність впроваджених удосконалень.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 1. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2001. – 384 с.
2. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини (практичні заняття): навч. посібник. / Сисолін П.В., Сало В.М., Свірень М.О. – Кіровоград: Рай. друкарня, 2002. – 131 с.
3. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей / Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с.
4. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
5. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 2. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2002. – 359 с.
6. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; За ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
7. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин: У 2 т. – Т. 1 (частина 1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків: ОКО, 2001. – 443 с.
8. Хайліс Г.А. Основи теорії та розрахунку сільськогосподарських машин. - К.: Вид-во УСХА, 1992. - 235 с.

					БР 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

