

Центральноукраїнський національний технічний університет

ЦЗДО

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ ____ ” _____ 2024 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти
на тему:**

«Механізація вирощування озимої пшениці з модернізацією
зернотукової сівалки»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи АІ-23МЗ

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Дещук Артем Анатолійович

« ____ » _____ 2024 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____Руслан КІСІЛЬОВ

« ____ » _____ 2024 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

_____Володимир ДУДІН

« ____ » _____ 2024 р.

м. Кропивницький

Перф. примен.	№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание			
			1							
			2		Загальна документація					
			3							
			4		Знову розроблена					
Справ. №	5									
	6	A4	MP 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	1					
	7									
	8		Документація по							
	9		технологічній частині							
	10									
	11		Знову розроблена							
	12									
	13	A1	СЗ 00. 002 ТЧ	Операційна карта	1					
	14									
Підп. и дата	15			Документація по						
	16			науковій частині						
	17									
	18			Знову розроблена						
Інв. № дубл.	19									
	20	A1	MP 00.001 НЧ	Мета і завдання	1					
	21			досліджень						
Взам. інв. №	22									
	23									
	24									
Підп. и дата										
	MP 00.000 ВП									
Інв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Відомість проекту		Лит.	Лист	Листов
	Разроб.	Дещук							1	2
	Проб.	Кісільов								
	Н.контр.	Мачок								
	Утв.	Василько-Вський								
								ЦНТУ, гр. АІ-23МЗ		
								Формат А4		

Копіював

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
1						
2	A1	MP 00.000 TC	Зернотукова сівалка СЗ-3,6А	1		
3						
4	A1	MP 00.100 СБ	Висівний апарат	1		
5						
6						
7			<u>Документація по</u>			
8			<u>деталях</u>			
9						
10			Знову розроблена			
11						
12	A3	MP 00. 301	Шестерня	1		
13						
14	A3	MP 00. 401	Клапан	1		
15						
16	A3	MP 00. 402	Боковина	1		
17						
18	A3	MP 00. 601	Катушка	1		
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подп. и дата	MP 00.000 ВП	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
						Лист
						2

Копировал

Формат А4

1. Вступ
2. Технологічна частина
3. Наукова частина
4. Охорона праці
5. Обґрунтування ефективності вдосконалень
6. Висновки

Список використаної літератури

Додатки

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

1. Вступ.

Обробіток ґрунту та операцію сівби сільськогосподарських культур в Україні повністю механізовані. Однак, перелік техніки, що використовується в різних ґрунтово-кліматичних зонах, не завжди відповідає сучасним вимогам до якості основного та поверхневого обробітку ґрунту, а також сівби ключових сільськогосподарських культур. Це стосується таких показників, як продуктивність, надійність, енергоефективність процесів. Вони створюють необхідність постійного вдосконалення конструкцій техніки. Сучасні машини для зональних технологій повинні бути конкурентоспроможними, відзначатися значно меншою металоємністю та мати естетично привабливий дизайн.

Сучасні сівалки повинні бути оснащені передовими системами приводу та керування, а також засобами контролю і сигналізації, що сповіщають про будь-які порушення в процесі виконання технологічних операцій. Різноманітність кліматичних зон і ґрунтів, де вирощують зернові та зернобобові культури, зумовлює необхідність випуску широкого асортименту зернових сівалок. Водночас ці культури мають спільні риси, такі як схожі норми висіву, розміри насіння, технології обробітку полів, а також техніко-економічні аспекти їх вирощування.

Для посіву культур у посушливих умовах або на ґрунтах, схильних до вітрової ерозії, широко використовуються пресові та стерньові сівалки. На підготовлених полях пресові сівалки зазвичай оснащуються дисковими сошниками різних конструкцій. Для сівби на полях із залишеною стернею використовують сошники з наральниками різних форм і розмірів або культиваторні лапи. Крім того, для роботи на стерньових фонах можуть застосовуватися сівалки-луцильники.

Останніми роками в Україні на великих площах дедалі частіше використовують широкозахватні сівалки новітнього покоління. Вони оснащені

					МР 00.000 ПЗ			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Дещук				Вступ	Літ.	Аркуш	Аркушів
Перевір.	Кісільов							
Реценз.						ЦНТУ, гр. АІ-23МЗ		
Н. Контр.	Мачок							
Затвер.	Васильковський							

високоякісними висівними системами з пневмотранспортуванням і пневморозподілом насіння до сошників, що забезпечує високу точність і ефективність роботи.

Протягом останніх десятиліть концепція розробки зернових сівалок нового покоління спрямована на їх максимальне пристосування до умов, що постійно змінюються за ймовірнісними законами активних робочих середовищ. Це створює необхідність у розробці нових моделей та вдосконаленні існуючих сівалок, відповідно до вимог сучасних технологій сівби зернових культур. Основний акцент робиться на забезпеченні високої продуктивності та надійності робочих органів, зниженні матеріалоемності та енергоємності конструкцій. Такі сівалки проектуються як автоматизовані системи з використанням комп'ютерних технологій, що підвищує їх ефективність та адаптивність.

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Технологічна частина.

Технологія вирощування зернових культур

Питання розробки раціональної технології вирощування озимих культур стає особливо актуальним напередодні осінньої посівної кампанії. Відомо, що сортові та насіннєві якості, а також врожайний потенціал зерна значною мірою залежать від дотримання агротехнічних вимог на насінницьких ділянках. Для вирощування здорових і якісно розвинених материнських рослин, на яких утворюється насіння, необхідно чітко дотримуватись встановлених агротехнічних заходів.

Ці заходи включають правильний вибір попередника, обробіток ґрунту відповідно до попередника з урахуванням погодних умов, застосування збалансованої системи живлення, а також ретельну організацію догляду за посівами зернових. Важливим аспектом є своєчасне виконання всіх технологічних операцій із використанням оптимального комплексу машин та знарядь. Нижче наведемо характеристику основних етапів і операцій вирощування озимої пшениці, акцентуючи увагу на ключових моментах технології.

Лущення

Лущення стерні є важливим агротехнічним прийомом. Несвоєчасне його проведення може призвести до значних втрат вологи та ускладнити подальший обробіток ґрунту. Перед збиранням урожаю різні культури створюють захисний шар, який запобігає перегріванню ґрунту. Однак пожнивні рештки, навіть якісно подрібнені й рівномірно розподілені по площі, зазвичай не забезпечують формування повноцінного захисного шару.

У період вегетації в ґрунті утворюється мережа капілярів, через які волога піднімається з глибших шарів до поверхні, де активно випаровується. Крім того, коренева система рослин також сприяє транспортуванню вологи у верхні шари. Навіть після зрізання рослин їхня коренева система та залишки стерні, пронизані капілярами, продовжують піднімати значну кількість води.

Технологічно лущення виконується на глибину до 18 см за допомогою лемішних або дискових луцильників. Вибір конкретного знаряддя залежить від

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

типу ґрунту та його фізико-механічних властивостей. Також враховуються рівень вологості ґрунту та ступінь забруднення пожнивними рештками.

Оранка

Оранка є важливою операцією при застосуванні чорного пару, особливо якщо по всій площі поля вносяться органічні добрива в рекомендованих нормах. Виконання цієї операції передбачено не пізніше ніж за 25 днів до сівби озимих культур і не пізніше 10-12 днів після проведення лушення.

Зазвичай глибина висіву озимої пшениці становить 2-3 см. У зв'язку з цим використання оранки для підготовки ґрунту під посів нині не є економічно ефективним рішенням. Альтернативним і доцільним варіантом є проведення лушення або дискування на глибину до 10 см. Такий підхід стимулює проростання падалиці, а також сприяє збереженню ґрунтової вологи.

Дослідження, проведені в Одеському Інституті агропромислового виробництва України, показали, що застосування полицевого та безполцевого обробітків ґрунту на глибину 25-30 см не дає суттєвих переваг порівняно з мілким основним обробітком під час підготовки пару. Урожайність озимої пшениці залишається приблизно однаковою незалежно від того, використовувався мілкий чи глибокий обробіток.

Водночас експериментальні дані вказують на перевагу безполцевого плоскорізного обробітку, який сприяв формуванню вищого врожаю озимої пшениці у порівнянні з полицевою оранкою. Зважаючи на неоднозначність висновків різних науковців, виникає потреба продовжувати дослідження в цьому напрямі, зокрема щодо ефективності різних способів і систем основного обробітку ґрунту.

Передпосівний обробіток ґрунту

Така операція впливає на глибину загортання насіння, забезпечує появу рівномірних і дружніх сходів, а також сприяє подальшому розвитку рослин, що є необхідним для отримання високої продуктивності. Після проходження обраного агрегату поверхня ґрунту повинна бути добре вирівняною. Висота гребенів, які

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

формується під дією робочих органів (культиваторні лапи, зубові борони тощо), має відповідати агротехнічним вимогам і не перевищувати 2-3 см.

Операції передпосівного обробітку ґрунту та сівби зазвичай поєднуються в один цикл технологічного процесу. Розрив у часі між ними бажано обмежувати до 0,5-2 годин. Якщо цей проміжок збільшується, верхні шари ґрунту починають втрачати вологу, що може негативно позначитися на сходах насіння, розміщеного у сформованому ложі. Для якісного виконання поверхневого обробітку ґрунту рух агрегату здійснюють під певним кутом до напрямку сівби. Робочі органи налаштовують на глибину, що перевищує глибину проходження сошників сівалок на 2-3 см. При цьому відхилення від заданої глибини не повинно перевищувати 0,5 см.

На сьогодні широко використовуються ґрунтообробні агрегати вітчизняного виробництва, такі як РВК-3,6, РВК-5,4, РВК-7,2 та інші. Окрім того, ринок України активно поповнюється іноземними аналогами. Серед них популярні комбіновані агрегати провідних світових виробників: Компактор ("Lemken"), Європак ("BBG"), Європак 6000 (KLEINE), Термінатор (Kongsilde), Мультилер та багато інших.

Робочі органи цих машин створюють ущільнений прошарок (підшву), який забезпечує надійний контакт насіння пшениці з ґрунтом. Крім того, у верхніх шарах формується система капілярів, що сприяє циркуляції вологи та тепла. Ці фактори є ключовими для процесів проростання та розвитку рослин.

Сівба

Ця операція є одним із найважливіших агротехнічних заходів. Її виконання для озимих зернових передбачено в період з початку другої декади вересня до першої декади жовтня. Сівба сприяє ефективності наступних робіт, відповідаючи технологічній карті вирощування озимої пшениці та інших зернових культур. У цій карті зазначають строки виконання, вибрані способи сівби, підготовку посівного матеріалу, а також встановлюють норму висіву та глибину проходу сошників. Найкращим часом для проведення сівби є період, коли середньодобова

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

температура повітря становить 15-16°C. Це забезпечує осінню вегетацію тривалістю 40-45 днів.

Для появи дружних сходів озимої пшениці, за результатами численних досліджень, встановлено необхідність забезпечення продуктивної вологи в ґрунті. На момент сівби її шар має складати близько 10 мм. У фазі трьох листків цей показник зростає до 20 мм, а у фазі кущення – до 30 мм. У посушливі роки терміни сівби слід частково змістити на більш пізній період.

При цьому важливо враховувати попередників і вносити відповідні корективи до строків сівби. Після гірших попередників сівбу виконують у першій половині рекомендованих строків, а по стерньових попередниках – наприкінці пізніх термінів. Такий підхід дозволяє захистити рослини від шкідників і хвороб, які можуть негативно впливати на розвиток культури.

Згідно з рекомендаціями та чинними агротехнічними вимогами, строки сівби озимої пшениці в різних регіонах України розподілено наступним чином: у західному Лісостепу період триває з 15 по 30 вересня, у східному Лісостепу – з 10 по 20 вересня. У центральному регіоні та північному Лісостепу сівба починається з 15 вересня і триває до кінця місяця. На Поліссі строки визначено з 10 по 25 вересня, у зоні Степу – з 15 по 25 вересня, а на Південному Степу – з 20 по 30 вересня.

На норму висіву озимої пшениці впливають кілька факторів, зокрема сорт культури, її густота, регіон вирощування, агротехнічні строки та якість посівного ложа для забезпечення контакту насіння з ґрунтом. Практичні рекомендації вказують, що оптимальна норма висіву становить у середньому 4,0–5,0 млн зерен на гектар. Однак залежно від особливостей сорту можливі незначні відхилення в більший або менший бік.

Глибина загортання насіння є важливим фактором, що впливає на успішність вирощування озимої пшениці. Після передпосівної культивуації, яка зберігає необхідну вологу, оптимальна глибина загортання зерна становить 3–4 см. За таких умов вузол кущіння формується на глибині 2–3 см, що забезпечує стійкість рослин у зимовий період.

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

У разі зміщення строків сівби на пізніший період дослідження свідчать про доцільність зменшення глибини загортання насіння. Якщо ж у посівному шарі не вистачає вологи, рекомендується збільшити глибину для забезпечення кращого контакту насіння з вологим ґрунтом.

Пізні строки сівби та застосування хімічної обробки насіння можуть спричинити ретардантний ефект. У цьому випадку доцільно зменшити глибину загортання до 2,5–3,0 см, але водночас підвищити норму висіву. Цей підхід є характерною особливістю пізньої сівби озимої пшениці.

Прикочування посівів

Висока вологість ґрунту, що зазвичай спостерігається ранньою весною або після дощів, створює сприятливі умови для проведення сівби із одночасним прикочуванням насіння. Такий агротехнічний прийом забезпечує більш тісний контакт насіння з ґрунтом, що значно підвищує ймовірність появи дружних сходів порівняно із сівбою без прикочування.

Як зазначалося раніше, для успішного проростання зерна важливо закладати його на оптимальну глибину в ущільнене ложе, яке зверху ущільнюється котками. При цьому між котками повинні залишатися невеликі смужки ґрунту, які забезпечують якісне проростання рослин. Дотримання такої технології дозволяє збільшити відсоток пророслого насіння на 10–15%.

Сучасні посівні машини від провідних виробників обладнуються додатковими змінними котками, що дає змогу адаптувати техніку до різних кліматичних умов та ґрунтів із різними фізико-механічними властивостями. Котки мають різні конструкції, матеріали виготовлення, а їхні розміри зазвичай варіюються: діаметр становить 200–300 мм, ширина – від 60 до 200 мм. Дослідження показали, що котки циліндричної форми ефективно ущільнюють ґрунт, створюючи оптимальні умови для проростання насіння. Нормативна щільність ґрунту після коткування становить близько 0,9 г/м³, проте при використанні циліндричних котків цей показник може досягати 1,3 г/м³. Відзначено, що парні конусні котки також успішно виконують це завдання,

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечуючи ущільнення, яке сприяє отриманню схожості зерна, близької до лабораторних стандартів.

Таким чином, встановлено, що котки, встановлені на сівалках, забезпечують достатньо якісне ущільнення ґрунту навколо насіння. Це дозволяє відмовитися від додаткового коткування, що підвищує ефективність проведення польових робіт.

Внесення добрив

Живлення пшениці є складним і важливим процесом, що потребує ретельного балансу, аби уникнути дефіциту чи надлишку поживних елементів. Озима пшениця вимагає регулярного постачання елементів живлення протягом усього періоду розвитку, оскільки ґрунт рідко містить достатню кількість усіх необхідних речовин. Для формування 1 тони врожаю озимої пшениці необхідно внести:

Азот – 25–35 кг,

Калій – 20–26 кг,

Фосфор – 10–15 кг,

Кальцій – 5 кг,

Магній та сірку – по 5 кг,

Мікроелементи:

Залізо – 0,25 кг,

Марганець – 0,008 кг,

Цинк – 0,055 кг,

Мідь і бор – по 0,008 кг.

Ці норми внесення є базовими і можуть коригуватися залежно від стану ґрунту, погодних умов та сортових особливостей пшениці.

Основні етапи внесення добрив для озимої пшениці:

Під час основного обробітку ґрунту – забезпечує створення поживного середовища до посіву.

Під час сівби – сприяє стартовому розвитку кореневої системи.

Підживлення у фазі росту рослин – забезпечує рослини необхідними елементами живлення протягом усього періоду вегетації.

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні терміни підживлення:

Осінній період – протягом першого місяця після сівби для розвитку кореневої системи та формування вузла кущіння.

Весняний період – під час активної фази росту для забезпечення рослин азотом і мікроелементами.

Період формування колосу – для поліпшення якості зерна та формування високого врожаю.

Існує два основні методи внесення добрив: листкове підживлення та кореневе підживлення. Крім того, добрива розрізняють за хімічним складом, що впливає на їх застосування та ефективність. Охарактеризуємо ці методи та особливості використання окремих видів добрив.

Кореневе підживлення:

Здійснюється під час передпосівної культивації або безпосередньо у ґрунт.

У цей період доцільно вносити повну норму фосфорних і калійних добрив, переважно восени. Якщо ці елементи вносити лише навесні, їх ефективність значно знижується, оскільки вони погано засвоюються рослинами на пізніх етапах розвитку.

Фосфор і калій особливо важливі на початкових фазах розвитку культури, під час формування кореневої системи, оскільки вони сприяють кущенню, підвищують морозостійкість і загальну стійкість рослин.

Листкове підживлення:

Виконується в період активного росту, коли потрібно швидко забезпечити рослини необхідними мікроелементами.

Цей метод ефективний для оперативного усунення дефіциту елементів живлення, особливо азоту, магнію та мікроелементів.

Азотне підживлення:

Азот є ключовим елементом, що безпосередньо впливає на приріст врожаю та якість зерна.

Азот активно стимулює ріст культури, впливає на формування кореневої системи, а також є важливим протягом усього періоду вегетації.

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

Для досягнення максимального ефекту азот вносять як на початкових стадіях розвитку культури, так і під час активного росту.

Мінеральні добрива, внесені в ґрунт перед сівбою, є одним із ключових етапів забезпечення озимої пшениці необхідними елементами живлення. Це створює сприятливі умови для початкового росту культури та успішного проходження зимового періоду. Особливості внесення добрив:

Передпосівне внесення:

Виконується під час культивуації або боронування, за умови наявності достатньої кількості вологи в ґрунті.

Використовують складні мінеральні добрива або тукові суміші, які забезпечують рослину поживними речовинами на початкових етапах розвитку.

Внесення під час сівби:

Добрива, внесені в рядок, сприяють формуванню міцної кореневої системи та рівномірному сходженню, що важливо для проходження зимового періоду.

Основна увага приділяється фосфору, який є критичним для проростання та раннього розвитку культури.

Осіньне підживлення:

Має на меті підготовку пшениці до зими, але лише частково компенсує нестачу елементів живлення.

Важливо дотримуватися норми фосфору (23–37 кг/т залежно від стану ґрунту), адже його надлишок може негативно вплинути на білковий склад зерна та вміст клейковини.

Рациональне використання добрив у зазначені терміни забезпечує успішний розвиток озимої пшениці, сприяє формуванню міцної рослини та високоякісного врожаю.

Калій восени сприяє підвищенню морозостійкості озимої пшениці, а також зміцнює її імунітет до різних захворювань. Однак надмірне використання калію може заважати засвоєнню інших важливих елементів, таких як кальцій і магній. Фахівці зазначають, що восени недоцільно застосовувати позакореневе підживлення азотом для озимих культур. У цей період норма азотних добрив

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

повинна становити близько 8%, що є мінімальною кількістю. Надмірна доза азоту може призвести до надмірного розвитку рослин, що негативно вплине на їхню морозостійкість і навіть збільшить ризик ураження шкідниками.

Висновок: позакореневе підживлення озимої пшениці має важливе значення в міжфазні періоди, коли необхідно забезпечити оптимальний баланс макро- та мікроелементів. Надлишок або дефіцит елементів живлення може негативно позначитися на розвитку рослин. Лише збалансоване осіннє підживлення здатне гарантувати успішну перезимівлю й отримання стабільного врожаю.

Навесні озимій пшениці найбільше потрібні азотні добрива, оскільки саме в цей період формуються колоски. Зазвичай рекомендована норма азоту становить 30-36 кг/га, залежно від стану посівів. Однак універсальних норм краще уникати. Внесення добрив слід адаптувати до конкретних умов, таких як родючість ґрунту та стан рослин.

Щодо форм азоту, нітратна діє швидко, тоді як амонійна забезпечує тривалий ефект, створюючи "довгий" азот. Проте вплив кожної форми може суттєво різнитися на різних полях, що необхідно враховувати при підживленні.

У період від початку колосіння до наливу зерна озимій пшениці необхідне додаткове підживлення азотом, який сприяє активізації фотосинтезу та формуванню якісної зернової маси. Чим пізніше вносять азот у цей період, тим менше його вплив на врожайність, але більше значення для поліпшення якісних показників зерна. Орієнтовна норма внесення становить 30-60 кг/га, проте рішення про підживлення бажано приймати на основі даних листової діагностики, яка визначає фактичну потребу культури в азоті.

Серед інших важливих елементів живлення особливу роль відіграють мікроелементи, такі як марганець, мідь, бор і цинк. Вони покращують обмін речовин у рослинах і сприяють підвищенню якості зерна.

Практика позакореневого підживлення азотними добривами підтверджує ефективність застосування карбаміду, кількість якого залежить від фази розвитку та стану посівів. Щоб уникнути опіків на листках, рекомендується

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

використовувати сполуки на основі сульфату магнію, наприклад, Wonder Leaf MgS 25-50. Це сприяє кращому засвоєнню азоту та оптимізації фотосинтезу.

Мікродобрива, які поглинаються через листя, мають вищу ефективність у порівнянні з підживленням через кореневу систему, забезпечуючи швидший вплив на стан рослин.

Кількісні показники внесення основних хімічних розчинів в різні фази розвитку рослин даної культури, що наведені у таблиці 1.

Таблиця 1

Рациональні норми внесення розчинів до фази розвитку рослини пшениці.

Фаза розвитку	Кількість карбаміду в робочому розчині, кг/250л води	Кількість сульфату магнію Wonder Leaf MgS 25-50, кг/250л води
Кущення	15	6
Вихід в трубку	10	4
Колосіння	5-7	3-4
Цвітіння	Не рекомендується	
Молочна стиглість	5-7	3-4

Сутність досить проста, а саме: потрібні внесені елементи живлення в ґрунті можуть якісно переходити в окремі недоступні сполуки. Все це суттєво обмежує і перешкоджає їх засвоєванню. Тобто, встановлюємо висновок, листове живлення є тільки допоміжним заходом, і не застосовується як основний.

Обробка посівів пестицидами та регуляторами росту

Регулятори росту рослин (РРР) — це природні або синтетичні низькомолекулярні речовини, які застосовуються в малих дозах і мають значний вплив на життєдіяльність рослин. Вони містять збалансований комплекс фітогормонів і біологічно активних речовин, що сприяють підвищенню стійкості рослин до різних несприятливих факторів природного та антропогенного

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

походження. Серед таких чинників: коливання температур, дефіцит вологи, токсична дія пестицидів, ураження хворобами та шкідниками.

Обробку насіння озимої пшениці РРР рекомендується поєднувати з інкрустацією під час протруювання. Оптимальні дози препаратів на 1 тону зерна такі:

Емістим С — 10 мл;

Агростимулін — 10 мл;

Біолан — 25 мл.

Захисно-стимулюючий розчин готується з розрахунку 15–17 літрів на 1 тону зерна. Обприскування посівів РРР проводять на кінцевій стадії кущення, у фазі виходу рослин у трубку. У цей період доза препаратів становить 10–20 мл на гектар.

Для підвищення ефективності обробки доцільно поєднувати внесення РРР із пестицидами, які допомагають боротися з бур'янами, шкідниками та хворобами. Крім того, обробку можна комбінувати з підживленням рослин рідкими добривами, використовуючи їх у бакових сумішах для обприскувачів.

Для обробки зернових колосових культур рекомендується застосовувати захисно-стимулюючі розчини у кількості 10–15 літрів на 1 тону насіння. Такий об'єм забезпечує значне зниження розвитку хвороб, що, у свою чергу, сприяє підвищенню врожайності.

Обприскування посівів виконують водними розчинами РРР, використовуючи штангові обприскувачі на великих площах. Серед поширених моделей — вітчизняні ОПШ, ОП-2000-А, ОП-2000-2, ОП-2000-16 та інші. Для менших ділянок застосовуються ранцеві обприскувачі.

Рекомендовані строки проведення обприскування — вранці до 9:00 або ввечері після 18:00. Для ультрамалооб'ємного обприскування також використовується авіація, але при цьому необхідно враховувати погодні умови. Якщо швидкість вітру перевищує 4 м/с, проведення таких робіт суворо заборонено.

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

Операційна технологія сівби озимої пшениці

Для забезпечення дружніх сходів зернових культур важливо чітко дотримуватись норм висіву насіння та туків, а також встановлювати оптимальну глибину загортання. Це значно підвищує якість сівби та подальший розвиток рослин.

Для сівби ярих, озимих зернових та зернобобових культур широко використовуються вітчизняні зернотукові сівалки, зокрема СЗ-3,6А. У даній роботі пропонується економічно вигідний варіант посівного агрегату, що складається з трактора Т-150К, зчіпки СП-16 та трьох сівалок СЗ-3,6А.

Для ефективної роботи обирається робоча швидкість агрегату на рівні 9,2 км/год. Час, необхідний для розвороту агрегату, становить $t_{\text{пов}} = 0,024$ год, а тривалість завантаження однієї сівалки зерном — $t_3 = 0,13$ год.

Параметри насінневих ємностей: місткість усіх насінневих бункерів: $V_{\text{н.я}} = 0,48$ м³. Об'ємна вага зерна озимої пшениці: $\rho_n = 730$ кг/м³.

Цей варіант комплектації посівного агрегату дозволяє забезпечити високу продуктивність роботи та точність сівби, враховуючи економічні й технічні аспекти.

Згідно виразу (3.1) довжина гонів для проходження утвореного агрегату буде становити:

$$\ell = \frac{10^4 \cdot V_{\text{н.я}} \cdot \gamma_n \cdot \xi}{Q \cdot B_c}, \quad (3.1)$$

де $V_{\text{н.я}}$ – встановлений об'єм насінневого ящика, м³;

γ_n – об'ємна вага для пшениці, кг/м³;

ξ – чинник використання об'єму зернового ящика, $\xi = 0,96$;

Q – вибрана норма висіву, кг/га;

B_c – ширина захвату запропонованої причіпної сівалки, м.

$$l = \frac{10^4 \cdot V_{\text{н.я}} \cdot \gamma_n \cdot \xi}{Q \cdot B_c} = \frac{10^4 \cdot 0,48 \cdot 730 \cdot 0,96}{240 \cdot 3,6} = 3893 \text{ м.}$$

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

Обчислюємо час робочого ходу в період технологічного циклу згідно виразу:

$$t_{p.x.ц} = \frac{l}{g_p}, \quad (3.2)$$

Де: g_p – чинник робочої швидкості вдосконаленого агрегату, км/год.

$$t_{p.x.ц} = \frac{3,9}{9,5} = 0,41 \text{ год.}$$

Обчислюємо тривалість певного технологічного циклу за таким виразом:

$$t_{цикл.} = t_{p.x.ц} + \delta \cdot t_{нов} + t_з, \quad (3.3)$$

де $t_{нов.}$ – час тривалості на один поворот вибраного агрегату, год;

δ – значення встановлених поворотів за один цикл;

$t_з.$ – час завантаження причіпної сівалки, що використовується, год.

$$t_{цикл.} = 0,41 + 0,075 + 0,13 = 0,62 \text{ год.}$$

Технологічний період зміни обчислюємо згідно виразу:

$$T_{тех.ч.} = T_{зм} \cdot \chi \quad (3.4)$$

де $T_{зм.}$ – тривалість тільки однієї зміни, год.;

χ - чинник, щодо використання змінного часу і дорівнює $\chi = 0,74$.

$$T_{тех.ч.} = 8 \cdot 0,74 = 5,92 \text{ год.}$$

Обчислюємо наявну кількість циклів за виразом:

$$N_{ц} = \frac{T_{тех.ч.}}{t_{цикл.}}, \quad (3.5)$$

де $T_{тех.ч}$ – технологічний час тільки однієї зміни, год.;

$t_{цикл.}$ – тривалість проходження встановленого циклу, год.

$$N_{ц} = \frac{5,92}{0,62} = 9,5$$

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

Пропонується обчислити продуктивність утвореного агрегату за годину змінного часу використовуючи вираз:

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot 3 \cdot 3,6 \cdot 9,5 \cdot 0,74 = 7,6 \text{ га/год.}$$

Тоді змінна продуктивність агрегату буде обчислена:

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot 3 \cdot 3,6 \cdot 9,5 \cdot 8 \cdot 0,74 = 60,7 \text{ га.}$$

Період тривалості згідно виразу:

Для сівби озимої пшениці:

$$T = \frac{2000}{7,6} = 263,2 \text{ год.}$$

Для сівби ярих зернових культур:

$$T = \frac{1700}{7,6} = 223,6 \text{ год.}$$

Кількість нормативних змін обчислюється за такою формулою:

для сівби норми озимої пшениці

$$Y = \frac{263,2}{8} = 32,9 .$$

для сівби норми ярої пшениці

$$Y = \frac{223,6}{8} = 27,95 .$$

Значення кількості утворених посівних агрегатів при тривалості зміни у 14 годин обчислюємо згідно формули:

для сівби зерна норми озимої пшениці

$$n = \frac{2000}{32,9 \cdot 5} = 12,1 .$$

для сівби норми ярої пшениці

$$n = \frac{1700}{27,95 \cdot 5} = 12,2 .$$

Обчислюємо основні витрати палива на оперування одного гектара сівби за виразом:

Період робочого часу за зміну згідно виразу:

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

$$P_p = 0,14 \cdot 7,6 = 1,06 \text{ год.}$$

Час на заправку причіпної сівалки визначаємо за виразом:

$$P_z = 7,6 \cdot 0,12 = 0,91 \text{ год.}$$

Встановлюємо час на повороти посівного агрегату, що дорівнює:

$$P_{нов} = 7,6 \cdot 0,15 = 1,14 \text{ год.}$$

$$g_{за} = \frac{12 \cdot 0,91 + 6 \cdot 1,14 + 1,2 \cdot 1,06}{14,6} = 1,33 \text{ кг/га.}$$

На виконання всього встановленого обсягу робіт:

$$G = 3700 \cdot 1,33 = 4921 \text{ кг}$$

Чинник, що враховує витрати людської праці на операції сівби тільки одного гектару та обчислюється за формулою:

$$X_n^o = \frac{1}{2,1} = 0,477 \text{ чол.·год./га.}$$

На весь об'єм виконаних робіт на операції сівби зернових культур:

$$X_n = 3700 \cdot 0,477 = 1765 \text{ чол.·год.}$$

Операційно-технологічна карта на сівбу озимої пшениці

Встановлена площа поля є S=85га, його довжина поля є L=850м, а ширина становить B=1000 м. Дана ділянка має прямокутну форму, міжряддя на операції сівби озимої пшениці – 0,15м. Далі приводимо агротехнічні вимоги в таблиці 2.

Агротехнічні вимоги до процесу сівби даною сівалкою СЗ-3,6А

Таблиця 2

Найменування показників	Значення показників
Норма висіву для пшениці, кг/га	
- озима пшениця	65 – 300
- мінеральні добрива (туки)	20 – 200
Глибина висіву пшениці, мм	20-60
Нерівномірність на операції сівби, %	2,5

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

Нестійкість сівби зернових, %	2
Відсоток травмування зерна, %	0,25

Комплектування агрегатів

Вдосконалення посівного агрегату значною мірою залежить від показників режимів роботи, а також продуктивності самого агрегату за годину основного часу. Важливо врахувати коефіцієнт завантаження двигуна трактора, тяговий опір сошникової групи сівалки та обраний режим роботи, тобто передачу, на якій буде виконуватися посів.

У технологічній частині дипломної роботи пропонується розробити агрегат для здійснення операції сівби озимої пшениці. До складу такого агрегату входять вітчизняний колісний трактор Т-150К, зчіпка СП-16 і три зернотукові сівалки СЗ-3,6А.

Особливості підготовка створеного агрегату до процесу сівби

Для якісної підготовки сівалок до роботи необхідно виконати стандартні перевірки:

- усі рухомі та нерухомі вузли сівалки мають бути надійно закріплені. Після цього слід провести ретельне змащення основних робочих органів сівалки СЗ-3,6А згідно з інструкцією заводу-виробника, а також перевірити вільне обертання дводискових сошників, щоб запобігти їхньому частковому підклинюванню.

- провести обкатку сівалки протягом кількох годин. Під час цього процесу вузли та робочі поверхні деталей повинні отримати належне змащення і пройти часткове притирання.

- виконати перевірку системи гідроциліндрів, що відповідає за підйом і опускання групи сошників.

- точно налаштувати норму висіву озимої пшениці. Для цього сівалка встановлюється на домкрат таким чином, щоб опорно-привідні колеса могли вільно обертатися, а насіннєві ящики були у горизонтальному положенні.

- регулювання руху висівних катушок вліво або вправо здійснюється за допомогою важеля, який налаштовує норму висіву. Катушки повинні бути

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

повністю висунуті з корпусу, при цьому висівні апарати мають бути закриті. Бічні поверхні котушок повинні щільно прилягати до внутрішньої поверхні розетки.

- при завантаженні насіння в бункер слід дотримуватися правила заповнення: ємність бункера наповнюється не більше ніж на 2/3 від його загального об'єму. Для збереження посівного матеріалу під сівалкою слід розстелити брезент.

- далі проводиться перевірка і налаштування механізму привода туковисівних апаратів. Для одночасного висіву зерна пшениці та внесення добрив необхідно спочатку відключити привід до висівних апаратів. Потім обертати колесо до повного заповнення зерном усіх висівних апаратів. Після цього колесо сівалки слід повернути зі швидкістю 15-30 обертів за хвилину, імітуючи процес посіву.

Показник частоти обчислюємо за встановленим виразом:

$$n = \frac{16,6 \cdot \mathcal{G}_p}{2 \cdot \pi \cdot R_{\text{кол.}}}, \quad (3.6)$$

де $\mathcal{G}_p$ – чинник, що враховує швидкість агрегату по полю, км/год.;

$R_{\text{кол.}}$ – розмір опорно-приводного колеса причіпної сівалки, м.

Після контрольних обертань ходового колеса кількість зерна, що висипалась на брезент потрібно зважити з характерною точністю приладу до 1 г.

Потім обчислюємо масу зерна, що висіялась (кг):

$$Q = 10^{-4} \cdot K \cdot H \cdot D_k \cdot \pi \cdot B_p \cdot \gamma_n, \quad (3.7)$$

де K – кількість обертів ходового колеса сівалки;

H – встановлена норма для озимої пшениці, кг/га;

B_p – ширина захвату причіпної сівалки, м;

γ_n – показник, що враховує проковзування обох ходових коліс,
 $\gamma_i = 1,05 \dots 1,1$.

Чинник розбіжності між зваженою вагою висіяного зерна та розрахунковим значенням не повинен перевищувати 3%. У разі суттєвіших відхилень їх можна

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

усунути шляхом коригування положення робочої довжини катушки. Для отримання точних результатів необхідно виконати кілька повторень.

Регулювання норм висіву мінеральних добрив здійснюється виключно за допомогою коробки змінних передач (КЗП), обираючи відповідне передаточне відношення. При цьому допустиме відхилення норми внесення добрив не повинно перевищувати $\pm 10\%$. Одночасно проводиться перевірка рівномірності висіву кожною висівною катушкою, при якій показник відхилення не має перевищувати $\pm 4\%$.

- провести регулювання довжини вильоту кожного маркера для забезпечення точності позначення рядків.

- встановити глибину ходу дводискових сошників на обраній сівалці відповідно до агротехнічних вимог.

- підготувати колісний трактор Т-150К до роботи в складі посівного агрегату. Для цього необхідно перевірити справність звукового сигналу, усіх освітлювальних та контрольно-вимірювальних приладів у кабіні, а також забезпечити обов'язкову фіксацію ручного гальма.

- виконати перевірочний рух посівного агрегату з трьома сівалками на малих обертах двигуна. Це дозволить оцінити плавність обертання карданних валів та справність інших вузлів і деталей.

Підготовка поля до операції сівби

Перед початком робіт поле обов'язково оглядається. Видаляються сторонні предмети, зокрема каміння, за межі поля. Після цього проводиться передпосівна культивация з дотриманням глибини, визначеної в технологічній карті. Встановлені вимоги передбачають, що поверхня поля має бути рівною, ґрунт — дрібнокомковатим, а розміри рослинних решток не повинні перевищувати 10 см. Вологість ґрунту під час роботи агрегату має відповідати оптимальним показникам.

Для руху агрегату по полю обираємо човниковий спосіб. Операція сівби озимої пшениці виконується упоперек напрямку, в якому проводилася передпосівна культивация.

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

Ширина поворотних смуг розраховується за відповідною формулою.

$$X_{\text{смуг}} = 2 \cdot B_p - 2, \quad (3.8)$$

$$X_{\text{смуг}} = 2 \cdot 3 \cdot 3,6 - 2 = 19,6 \text{ м.}$$

При виконанні процесу сівби зернових, в початковій фазі становлять відмітку лінії першого проходу розробленого агрегату.

Робота створеного агрегату в полі

Повністю завантажений посівний агрегат виконує перший прохід, після чого проводиться контроль роботи сошникової групи на відповідність заданій глибині. Також здійснюється підрахунок кількості зерен на одному погонному метрі. За допомогою підготовленої ємності зерновий ящик сівалки дозавантажується до позначки рівня. Це дозволяє визначити масу висіяного зерна, враховуючи відому довжину гонів, ширину захвату трисівалкового агрегату та засіяну площу.

Для обчислення фактичної норми висіву масу висіяного зерна ділять на значення засіяної площі. Якщо відхилення не перевищує $\pm 3\%$, додаткове регулювання системи катушкових апаратів не потрібне.

Розміри стикових міжрядь перевіряються після кількох проходів агрегату. Стандартна ширина має відповідати відстані між сошниками, тобто 15 см. У разі відхилень, що перевищують ± 5 см, необхідно відрегулювати довжину вильоту маркера.

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

3. Наукова частина.

3.1. Патентно-літературний огляд сівалок

Класифікація зернових сівалок базується на їх функціональному призначенні. Розглянемо основні групи та досягнення провідних зарубіжних компаній у розробці цих машин:

Рядові сівалки призначені для рядового висіву зернових культур у регіонах із нормальною або підвищеною кількістю опадів. Серед моделей цього типу виділяються: John Deere - 8000, Melroe 244, Marliss, Great Plains, Tye (США); Amazone Werke, Hassia (ФРН); Nodet Gougis, Sulky (Франція).

Зернотукові сівалки використовуються для одночасного висіву насіння і внесення мінеральних добрив. Їх поділяють на:

- сівалки з комбінованими зернотуковими сошниками.
- сівалки для локального внесення великих доз добрив (800–1500 кг/га) з окремими туковими сошниками.

Популярні моделі: Bamlett CD 4, Bettinson TC 4, MF 500 (Англія); Fiona (Данія).

Пресові та стерньові сівалки призначені для роботи у посушливих зонах і на ґрунтах, схильних до вітрової ерозії. Серед відомих моделей:

Case International 6200, John Deere - 9300, Great Plains Multi Flex (США).

За принципом дії висівних систем зернові сівалки поділяються на дві основні групи: сівалки з транспортуванням насіння під дією сили ваги.

У таких системах насіння транспортується по насіннєпроводах завдяки власній вазі. Прикладом є сівалки Great Plains (США).

Сівалки з транспортуванням насіння у потоці нагнітаючого повітря.

У цьому випадку насіння переміщується за допомогою потоку повітря, що створюється нагнітачем. Прикладом є сівалки TIVE (Швеція).

Типи систем дозування: індивідуальна система дозування.

У цій системі кожен насіннєпровід має окремий дозатор. Прикладом є сівалки John Deere (США). Групова система дозування: У такій системі один

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

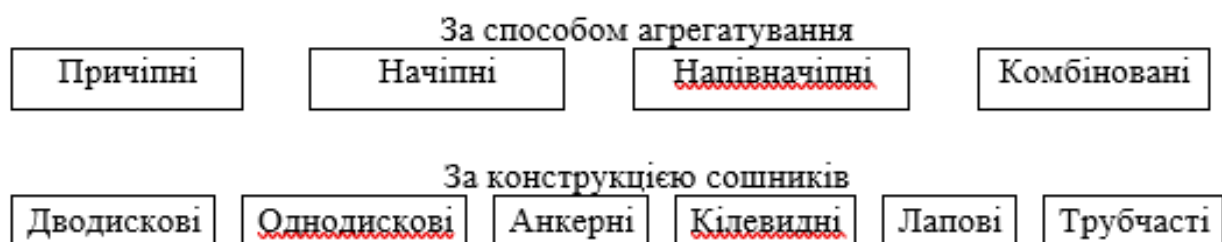
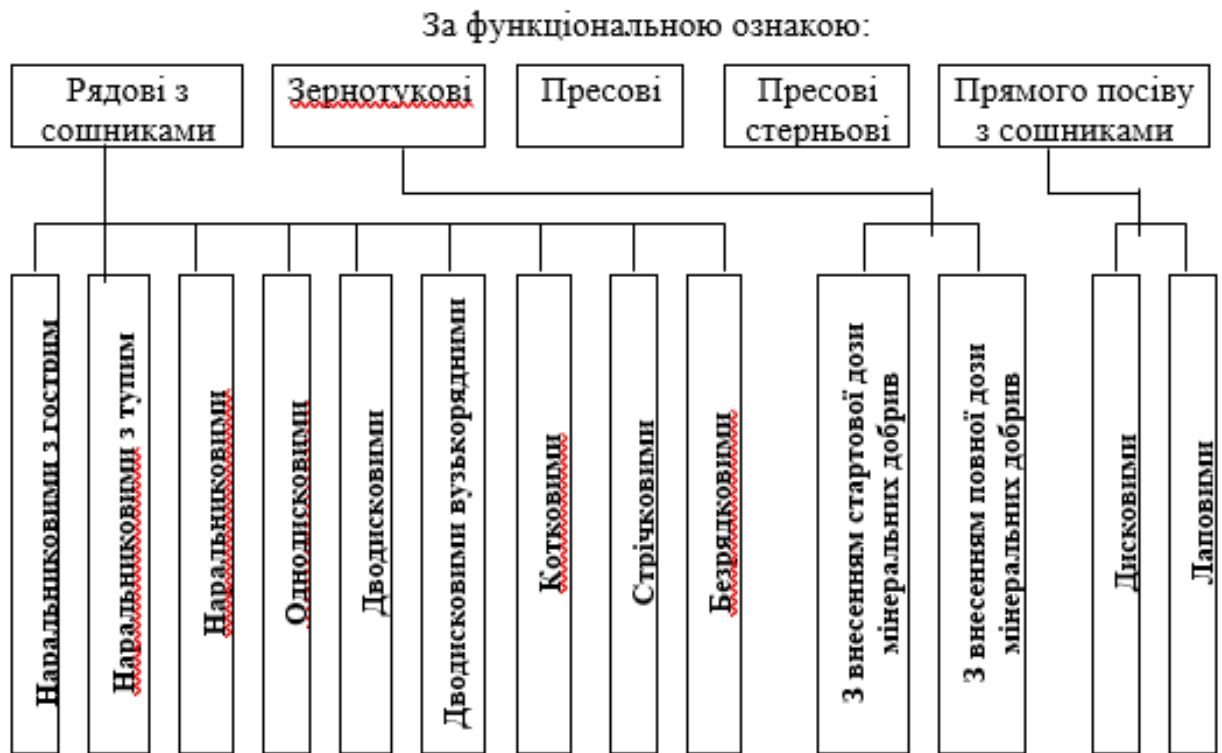


Рис. 3.1. Класифікація зернових сівалок.

дозатор обслуговує кілька насіннєпроводів. Прикладом є моделі Accord DL (ФРН).

Конструктивні особливості:

Сівалки класичної конструкції оснащені бункером, який розташовується по всій ширині захвату. Кількість висівних апаратів у цих сівалках відповідає кількості рядків, які засіваються, забезпечуючи рівномірний розподіл насіння.

Сівалки з пневматичною висівною системою мають бункер зазвичай в центральній частині рами або на окремому візку. Висівні апарати можуть бути:

Індивідуальні - для кожного насіннєпроводу;

Групові - один апарат обслуговує кілька насіннєпроводів;

Централізовані - один висівний апарат подає насіння на всі насіннєпроводи через систему розподілення. Це дозволяє сівалкам з пневматичною системою висіву працювати з більшими об'ємами насіння та забезпечує високу продуктивність.

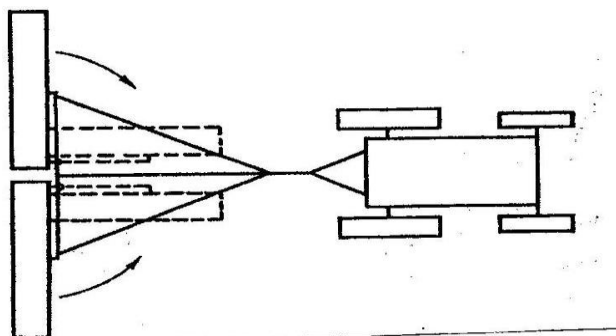


Рис. 3.2. Схема агрегату із двох начіпних зернових сівалок фірми John Deere.

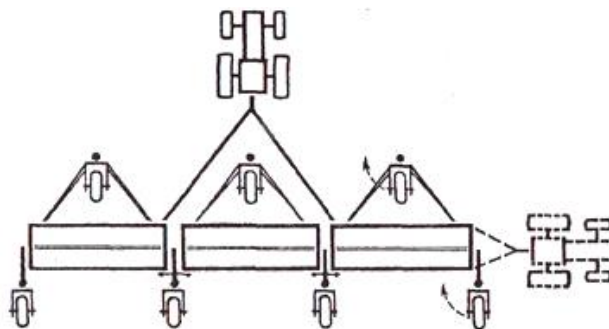


Рис. 3.3. Схема агрегату з трьома причіпними сівалками моделі Melroe 244.

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

Моделі різних сівалок закордонних фірм, що різняться:

- способом агрегування з трактором:
 - а) причіпні (John Deere - 800);
 - б) начіпні (John Deere 515 і 520);
 - в) напівначіпні (Best Mfg Inc.).
- загальною компоновкою машини;
- конструкцією робочих елементів (висівних апаратів, потім сошникових груп та пристроїв для загортання);
- будовою різних допоміжних механізмів (маркерів, потім навантажувальних пристроїв, груп систем контролю та ін.).

Компанія John Deere виробляє причіпні рядкові зернові сівалки серії 8000 з боковими колесами. Довжина причепа цих сівалок становить 1780 мм, що забезпечує хорошу маневровість і невеликий радіус розвороту.

За запитом клієнта причіп може бути складений у вертикальне положення, що дозволяє зменшити габарити сівалки для зручного зберігання. Для міжрядь шириною від 152 до 254 мм доступні два варіанти розміщення сошників: в один ряд або в два ряди у шаховому порядку.

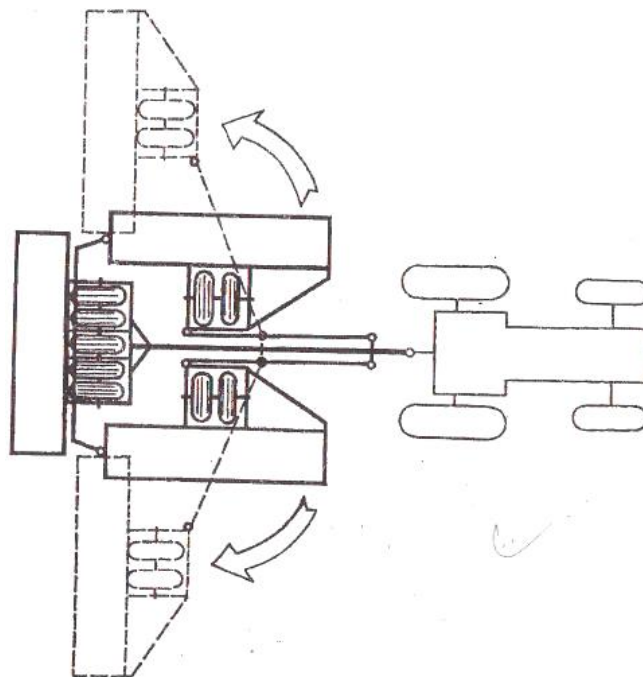


Рис. 3.4. Схема посівного агрегату з трьома сівалками фірми Great Plains.

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

Компанія Great Plains виробляє навісні сівалки моделей 515 і 520 із шириною захвату 4,57 і 6,1 м. Для роботи на великих ділянках ці сівалки можуть агрегатуватися за допомогою зчіпки, яка об'єднує їх у двосівалковий агрегат. Під час транспортування сівалки складаються вздовж причіпного бруса (рис. 3.2).

Компанія Clark пропонує причіпні сівалки моделі Melroe 244 із шириною захвату 3,05–4,27 м, оснащені боковими колесами (рис. 3.3). Сівалки обладнані дводисковими сошниками, які розміщуються на рамі у два ряди з міжряддями 152, 178 і 230 мм.

Для роботи на великих площах компанія виготовляє трисівалкові агрегати із залежними секціями. У цих агрегатах опорні колеса з одного боку кожної секції знімаються, а рами секцій з'єднуються між собою шарнірно. Для зручного транспортування агрегат розташовується у поперечному напрямку. Сівалка може бути переобладнана в зернотукову шляхом встановлення бункера та тукопроводів для внесення добрив.

Компанія Great Plains виробляє навісні сівалки із шириною захвату 3,6–8,2 м, які за необхідності можуть бути переобладнані в причіпні за допомогою гідрофікованих причепів із одинарними або подвійними опорними колесами.

Окрім односекційних сівалок, компанія випускає двосекційні причіпні агрегати шириною захвату 7,2 і 9 м, а також трисекційні агрегати з шириною захвату 10,8 і 13,5 м. Двосекційні агрегати оснащені опорно-приводними колесами, розташованими попереду, і гідрофікованим причепом із чотирма транспортними колесами. Для транспортування двосекційних агрегатів їхні секції складаються вперед.

У трисекційних агрегатах бічні секції для переведення в транспортне положення складаються вперед за допомогою гідроциліндрів, підіймаються вгору і фіксуються, спираючись на причіпний брус. У транспортному положенні агрегат спирається на колеса задньої секції та причепа (рис. 3.4).

Компанія Best Mfg Inc, крім напівнавісних сівалок із шириною захвату 3,05–9,15 м, пропонує трисекційні агрегати із незалежними секціями, що складаються вперед, із шириною захвату 9,12 і 16,5 м. Ці сівалки оснащені гідрофікованими

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

маркерами, лічильниками засіяної площі, транспортними візками та трав'яними бункерами.

У європейських країнах, де поширені невеликі поля зі складним контуром і легкими ґрунтами, часто використовують навісні сівалки із шириною захвату 2,5–4 м. Вони зазвичай мають дворядне розташування кілеподібних сошників і міжряддя, що не перевищує 200 мм, а іноді звужується до 75 мм.

Компанія Nodet Gougis виробляє сівалки моделі AS із шириною захвату 2,5 і 3 м та моделі GS із захватом 3 і 4 м. Обидві моделі оснащені «плаваючою» зчіпкою, яка забезпечує копіювання рельєфу поля. Сівалки D8 додатково комплектуються лічильником засіяної площі, пристроєм «тремлайн», маркерами для досходового обробітку, а також дисковими або наральниковими сошниками. У комплект можуть входити секційна пружинна борона, автоматичні пристрої для регулювання ширини колії трактора та довговічні телескопічні безшовні сталеві насіннєпроводи.

Англійські зернотукові сівалки Bettinson TC-4 і MF-500 оснащені гідрофікованими транспортними колесами, які забезпечують можливість дальнього транспортування. Перевезення таких сівалок зазвичай здійснюється вздовж ширини їхнього захвату.

Сівалки прямого посіву часто обладнуються системами для внесення добрив і посіву трав, які створюють захисний рослинний покрив.

Залежно від впливу на ґрунт, сівалки прямого посіву поділяються на моделі з пасивними або активними робочими органами.

Ірландська компанія Parmiter Moore розробила причіпну сівалку з пасивними робочими органами шириною захвату 3 і 4 м (рис. 3.5). У конструкціях деяких сівалок прямого посіву використовується концепція «тридискового» сошника. Це означає, що на одному кронштейні встановлюються різальний диск і дводисковий сошник, розташовані один за одним.

Прикладом такої конструкції є причіпна сівалка MF 130 від Massey Ferguson, оснащена боковими опорно-приводними колесами. У цій моделі сошникові групи розташовуються у шаховому порядку. Схему тридискового сошника також застосовують у конструкціях інших сівалок прямого посіву.

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

У деяких машинах різальний диск і дводисковий сошник встановлюються на незалежних підвісках. Це забезпечує легший прохід через поля з великою кількістю стерньових залишків, але створює труднощі із точним поєднанням слідів різального диска і сошника.

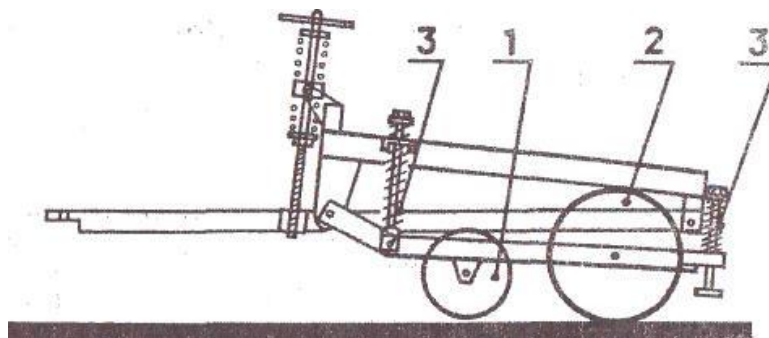


Рис. 3.5. Схема секції робочих органів з пасивним виконанням фірми Parmiter Moore:

- 1 - однодисковий сошник; 2 - прикочувальний коток;
3 - пружини для забезпечення копіювання ґрунту.

Такий принцип закладено в причіпній сівалці SD 300 французької фірми Huard, що може працювати на полях, засмічених камінням та стерньовими залишками.

Робочі органи для загортання насіння зернових культур.

Для забезпечення рівномірного розміщення насіння на заданій глибині використовують різноманітні конструкції сошників та загортаючих пристроїв, зокрема системи підвісок сошників. Наприклад, для підвищення стабільності ходу сошників збільшують довжину їхніх поводків та забезпечують певну незалежність у сприйнятті динамічних навантажень між рамою і сошниками.

На сучасних сівалках встановлюють сошники різних типів: однодискові, дводискові, анкерні, кілеподібні та крильчасті. Вони закріплюються на сошниковому брусі рами за допомогою радіальних поводків або підвісок, які з'єднані підпружиненими штангами з валом підйому і опускання. Управління валом здійснюється через гідроциліндр.

Особливістю механізму підвіски сошників зернотукових сівалок від компаній Melroe, Sulky, Sicma та інших є розташування штанг з пружинами індивідуального

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

заглиблення під кутом до горизонту, а не вертикально. Це дозволяє краще копіювати нерівності рельєфу та забезпечує стабільну глибину загортання насіння. Як правило, механізм підйому та заглиблення сошників виконується на основі гідравлічної системи.

Сівалка ТС-3 оснащена оригінальним механізмом навантаження сошників, у якому поводки сошників обладнані подвійними концентричними пружинами. Це дозволяє регулювати силу тиску на ґрунт залежно від його типу та стану в діапазоні від 10 до 90 кг.

У сівалці Air Press Drill сошники встановлені на паралелограмних підвісках із пружинами навантаження. Ця підвіска з'єднується з поворотним сошниковим брусом, що дає можливість регулювати заглиблення всіх сошників одночасно.

На зернових сівалках, які призначені для роботи на недостатньо оброблених полях, середніх і важких за механічним складом ґрунтах із підвищеною вологістю та невеликою кількістю рослинних решток, зазвичай встановлюються дводискові сошники. Вони забезпечують якісний висів на глибину 2–8 см.

Дводискові сошники з підшипниковим вузлом застосовуються на сівалках компаній Marliss, Best, Crust Buster і Tume. Данські виробники Kongskilde і Sheby використовують дводискові сошники із зовнішніми чистиками.

Сівалки компаній Massey Ferguson, WG, Case IH, Tye та інших обладнуються дводисковими сошниками, які подають насіння в передню частину (зону входження дисків у ґрунт). Вони також мають зовнішні чистики та котки для ущільнення ґрунту після висіву (рис. 3.6).

Такий же принцип подачі вибраного насіння застосовується в конструкції дводискових сошників іменитої фірми Case IH, додатково обладнаних широкими чистиками, підшипниковим вузлом з потрібним ущільненням.

Канадська компанія Morris у моделі сівалки M-10 використовує комбіновані сошники, призначені для одночасного висіву насіння і внесення добрив. Завдяки внутрішньому відбивачу добрива спрямовуються до передньої частини сошника і вкладаються нижче шару насіння, забезпечуючи оптимальні умови для їхнього

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

росту. Чистики сошників у цій конструкції є підпружиненими, що підвищує їхню ефективність, і легко доступні для ремонту або обслуговування.

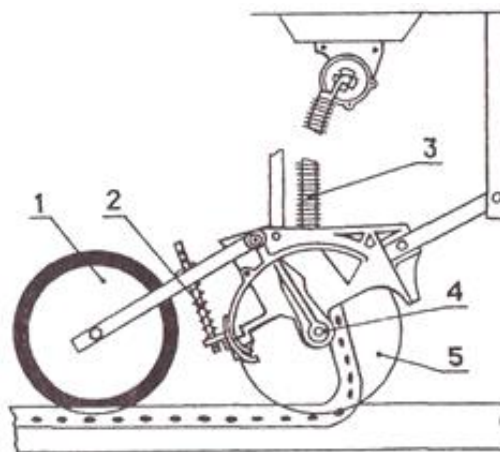


Рис. 3.6. Дводисковий сошник сівалки Туе:
1-коток; 2-пружина навантаження; 3-насі́ннепровід;
4-підшипник; 5-диск сошника.

Компанія John Deere використовує вдосконалену конструкцію комбінованого сошника з дисками, які зміщені один відносно іншого. Це дозволяє формувати вузьку борозну, що, за даними компанії, забезпечує високу якість сівби.

Фірма Great Plains також представила модернізовану конструкцію дводискового сошника (рис. 3.7). У цій моделі диски розташовані зі зміщенням, а подачу насіння покращує зігнутий напрямник, встановлений перед підшипниковим вузлом. Для забезпечення точного дотримання заданої глибини висіву компанія пропонує використовувати гумові реборди атмосферного тиску.

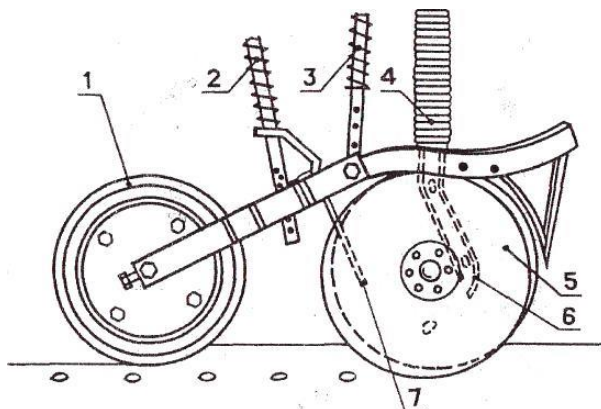


Рис. 3.7. Дводисковий сошник фірми Great Plains:

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 - коток; 2 - пружина котка; 3 - пружина сошника; 4 – насіннєпровід;
5 - сошник; 6 - напрямник; 7 - внутрішній чистик.

Для важких ґрунтів, які схильні до ефекту налипання або недостатньо зволожені та мають пожнивні залишки на поверхні, а також для сівби на значну глибину використовують однодискові сошники різних типів і форм: плоскі, сферичні, конічні (виробництва John Deere, Roger, Unkarі та інших компаній). Деякі виробники додають до однодискових сошників регульований боковий башмак. Це підвищує прохідність агрегата та забезпечує рівномірне загортання насіння. Серед таких компаній - Case IH, Massey Ferguson, Taskers, Bamlett, Hestair, Sheby, Nordsten.

Компанія N. Weiste вдосконалила конструкцію однодискового сошника з боковим башмаком, розташувавши диск під кутом, а позаду нього встановивши загортач-п'ятку. Це рішення дозволяє здійснювати висів насіння стрічкою шириною до 5 см, що підвищує ефективність роботи сошника на вологих ґрунтах та запобігає забиванню напрямника насіння ґрунтом (рис. 3.8). Зернові сівалки іноземного виробництва вирізняються великою різноманітністю конструкцій, які відрізняються робочими органами, їх розташуванням, функціональним призначенням, способами з'єднання з тяговою технікою та переходом із робочого в транспортне положення. У сівалках використовуються висівні системи індивідуального, групового та централізованого дозування.

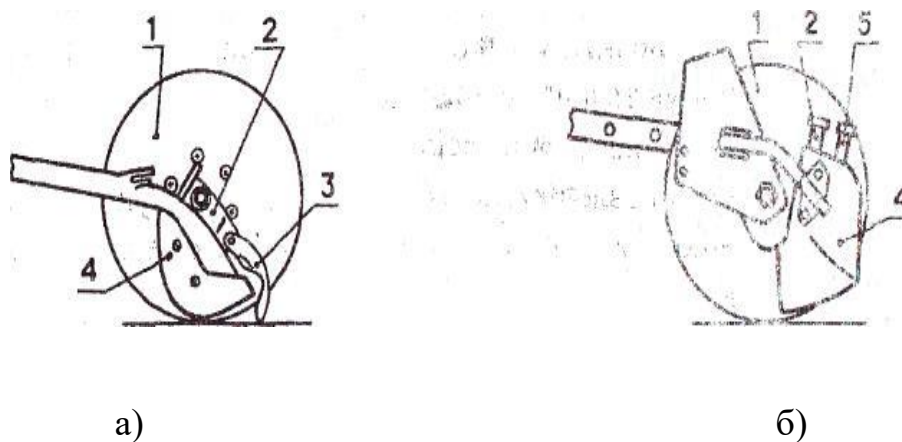


Рис. 3.8. Однодискові сошники: а - насіннєвий; б- комбінований:
1 - диск; 2 - насіннєва лійка; 3 - загортач; 4 - башмак; 5 - тукова лійка.

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

Останнім часом для зменшення трудомісткості підготовки ґрунту під посів все частіше застосовуються тридискові сошники та сошники для прямого посіву. Для підвищення продуктивності роботи використовують багатосівалкові агрегати, що складаються з 2, 3 і більше сівалок. Перехід сівалок у транспортне положення здійснюється різними способами: шляхом переведення окремих секцій вперед, назад або із застосуванням причіпних систем зі змінною орієнтацією.

Як додаткове обладнання на сівалках часто встановлюють гідрофіковані маркери, пристрої типу «тремлайн», вставні бункери для висіву дрібного насіння, транспортні візки, лічильники засіяної площі тощо.

В останні роки основною концепцією створення зернових сівалок нового покоління стало їх максимальне пристосування до роботи в умовах постійно змінюваних за ймовірнісними законами параметрів робочого середовища. Це вимагає розробки нових моделей сівалок. Сучасні зернові та просапні сівалки створюються із застосуванням передових технологій і технічних рішень, спрямованих на вдосконалення процесів посіву. Основні напрями розвитку включають:

- інноваційні методи і засоби для підвищення продуктивності, збереження ресурсів і вологості, забезпечення захисту ґрунтів та екологічної безпеки, а також використання нових фізичних методів обробки сільськогосподарських матеріалів.

- поліпшення продуктивності та надійності робочих органів, зменшення матеріалоємності та енергоємності технологічних процесів.

- блочно-модульний принцип конструкції, що передбачає використання універсальних транспортно-несучих систем для складання не лише посівних, але й багатоопераційних машин різних типів і розмірів.

- сучасні підходи до проєктування, зокрема із застосуванням комп'ютерних технологій, які дозволяють оптимізувати процес створення техніки.

Ці рішення спрямовані на підвищення ефективності роботи техніки, збереження природних ресурсів та адаптацію до умов сучасного агровиробництва.

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

3.2. Обґрунтування запропонованих змін в висівній системі зернотукової сівалки СЗ-3,6А.

Одним із суттєвих недоліків більшості серійних зернових сівалок є недостатня якість роботи висівної системи, зокрема її висівного апарату. Ключовим конструктивним елементом цього апарату є катушка, яка має зуби, виконані у формі прямої конусної конструкції з чітко сформованими жолобками.

Під час сівби, особливо при малих нормах висіву зернових, спостерігається явище пульсації. Це негативно впливає на рівномірність розподілу насіння у борозні. Для усунення цього недоліку пропонується виготовлення катушки із косозубою поверхнею. Така конструкція забезпечує більш якісний висів зернових та зернобобових культур, враховуючи різноманітність їхніх форм та фізико-механічних властивостей.

3.3. Мета роботи та задачі дослідження

На основі проведеного обґрунтування змін у конструкції висівної системи зернової сівалки СЗ-3,6А сформульовано мету, об'єкт, предмет та задачі досліджень.

Об'єкт досліджень – процес роботи висівних систем зернових сівалок.

Предмет досліджень – визначення конструктивних параметрів катушки у висівному апараті механічної дії.

Мета дипломної роботи – підвищення ефективності процесу сівби озимої пшениці шляхом вдосконалення конструкції катушки у висівному апараті.

Для досягнення поставленої мети визначено такі завдання:

- обґрунтувати запропоновану схему висівного апарату на основі аналізу подібних конструкцій зернових сівалок;
- визначити раціональні параметри висівної катушки з косозубою поверхнею;
- провести оцінку економічної доцільності впровадження вдосконаленої конструкції висівної системи.

3.4. Агротехнічні вимоги до сівби зернових культур.

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Агротехнічні вимоги є основою для розробки та вдосконалення посівних машин і знарядь, визначаючи їхні технологічні параметри та функціональні характеристики.

Основні вимоги до роботи посівної техніки:

Підготовка ґрунту: після проходу сівалки поверхня ґрунту повинна бути вирівняною та частково розпушеною.

Закладання зерна: насіння має бути рівномірно укладене на задану глибину з наступним якісним загортанням ґрунтом.

Рослинні рештки: на поверхні ґрунту після сівби повинні залишатися рослинні рештки довжиною понад 25–30 мм.

Розмір грудок: максимальний розмір грудок ґрунту не повинен перевищувати 10 мм.

При рядовій сівбі важливим показником є коефіцієнт варіації, що характеризує рівномірність розподілу зерна. Його значення не повинно перевищувати 30%. Ще одним важливим параметром є варіація глибини загортання зерна, яка має залишатися в межах 20%.

3.5. Технологічні розрахунки

Розрахунок катушкових висівних апаратів сівалки

Технологічний розрахунок всієї висівної системи з катушковим апаратом зводиться до розрахунку її робочого об'єму. Це чинник кількості зерна, що висівається в см^3 або в грамах за один оберт жолобкової катушки в залежності від запропонованої норми висіву Y (кг/га), потім ширини міжряддя в (см), а також чинника об'ємної маси γ ($\text{г}/\text{см}^3$), встановленого передаточного відношення механізму привода сівалки, тобто передачі від опорно-приводного колеса до валу конструкції апаратів.

За виразом обчислюємо кількість зерна, що висівається на 1 м довжини пройденого шляху посівним агрегатом:

$$q_0 = Y / 10^3, \text{ г} \quad (3.1)$$

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

За послідуєчим виразом визначаємо масу зерна, що висівається одним апаратом за 1 оберт опорних коліс враховуючи при цьому ефект прослизання:

$$q_1 = q_0 \cdot \pi \cdot D / (1 - \varepsilon) = Y \cdot v \cdot \pi \cdot D / 10^3 \cdot (1 - \sigma), \text{ г} \quad (3.2)$$

де: D – розмір діаметру коліс причіпної сівалки з врахуванням прогину шини, що становить: $R_{CT} = 0,76 \text{ м}$;

σ - значення чинника ковзання коліс, ($\sigma = 0,05$);

Згідно виразу обчислюємо масу зерна, що висівається тільки одним апаратом за 1 оберт катушки, враховуючи чинник прослизання:

$$q = q_1 / i = q_0 \cdot \pi \cdot D / (1 - \sigma) \cdot i, \text{ г} \quad (3.3)$$

де: i – значення передаточного відношення від приводних опорних коліс до валу даних апаратів: $i = \frac{D \cdot \vartheta_{\text{кот.}}}{d \cdot \vartheta_C}$; (складові: d – діаметр конструкції катушки, $\vartheta_{\text{кот.}}$ – поступальна швидкість цієї катушки, ϑ_C – швидкість руху причіпної сівалки).

Після деяких перетворень та підставивши в рівняння чинник q_0 , ми отримаємо наступний вираз:

$$q = Y \cdot v \cdot \pi \cdot D / (10^3 \cdot (1 - \sigma) \cdot i), \quad (3.4)$$

Якщо врахувати те, що об'ємна маса зерна, що висівається, становить $\rho (\text{г/см}^3)$, тоді таке співвідношення $q / \rho = V_0$ буде представляти робочий об'єм катушкового висівного апарату, тобто встановлений об'єм зерна що висівається тільки за один оберт даної катушки.

$$V_0 = Y \cdot v \cdot \pi \cdot D / (10^3 (1 - \sigma) \cdot i \cdot \rho), \text{ см}^3 \quad (3.5)$$

Аналіз різних джерел доказують, що при висіві зерна даної культури серійною катушкою, довжина якої є $l_p = 32 \text{ мм}$, тобто кількість зерна, що висівається за один оберт жолобкової катушки, зафіксовано 22,5 г.

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

Тоді максимальний передаточного відношення для механізму привода з врахуванням максимальної норми висіву пшениці, буде обчислюватися за такою формулою:

$$i_{\text{заг.мак}} = Y_{\text{мак}} \cdot v \cdot \pi \cdot D / (q \cdot 10^3 \cdot (1 - \sigma)) = \\ = 300 \cdot 15 \cdot 3,14 \cdot 1,18 / 22,5 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 0,78$$

Також потрібно обчислити і мінімальний показник величини передаточного відношення за таким же виразом:

$$i_{\text{заг.мін}} = Y_{\text{мін}} \cdot v \cdot \pi \cdot D / (q \cdot 10^3 \cdot (1 - \sigma)) = \\ = 80 \cdot 15 \cdot 3,14 \cdot 1,18 / 22,5 \cdot 10^3 \cdot 0,95 = 0,21$$

Встановлення об'єму зернового бункера.

На даній причіпній сівалці його обчислюють:

1. Виходячи з умови показника тривалості роботи агрегату, тобто від завантаження до завантаження;
2. Також виходячи з умови врахування чинника технологічної маси сівалки.

Для таких причіпних сівалок об'єм бункера обчислюється за виразом:

$$V_{\sigma} = \frac{(1,1 \dots 1,15) \cdot L \cdot B \cdot Y}{L_0 \cdot 10^4}, \quad (3.6)$$

де: В – ширина захвату вибраної сівалки, м;

L_0 – шлях, пройдений даною сівалкою від заправки до заправки, м;

L – значення довжина встановлених гонів, м;

$$L = L_r \cdot \delta, \quad (3.7)$$

де: L_r – довжина встановленого гону (приймаємо 850 м із технологічної частини).

δ – кількість встановлених гонів. Для того, щоб заправки були ефективними, тоді вона має здійснюватися з одного боку поля і мати парне число, а саме приймаємо 2 гони.

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

$$L = 850 \cdot 2 = 1700 \text{ м}$$

Тепер знаючи інші показники визначаємо об'єм бункера:

$$V_{\text{б}} = \frac{1,15 \cdot 1700 \cdot 3,6 \cdot 225}{0,45 \cdot 10^4} = 344,12 \text{ дм}^3$$

З конструктивних міркувань приймаємо: $V_{\text{б}} = 453 \text{ дм}^3$ (його об'єм співпадає з серійним, що використовується на зерновій сівалці СЗ-3,6А).

Значення довжини ящика визначається за такою формулою:

$$l_{\text{я}} = \kappa \cdot (m_{\text{с}} + 1), \quad (3.8)$$

де: κ – показник для міжряддя;

$m_{\text{с}}$ - кількість дискових сошників на даній сівалці;

$$l_{\text{я}} = 0,15 \cdot (24 + 1) = 3,75 \text{ м}$$

Обчислюємо за відношенням площу поперечного перерізу конструкцію ящика:

$$F_{\text{ящика}} = \frac{V_{\text{б}}}{l_{\text{я}}} = \frac{453}{3,75} = 12,1 \text{ м}^2, \quad (3.9)$$

Розглянемо певну умову, яка каже проте, що зерно пшениці та добрива не повинні затримувалися на стінках бункера. Таким чином, кути нахилу стінок ємності до горизонту мають задовольняти нижче вказаній умові:

$$\beta > \xi + \alpha_{\text{с}},$$

де: ξ - кут, що чітко характеризує тертя матеріалу об стінки конструкції бункера (для пшениці $\xi = 22,6^{\circ}$);

$\alpha_{\text{с}}$ - кут нахилу причіпної сівалки, $\alpha_{\text{с}} = 30^{\circ}$.

Підставляємо значення до нерівності і проводимо обчислення:

$$\beta > 22,6 + 30 = 52,6^{\circ}.$$

3.6. Кінематичні розрахунки.

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

Для кінематичного розрахунку потрібно обчислити передаточне відношення від валу опорних коліс сівалки до валу висівних апаратів. Кінематична схема конструкції привода розроблена на рисунку 3.9.

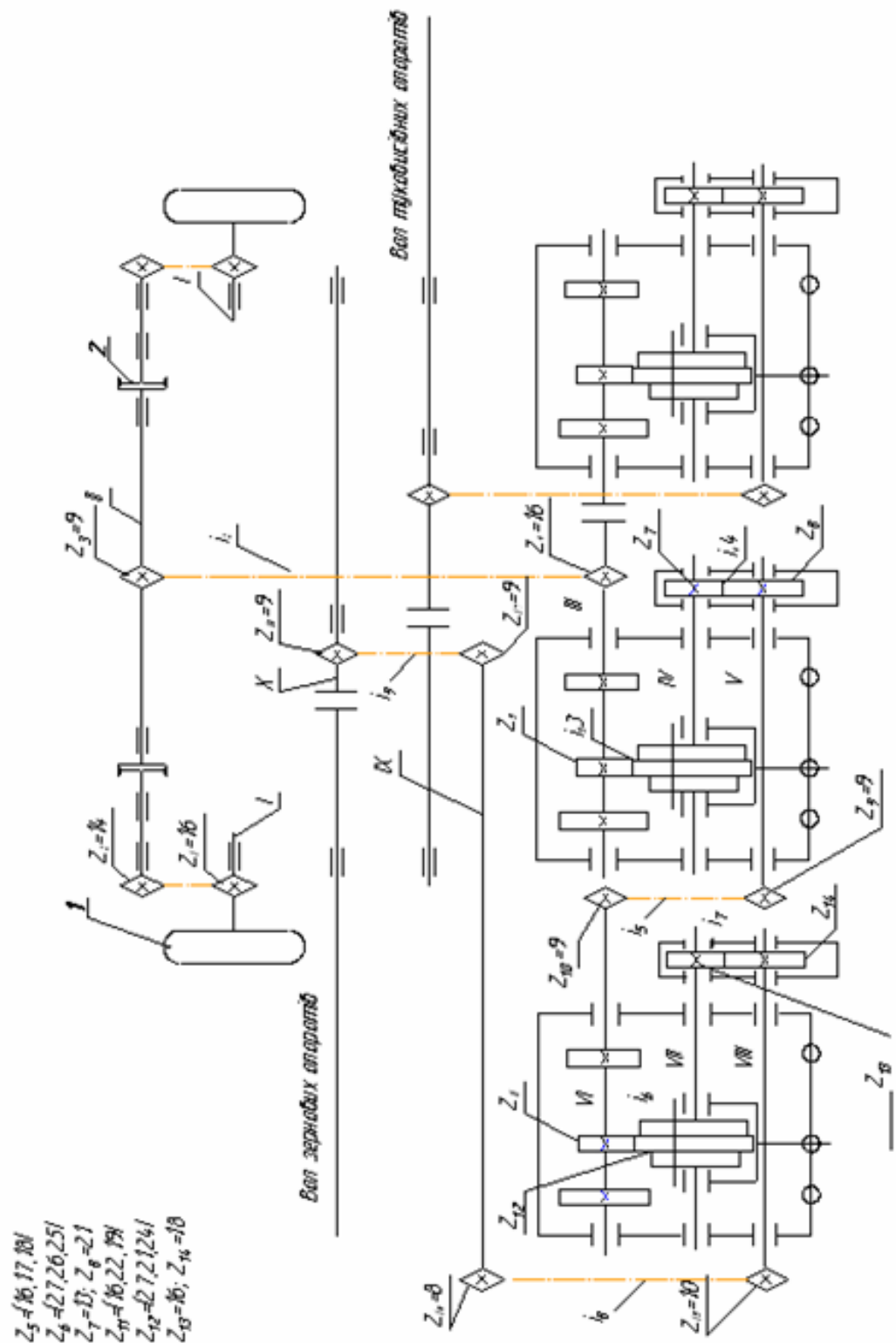


Рис. 3.9 Кінематична схема механізму приводу сівалки

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

Спочатку обчислюємо механізм привода до висівних апаратів з мінімальним показником передаточного відношення:

$$i_{\text{заг.зерн. min.}} = 0,21 \text{ (прийнято із технологічних розрахунків).}$$

$$\text{Задаємося: } z_1 = 16 \text{ і } z_2 = 14$$

$$i_1 = \frac{z_1}{z_2} = \frac{16}{14} = 1,143$$

Тоді:

$$n_2 = n_1 \cdot i_1 = n_{\text{ХК}} \cdot 1,143$$

$$n_{\text{х.к.}} = \frac{60 \cdot V_c (1 - \sigma)}{\pi \cdot D} = \frac{60 \cdot 2,6 \cdot (1 - 0,05)}{3,14 \cdot 1,18} = 40,72 \text{ об/хв.} \quad (3.10)$$

V_c – швидкість сівалки дорівнює 2,6 м / с (9,2 км / год.)

$D = 1,18 \text{ м}$ (з урахуванням прогину шин).

$$n_2 = 40,72 \cdot 1,143 = 46,54 \text{ об/хв.}$$

$$\text{Встановлюємо: } z_3 = 9 \text{ і } z_4 = 16$$

$$i_2 = \frac{z_3}{z_4} = \frac{9}{16} = 0,562$$

Отримуємо:

$$n_3 = n_2 \cdot i_2 = 46,54 \cdot 0,562 = 26,16 \text{ об/хв.}$$

$$\text{Встановлюємо: } z_5 = 16 \text{ і } z_6 = 27$$

$$i_3 = \frac{z_5}{z_6} = \frac{16}{27} = 0,593$$

Отримуємо:

$$n_4 = n_3 \cdot i_3 = 26,16 \cdot 0,593 = 15,51$$

$$\text{Встановлюємо: } z_7 = 13 \text{ і } z_8 = 21$$

$$i_4 = \frac{z_7}{z_8} = \frac{13}{21} = 0,618;$$

Отримуємо:

$$n_5 = n_4 \cdot i_4 = 15,51 \cdot 0,618 = 9,59 \text{ об / хвил.}$$

$$\text{Встановлюємо: } z_9 = z_{10} = 9; i_5 = 1.$$

$$n_6 = n_5 = 9,59$$

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

Встановлюємо: $z_{11} = 16$ і $z_{12} = 27$

$$i_6 = \frac{z_{11}}{z_{12}} = \frac{16}{27} = 0,593;$$

Отримуємо:

$$n_7 = n_6 \cdot i_6 = 9,59 \cdot 0,593 = 5,68 \text{ об / хвил.}$$

Встановлюємо: $z_{13} = 16$ і $z_{14} = 18$

$$i_7 = \frac{z_{13}}{z_{14}} = \frac{16}{18} = 0,889;$$

Отримуємо:

$$n_8 = n_7 \cdot i_7 = 5,68 \cdot 0,889 = 5,05 \text{ об / хвил.}$$

Встановлюємо: $z_{15} = 10$ і $z_{16} = 8$

$$i_4 = \frac{z_7}{z_8} = \frac{13}{21} = 0,619;$$

Отримуємо:

$$n_5 = n_4 \cdot i_4 = 5,05 \cdot 0,619 = 3,12 \text{ об / хвил.}$$

Обчислюємо величину передаточного відношення останньої передачі за визначеним виразом:

$$i_9 = \frac{i_{\text{заг. min}}}{i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 \cdot i_6 \cdot i_7 \cdot i_8} = \frac{0,21}{1,143 \cdot 0,562 \cdot 0,593 \cdot 0,619 \cdot 1 \cdot 0,593 \cdot 0,889 \cdot 1,25} = 1,35$$

Встановлюємо: $z_{17} = z_{18} = 9$

$$i_9 = 1,35;$$

Отримуємо: $n_{10} = n_9 \cdot i_9 = 8,04 \cdot 1,35 = 10,8 \text{ об / хвил.}$

Тепер потрібно зробити перевірку кінематичного розрахунку. Таким чином для цього порівнюємо частоту обертання валу конструкції апаратів сівалки n_{10} , та встановлене її значення аналітичним шляхом, тобто виконуємо послідовні обчислення обертів валів механізму приводу. І на решті, отримаємо наступне:

В нашому випадку: $n_{10} = 10,8 \text{ об / хвил.}$

А, в другому обчислюємо:

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

$$n_{10} = n_1 \cdot i_{\text{заг.зерн. min}} = n_{\text{х.к.}} \cdot i_{\text{заг.зерн. max}} = 40,72 \cdot 0,21 = 8,08 \text{ об / хв.}$$

Обчислюємо відсоткову похибку: $\frac{10,8 - 8,08}{10,8} \cdot 100 = 2,5\%.$

Похибка у 2,5% свідчить про достатню точність виконаних обчислень.

Далі проводимо обчислення механізму привода до конструкції висівних апаратів за максимальних показників для передаточного відношення:

$$i_{\text{заг.зерн. max}} = 0,78 \text{ (див. вище технологічний розрахунок).}$$

$$\text{Встановлюємо: } z_1 = 16 \text{ і } z_2 = 14$$

$$i_1 = \frac{z_1}{z_2} = \frac{16}{14} = 1,143$$

Отримуємо:

$$n_2 = n_1 \cdot i_1 = n_{\text{хк}} \cdot 1,143$$

$$n_{\text{х.к.}} = \frac{60 \cdot V_C (1 - \sigma)}{\pi \cdot D} = \frac{60 \cdot 2,6 \cdot (1 - 0,05)}{3,14 \cdot 1,18} = 40,72 \text{ об/хв.}$$

V_C – швидкість сівалки дорівнює 2,6 м / с (9,2 км / год.)

$D = 1,18 \text{ м}$ (з урахуванням прогину шин).

$$n_2 = 40,72 \cdot 1,143 = 46,54$$

$$\text{Встановлюємо: } z_3 = 9 \text{ і } z_4 = 16.$$

$$i_2 = \frac{z_3}{z_4} = \frac{9}{16} = 0,562$$

Отримуємо:

$$n_3 = n_2 \cdot i_2 = 46,54 \cdot 0,562 = 26,16 \text{ об / хв.}$$

$$\text{Встановлюємо: } z_5 = 17 \text{ і } z_6 = 26$$

$$i_3 = \frac{z_5}{z_6} = \frac{17}{26} = 0,653;$$

Отримуємо:

$$n_4 = n_3 \cdot i_3 = 26,16 \cdot 0,653 = 17,08 \text{ об / хв.}$$

$$\text{Встановлюємо: } z_7 = 13 \text{ і } z_8 = 21$$

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

$$i_4 = \frac{z_7}{z_8} = \frac{13}{21} = 0,619;$$

Отримуємо:

$$n_5 = n_4 \cdot i_4 = 17,08 \cdot 0,619 = 10,57 \text{ об / хв.}$$

$$\text{Встановлюємо: } z_9 = z_{10} = 9; i_5 = 1.$$

$$n_6 = n_5.$$

$$\text{Встановлюємо: } z_{11} = 19 \text{ і } z_{12} = 24$$

$$i_6 = \frac{z_{11}}{z_{12}} = \frac{19}{24} = 0,791;$$

Отримуємо:

$$n_7 = n_6 \cdot i_6 = 10,57 \cdot 0,791 = 8,36 \text{ об / хв.}$$

$$\text{Встановлюємо: } z_{13} = 16 \text{ і } z_{14} = 18$$

$$i_7 = \frac{z_{13}}{z_{14}} = \frac{16}{18} = 0,889;$$

Отримуємо:

$$n_8 = n_7 \cdot i_7 = 8,36 \cdot 0,889 = 7,44 \text{ об / хв.}$$

$$\text{Встановлюємо: } z_{15} = 10 \text{ і } z_{16} = 8$$

$$i_8 = \frac{z_{15}}{z_{16}} = \frac{10}{8} = 1,25;$$

Отримуємо:

$$n_9 = n_8 \cdot i_8 = 7,44 \cdot 1,25 = 9,3 \text{ об / хв.}$$

Таким чином передаточне відношення останньої передачі обчислюємо за таким виразом:

$$i_9 = \frac{i_{\text{заг. max}}}{i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot i_4 \cdot i_5 \cdot i_6 \cdot i_7 \cdot i_8} = \frac{0,78}{1,142 \cdot 0,562 \cdot 0,653 \cdot 0,619 \cdot 1 \cdot 0,791 \cdot 0,889 \cdot 1,25} = 3,39$$

$$\text{Встановлюємо: } z_{17} = z_{18} = 9$$

$$i_9 = 3,39;$$

$$\text{Отримуємо: } n_{10} = n_9 \cdot i_9 = 9,3 \cdot 3,39 = 31,53 \text{ об / хв.}$$

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

3.7. Розрахунок агрегату на його повздовжню стійкість.

На схемі, (рисунок 3.10) розглянуто рух посівного агрегату на підйом під кутом α до горизонту. Таким чином, перекидання трактора у такому складі з причіпною сівалкою, можливе тільки відносно вісі О. Відповідно, у рівнянні 3.11 враховуємо всі сили, які діють на вдосконалений агрегат, відносно вісі О:

$$N = G \cdot l \cdot \cos \alpha - G \cdot h \cdot \sin \alpha - P_{кр} \cdot h_{кр}, \quad (3.11)$$

де: N – чинник, що враховує реакцію ґрунту на колеса трактора, Н;

L – значення міжосьової відстані між передніми та задніми колесами вибраного трактора, м;

G – вага трактора, що прикладена до центру мас, Н;

l, h – відповідні координати центра ваги запропонованого трактора, м;

α – кут підйому до горизонту, в градусах;

$P_{кр.}$ – показник сили тяги на гаку колісного трактора, Н;

$h_{кр.}$ – висота розташування шарніра кріплення сніці трактора.

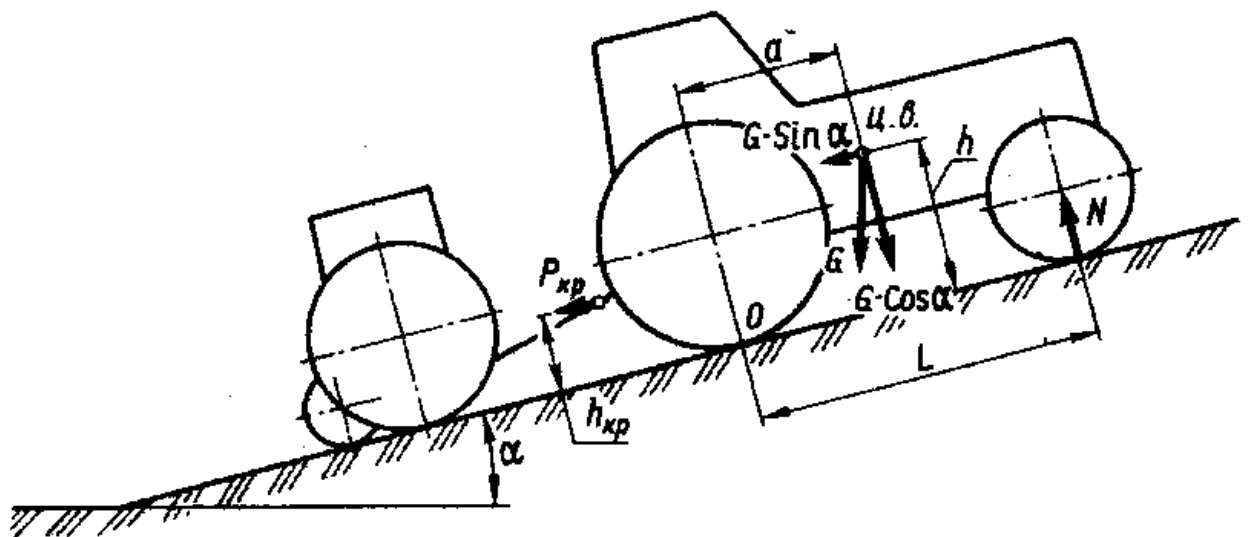


Рис. 3.10. Схема прикладання сил, що діють на трактор при русі на підйом.

Для визначення показника стійкості колісного трактора потрібно зробити обчислення для критичного кута підйому. Таким чином скористаємося виразом 3.12:

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

$$\operatorname{tg} \alpha_{кр} = \frac{\left(G^2 \cdot l \cdot h - P_{кр} \cdot h_{кр} \sqrt{G^2 (h^2 + l^2)} - P_{кр} \cdot h_{кр} \right)}{\left(G^2 \cdot h^2 - P_{кр} \cdot h_{кр} \right)}, \quad (3.12)$$

Тепер підставляємо значення і проводимо обчислення:

$$\operatorname{tg} \alpha_{кр} = \frac{36^2 \cdot 0,725 \cdot 0,822 - 3,727 \cdot 0,67 \cdot \sqrt{36^2 (0,821^2 + 0,725^2)} - 3,727^2 \cdot 0,65^2}{36^2 \cdot 0,822^2 - 3,727^2 \cdot 0,67^2} = 0,522$$

$$\alpha = \operatorname{arctg} 0,522 \approx 27^\circ$$

Таким чином, при куті більшому ніж 27° (підйому або схилу) суттєво погіршується стійкість посівного агрегату, що може привести до його перевертання.

3.8. Розрахунок деталей на міцність.

3.8.1. Розрахунок шпонкового з'єднання

Найбільш небезпечною деформацією для шпонок і пазів являється зминання від крутного моменту T . Тому проводимо обчислення на зминання шпонку, що з'єднує вхідний вал редуктора з зірочкою.

Дана шпонка встановлена у вал зі значенням діаметра у $\varnothing 25$ мм, виготовленого зі Ст.5. Сама шпонка виготовлена зі Ст.6, для $[\sigma_{зм}] = 150$ МПа.

Вона має такі конструктивні параметри: $b = 8$ мм, $h = 7$ мм, $L_p = 40$ мм.

Умова міцності шпонки на зминання записується у вигляді виразу:

$$\sigma_{зм} = \frac{4T}{dL_p h} \leq [\sigma_{зм}], \quad (3.13)$$

де: T – значення крутного моменту;

d – значення діаметра валу;

L_p – робоча довжина встановленої шпонки;

h – висота самої шпонки.

Пропонуємо розглянути шпонкове з'єднання на представленій нижче схемі.

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

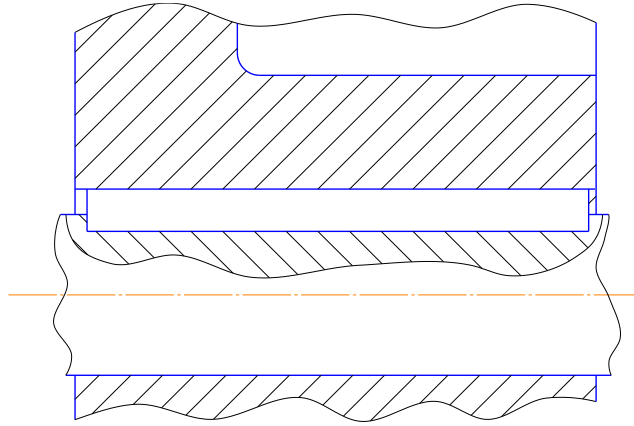


Рис. 3.11 Схема шпонкового з'єднання.

$$\sigma_{зм} = \frac{4 \cdot 359,8}{0,025 \cdot 0,04 \cdot 0,007} = 105,6 \cdot 10^6 \text{ Па} = 105,6 \text{ МПа.}$$

Встановлена шпонка відповідає умовам міцності на зминання.

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

4. Охорона праці.

4.1. Обґрунтування заходів для безпечного завантаження бункерів

З метою розроблення та обґрунтування безпечних заходів при завантаженні ємностей зерном та добривами, пропонуємо обчислити параметри пружини, що фіксує положення кришки бункера на причіпній сівалці.

Пропонуються вихідні дані до розрахунків:

$$P_1=14 \text{ кгс} \quad P_2=37 \text{ кгс} \quad h=50 \text{ мм} \quad D=15 \text{ мм} \quad k_1=12,6 \text{ кгс/мм}$$

За наступним виразом обчислюємо жорсткість пружини:

$$\sigma = (P_2 - P_1) / h \quad (4.1)$$

де: P_1 – чинник сили пружини при її деформації, кгс; P_2 – зусилля пружини при її попередній деформації, кгс; h – значення ходу встановленої пружини, мм ;

$$\sigma = (P_2 - P_1) / h = (37 - 14) / 50 = 0,46 \text{ кгс/мм}$$

Обчислюємо значення кількості витків пружини за такою формулою:

$$n = k_1 / k \quad (4.2)$$

де: k_1 – значення жорсткості одного витка пружини, кгс/мм;

k – значення жорсткості пружини, кгс/мм

$$n = k_1 / k = 12,6 / 0,46 = 27,4$$

Приймаємо: кількість витків для пружини 27.

Із наступного виразу обчислюємо деформацію пружини:

$$F_1 = P_1 / \sigma = 14 / 0,46 = 30,4 \text{ мм} \quad (4.3)$$

Згідно наступної формули обчислимо значення висоти пружини:

$$H_0 = (n + 1) \cdot d, \text{ мм} \quad (4.4)$$

де: d - значення діаметру дроту, мм.

Таким чином, підставляємо раніше обчислені показники:

$$H_0 = (n + 1) \cdot d = (27 + 1) \cdot 2 = 56 \text{ мм}$$

Висновок: для безпечного фіксування кришки конструкції бункера висота пружини має бути 56 мм, а діаметр дроту 2 мм.

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

5. ОБГРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВДОСКОНАЛЕНЬ

У цій дипломній роботі економічний ефект від впроваджених змін у технології сівби озимої пшениці досягається завдяки підвищенню продуктивності запропонованого агрегату. Так, за проектною технологією (трактор Т-150К, зчіпка СП-16 і три сівалки СЗ-3,6А) продуктивність цього агрегату становить 6,02 га/год., тоді як у базовій технології (трактор МТЗ-82 і сівалка СЗ-3,6А) вона складає лише 2,05 га/год. Збільшення продуктивності майже втричі дає змогу значно скоротити витрати праці та зменшити споживання паливно-мастильних матеріалів.

Отримані показники продуктивності переконливо підтверджують ефективність проведених змін у технології сівби озимої пшениці.

					<i>MP 00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Висновки.

У цій дипломній роботі запропоновано вдосконалення механізації процесу вирощування озимої пшениці. Проведено попередній аналіз існуючої технології вирощування зернових культур, із визначенням конкретних шляхів для покращення операції сівби.

У технологічній частині роботи розроблено технологічну та операційну карти, в яких окремо виділено процес сівби. Запропоновано використання широкозахватного посівного агрегату, що дозволило підвищити продуктивність майже втричі порівняно з базовим варіантом. Це, своєю чергою, значно зменшило витрати паливно-мастильних матеріалів.

У науковій частині дипломної роботи проведено аналіз вітчизняних та зарубіжних аналогів посівних машин. Для невеликих фермерських господарств та одноосібників, які обмежені у фінансових ресурсах, запропоновано використання сівалки СЗ-3,6А. З метою підвищення рівномірності висіву зернових культур була модернізована катушка, обладнана похилими жолобками та прямим клапаном. Така конструкція ефективно працює при висіві невеликих норм насіння, оскільки усуває небажану пульсацію в процесі роботи.

У пояснювальній записці виконано всі необхідні розрахунки, зокрема кінематичні, силові, а також розрахунки деталей на міцність.

У розділі з охорони праці розроблено заходи для забезпечення безпеки під час завантаження сівалки зерном та мінеральними добривами. Для надійного фіксування кришки завантажувального бункера запропоновано визначення параметрів пружини. На основі проведених розрахунків оптимальна висота пружини становить 56 мм, а діаметр дроту - 2 мм.

При обґрунтуванні ефективності вдосконалень нами проведено порівняння показників продуктивності двох агрегатів. Переваги вдосконаленого агрегату чітко демонструють ефективність та доцільність здійснених змін у технології сівби озимої пшениці.

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

Список літератури

1. Сільськогосподарські машини :підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: «Агроосвіта», 2015. – 679 с.
2. Сільськогосподарські машини: навч. посіб. / Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Волянський М.С. , Мартишко В.М. , Гуменюк Ю.О. – Київ : «Агроосвіта», 2017. – 180 с.
3. 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.
4. Сисолін П.В, Сало В.М., Кропивний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1. Машини для рільництва / За ред. М.І. Черновола.– К.: Урожай, 2001.– 384с.
5. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1; Ч.2: Машини для сівби та садіння. Харків: ОКО, 2002. 452 с.
6. Сисолін П.В. Теорія, проектування та розрахунки посівних машин: Навч. посібник, Кіровоград: ІСДО, 1994. - 265 с.
7. 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.
8. Кравчук В.І., Мельник Ю.Ф. Машини для обробітку ґрунту та сівби/ МінАПК України, Дослідницьке, – 2009. – 288 с.
9. Машини для сівби, садіння та догляду за посівами: навчальний посібник / В. Сало, С. Лещенко, П. Лузан, Л. Сало/ –Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2022. – 220 с.
10. Свірень М.О. Процеси, машини та обладнання АПВ: Навчальний посібник. / М.О. Свірень, В.П. Смірнов, І.М. Осипов та ін. – Кропивницький: Видавець Лисенко В.Ф., 2018. – 296 с.

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

ДОДАТКИ

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				<u>Документація</u>		
A1			СЗ 00.000 СБ	Складальне креслення	1	
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	ОЗШ 00.740-01	Зірочка	1	
		3	ОЗШ 00.1180	Щиток	1	
		9	С 20.10-22	Ланцюг	2	
		16	С 20.10-38	Ланцюг	1	
		20	СЕТ 00.410	Підставка	1	
		22	СЕТ 00.570	Щиток	2	
		26	СЕТ 00.610	Тримач	8	
		40	СЗГ 00.470	Штирь	1	
		41	СЗГ 00.480	Кронштейн	1	
		45	СЗГ 00.610	Щиток	1	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СЗ 00.000	
Розробив		Дещук			Сівалка зернотукова СЗ-3,6А	
Перевірів		Кісільов				
Н. контр.		Мачок				
Затвердив		Васильковський			ЦНТУ, гр. АІ-23МЗ	
					Літера	Аркуш
						Аркушів

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кп.	Примітки
		50	СЗГ 00.1180	Сниця	1	
		52	ОЗШ 00.1200	Колесо	2	
		60	СЗГ 00.800	Щиток	1	
		61	СЗГ 00.810	Щиток	1	
		65	СЗГ 00.2450-02	Ящик зернотуковий	1	
		71	ССЕ 9	Чистик	1	
		73	СФП 02.000	Ящик	1	
		76	108.00.2020А-02	Механізм передач	1	
				<u>Деталі</u>		
		97	С4.603-04	Штирь	1	
		99	С4.605-02	Штирь	1	
		102	С17.601-01	Гвинт	2	
		105	С21.505	Планка	2	
		109	С29.501-14	Скоба	1	
				СЗ 00.000		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток

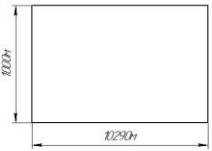
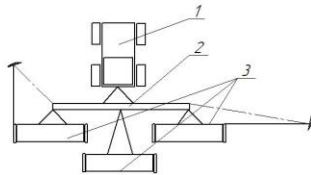
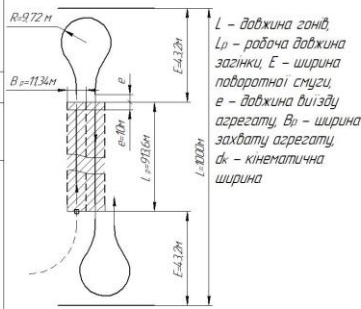
[illegible]

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кп.	Примітки
		173		М16-6g×50,66.019	8	
		178		Болт М6-6g×20,58.019	4	
				ГОСТ 7798-70		
		181		Гайка М27-6Н.04.019		
				ГОСТ 2526-70		
				Гайки ГОСТ 5915-70		
		186		М6-6Н.6.019	4	
		187		М8-6Н.6.019	8	
		188		М10-6Н.6.019	74	
		189		М12-6Н.6.019	33	
		190		М16-6Н.6.019	56	
		191		М16×1,5-6Н.6.019	12	
				Шайби ГОСТ 6402-70		
		198		6 65Г.019	4	
		199		8 65Г.019	4	
		200		10 65Г.019	53	
		201		12 65Г.019	9	
				Шайби ГОСТ 11371-78		
		210		С16.01.10.019	8	
				СЗ 00.000		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кл.	Примітки
				Шплінти ГОСТ 397-79		
		213		3,2×18.019	2	
		214		3,2×20.019	1	
		215		4×22.019	1	
		216		5×28.019	1	
		217		5×50.019	8	
		218		5×63.019	24	
		219		6,3×50.019	1	
		225		Гідроциліндр	1	
				Ц75×200 ГОСТ 23.197-88		
				Скоби ГОСТ 23.2,10-81		
		228		2М16×68×165/40,56Ц9хр	2	
		229		2М16×84×210/40,56Ц9хр	1	
		230		2М16×98×165/35,56Ц9хр	1	
		234	Н 036.83.120	РВД II-12 армований	2	
		236	Н126.17.030	Ручка	4	
		237	Н127.14.000-03	Насіннепровід	19	
		241	Н023.101-01	Зірочка	2	
		244	Н036.05.002	Штуцер вкрутний	1	
				СЗ 00.000		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операційно-технологічна карта на посів пшениці

СЗ 00.002 Т4

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
Умови роботи	Площа загальна – 1029 га, довжина гонів – 1000 м, величина підйому – 3°.	Схема поля
Агротехнічні вимоги	Ширина міжряддя 15 см. Глибина загортання 20–80 мм. Норма висіву насіння пшениці 60–300 кг/га. Нестійкість висіву насіння зернових до 2,8%. Нерівномірність висіву не більше 4%. Подрібнення насіння не більше 0,2%. Все насіння повинне бути загорнутим.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор Т-150К+зчіпка СП-16А+3 сіялки СЗ-3,6А. Робоча ширина захвату – 11,34 м; мінімальний радіус повороту – 9,72 м; кінематична довжина агрегату – 10,9 м. Підготовка агрегату: 1. Провести щозмінний технічний огляд агрегату 2. Відрегулювати норму висіву насіння. 3. Відрегулювати норму висіву мінеральних добрив 4. Відрегулювати глибину заоробки насіння. 5. Перевірити працездатність маркерів. 6. Перевірити працездатність гідравлічної системи	Склад агрегату  1 – трактор Т-150К, 2 – зчіпка СП-16А, 3 – сіялки СЗ-3,6А, 4 – маркер
Підготовка поля	Перед початком обробітку оглянути поле, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги – 4,32 м;	Схема руху одного циклу 
Спосіб руху	Спосіб руху – гонівий, човником	
Швидкість руху	Робоча передача – III; робоча швидкість – $V_p=8,5$ км/год.	
Показники організації процесу	1. Продуктивність агрегату 7,3 га/год. 2. Технічна продуктивність за цикл – 1,91 га/цикл. 3. Змінна продуктивність агрегату – 51,1 га/зм. 4. Кількість циклів за зміну – 26 цикл/зм. 5. Витрати палива на 1 га – 3,6 кг/га. 6. Витрати палива за зміну – 25,2 кг/зм.	
Контроль за якістю	1. Виконати 15–25 замірів глибини обробітку по діагоналі заїмки. Відхилення середнього значення глибини не повинно перевищувати $\pm 1,5$ см. 2. Середнє значення висоти гребенів і глибин впадин не повинно перевищувати 1 см. 3. На поверхні обробленого поля не повинно залишатися незагорнутого насіння. 4. Недопускаються огріхи і несуцільність ґрунту. 5. Поворотні смуги мають бути засіяними в останню чергу. 6. Пошкодження зерна визначають хімічним аналізом.	

СЗ 00.002 Т4			
Назва	Місце	Підпис	Печатка
Розробник	Виконав	Перевірив	Затвердив
Дата	Дата	Дата	Дата
Масштаб	Масштаб	Масштаб	Масштаб
Вартість	Вартість	Вартість	Вартість

Операційно-технологічна карта на посів пшениці

Лист 1 з 1
ІНТЗ
ЛН-20143
Формат А1

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

МР 00.001 НЧ

Мета досліджень – підвищення якості та ефективності процесу сівби озимої пшениці шляхом удосконалення катушкових висівних апаратів зернової сівалки, а також обґрунтування її конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи.

Об'єкт досліджень – процес висіву озимої пшениці катушковими висівними апаратами зернових сівалок.

Предмет досліджень – технологічні та конструктивно-кінематичні параметри катушкового апарату зернової сівалки для сівби озимої пшениці.

Завдання дослідження

- опрацювати літературні джерела і теоретичні передумови та визначити і обґрунтувати перспективні напрями розвитку конструкції катушкових висівних апаратів для сівби зернових культур;
- обґрунтувати конструктивно-технологічну схему висівного апарату сівалки з косозубими жолобками;
- вивчити закономірності взаємодії жолобків катушки з шаром зернового матеріалу визначити найбільш раціональні параметри такої взаємодії;
- провести лабораторні експериментальні дослідження катушки висівного апарату змішувача і визначити основні показники роботи зернової сівалки та економічну доцільність запропонованої конструкції.

Наукова новизна

- проведена оцінка впливу параметрів руху катушки з косозубими жолобками та конструктивних елементів на якість роботи висівного апарату;
- експериментально обґрунтовані основні конструктивно-технологічні параметри робочих органів вдосконаленої сівалки.

				МР 00.001 НЧ			
Відп. Дир.	М. Дир.	Відп.	Відп.	Мета і завдання досліджень	Дир.	Метод.	Методик.
Зав. відп.	Відп.	Відп.	Відп.		–	–	–
Відп.	Відп.	Відп.	Відп.		Відп.	Відп.	Відп.
Відп.	Відп.	Відп.	Відп.		–	–	–
				ЦНПЧ зр. А-2319			
				Формат А1			

