

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 пшениці з модернізацією сошників
зернотукової сівалки»

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

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Тараненко Євгеній Вадимович

« ____ » _____ 2026 р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____Руслан КІСІЛЬОВ

« ____ » _____ 2026 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

_____ Андрій СОЛОВИХ

« ____ » _____ 2026 р.

Кропивницький

№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание		
1								
2			Загальна документація					
3								
4			Знову розроблена					
5								
6	A4	БР 00. 000 ПЗ	Пояснювальна записка	1				
7								
8			Документація по					
9			технологічній частині					
10								
11			Знову розроблена					
12								
13	A1	СЗ 00. 001 ТЧ	Технологічна карта	1				
14								
15	A1	СЗ 00. 002 ТЧ	Операційно-технологічна карта	1				
16								
17			Документація по					
18			інженерній частині					
19								
20			Знову розроблена					
21								
22	A1	СЗ 00. 000	Зернова сівалка СЗ-3,6А	1				
23								
24	A2	СЗ 00. 010 СБ	Вісь	1				
Підп. і дата БР 00. 000 ВП Ізм. Лист № докум. Підп. Дата								
Інб. № подл.	Разраб.	Тараненко			Відомість роботи	Лит.	Лист	Листов
	Проб.	Кісільов					1	2
	Н.контр.	Мачок				ЦНТУ,		
	Утв.	Василько-Васький				гр. АІ-23мд-12		

		№ строки	Формат	Обозначение	Наименование	Кол. листов	№ экз.	Примечание
		1						
		2	A2	СЗ 00. 020 СБ	Сошник	1		
		3						
		4						
		5			Документація по			
		6			деталях			
		7						
		8			Знову розроблена			
		9						
		10	A3	СЗ 00. 020. 101	Нагнітач	1		
		11						
		12	A3	СЗ 00. 020. 301	Напрячник	1		
		13						
		14	A3	СЗ 00. 020. 403	Пята	1		
Підп. і дата		15						
		16	A3	СЗ 00. 020. 402	Вісь	1		
		17						
		18						
Інв. № дубл.		19						
		20						
		21						
		22						
Взам. інв. №		23						
		24						
		25						
		26						
Підп. і дата		27						
		28						
		29						
Інв. № подл.								
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	БР 00. 000 ВП	
								Лист
								2

1. Вступ
 2. Аналіз існуючої технології вирощування озимої пшениці
з визначенням шляхів її удосконалення
 3. Операційна технологія сівби пшениці
 4. Інженерна частина
 5. Охорона праці
 6. Висновки
- Використана література
- Додатки

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

ВСТУП

Обробіток ґрунту, сівба зернових культур та виконання інших технологічних операцій в Україні здійснюються переважно із застосуванням механізованих засобів. Проте, з урахуванням різноманіття ґрунтово-кліматичних умов, наявна сільськогосподарська техніка не завжди повною мірою відповідає вимогам щодо якості основного і передпосівного обробітку ґрунту, точності висіву, ефективності роботи агрегатів, їх надійності та енергоефективності. Це обумовлює необхідність постійного вдосконалення конструкцій машин і обладнання з метою підвищення продуктивності роботи та конкурентоспроможності техніки на світовому ринку.

У зв'язку з поширенням ґрунтозахисних технологій дедалі більшого застосування набувають сівалки для прямої сівби. У ряді сучасних моделей використовується концепція тридискового сошника, за якої робочі органи встановлюються послідовно на одному повідку: спочатку розміщується ріжучий диск, а після нього - дводисковий сошник. В окремих конструкціях ріжучий диск і дводисковий сошник монтуються на незалежних підвісках. Така схема сприяє кращому проходженню робочих органів через поля, засмічені пожнивними рештками, однак її недоліком є складність забезпечення точного збігу слідів різального диска та сошника.

Останнім часом особливої актуальності набуває створення зернових сівалок нового покоління, здатних ефективно працювати в складних агротехнічних умовах. У зв'язку з цим дана бакалаврська робота присвячена обґрунтуванню вдосконаленої технології висіву зернових культур, а також модернізації конструкції дводискових сошників сівалки. Поставлене завдання є актуальним і важливим у сучасних умовах розвитку аграрного виробництва та підвищення ефективності використання технічних засобів [1].

					БР 00.000 ПЗ				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ	Літ.	Аркуш	Аркушів	
Розроб.		Тараненко							
Перевір.		Кісільов							
Реценз.									
Н. Контр.		Мачок				ЦНТУ, гр. АІ-23мб-1.2			
Затвер.		Васильковський							

2. АНАЛІЗ ІСНУЮЧОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ З ВИЗНАЧЕННЯМ ШЛЯХІВ ЇЇ УДОСКОНАЛЕННЯ.

Технологія вирощування озимої пшениці

Дотримання науково обґрунтованої сівозміни при вирощуванні озимої пшениці з урахуванням попередників є одним із ключових факторів підвищення врожайності зернових культур. Не менш важливе значення має своєчасне та якісне виконання всіх агротехнічних заходів із застосуванням відповідного комплексу сільськогосподарських машин і знарядь. У подальшому буде розглянуто основні етапи технологічного процесу вирощування озимої пшениці.

Лущення стерні

Операція - лущення стерні є важливим агротехнічним заходом, що сприяє збереженню вологи в ґрунті, зниженню рівня забур'яненості та покращенню фітосанітарного стану поля. Як правило, цю операцію виконують після збирання попередника на глибину до 16 см із застосуванням різних типів лемішних і дискових лушпильників, а також важких дискових борін. Вибір відповідного знаряддя визначається типом ґрунту, його фізико-механічними властивостями, рівнем вологості та ступенем засміченості поля.

Оранка

Операція - оранка є досить ефективним агротехнічним прийомом, особливо при застосуванні чорного пару та внесенні органічних добрив, попередньо рівномірно розподілених по поверхні поля. Виконувати цю операцію рекомендується не пізніше ніж через 8-10 днів після проведення лущення стерні і не менш ніж за 25-30 днів до початку сівби озимих культур. Якщо попередниками були горох або кукурудза на силос, зокрема в умовах недостатнього зволоження, коли у верхньому 10-сантиметровому шарі ґрунту міститься менше 10 мм доступної вологи, доцільніше застосовувати поверхневий обробіток ґрунту.

У районах із нестійким зволоженням, а також на полях, схильних до вітрової ерозії, поверхневий обробіток виконують із використанням дискових або плоскорізних знарядь. В інших природно-кліматичних умовах ефективним рішенням є застосування комбінованих агрегатів, які за один прохід виконують

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

кілька технологічних операцій і забезпечують обробіток ґрунту на мінімально необхідну глибину [2].

Передпосівний обробіток ґрунту

Своєчасне та якісне проведення передпосівної підготовки поля є однією з основних умов забезпечення оптимальної глибини загортання насіння, отримання дружних і рівномірних сходів та подальшого рівномірного розвитку рослин для формування високого врожаю. Після обробітку поверхня ґрунту повинна бути добре вирівняною, при цьому різниця висоти між гребенями, утвореними культиватором або боронами, відповідно до агротехнічних вимог не повинна перевищувати 2 см.

Передпосівний обробіток ґрунту та сівбу, як правило, об'єднують в один технологічний процес, оскільки інтервал між цими операціями має становити не більше 0,5-2 годин. Це дає змогу зберегти вологу в обробленому шарі ґрунту та забезпечити висів насіння у вологе посівне ложе. Для покращення видимості маркерного сліду передпосівний обробіток рекомендується виконувати під невеликим кутом до напрямку майбутньої сівби.

Передпосівний обробіток ґрунту проводять на глибину загортання насіння, яка становить 2-3 см, при цьому допустиме відхилення від заданої глибини не повинно перевищувати 0,5 см. Для виконання цієї операції широко застосовують агрегати типу РВК-3,6; РВК-5,4; РВК-7,2 та інші. Високу якість підготовки ґрунту забезпечують також сучасні комбіновані агрегати європейського виробництва, такі як Компактор, Європак, Європак 6000, Термінатор та інші.

Основною функцією зазначених агрегатів є формування злегка ущільненого посівного ложа, на яке рівномірно укладається насіння озимої пшениці. При цьому верхній шар ґрунту набуває добре розвиненої капілярної структури, що сприяє ефективному переміщенню вологи та тепла, які є важливими умовами для проростання насіння і початкового розвитку рослин.

Сівба озимої пшениці

Сівба є одним із найважливіших агротехнічних заходів при вирощуванні озимої пшениці, яку зазвичай проводять у період від початку другої декади

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

вересня до початку першої декади жовтня. Від якості виконання цієї операції значною мірою залежить ефективність подальших етапів технологічного процесу, передбачених технологічною картою вирощування культури. У технологічній карті визначаються оптимальні строки та способи сівби, підготовка насіннєвого матеріалу, норма висіву та глибина загортання насіння сошниками.

Найбільш сприятливими умовами для сівби озимих зернових культур вважається період, коли середньодобова температура повітря становить близько 15-17 °С, а тривалість осінньої вегетації складає 40-50 днів. За науковими даними, для отримання дружних сходів у посівному шарі ґрунту необхідно мати не менше 10 мм продуктивної вологи. Для нормального росту і розвитку рослин у фазі трьох листків потрібно близько 20 мм вологи в орному шарі, а у фазі кущення - до 30 мм.

У посушливі роки строки сівби доцільно зміщувати на пізніший період, очікуючи більш сприятливих умов зволоження. Крім того, строки сівби уточнюються залежно від попередників: після менш сприятливих культур сівбу проводять у ранні оптимальні строки, тоді як після стерньових попередників дещо ближче до пізніх меж оптимального періоду. Такий підхід сприяє зменшенню ризику ураження посівів шкідниками та хворобами в осінній період.

Оптимальні строки сівби озимої пшениці в Україні визначаються природно-кліматичними умовами окремих регіонів. Так, у західному Лісостепу рекомендується проводити сівбу в період з 15 по 30 вересня, у східному Лісостепу - з 10 по 20 вересня, а в центральному та північному Лісостепу - з 15 по 30 вересня. Для зони Полісся оптимальними є строки з 10 по 25 вересня, у Степовій зоні десь з 15 по 25 вересня, тоді як у південному Степу сівбу доцільно виконувати з 20 по 30 вересня [3].

Норма висіву озимої пшениці залежить від низки факторів, серед яких сортові особливості культури, бажана густота стояння рослин, агрокліматична зона, якість підготовки посівного ложа та строки проведення сівби. Згідно з агротехнічними рекомендаціями, для більшості сортів оптимальною нормою висіву вважається 4,0-5,0 млн схожих зернин на 1 гектар. Разом із тим у практиці

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

доцільно враховувати рекомендації оригінаторів конкретних сортів, особливо при відхиленні від оптимальних строків сівби.

Важливе значення під час сівби має також глибина загортання насіння. За умови якісної передпосівної підготовки ґрунту та достатнього зволоження оптимальна глибина висіву становить 3-4 см. У таких умовах вузол кущення формується на глибині 2-3 см, що підвищує зимостійкість рослин. При пізніх строках сівби глибину загортання насіння рекомендується зменшувати порівняно з ранніми строками. Якщо ж вологість посівного шару недостатня, глибину загортання, навпаки, доцільно збільшити.

У разі пізньої сівби з використанням препаратів із ретардантними властивостями рекомендується зменшувати глибину загортання насіння до 2,5-3,0 см і дещо підвищувати норму висіву. Такі заходи сприяють формуванню оптимальної густоти посівів і є доцільними при проведенні сівби у пізні строки, характерні для озимих зернових культур.

Прикочування посівів

Операція - прикочування значно сприяє збереженню вологи у продуктивному шарі ґрунту. Тому після її проведення дещо підвищується температура ґрунту, потім покращується контакт насіння з ґрунтом, а також вагомим результатом є поява дружніх та рівномірних сходів даної культури.

Внесення добрив

Результати лабораторних досліджень свідчать про недостатній вміст у ґрунті легкодоступних поживних речовин, необхідних для повноцінного росту та розвитку рослин. Це обумовлює необхідність застосування мінеральних добрив для забезпечення стабільного та високого врожаю. У зв'язку з цим доцільно впроваджувати ефективну систему удобрення озимої пшениці, яка дозволить підтримувати оптимальний рівень живлення рослин і сприятиме збереженню родючості ґрунтів.

При використанні інтенсивних сортів озимої пшениці, що характеризуються підвищеною потребою в елементах живлення, особливого значення набуває збалансована система удобрення, яка забезпечує максимально повну реалізацію їх

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

генетичного потенціалу. Встановлено, що для формування 1 тонни врожаю озима пшениця споживає приблизно 25-40 кг азоту, 10-15 кг фосфору, 25-30 кг калію, близько 5 кг кальцію і магнію, до 4 кг сірки, а також мікроелементи: приблизно 250 г заліза, 90 г марганцю, 60 г цинку та до 8 г міді й бору.

Раціональна система живлення рослин передбачає кілька етапів внесення мінеральних добрив:

- під час основного обробітку ґрунту;
- під час сівби безпосередньо в посівний рядок;
- у період весняної вегетації у вигляді підживлення.

Під час основного обробітку ґрунту доцільно вносити повну норму фосфорно-калійних добрив. Їх рівномірне загортання в ґрунт під час оранки створює сприятливі умови для активного розвитку кореневої системи, інтенсивного кущення озимої пшениці та підвищення зимостійкості посівів.

Загалом, з урахуванням технології вирощування озимої пшениці, ґрунтово-кліматичних умов і попередників, провідні аграрні компанії рекомендують застосовувати мінеральні добрива у межах 110-260 кг/га діючої речовини [4].

Кількісні показники внесення основних елементів живлення у різні фази розвитку рослин наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Потрібні норми внесення розчинів згідно фази розвитку рослини.

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

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

У сучасних технологіях вирощування озимої пшениці широкого застосування набуло позакореневе підживлення азотними добривами, зокрема карбамідом. Норма внесення визначається фазою розвитку рослин і загальним станом посівів. Для зменшення ризику виникнення опіків листової поверхні провідні аграрні компанії рекомендують додатково застосовувати сульфат магнію, наприклад препарат Wonder Leaf MgS 25-50. Його використання сприяє кращому засвоєнню азоту рослинами та підвищенню інтенсивності фотосинтезу.

Позакореневе внесення мікродобрив, які засвоюються через листову поверхню, характеризується високою ефективністю порівняно з кореневим живленням. Це пояснюється тим, що в ґрунті поживні елементи можуть переходити у важкодоступні для рослин форми. Разом з тим, позакореневе підживлення слід розглядати як додатковий агротехнічний захід, який доповнює, але не замінює основну систему живлення рослин.

Обробка регуляторами росту

Застосування регуляторів росту сприяє укороченню та зміцненню стебел озимої пшениці, що зменшує ймовірність вилягання посівів. Такі препарати доцільно використовувати за ранніх строків сівби, у разі інтенсивного кущення в умовах підвищених температур, після внесення азотних добрив у фазі кущення, коли існує ризик надмірного видовження стебел, а також на загущених або забур'янених посівах, де рослини відчувають нестачу сонячного світла.

Більшість сучасних регуляторів росту, що застосовуються на зернових культурах, впливають на систему гіберелінів - фітогормонів, відповідальних за ріст рослин. До основних діючих речовин таких препаратів належать:

- похідні хлормеквату;
- тринаксапак-етил;
- азоли;
- етефон.

Етефон пригнічує дію гіберелінів, тоді як інші зазначені речовини зменшують їх синтез у рослині. У результаті цього формуються коротші міжвузля, що підвищує стійкість рослин до вилягання. Однак фізіологічні

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

процеси в рослині взаємопов'язані, тому пригнічення гіберелінів одночасно посилює активність цитокінінів, які стимулюють кущення. Надмірне застосування морфорегуляторів може викликати надлишкове кущення, появу підгону та, як наслідок, зменшення кількості продуктивних колосків.

У зв'язку з цим важливо правильно визначати не лише строки обробки, а й норму витрати препаратів. Вона значною мірою залежить від погодних умов: зі зростанням температури повітря та інтенсивності освітлення ефективність дії препаратів підвищується. Наприклад, похідні хлормеквату у нормі 1,8 л/га за середньодобової температури 10°C проявляють подібну ефективність до норми 0,5 л/га за температури 20°C. Щодо строків внесення, хлормекват рекомендується застосовувати до початку активного видовження стебла, коли перший вузол розташований не вище 5 см над поверхнею ґрунту, що відповідає фазі BBCH 31-32.

Тринаксапак-етил доцільно застосовувати також у зазначену фазу розвитку культури, однак його використання можливе й у більш пізні строки - до фази BBCH 37-49 без негативного впливу на рослини. Етефон, з огляду на особливості його дії на гібереліни, рекомендується вносити наприкінці фази виходу в трубку (BBCH 31-49), оскільки саме в період інтенсивного росту рослин ефективність цієї діючої речовини є найвищою [5].

Під час застосування регуляторів росту професор Дітер Шпаар радить зменшувати норму витрати препаратів, а в окремих випадках навіть відмовлятися від їх використання за таких умов:

- пізні строки внесення препаратів;
- вирощування сортів, стійких до вилягання;
- легкі ґрунти з низькою здатністю до поглинання поживних речовин;
- недостатнє забезпечення посівів азотом;
- суха погода та дефіцит вологи;
- низька густина стояння рослин;
- планування бакових сумішей регуляторів росту з іншими препаратами (фунгіцидами або гербіцидами).

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

Таким чином, диференційований підхід до застосування регуляторів росту з урахуванням агротехнічних і погодних умов є важливою передумовою ефективного вирощування культури на даному етапі розвитку.

Вірусні хвороби

Останніми роками, поряд із грибними та бактеріальними інфекціями, посівам зернових культур, зокрема пшениці, дедалі більшої шкоди завдають вірусні хвороби. Протягом останніх 10-15 років їх поширення суттєво зросло. Вірусні захворювання рослин умовно поділяють на дві основні групи - жовтяниці та мозаїки.

Жовтяниці проявляються пожовтінням листків, посиленням кущенням рослин і укороченням міжвузлів стебла. Для мозаїк характерне плямисте, так зване мозаїчне забарвлення листової поверхні з наявністю некротичних ділянок, нерівномірне кущення та формування недорозвинених колосів.

На сьогодні ефективних прямих методів боротьби з вірусними захворюваннями зернових культур не існує. Взаємодія між вірусами, їх переносниками та рослинами має складний характер і значною мірою залежить від погодних умов, екологічних факторів та особливостей агротехніки на конкретному полі.

У зв'язку з цим основну увагу слід приділяти профілактичним заходам, серед яких:

- просторова ізоляція посівів озимих і ярих зернових культур, а також віддалення їх від кукурудзи та багаторічних трав на відстань не менше 500 м;
- дотримання оптимальних строків сівби та норм висіву, зокрема уникнення надто ранніх строків висіву ячменю, оскільки вірус жовтої мозаїки ячменю найчастіше розвивається саме на ранніх посівах;
- контроль чисельності комах-переносників і проведення інсектицидних обробок у разі досягнення ними економічного порогу шкодочинності, особливо по краях полів поблизу лісосмуг, де часто відбувається накопичення шкідників;
- знищення бур'янів-резерваторів вірусів, самосівів злакових культур та падалиці;

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

- проведення передпосівного протруювання насіння інсектицидними та фунгіцидними препаратами.

Збирання врожаю

Операцію - збирання озимої пшениці необхідно проводити у стислі строки. Отримання зерна високої якості з мінімальними втратами можливе за умови початку жнив у фазі повної стиглості та завершення їх до виникнення передзбиральних втрат, пов'язаних із перестиганням зерна.

Таблиця 2.2

Умови збирання пшениці в залежності від показника відносної вологості.

Відносна вологість повітря, %	Збирання	Умови
86-100	Не проводити	За сонячної сухої погоди починати збирання можна через 1,5-2 години, за похмурої сухої погоди через 2-3 години
81-85	Лише за необхідності (перестигання, нестача достатньої кількості техніки)	За сонячної сухої погоди починати збирання можна через 1 годину, за похмурої сухої погоди через 1,5 години
76-80	Можна збирати за сонячної сухої погоди	За похмурої сухої погоди збирання можна почати через 1 годину; Буде потрібне післязбиральне досушування
71-75	Можна збирати за сонячної сухої погоди	Перевірити втрати, встановити вищі оберти барабана
66-70	Оптимальний початок збирання	Перевірити втрати, встановити вищі оберти барабана
51-65	Гарні умови для збирання	Перевірити втрати та налаштування комбайна
41-50	Збирати за відповідних налаштувань комбайна	Стежити за дробінням зерна, зменшити оберти барабана, перевірити втрати очистки, а також втрати на жатці та мотівилі
26-40	Щадні налаштування, великий процент дробіння зерна	Зменшити потік повітря для очистки, знизити кількість обертів барабана, перевірити втрати після обмолоту
25 і менше	Щадні налаштування	Максимальна швидкість руху, повністю відкриті решета та більш сильний потік повітря для очистки

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

Для визначення оптимальних строків збирання необхідно проводити регулярне обстеження посівів, починаючи з фази молочно-воскової стиглості зерна. Саме в цей період найбільш помітною є різниця у ступені досягання окремих ділянок, тоді як на пізніших етапах розвитку встановити її значно складніше. Огляд посівів доцільно здійснювати з інтервалом у два дні, що дозволяє правильно визначити послідовність збирання окремих полів.

Значний вплив на строки та ефективність збирання пшениці мають погодні умови, зокрема вологість повітря, що відображено у таблиці 2.2. Ці фактори визначають швидкість досягання зерна та умови проведення збиральних робіт.

У деяких випадках фахівці рекомендують застосовувати двофазне збирання замість прямого комбайнування, яке передбачає скошування культури у валки з подальшим підбором і обмолотом. Такий спосіб доцільний за значної забур'яненості посівів, нерівномірного досягання або наявності сильно розвинених підгонів. Проте підвищені витрати на виконання двофазного збирання, а також можливі втрати кількості та якості зерна часто роблять застосування цієї технології економічно недоцільним навіть за зазначених умов.

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

3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ СІВБИ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ.

3.1. Сівба зернових культур

Операцію висіву виконують відповідно до встановленої норми та заданої глибини загортання насіння, що забезпечує отримання рівномірних і дружних сходів у рядках.

Для сівби зернових культур зазвичай застосовують зернотукові сівалки типу СЗ-3,6А. З економічної точки зору доцільно використовувати посівний агрегат у складі трактора Т-150К, зчіпки СП-16 та трьох сівалок СЗ-3,6А. Робоча швидкість такого агрегату становить 9,4 км/год, час на виконання розвороту - $t_{\text{пов}} = 0,027$ год, а тривалість завантаження насінням - $t_3 = 0,16$ год.

Сумарна місткість насіннєвих ящиків становить $V_{\text{н.я}} = 0,48 \text{ м}^3$, при цьому об'ємна маса насіння озимої пшениці дорівнює $\rho_{\text{н}} = 735 \text{ кг/м}^3$.

Довжину гонів для роботи обраного агрегату визначають за відповідною розрахунковою формулою:

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

де: $V_{\text{н.я}}$ - загальний вміст насіннєвого ящика на даній сівалці, м^3 ;

ρ - чинник об'ємної ваги посівного матеріалу для виконання операції, кг/м^3 ;

i - чинник, що враховує повне використання об'єму зернового ящика та є $i = 0,97$;

Q - вибрана норма висіву для озимої пшениці, кг/га ;

B_c - значення робочої ширини захвату вибраної зернової сівалки, м.

Отже:

$$\ell = \frac{10^4 \cdot V_{\text{н.я}} \cdot \rho_{\text{н}} \cdot i}{Q \cdot B_c} = \frac{10^4 \cdot 0,48 \cdot 735 \cdot 0,97}{220 \cdot 3,6 \cdot 3} = 1440 \text{ м.}$$

Приймаємо: довжину гону 1500 м.

Далі, проводимо визначення часу робочого ходу за один технологічний цикл користуючись наступним виразом:

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

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

де: g_p - показник робочої швидкості сформованого агрегату, км/год.

$$t_{p.x.u} = \frac{1,5}{9,4} = 0,18 \text{ год.}$$

Тепер ми можемо встановити тривалість технологічного циклу, скориставшись при цьому формулою 3.3:

$$t_{\text{цикл.}} = t_{p.x.u} + p \cdot t_{\text{пов}} + t_z, \quad (3.3)$$

де: $t_{\text{пов.}}$ - показник, що характеризує тривалість одного сформованого посівного агрегату, год;

p - кількісний показник поворотів за пройдений технологічний цикл;

t_z - показник часу, що характеризує період завантаження посівним матеріалом утворений агрегат, год.

Таким чином, отримуємо наступне:

$$t_{\text{цикл.}} = 0,18 + 0,075 + 0,13 = 0,385 \text{ год.}$$

Далі проводимо визначення технологічного часу зміни користуючись формулою 3.4:

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

де: $T_{\text{зм.}}$ - чинник, що вказує на певний період стосовно тривалості зміни, год.;

γ - чинник, що характеризує використання змінного часу, відповідно становить $\gamma = 0,74$.

Отже, маємо таке:

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

Тепер розраховуємо кількість циклів за формулою 3.5:

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

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

де: $T_{\text{тех.ч}}$ - визначений вище технологічний час для зміни, год.;

$t_{\text{цикл.}}$ - чинник тривалості одного циклу, год.

Підставляємо вже відомі значення та отримуємо таке:

$$K_{\text{ч}} = \frac{5,92}{0,385} = 15$$

Тепер ми можемо перейти до визначення продуктивності утвореного агрегату за годину змінного часу користуючись такою формулою:

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot 3 \cdot 3,6 \cdot 9,4 \cdot 0,74 = 7,5 \text{ га/год.}$$

Далі ми встановлюємо продуктивність агрегату за зміну, що трисає вісім годин:

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot 3 \cdot 3,6 \cdot 9,4 \cdot 8 \cdot 0,74 = 60,1 \text{ га.}$$

Встановлюємо тривалість виконання процесу сівби озимої пшениці користуючись при цьому таким виразом:

$$T = \frac{2000}{7,5} = 266,6 \text{ год.}$$

Тепер для проведення сівби ярої пшениці:

$$T = \frac{1700}{7,5} = 226,6 \text{ год.}$$

Зазвичай встановлюємо кількісний показник нормозмін використовуючи таку формулу:

Отже, для сівби озимої пшениці:

$$D = \frac{266,6}{8} = 33,32.$$

Також для сівби ярої пшениці:

$$D = \frac{226,6}{8} = 28,32.$$

Отже, кількісний показник утворених нами посівних агрегатів при відповідній тривалості зміни:

Знову, для сівби озимої пшениці, тобто:

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

$$n = \frac{2000}{33,32 \cdot 8} = 7,5.$$

Далі, відповідно, для сівби ярої пшениці, а саме:

$$n = \frac{1700}{28,32 \cdot 8} = 7,5.$$

Отже, ми розраховуємо робочий час за зміну, який буде наступний:

$$T_p = 0,14 \cdot 7,4 = 1,03 \text{ год.}$$

Розраховуємо далі час на заправку даного агрегату користуючись формулою:

$$T_z = 7,4 \cdot 0,12 = 0,89 \text{ год.}$$

Тепер встановлюємо, час на потрібні агрегатні повороти, тобто:

$$T_{нов} = 7,4 \cdot 0,15 = 1,07 \text{ год.}$$

Таким чином, ми маємо наступне:

$$g_{за} = \frac{12 \cdot 1,03 + 6 \cdot 1,07 + 1,2 \cdot 0,89}{14,6} = 1,35 \text{ кг/га.}$$

Відповідно, отримуємо тепер показник загального обсягу всіх потрібних робіт. Він становить:

$$G = 3700 \cdot 1,35 = 5029 \text{ кг}$$

Нарешті, витрати людської праці для проведення процесу одного гектару озимої пшениці:

$$z_n^o = \frac{1}{2,22} = 0,453 \text{ чол.·год./га.}$$

А тепер для виконання загального об'єму операцій:

$$z_n = 3700 \cdot 0,453 = 1679 \text{ чол.·год.}$$

3.2. Операційно-технологічна карта на сівбу озимої пшениці

Площа поля становить $S = 150$ га. Довжина поля прийнята $L = 1500$ м, відповідно його ширина становить $B = 1000$ м, що відповідає прямокутній формі ділянки. Під час сівби озимої пшениці використовується міжряддя $0,15$ м. Основні

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

діючі агротехнічні вимоги до виконання технологічної операції наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Агротехнічні вимоги до зернотукової сівалки СЗ-3,6А

Найменування показників	Значення показників
Норма висіву (озима пшениця), кг/га	
- зерно	50 – 250
- мінеральні добрива	20 – 180
Глибина ходу дискових сошників, мм	30-70
Нерівномірність висіву пшениці, %	3,5
Нестійкість висіву зернових, %	2,6
Дроблення зерна, %	0,25

3.3. Комплектування агрегатів

Формування посівного агрегату здійснюється з урахуванням режиму його роботи, годинної продуктивності протягом основного часу, коефіцієнта використання потужності двигуна трактора, тягового опору робочих органів сівалки та інших оптимальних експлуатаційних параметрів.

Для проведення сівби озимої пшениці доцільно застосовувати посівний агрегат у складі колісного трактора Т-150К, зчіпного пристрою СП-16 та трьох зернотукових сівалок СЗ-3,6А. Така комплектація забезпечує ефективне використання техніки, високу продуктивність агрегату та відповідність агротехнічним вимогам виконання посівних робіт.

3.4. Підготовка посівного агрегату до процесу сівби

Під час підготовки сівалки до роботи необхідно виконати ряд обов'язкових перевірок і налаштувань. Насамперед слід перевірити надійність кріплення всіх вузлів і механізмів зернової сівалки, змастити робочі органи відповідно до вимог заводської інструкції, а також вручну прокрутити основні механізми для перевірки легкості їх обертання.

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

Нову зернотукову сівалку перед початком експлуатації необхідно обкатати протягом 1-2 годин для забезпечення притирання деталей, що працюють у режимі тертя. Також потрібно перевірити роботу гідроциліндрів, які забезпечують піднімання та опускання дискових сошників.

Далі виконують налаштування норми висіву. Для цього сівалку встановлюють на підставки за допомогою домкрата таким чином, щоб опорні колеса могли вільно обертатися, а насіннєві бункери залишалися у горизонтальному положенні. Після цього перевіряють роботу висівних катушок, використовуючи регулятор норми висіву, при цьому важіль регулятора бажано повністю висунути з корпусу. Всі висівні апарати повинні бути закриті, а торцеві поверхні катушок щільно прилягати до внутрішніх поверхонь розеток.

У насіннєвий бункер засипають зерно не менше ніж на третину його об'єму, після чого під сівалкою розстеляють брезент для збору висіяного матеріалу. Для перевірки роботи висівного механізму привід туковисівних апаратів відключають, щоб уникнути одночасного висіву насіння та мінеральних добрив [6].

Після цього опорне колесо сівалки повертають для заповнення висівних апаратів зерном. Далі колесо обертають на $n = 15$ або $n = 30$ обертів із частотою, яка відповідає умовам роботи під час сівби. Значення цієї частоти визначають за відповідною розрахунковою формулою:

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

де: $\mathcal{G}_p$ – вище визначений показник робочої швидкості сформованого посівного агрегату, тобто $\mathcal{G}_p = 9,4$ км/год.;

$R_{\text{кол.}}$ - значення радіусу опорно-приводного колеса сівалки, що закладений заводом-виробником.

Після виконання перевірки, тобто після обертання опорного колеса сівалки, усе зерно, що висипалося на розстелений брезент, збирають і зважують із точністю до 1 г. Отримана маса висіяного насіння повинна відповідати

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

розрахунковому значенню, що підтверджує правильність налаштування норми висіву:

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

де: n - показник, що налічує кількість обертів колеса даної сівалки;

H - задана нами норма висіву для озимої пшениці, кг/га;

B_p - робоча ширина захвату модернізованого агрегату, м;

γ_n - відповідно чинник, що постійно враховує деяке проковзування коліс, він становить такі межі $\gamma_n = 1,05 \dots 1,1$.

Якщо фактична маса висіяного насіння відрізняється від розрахункової більш ніж на 3 %, необхідно виконати додаткове регулювання, змінюючи робочу довжину висівної катушки. Перевірку та коригування проводять до тих пір, поки не буде досягнуто необхідної точності. У випадку, коли встановити потрібну норму висіву шляхом зміни довжини катушки неможливо, налаштування здійснюють шляхом зміни передаточних чисел у коробці передач сівалки.

Регулювання норми внесення мінеральних добрив також виконують зміною передаточного відношення за допомогою коробки зміни передач. При цьому допустиме відхилення фактичної норми від заданої не повинно перевищувати ± 10 %. Одночасно з налаштуванням норм висіву насіння і добрив перевіряють рівномірність їх розподілу між висівними апаратами. Для цього зерно, висіяне кожною катушкою, зважують окремо, після чого визначають відхилення від середнього значення. Допустиме відхилення для насіння становить не більше ± 4 %, а для мінеральних добрив - не більше ± 7 %.

Крім того, під час підготовки агрегату до роботи необхідно виконати такі операції:

- відрегулювати довжину вильоту обох маркерів;
- встановити необхідну глибину ходу дводискових сошників;
- підготувати енергетичний засіб, перевіривши справність звукового сигналу, освітлювальних і контрольно-вимірювальних приладів, а також ефективність роботи ручного гальма;

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

- провести обкатку трактора у складі агрегату з сівалкою на малих обертах двигуна, перевіривши плавність обертання карданних валів і робочих механізмів.

Підготовка поля до операції сівби

Перед початком сівби слід здійснити ретельний огляд поля. Якщо на ділянці виявлено сторонні предмети, зокрема каміння або інше сміття, їх необхідно прибрати за межі посівної площі. Після цього проводять передпосівну культивуацію (див. пункт 2) на глибину, що відповідає запланованій глибині загортання насіння озимої пшениці. Поверхня поля повинна бути вирівняною, а ґрунт - мати дрібногрудочкувату структуру, що забезпечує рівномірне загортання насіння.

Довжина рослинних решток, які залишаються на поверхні поля, не повинна перевищувати 100 см. Вологість ґрунту під час проведення сівби має відповідати оптимальним агротехнічним вимогам, що сприяє отриманню дружних та рівномірних сходів.

Під час виконання сівби агрегат повинен рухатися човниковим способом. При цьому напрямок сівби необхідно обирати поперек напрямку, в якому виконувалась передпосівна культивуація.

Ширину поворотних смуг визначають за такою формулою:

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

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

Перед проведенням самої операції сівби озимої пшениці на полі відмічають лінію першого проходу сформованого нами агрегату.

Робота посівного агрегату в полі

Посівний агрегат, завантажений насінням і мінеральними добривами, встановлюють на лінії першого проходу. Після цього виконують огляд технічного стану агрегату та перевіряють надійність кріплення сівалок СЗ-3,6А. Перед початком роботи маркер переводять із транспортного положення в робоче для формування стикового міжряддя. Під час першого проходу підбирають

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

оптимальну швидкість руху агрегату. У робочому положенні диск маркера повинен бути спрямований у бік незасіяної частини поля.

Після виконання першого проходу необхідно проконтролювати якість сівби: перевірити стан сошників і визначити кількість насіння на одному погонному метрі рядка. Для перевірки норми висіву використовують ємність або відро, за допомогою яких зерновий ящик сівалки заповнюють до визначеного рівня. Знаючи довжину пройденого гону та робочу ширину агрегату, обчислюють площу засіяної ділянки. Далі, поділивши масу висіяного насіння на отриману площу, визначають фактичну норму висіву. Якщо відхилення перевищує допустимі межі $\pm 3\%$, необхідно відрегулювати робочу довжину висівних катушок і повторити перевірку.

Контроль ширини стикових міжрядь проводять після кількох проходів агрегату. Вона повинна відповідати встановленій ширині міжряддя - 15 см. У разі відхилення більше ніж ± 5 см необхідно відрегулювати положення маркера відповідно до конструкції сівалки.

Також контролюють важливий агротехнічний показник - глибину загортання насіння. Якщо фактична глибина не відповідає заданим параметрам, її коригують регулювальним гвинтом, після чого виконують пробний прохід для перевірки правильності налаштування.

Після завершення основної сівби виконують засів поворотних смуг. Далі робочі органи сівалок переводять у транспортне положення, фіксують їх і транспортують агрегат до місця зберігання [8].

Вибір раціонального складу посівного агрегату

Перед початком роботи посівного агрегату доцільно провести порівняльний аналіз показників базового та вдосконаленого варіантів. У базовому варіанті зернотукова сівалка СЗ-3,6А агрегується з трактором МТЗ-82. У проектному варіанті передбачається формування широкозахватного агрегату з трьох сівалок СЗ-3,6А, які працюють у складі з колісним трактором Т-150К із застосуванням зчіпки СП-16.

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

Швидкісні показники для обох енергетичних засобів приймають такими: для трактора МТЗ-82 - $\mathcal{G}_{mp.}=10,4$ км/год на V передачі, для трактора Т-150К - 9,2 км/год також на V передачі.

Робочу швидкість обраного посівного агрегату визначають відповідно до наступного виразу:

$$\mathcal{G}_p = \mathcal{G}_{mp.} (1 - \zeta), \quad (3.9)$$

де: $\mathcal{G}_{mp.}$ - показник швидкості руху колісного трактора без урахування ймовірного буксування, км/год.;

ζ - чинник, що враховує та характеризує процес пробуксовки агрегату. Так, для колісних тракторів він є 0,14, а гусеничних, відповідно, 0,08.

Отже, з метою проведення порівняльного аналізу обчислюємо робочі швидкості для обох агрегатів, тобто базового та модернізованого:

$$\mathcal{G}_p = 12,1 \cdot (1 - 0,14) = 10,4 \text{ км/год.}$$

$$\mathcal{G}_p = 9,78 \cdot (1 - 0,06) = 9,2 \text{ км/год.}$$

Далі ми можемо визначити продуктивність обох агрегатів за годину змінного часу скористувавшись виразом 3.10:

$$W_{zod} = 0,1 \cdot B_p \cdot \mathcal{G}_p \cdot \chi. \quad (3.10)$$

Підставляємо тепер до вище вказаної формули відомі значення параметрів та отримуємо наступне:

$$W_{zod} = 0,1 \cdot 3,6 \cdot 10,4 \cdot 0,57 = 2,13 \text{ га/год.}$$

$$W_{zod} = 0,1 \cdot 3 \cdot 3,6 \cdot 9,2 \cdot 0,57 = 5,7 \text{ га/год.}$$

Далі, знаходимо витрати палива за годину для обох сформованих посівних агрегатів скориставшись при цьому формулою 3.11:

$$Q_{zod} = \frac{g_p \cdot t_p + g_n \cdot t_n + g_z \cdot t_z}{\sum t}, \quad (3.11)$$

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

де: g_p, g_n, g_z – відповідно, питомі характерні показники витрат палива на весь процес сівби. Тому ми враховуємо також не тільки виконання операції сівби, а й повороти в кінці кожного гону та вимушені зупинки самого агрегату, кг/год.;

t_p, t_n, t_z - отже, це показники часу на фіксацію вище перелічених процесів стосовного обох агрегатів, год.

Отже, ми маємо:

$$\sum t = t_p + t_n + t_z. \quad (3.12)$$

$$t_p = 10 \cdot 0,86 = 8,6 \text{ год.}$$

$$t_n = 10 \cdot 0,12 = 1,2 \text{ год.}$$

$$t_z = 10 \cdot 0,08 = 0,8 \text{ год.}$$

Тепер підставляємо вже відомі значення до виразу 3.11:

$$Q_{zod} = \frac{14 \cdot 8,6 + 10 \cdot 0,78 + 10 \cdot 0,8}{10} = 13,6 \text{ кг/год.}$$

$$Q'_{zod} = \frac{17 \cdot 8,6 + 10 \cdot 0,78 + 10 \cdot 0,8}{7} = 23,1 \text{ кг/год.}$$

І нарешті, ми можемо встановити витрати палива на 1 га поля на операцію сівби озимої пшениці для обох агрегатів:

$$Q_{za} = \frac{Q_{zod}}{W_{zod}}, \quad (3.13)$$

$$Q_{za} = \frac{13,6}{2,13} = 6,38 \text{ кг/га.}$$

$$Q'_{za} = \frac{23,1}{5,7} = 4,05 \text{ кг/га.}$$

Висновок: проведені розрахунки свідчать про переваги використання запропонованого посівного агрегату порівняно з базовим варіантом. Зокрема, продуктивність удосконаленого агрегату зростає приблизно у три рази, тоді як витрати палива зменшуються майже на третину. Отже, застосування сформованого агрегату на операції сівби є економічно вигідним і технічно доцільним.

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

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Агротехнічні вимоги до сівби зернових культур.

Агротехнічні вимоги є важливою технологічною основою при розробленні та вдосконаленні різних типів сівалок і посівних агрегатів.

Головним завданням якісної роботи посівних машин є створення оптимальних умов для висіву насіння. Для цього ґрунт необхідно розпушити на задану глибину загортання насіння та вирівняти поверхню поля таким чином, щоб у верхньому шарі ґрунту (0-5 см) були відсутні великі грудки та рослинні рештки розміром понад 30 мм.

Кількість грудок розміром до 10 мм повинна становити не менше 50% від загального об'єму ґрунту, а вміст пилоподібних частинок (менше 0,25 мм) не повинен перевищувати 10%. Такі показники забезпечують рівномірне розміщення насіння та сприяють отриманню дружних сходів.

При рядковому способі сівби одним із важливих показників якості є коефіцієнт варіації розміщення насіння, який не повинен перевищувати 30%. Водночас відхилення глибини загортання насіння пшениці допускається не більше ніж 20%, що забезпечує рівномірні умови проростання та розвиток рослин.

4.2. Будова та принцип роботи зернотукової сівалки марки СЗ-3,6А.

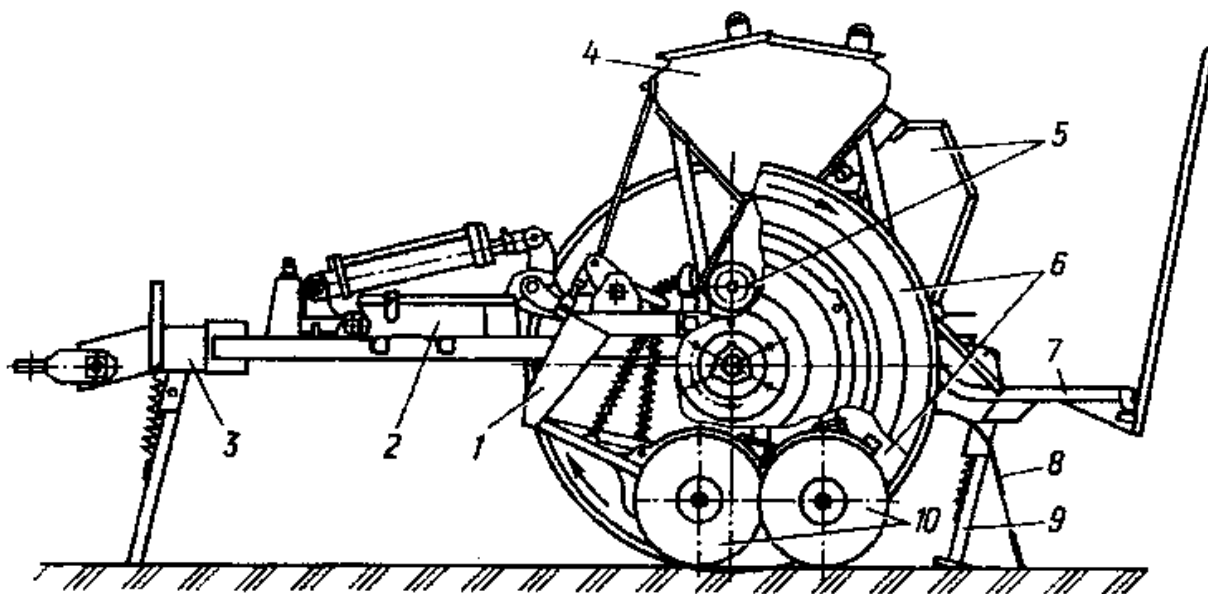


Рис. 4.1. Технологічна схема досліджувальної сівалки СЗ-3,6А:

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БР 00.000 ПЗ

Арк.

1 - рама, що має квадратний перетин; 2 - ящик для утримування інструменту; 3 - сниця; 4 - зернотуковий ящик; 5 – приводний механізм висівних апаратів; 6 - опорно-приводні колеса; 7 - підніжна утримувана дошка; 8 - загортач; 9 - опора; 10 - конструкція дводискових сошників.

Зернотукова сівалка СЗ-3,6А складається з основних вузлів і механізмів, до яких належать висівні апарати для насіння зернових культур і гранульованих мінеральних добрив, насіннепроводи, а також дводискові сошники із загортачами. На рамі машини встановлено зернотуковий ящик, розділений перегородкою на два відділення: переднє призначене для насіння, а заднє - для внесення мінеральних добрив.

У нижній частині зернового відділення змонтовано дві секції висівних апаратів для насіння, тоді як на бічній стінці тукового відділення розміщено дві секції висівних апаратів для мінеральних добрив. У передній частині рами встановлено брус, до якого шарнірно приєднуються повідки сошників. Залежно від виконання, сівалка може комплектуватися дводисковими рядковими або вузькорядними сошниками, а також однодисковими наральниковими чи іншими типами робочих органів.

Для піднімання та опускання сошників у робоче або транспортне положення на рамі передбачено гідроциліндр. У передній частині конструкції також розміщена сниця з причіпним пристроєм, що забезпечує агрегування сівалки з трактором. У задній частині встановлено ланцюговий загортач (шлейф), який вирівнює поверхню ґрунту після висіву насіння.

Рама сівалки спирається на два пневматичні опорно-приводні колеса діаметром 1245 мм, від яких здійснюється привід котушкових висівних апаратів через передавальний механізм.

У центральній частині сівалки розміщені коробки змінних передач (КЗП). Кожна коробка складається з двох литих боковин, які з'єднані між собою стяжними болтами. У боковинах на шарикупідшипниках встановлено два шестигранні вали - вхідний і вихідний.

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

На вхідному валу розміщений блок із трьох зірочок, а на вихідному - блок із п'яти зірочок. Передача обертання між валами здійснюється за допомогою ланцюга. Блоки зірочок можуть переміщуватися вздовж валів, що дозволяє змінювати передаточне число. Для регулювання натягу ланцюга на квадратному валу встановлено ролик із кронштейном.

4.3. Показники надійності сівалки

- Строк служби, років.....	8
- Коефіцієнт готовності.....	0,97
- Гарантійний строк експлуатації, місяців.....	24
- <u>Середньозмінний час технічного обслуговування,</u> год., не більше.....	0,35
- Питома сумарна оперативна трудомісткість технічного обслуговування, чол-год./год., не більше.....	0,06
- Напрацювання на відмову, год., не менше.....	30
- Питома сумарна оперативна трудомісткість усунення відмов, чол.-год./год.....	0,06

4.4. Призначення та область використання модернізованої нами зернотукової сівалки СЗ-3,6А.

Універсальна зернотукова сівалка СЗ-3,6А призначена для рядкового висіву зернових культур, зокрема пшениці, жита, ячменю та вівса, а також зернобобових культур, саме: гороху, сої, бобів - із одночасним внесенням у ґрунт гранульованих мінеральних добрив.

Крім того, сівалка може застосовуватися для висіву інших культур, які мають подібні до зернових розміри насіння та потребують аналогічних норм висіву. Конструктивно машина виконана як причіпна, обладнана гідравлічною системою піднімання та опускання робочих органів.

Одна сівалка СЗ-3,6А агрегується з тракторами тягового класу 0,9 або 1,4. Для одночасної роботи декількох сівалок використовують зчіпку СП-16, що дає можливість формувати широкозахватні посівні агрегати з тракторами тягових

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

класів 3, 4 або 5. Робоча швидкість агрегату при виконанні сівби становить приблизно 2,5-3,5 м/с.

4.5. Обґрунтування проведених змін в конструкції зернотукової сівалки СЗ-3,6А.

Основною вимогою до сівби зернових культур є розміщення насіння на заданій глибині з подальшим загортанням його пухким і достатньо зволженим шаром ґрунту. Однак існуючі дводискові сошники під час роботи часто виносять вологий шар ґрунту на поверхню. Це відбувається внаслідок обертання дисків, які зміщують ґрунт убік і догори, у результаті чого в рядку утворюються дві борозенки з гребенем між ними. Такий процес є одним із головних недоліків дводискового сошника, оскільки призводить до нерівномірного загортання насіння - від різної глибини розміщення до часткового винесення насіння на поверхню ґрунту. Поліпшити роботу сошника можна шляхом зміни напрямку переміщення ґрунтового потоку дисками та формування стабільної борозенки із заданою глибиною розміщення насіннєвого ложа.

Для усунення зазначених недоліків нами запропоновано конструктивне удосконалення дводискового сошника. Між дисками встановлено ґрунтоущільнювач, який запобігає внутрішньому боковому відкиданню ґрунту та спрямовує його під ущільнювальну п'яту, забезпечуючи формування рівномірного посівного ложа.

Запропонована конструкція сошника наведена на рисунку 4.2. Сошник складається з корпусу 1, у центральній частині якого на осі 2 за допомогою маточин 3 встановлені диски 4. У задній частині того ж корпусу 1 розміщена лійка 5 для подачі насіння. У нижній частині корпусу виконано виріз, у якому встановлена ущільнювальна п'ята 6, що кріпиться до самого корпусу заклепками 7. Передня частина п'яти має загострену форму, тоді як задня виконана у вигляді подовженого заглиблення, сформованого радіальними твірними та параболічними напрямними.

До задньої частини корпусу гвинтами 8 прикріплена пластина 9 із прутками-загортачами 10. Кінці прутків 11 сплюснені у вертикальній площині, що

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

Technical drawing of a mechanical part, likely a flywheel or pulley, showing a cross-section and a perspective view. The drawing includes dimension lines and labels 1 through 11.



1- корпус; 2 - вісь; 3 - ступиця; 4 - диск; 5 - лійка; 6 - п'ята; 7 - конструкція відбивача; 8 - гвинт; 9 - пластина; 10 - загортач; 11 - п'ятка загортача.

4.6.1. Обчислення катушкових висівних апаратів

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

До основних технологічних параметрів катушкового висівного апарата належать форма, розміри та кількість жолобків, робоча довжина катушки, величина зазору між катушкою і дном на виході, довжина дна, а також положення і розміри верхнього поріжка.

Процес висіву насіння катушковим апаратом відбувається за рахунок винесення насіння із корпусу жолобками катушки та активним шаром, який утворюється під дією ребер жолобків катушки, що обертається, на прилеглий до неї шар насіння. При цьому величина активного шару практично не залежить від розмірів і форми жолобків.

Кількість насіння, що висівається катушковим апаратом за один оберт катушки, визначається розмірами і формою жолобків, які впливають на їх об'єм та ступінь заповнення насінням, тобто на коефіцієнт заповнення жолобків.

Кількість насіння, висіяного за один оберт катушки, визначають за виразом 4.1, г:

$$q_0 = (f \cdot z \cdot \mu + \pi \cdot d_k \cdot C_{np}) L_k \cdot \gamma_c \cdot 10^{-3}, \quad (4.1)$$

де: f - показник, що враховує площу поперечного перерізу жолобка, мм²;

z - чинник кількості жолобків, шт.;

μ - чинник, що характеризує заповнення жолобків насінням, а саме: для пшениці $\mu = 0,7 \dots 0,8$;

d_k - значення зовнішнього діаметру катушки, мм; $d_k = 50$ мм;

C_{np} - приведений показник товщини активного шару зерна, мм. Він становить:

$$C_{np} = \frac{1 - e^{-\epsilon_0 C_0}}{\epsilon_0}, \quad (4.2)$$

де: e - основа натурального логарифму;

ϵ_0 - чинник пропорційності, тобто він є $\epsilon_0 = 0,3 \dots 0,35$;

C_0 - зазор, що є на виході між катушкою та дном, як показано на рисунку 4.3;

L_k - відповідно робоча довжина катушки, мм;

γ_c - встановлена об'ємна маса насіння, г/дм³.

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

Підставляємо до виразу відомі та проводимо розрахунок:

$$C_{np} = \frac{1 - 2,72^{-0,314}}{0,3} = 2,6 \text{ MM},$$

Отже, приймаємо: $C_{np} = 2\text{мм}$.

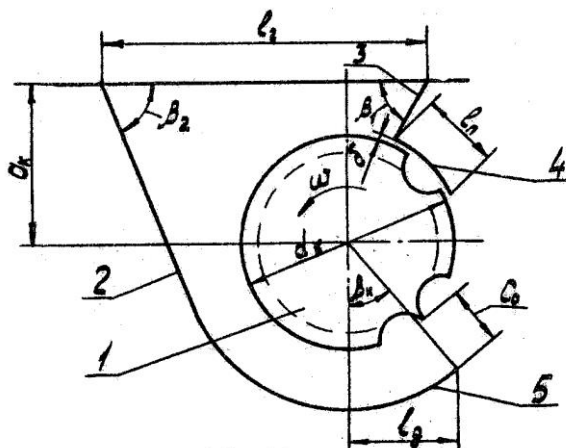


Рис. 4.3. Схема корпусу висівного апарата:

1 – жолобкова катушка; 2, 3 - задня та передня стінки корпусу;

4 - верхній поріг; 5 - передня частина дна.

Далі, ми розраховуємо площу поперечного перерізу жолобка, яка залежить від його розмірів та форми. При цьому користуємося таким виразом:

$$f = f_1 + f_2 + f_3, \quad (4.3)$$

$$\text{де:} \quad f_1 = \frac{r^2}{2}(\pi - \alpha^1 - \sin(\pi - \alpha^1)), \quad \alpha^1 = 2\left(\frac{\alpha}{2} + \beta\right),$$

$$\alpha^1 = 2\left(\frac{\alpha}{2} + \beta\right) = 50^\circ = 0,5, \quad f_1 = \frac{25}{2}(3,14 - 0,5 - \sin(3,14 - 0,5)) = 10,8.$$

$$f_2 = \frac{d_k^2}{8}(\alpha - \sin \alpha), \quad f_3 = \frac{\theta_{\text{MC}}^2 - 4 \cdot r^2 \cdot \cos^2 \frac{\alpha^1}{2}}{4 \operatorname{tg} \frac{\alpha^1}{2}}, \quad \alpha = 2 \arcsin \frac{\theta_{\text{MC}}}{d_k},$$

Тепер підставляємо значення вже відомих параметрів:

$$\alpha = 2 \arcsin \frac{9}{50} = 0,36, \quad f_2 = \frac{50^2}{8} (0,36 - \sin 0,36) = 3,12, \quad f_3 = \frac{81 - 4,25 \cdot \cos^2 \frac{0,5}{2}}{4 \operatorname{tg} \frac{0,5}{2}} = 11,7.$$

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

Відтак, площа поперечного перерізу становитиме:

$$f = 10,8 + 3,12 + 11,7 = 25,62 \text{ мм}^2.$$

І відповідно, кількісний показник висіяного насіння за один оберт катушки буде таким:

$$g_0 = (25,62 \cdot 12 \cdot 0,8 + 3,14 \cdot 0,50 \cdot 2,0) \cdot 0,34 \cdot 750 \cdot 10^{-3} = 64 \text{ г.}$$

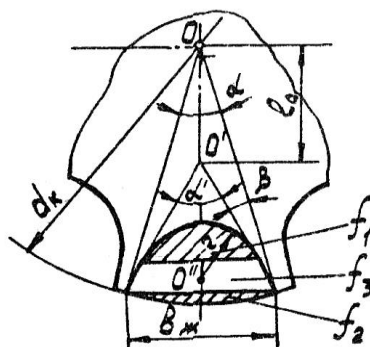


Рис. 4.4. Форма жолобка катушки механічної дії в конструкції висівного апарата сівалки СЗ-3,6А.

Далі ми проводимо обчислення площі повздовжнього перерізу шару насіння, що рухається по певній траєкторії:

$$F_c = f \cdot z \cdot \mu + \pi \cdot d_k \cdot C_{np}, \quad (4.4)$$

$$F_c = 25,62 \cdot 12 \cdot 0,8 + 3,14 \cdot 0,50 \cdot 2,0 = 0,249 \text{ мм}^2.$$

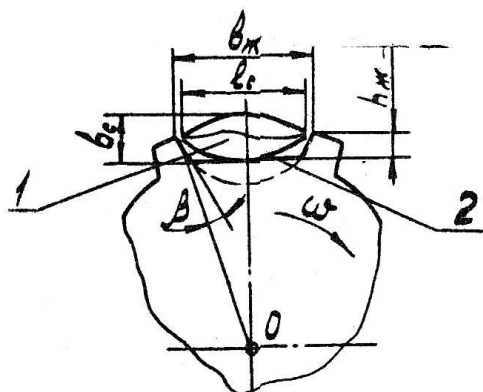


Рис. 4.5. Схема стосовно вибору розмірів жолобка:

1- зерно; 2 - жолобок.

Дана катушка – це основний робочий орган в конструкції катушкових висівних апаратів механічної дії. Широко застосовуються жолобчасті катушки, які мають дванадцять жолобків з циліндричним профілем та відповідно, радіусом

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

$r = 5 \dots 5,7$ мм. Враховуючи вище перелічені параметри, конструктивно приймаємо d_k рівним 50 мм.

4.6.2. Розрахунок параметрів конструкції бункера

Спочатку ми характеризуємо те, що мінімально допустимі розміри горизонтально розташованих отворів для добре сипкого посівного матеріалу можна обчислити за наступними формулами, тобто:

- для круглих:

$$R = 4\sqrt{b \cdot c}; \quad S = 50,24 \cdot b \cdot c, \quad (4.5; 4.6)$$

При радіоактивному забрудненні дезактивацію потрібно проводити часткову або взагалі повну.

де: b - товщина зерна;

c - відповідно, його ширина;

S - значення площі отвору;

R - значення радіусу кола отвору.

Підставляємо відомі величини до формули та проводимо розрахунок:

$$R = 4\sqrt{3,8 \cdot 4} = 15,6 \text{ мм},$$

$$S = 50,24 \cdot 3,8 \cdot 4 = 763 \text{ мм}^2.$$

Далі, проводимо визначення граничного кута нахилу днища до отворів користуючись рівнянням:

$$\alpha > \varphi + \varepsilon, \quad (4.7)$$

де: φ – значення кута тертя ковзання запропонованого посівного матеріалу по площі дна, він становить $\varphi = 32^\circ$;

ε - значення кута нахилу рельєфу вибраного поля, тобто приймаємо $\varepsilon = 10^\circ$.

Знаючи тепер значення параметрів кут нахилу днищ буде становити наступне:

$$\alpha > 32 + 10 = 42^\circ.$$

Отже, приймаємо: $\alpha = 45^\circ$.

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

Форма і габарити місткості визначаються необхідним робочим об'ємом у кожному конкретному випадку, конструктивною компоновкою сівалки та вимогами до забезпечення безперешкодного висипання матеріалу.

Рациональний об'єм бункера встановлюється з урахуванням норми висіву, продуктивності агрегату, тривалості роботи без дозаправлення та конструктивних особливостей посівної машини:

$$V = \frac{K_3 \cdot K \cdot L \cdot b \cdot Q}{10^4 \cdot \gamma}, \quad (4.8)$$

де: K_3 - чинник, який враховує необхідний запас вибраного нами посівного матеріалу в разі залипання в період чергової заправки, приймаємо $K_3 = 1,1$;

K - кількість дискових сошників, що живляться від одного бункера, тобто приймаємо $K = 12$;

L - відповідно, шлях пройдений сівалкою від заправки до заправки. Він характеризується розмірами встановленого поля:

$$L = m \cdot L_r, \quad (4.9)$$

L_r - довжина гону на полі, приймаємо з технологічного розділу $L_r = 1600$ м;

m - кількісний показник гонів, які необхідно засіяти за рахунок виконання однієї заправки, приймаємо $m = 4$;

b - значення ширини міжряддя, конструктивно приймаємо $b = 15$ см;

Q - норма висіву озимої пшениці, отже приймаємо $Q = 250$ кг/га;

γ - значення об'ємної маси посівного матеріалу, відповідно приймаємо $\gamma = 760$ г/дм³. Таким чином:

$$L = 1600 \cdot 4 = 6400 \text{ м},$$

І тепер ми встановлюємо об'єм бункеру:

$$V = \frac{1,1 \cdot 12 \cdot 4000 \cdot 0,15 \cdot 250}{10^4 \cdot 760} = 417 \text{ дм}^3.$$

Далі витрати зерна крізь отвори у бункері при зв'язаному режимі висипання зернового потоку буде становити:

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

$$q_v = 14,77 \frac{K_{пл} \cdot \lambda \cdot \lambda_1 \cdot S \cdot R^{0,25}}{f^{0,5}}, \quad (4.10)$$

де: $K_{пл}$ - чинник ущільнення потоку матеріалу, що витікає з бункеру, для пшениці $K_{пл} = 1,15$;

λ - чинник втрат зерна, для пшениці $\lambda = 1,0$;

λ^1 - коефіцієнт пропорційності, для пшениці $\lambda^1 = 0,95$;

f - відповідно коефіцієнт внутрішнього тертя посівного матеріалу, його приймаємо наступним $f = 0,47$;

S - значення площі отвору, $S = 763 \text{ мм}^2$;

R - радіус отвору, $R = 15,6 \text{ мм}$.

І нарешті, ми маємо таке:

$$q_v = 14,77 \frac{1,15 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 763 \cdot 15,6^{0,25}}{0,47^{0,5}} = 35690 \text{ мм}^3.$$

4.6.3. Розрахунок сошників та розставлення їх на зерновій сівалці

Конструкція дискових сошників, а саме площини дисків нагадують форму щік, при чому в передній частині вони практично змикаються. Тому в цьому випадку ширину і форму борозни визначає точка M , яка є точкою стику дисків, а також кут ψ їх розхилу.

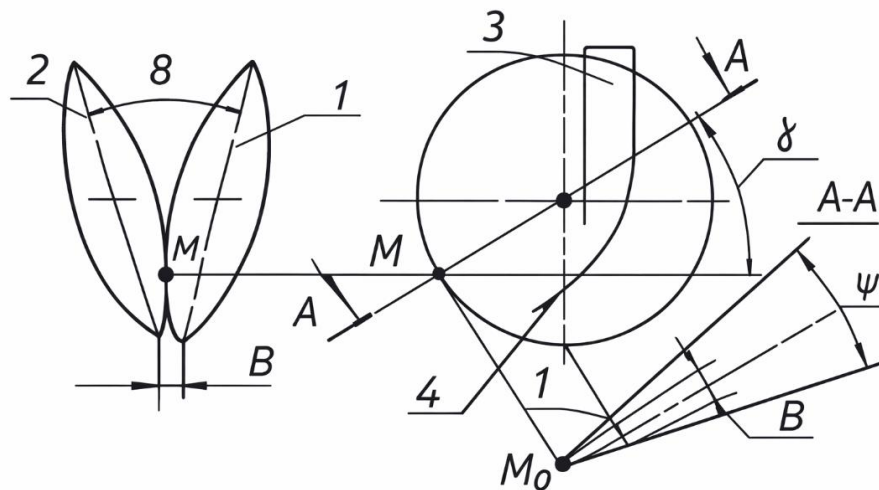


Рис. 4.6. Конструктивна схема стосовно розрахунку ширини борозни:

1 і 2 - конструкція правого та лівого дисків; 3 – лійка напрямна до насіннєпроводу; 4 - спрямовувач насіннєвого потоку.

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

Згідно рисунку 4.6 за формулою [2] ми встановлюємо ширину борозни:

$$b = D(1 - \sin \gamma) \sin(\psi / 2), \quad (4.11)$$

де: D - значення діаметру диска, тобто в зернових сівалках такого типу він є $D = 350$ мм;

γ - значення кута, що описує положення точки M , а саме, стику виготовлених дисків відносно положення горизонтальної осі. Так, у сівалках призначених для рядової сівби кут становить $\gamma = 40^\circ$;

ψ - чисельне значення кута розхилу самих дисків, у рядкових сівалок він становить $\psi = 10^\circ$.

Таким чином, тепер ми можемо підставити до формули 4.11 відомі значення:

$$b = 350(1 - \sin 40) \sin(10 / 2) = 11_{\text{мм}}.$$

При проведенні проектування конструкції дводискового сошника потрібно обов'язково враховувати кути між дисками, як у вертикальній так і горизонтальній площині, при цьому користуючись наступними формулами [3]:

$$tq\left(\frac{\theta}{2}\right) = \sin \gamma \cdot tq\left(\frac{\psi}{2}\right), \quad (4.12)$$

$$tq\left(\frac{\eta}{2}\right) = \cos \gamma \cdot tq\left(\frac{\psi}{2}\right), \quad (4.13)$$

Отже, проводимо певні розрахунки:

$$tq\left(\frac{\theta}{2}\right) = \sin 40 \cdot tq\left(\frac{10}{2}\right) = 0,056,$$

$$tq\left(\frac{\eta}{2}\right) = \cos 40 \cdot tq\left(\frac{10}{2}\right) = 0,067.$$

Далі, користуючись наступним виразом [4] ми обчислюємо величину зони утвореної деформації ґрунту у повздовжньому напрямку:

$$L_x = \left(\frac{h}{tq\varphi} + 0,5 \cdot b\right) \cdot \sin\left(\frac{\eta_0}{2} + \varphi\right), \quad (4.14)$$

де: h - це значення глибини загортання насіння, тобто ми можемо прийняти $h = 30$ мм;

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

φ - кут тертя робочих елементів по ґрунту, тобто приймаємо $\varphi = 30^{\circ}$.

Таким чином, ми маємо наступне:

$$L_x = \left(\frac{30}{\tan 30} + 0,5 \cdot 11 \right) \cdot \sin \left(\frac{8}{2} + 30 \right) = 32 \text{ мм.}$$

Тепер, проводимо визначення величини зони активної деформації ґрунту у поперечному напрямку користуючись наступною формулою [5]:

$$b_x = \left(\frac{2h}{\tan \varphi} + c \right) \cdot \cos \left(\frac{\eta}{2} + \varphi \right), \quad (4.15)$$

де: показник C ми знаходимо з такого виразу [5]:

$$c = b + \sqrt{\frac{2}{3} \cdot h \cdot D - \left(\frac{2}{3} \cdot h \right)^2 \cdot \sin^2 \left(\frac{\eta_0}{2} \right)}, \quad (4.16)$$

Підставляємо до виразу значення відомих параметрів:

$$c = 11 + \sqrt{\frac{2}{3} \cdot 30 \cdot 350 - \left(\frac{2}{3} \cdot 30 \right)^2 \cdot \sin^2 \left(\frac{8}{2} \right)} = 16 \text{ мм.}$$

Переходимо тепер до встановлення відстані між крайніми сошниками даної сівалки, при цьому застосовуємо відповідну формулу [5]:

$$A = b \cdot (n - 1), \quad (4.17)$$

де: b - задане значення ширина утвореного міжряддя, $b = 15$ см;

n - кількісний показник сошників на сівалці, він становить $n = 24$.

Отже, маємо наступне:

$$A = 15 \cdot (24 - 1) = 345 \text{ см.}$$

І на решті, величина зони деформації, яка утворена у поперечному напрямку:

$$b_x = \left(\frac{2 \cdot 30}{\tan 30} + 16 \right) \cdot \cos \left(\frac{8}{2} + 30 \right) = 99.$$

4.7. Кінематичний розрахунок стосовно механізму підйому дводискових сошників.

Для визначення зусиль, що діють на шток гідроциліндра та елементи механізму піднімання, доцільно застосовувати графоаналітичний метод розрахунку. Його сутність полягає у використанні повернутих планів швидкостей

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

двоплечого важеля 6, що зображено на рисунку 3.10, та поводка 1, які розглядаються як важіль Жуковського для точок E та A . При цьому точка E відповідає місцю прикладання маси сошника, а точка A - місцю дії сили $P_{ш}$, спрямованої вздовж штока гідроциліндра.

Під час виконання розрахунків для підвісок переднього та заднього рядів сошників побудову розрахункової схеми здійснюють окремо, що дає можливість більш точно врахувати особливості навантаження та кінематичні умови роботи кожного ряду сошників.

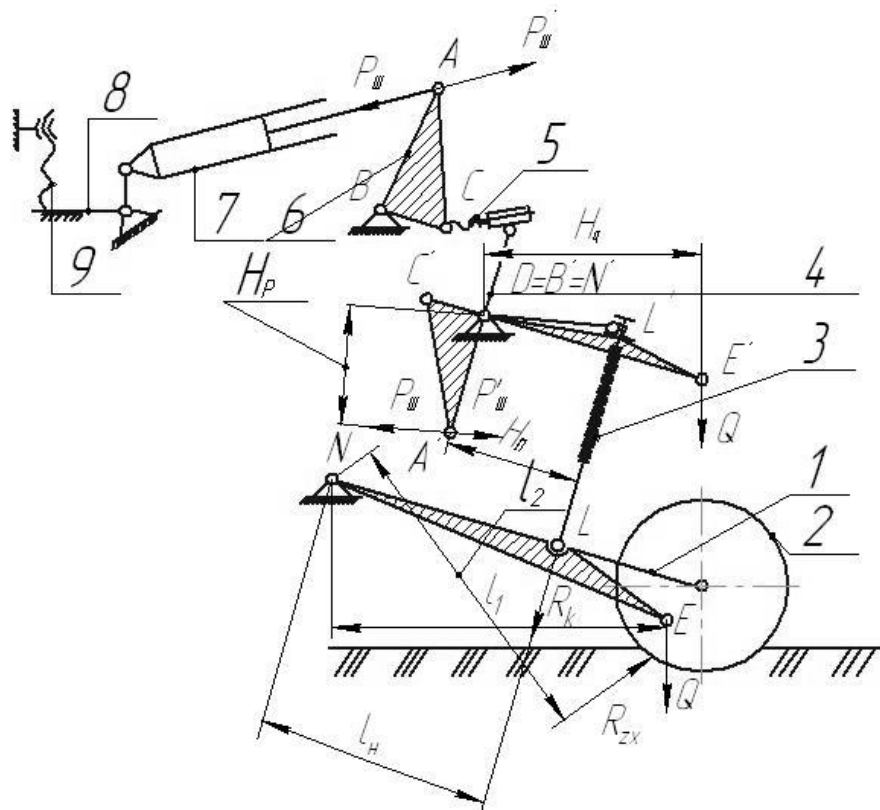


Рис.4.6 Розрахункова схема підвіски сошників.

При розгляді цього питання за полюс планів швидкостей ми встановлюємо нерухому точку D , під час чого використовуємо так званий повернутий план швидкостей NLE , потім будуємо трикутник подібної форми $N^1L^1E^1$ швидкостей, при цьому суміщаючи точку N^1 з відповідною точкою D . Далі, вже з іншого боку до цієї нерухомої точки ми проводимо побудову плану швидкостей утвореної ланки ABC , так щоб саму точку B ми могли сумістити з точкою D , а

відтак отримали наступне: $A'B' = AB$, $A'B' \parallel AB$, $A'C' = AC$, та $A'C' \parallel AC$, $B'C' = BC$ і $B'C' \parallel BC$.

І нарешті, до точки A' ми можемо прикласти вектор сили P_u , а до визначеної точки L' - вектор сили R_n , і далі до точки E' - вектор діючої сили Q . Після цього користуючись наступною формулою [5] ми встановлюємо зусилля на самому штокові гідроциліндра при піднятих сошниках:

$$P_u = P_{u_1} + P_{u_2}, \quad (4.18)$$

де: $P_{u_1} = Q_1 \cdot Hq_1 / H_p$ - це діюче зусилля для переднього ряду сошників; при цьому Q_1 - показник сили ваги передніх дводискових сошників, який становить $Q_1 = Q \cdot n_1$; потім Q - значення сили ваги тільки одного сошника, Н; n_1 - відповідна кількість передніх сошників, шт; а n - це вже загальна кількість сошників на зерновій сівалці, шт; далі R_n - показник сили тиску пружини, яка діє на натискну штангу до сошника; f - чинник, що враховує зчеплення (так для пневматичних коліс він становить $f = 0,4$); D_k - значення діаметру опорно-привідних коліс зернової сівалки, м; та відповідно, k - це кількість опорно-привідних коліс.

Згідно прийнятих конструкторських рішень та відповідних літературних джерел [6]:

Отже:

$$G_c = 1725 \text{ кг} = 17520 \text{ Н}; n = 24 \text{ шт}; Q_1 = 130 \text{ Н}; R_n = 510 \text{ Н}; D_k = 1,245 \text{ м}; k = 2.$$

Тепер проводимо обчислення частини ваги даної сівалки, що припадає на колеса:

$$G = 17520 - 24(510 + 130) = 2160 \text{ Н};$$

$$M = 0,4 \cdot 2160 \cdot 1,245 / 4 = 268,9 \text{ Н м};$$

$$M_{\max} = 269 \text{ Н м}.$$

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

Відповідно, крутний момент на валу котушкових висівних апаратів даної сівалки ми знаходимо за такою формулою [7]:

$$M_K = \frac{M_{\max} \cdot \eta}{i}, \quad (4.19)$$

де: η - чинник, що характеризує ККД передачі;

i - значення передаточного відношення в механізмі приводу.

Тепер, встановимо зусилля для заднього ряду таких же сошників:

$$P_{ш_2} = \frac{Q_2 \cdot H_{q_2}}{H_p}, \quad (4.20)$$

де: показник Q_2 - це сила ваги задніх сошників, яка становить $Q_2 = q \cdot n_2$;

n_2 - кількісний показник задніх сошників.

Аналізуючи джерела [5] у сівалки СЗ-3,6А сила ваги одного сошника, що має литий корпус, становить 130Н.

Отже, ми маємо наступне:

$$Q_1 = Q_2 = 130 \cdot 12 = 1560 \text{ Н};$$

$$n_1 = n_2 = 12 \text{ шт.}$$

Аналізуючи приведену схему на рисунку 4.6, а саме схему підвіски сошників:

$$H_p = 100 \text{ мм}; H_{q_1} = 232 \text{ мм}; H_{q_2} = 710 \text{ мм.}$$

$$P_{ш_1} = (230 / 115) \cdot 1560 = 3147,1 \text{ Н}$$

$$P_{ш_2} = (710 / 115) \cdot 1560 = 9631,3 \text{ Н}$$

$$P_{ш} = 3147,1 + 9631,3 = 12616 \text{ Н} = 12778,4 \text{ кг.}$$

Проаналізувавши отримані розрахунки ми приймаємо гідроциліндр марки Ц-55.

4.9. Обчислення на міцність.

4.9.1. Обчислення шпонкового з'єднання.

Конструктивний аналіз свідчить проте, що небезпечною зоною стосовно деформації для шпонок і пазів є їх зминання від дії крутного моменту T . Тому виконуємо певні розрахунки на зминання шпонки. В даній конструкції сівалки

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

вона з'єднує вхідний вал передавального редуктора (КЗП) з зірочкою, як показано на рисунку 4.4.

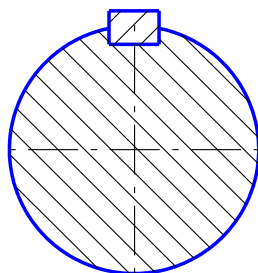


Рис. 4.4. Визначена схема шпонкового з'єднання.

Проаналізувавши конструкцію ми визначаємо, що дана шпонка встановлена на валу. Такий вал має наступну характеристику: його діаметр $\varnothing 25$ мм та виготовлений із Ст.5. Сама шпонка виготовлена із Ст.6. Таким чином, аналіз літературних джерел підкреслює, що допустиме значення на зминання є наступним, а саме: $[\sigma_{зм}] = 220 \text{ МПа}$ [8].

Отже, ми маємо такі параметри:

$b=8 \text{ мм}$, $h=7 \text{ мм}$ та $L_{кр}=40 \text{ мм}$.

Проводимо обчислення зусилля на зминання користуючись такою формулою [8]:

$$\sigma_{зм} = \frac{4T}{dL_p h} \leq [\sigma_{зм}] \quad (4.13)$$

де: T - значення крутного момент, що активно впливає на вхідний вал редуктора, він є таким $T=363,9 \text{ Н м}$;

d - це значення діаметру валу, він становить $d=25 \text{ мм}$;

L_p - відповідно показник робочої довжини самої шпонки, $L_p=40 \text{ мм}$;

h - чисельне значення висоти шпонки, воно є таким $h=7 \text{ мм}$.

Отже, підставляємо вже відомі значення підставляємо до формули 4.13:

$$\sigma_{зм} = \frac{4 \cdot 376,2}{0,025 \cdot 0,04 \cdot 0,007} = 214,9 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Отримуємо висновок про те, що вибрана нами шпонка повністю задовольняє умовам міцності на її зминання, тому що: $214,9 \cdot 10^6 \text{ Па} < 220 \cdot 10^6 \text{ Па}$.

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

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що можуть виникнути при експлуатації зернотукової причіпної сівалки СЗ-3,6А

Сучасні зернові сівалки загалом відповідають вимогам охорони праці. Під час їх проектування передбачаються різноманітні пристрої та механізми, що забезпечують захист працівників від можливих травм і сприяють покращенню умов праці тракториста. Окрім цього, вдосконалюються показники керованості та маневреності посівного агрегату.

Водночас сівалка залишається технічним засобом підвищеної небезпеки, що вимагає особливої уваги до розроблення заходів з охорони праці та неухильного дотримання правил техніки безпеки і пожежної безпеки під час її експлуатації.

Перед початком роботи необхідно перевірити комплектність і справність усіх вузлів і механізмів сівалки, підтягнути різьбові з'єднання та виконати попереднє змащування поверхонь тертя. Також слід переконатися у наявності та справності захисних огорожень, відсутності сторонніх предметів у зернових і тукових ящиках. Додатково перевіряють привідні механізми, автомати, проводять регулювання сошників і контролюють надійність їх кріплення.

Починати рух посівного агрегату дозволяється лише після подачі сигналу трактористом та отримання підтвердження від старшого на агрегаті. Під час роботи необхідно контролювати, щоб кришки зернових і тукових ящиків були щільно закриті, а під час завантаження відкриті кришки надійно фіксувалися запобіжними пристроями. При завантаженні сухих порошкоподібних мінеральних добрив слід обов'язково користуватися респіратором.

Упродовж робочого дня потрібно періодично очищати сошники, тукопроводи та борознозакривачі від ґрунту, рослинних решток і сторонніх предметів, а також своєчасно усувати виявлені несправності. Для очищення сошників застосовують чистики, обладнані дерев'яними ручками. Виконувати очищення або ремонт сівалки дозволяється лише після повної зупинки посівного агрегату.

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

Перед виконанням повороту сошники сівалки необхідно підняти, а сам поворот здійснювати на зниженій швидкості. Широкозахватним посівним агрегатам забороняється виконувати різкі повороти, оскільки це може призвести до накладання однієї секції на іншу. Також не допускається рух агрегату заднім ходом при опущених сошниках. Піднімання та опускання сошників дозволяється виконувати лише під час прямолінійного руху вперед. У процесі роботи необхідно постійно контролювати стан механізмів передачі: ослаблені ланцюги підтягують за допомогою натяжних зірочок, при цьому надмірний натяг ланцюгів є неприпустимим.

Необхідно регулярно перевіряти технічний стан пневматичних коліс. Тиск у шинах повинен відповідати вимогам інструкції заводу-виробника. У разі виникнення збільшеного осьового зазору сівалку встановлюють на підставки, знімають кришку маточини, розшпінтовують затяжну гайку, підтягують її, після чого послаблюють до суміщення найближчого шліца з отвором на осі та знову шпінтують. Переконавшись у вільному обертанні колеса, кришку маточини встановлюють на місце.

Для роботи в темний час доби заздалегідь перевіряють справність системи електроосвітлення агрегату. Отвори висівних апаратів очищають лише спеціальними чистиками або гачками, а для вирівнювання насіння застосовують тільки лопатки.

Особливу небезпеку становить висів протруєного насіння або одночасне внесення мінеральних добрив. Тому перед початком робіт працівники повинні пройти інструктаж з техніки безпеки. Агроном інформує персонал про токсичні властивості протруйників і перевіряє наявність справних засобів індивідуального захисту відповідно до чинних санітарних норм. Безпосередній контакт працівників із протруєним насінням категорично забороняється. Під час роботи необхідно стежити, щоб кришки ящиків були щільно закриті, а пил не потрапляв у навколишнє середовище. На мішках із протруєним насінням обов'язково наносять попереджувальні написи: «Протруєно!» або «Отруєно!».

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

Протруєне насіння видається зі складу лише за письмовим дозволом керівника господарства з обов'язковою реєстрацією у журналі обліку.

Рекомендується проводити протруювання тільки тієї кількості насіння, яка необхідна для запланованого обсягу сівби. Якщо частина протруєного насіння залишилася невикористаною, її допускається передати іншому господарству за попередньою домовленістю або зберігати у спеціально обладнаному складі для протруєного матеріалу. За відсутності такого приміщення залишки підлягають знищенню відповідно до санітарних норм у присутності агронома-агрохіміка.

Забороняється сидіти на мішках із протруєним насінням, перевозити його разом із продуктами харчування або залишати без нагляду.

Спецодяг працівників має бути належним чином заправлений, а волосся — сховане під хустку чи головний убір так, щоб вільні кінці не звисали. Обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту: респіраторів, рукавиць і захисних окулярів, які запобігають потраплянню пилу в органи дихання та очі.

Під час грози роботу необхідно негайно припинити: агрегат зупиняють, двигун вимикають, важіль коробки передач встановлюють у нейтральне положення, фіксують гальма, начіпне обладнання опускають на землю, після чого відходять від трактора на відстань не менше 15 метрів.

Після завершення роботи маркери, підняті в транспортне положення, надійно фіксують засувками та гачками, а рукоятку гідророзподільника встановлюють у положення «Нейтральне». Посівні машини очищають від залишків ґрунту і насіння, а висівний механізм змащують солідолом. Працівники, які працювали з протруєним насінням, повинні зняти спецодяг, передати його для знезараження, ретельно вимити руки теплою водою з милом та прийняти душ.

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

6. ВИСНОВКИ

У бакалаврській роботі обґрунтовано напрями удосконалення механізації технологічного процесу вирощування озимої пшениці. На основі аналізу існуючої технології вирощування культури визначено перспективні шляхи її вдосконалення та запропоновано технічні рішення, спрямовані на підвищення ефективності виробництва.

Одним із ключових заходів стало вдосконалення технології сівби шляхом застосування широкозахватного посівного агрегату, що дало змогу істотно підвищити продуктивність виконання польових робіт та скоротити витрати дизельного пального. У роботі також розроблено технологічну карту і операційно-технологічну схему виконання механізованих процесів. Підібраний комплекс машин і знарядь забезпечує своєчасне та якісне проведення всіх агротехнічних операцій, необхідних для вирощування озимої пшениці.

В інженерній частині роботи запропоновано конструктивне вдосконалення сошника, яке передбачає використання параболічної задньої поверхні нерухомої п'яти як орієнтатора руху насіннєвого потоку. Таке рішення сприяє підвищенню рівномірності розподілу насіння по довжині рядка. Нижня частина п'яти шириною до 12 мм забезпечує роздільне укладання насінин, що сприяє розширенню зони живлення кореневої системи окремих рослин і, як наслідок, позитивно впливає на формування врожайності. Для обґрунтування працездатності запропонованої конструкції виконано необхідні кінематичні, силові та міцнісні розрахунки основних елементів.

У розділі з охорони праці проведено аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які можуть виникати під час експлуатації зернотукової причіпної сівалки СЗ-3,6А, а також обґрунтовано заходи щодо забезпечення безпечних умов праці.

Результати досліджень підтвердили працездатність удосконаленого дводискового сошника за вологості ґрунту до 24 %. Конструкція забезпечує стабільність ходу за глибиною та рівномірність висіву при швидкості руху сівалки до 9,4 км/год, що свідчить про ефективність запропонованого технічного рішення.

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

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

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 УСГА, 1992. - 235 с.

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

ДОДАТКИ