

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

_____Сергій ЛЕЩЕНКО

“ ____ ” _____ 2023 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

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

**«Механізація вирощування зернових культур з дослідженням та
вдосконаленням зернотукової сівалки»**

Виконав здобувач вищої освіти __ІІ__ курсу,
групи АІ-22МЗ(1,4)

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____Погорелов Владислав

Володимирович

« ____ » _____ 2023 р.

Керівник проекту

доцент, канд. техн. наук

_____Ірина СИСОЛІНА

« ____ » _____ 2023 р.

м. Кропивницький

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	
				<u>Документація загальна</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A4			МВЗК 00.000 ПЗ	<i>Пояснювальна записка</i>		
				<u>Документація по технологічній частині</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A1			МВЗК 00.000.01 ТЧ	Технологічна карта	1	
				на вирощування соняшнику		
A1			МВЗК 00.000 С1	Функціональна схема		
				сівалки СЗ-3,6М	1	
				<u>Документація по</u>		
				<u>складальним одиницям</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A1			МВЗК 00.010 СБ	Апарат висівний	1	
				<u>Документація по деталям</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A3			МВЗК 00.010.002	Котушка	1	
A4			МВЗК 00.010.408	Розетка	1	
Зм.	Арк.	№ докум .	Підпис	Дата	Відомість роботи	
Розроб.	Погорелов					
Перевір.	Сисоліна					
Н.контр.	Мачок					
Затверд.	Лещенко				ЦНТУ, гр. АІ-22МЗ(І.4)	
Літера		Аркуш		Аркушів		
		3		2		

[illegible]

ЗМІСТ

Номер розділу	Структурна одиниця і розділ	Сторінка
1	Вступ	
2	Технологічна частина	
3	Наукова частина	
4	Охорона праці	
5	Економічна частина	
6	Висновок	
-	Список використаної літератури	
-	Додатки	

1. Вступ

Зернові культури в Україні та й в світі, мають стратегічне значення, це основне енергетичне джерело життєдіяльності людського організму, крім того без масштабного постачання зернових, у тваринницьких господарствах не було б високих показників.

У світі та в Україні зернові культури мають фундаментальне стратегічне значення, вони є джерелом енергії людського організму, крім того, без масштабного постачання зернових чи були б високі показники на тваринницьких фермах. Зернові культури - основа сільськогосподарського виробництва. У структурі харчових продуктів, зернові та зернобобові культури складають 76%. На бульбоплоди й коренеплоди, овочі, фрукти, цукор приходить тільки 17,2% виробництва продуктів [26].

Аграрії прилаштовуються до сучасних умов та змін клімату, впроваджуючи нові технології вирощування зернових і технічних культур для отримання кращих врожаїв, що сприяє розвитку галузі. Посів зернових культур залежить від техніки, яка використовується в господарствах, від технології вирощування культури. Одним із основних етапів вирощування культури є сівба.

Дослідженням технологічних процесів по вирощуванню зернових займалися і займаються вчені: Годулян І. С. [3], Зубець М. В. [5], Лебедь Е. М. [8], Любович О. А. [9], Рожева Н. [13], Петриченко В. Ф. [12], Савранчук В. В. [14], Сайко В.Ф. [15], Ситник В. П. [5], Уліч О. Л. [24], [6, 7] та ін.

Дослідженням конструктивних особливостей зернових сівалок займалися і займаються вчені Заїка П.М. [4], Сисолін П.В. [17-20,23], Войтюк Д. Г. [22], [1, 2, 11] та ін.

Покращення рівномірності розподілу насіння по площі харчування є одним із важливих агротехнічних прийомів підвищення врожайності.

					МВЗК 00.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		Погорьєлов			Механізація вирощування зернових культур з дослідженням та вдосконаленням зернотукової сівалки	Літ.	Арк.	Акрушіє	
Перевір.		Сисоліна							
Реценз.						ЦНТУ, гр. АІ-22МЗ(1,4)			
Н. Контр.		Мачок							
Затверд.		Лешенко							

Основним робочим органом сівалок, від якого значною мірою залежить рівномірність розподілу насіння площею харчування, є висівний апарат. На зернових сівалках широке застосування отримали катушкові висівні апарати, як універсальні і ті що краще задовольняють агротехнічним вимогам, ніж інші типи. Разом з тим катушкові висівні апарати мають такі істотні недоліки як значна порційність висіву і дроблення всіх видів насіння, що призводить до погіршення розподілу їх за площею харчування, тобто до зниження врожайності.

Проведені до цього часу дослідження дозволили значною мірою покращити якість роботи катушкового апарата. Однак, технологічний процес формування зернового струменя жолобковою катушкою, яка забезпечує висів насіння не лише жолобками, а й активним шаром залишився без змін. В результаті цього властива катушковому висівному апарату висока нерівномірність розподілу насіння вздовж рядка, при досить високій стабільності, здатності дозування зберіглася і в даний час.

Тому метою даного експериментального дослідження є технологічний процес роботи катушкового висівного апарата, виявлення конструктивних параметрів і режимів його роботи, що забезпечують підвищення рівномірності розподілу насіння по площі харчування і, отже, збільшення врожаю.

2. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

2.1. Технологічні особливості вирощування озимої пшениці

Пшениця виступає як ключова продовольча культура, особливо озима пшениця, яка становить головний складник раціону в 43 країнах з населенням понад 1 млрд осіб. У зерні містяться всі необхідні елементи для здорового харчування, такі як білки, вуглеводи, жири, вітаміни, ферменти і мінерали.

Найважливішою складовою зерна є білок, чий вміст коливається від 8 до 22%. Білки є важливим елементом для життєвих процесів людини, таких як обмін речовин, ріст, розвиток і розмноження. Клейковина, яка є головним білком у зерні пшениці, утворює пружно-еластичний гель при змішуванні з водою і має унікальне поєднання гліадину і глютеїну.

Вуглеводи, в основному представлені крохмалем, складають велику частину зерна (48-63%) і мають важливе енергетичне значення для харчування людини. Жири, у середньому 2%, розташовані в зародку і алеїроновому шарі.

Хліб з пшеничного борошна славиться високими смаковими якостями і легким засвоєнням. Він має високий калорійний вміст, що становить 245-255 ккал на 100 г хліба. Пшеницю використовують для виробництва різних продуктів, таких як крупи, макарони, вермішель, кондитерські вироби і інші. В промисловості зерно пшениці використовується для виробництва крохмалю і спирту, а пшеничні висівки використовуються як високоефективний корм для тварин.

У подрібненому і запареному виді соломі можуть згодовувати тваринам (100 кг містить 20-22 кормові одиниці). Також її можна використовувати як добриво для ґрунту, для виробництва гною та компостів.

Біологічні особливості озимої пшениці

Пшениця озима, яка відноситься до групи зернових, є високостійкою до холоду. Проростання насіння розпочинається при температурі 1-2°C в посівному шарі ґрунту, проте сходи з'являються пізно і нерівномірно. Найкраще

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

проростання спостерігається при оптимальній температурі від 12 до 20°C. З достатнім зволоженням ґрунту сходи можуть з'являтися на день 5-6-й. При температурі вище 25°C висіяне насіння та проростки стають вразливими до хвороб.

Найбільш вдалим періодом для посіву є середньодобова температура повітря від 14 до 17°C. Зимова твердість рослин впливає на їхню стійкість до зниження температури. Загартовані осінні рослини зимостійких сортів температури до мінус 19-20°C витримують на глибині вузла кущіння. Якщо є достатній сніговий покрив, рослини залишаються захищеними навіть при температурі мінус 35-40°C.

Наявність шару снігу товщиною 10 см і більше повністю захищає рослини від вимерзання, навіть при температурі морозу до мінус 30°C. Однак при товщині снігу лише 2 см озима пшениця може витримати температуру повітря від мінус 20 до 26°C. Температура в зоні вузла кущіння при цьому коливається від мінус 15,2 до 19,9°C.

При низьких температурах (– 25-30°C) без наявності снігового покриву або при його мінімальній товщині (1-4 см), рослини озимої пшениці, навіть тих сортів, які мають певну мірою морозостійкості, стикаються з ризиком вимерзання. Це відомо як температурна зона вимерзання.

Дорослі рослини з формованими 5-6 пагонами не витримують низьких температур. Стійкість до морозу зменшується в кінці зими або на початку весни через періодичне танення та замерзання ґрунту, а також розгартування рослин. Під час цього періоду озима пшениця може постраждати від навіть невеликих морозів (мінус 6-8°C). Рослини, які не затверділи восени, також можуть пошкоджуватися при різкому похолоданні (приморозки – 6-10°C).

Восени рослини припиняють активний ріст, а весною відновлюють його за температур 3-5°C. Протягом всіх фаз вегетації найбільш інтенсивний ріст пшениці спостерігається при температурі повітря 20-25°C. Короткочасна спека при підвищенні температури до 35-40°C, за наявності достатньої вологості, не завдають серйозної шкоди. Однак при температурі понад 40°C припиняється

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

накопичення сухих речовин.

Місце в сівозміні

Найкращий вибір попередника для пшениці озимої в зоні лісостеповій – це багаторічні бобові трави, такі як конюшина та люцерна. Ці рослини не лише сприяють збагаченню азотом ґрунт, але й вносять високоякісну органічну масу з решток пожнивних, при цьому залишають азоту до 150 кг/га в ґрунті разом із рослинними залишками.

Крім того, такий вибір попередника призводить до поліпшення структури ґрунту і підвищення біологічної активності, а також зменшує посівів пшениці озимої забур'яненість.

Ефективним попередником є також культури зернові, бобові, а саме вика, горох, кормові боби та соя. Ці культури сприяють поліпшенню структури ґрунту, не вичерпують його азот, і зменшують рівень забур'яненості. Важливо враховувати, що сильно розвинений травостій зернобобових може значно впливати на врожайність наступної культури.

Система добрив

Озима пшениця, для формування врожаю, потребує вагової кількості елементів живлення. Враховуючи урожай зерна на рівні 10 ц/га, необхідно вносити в ґрунт 28-37 кг азоту, 11-13 кг фосфору, 20-27 кг калію, 5 кг кальцію, 4 кг магнію, 3,5 кг сірки, 5 г бору, 8,5 г міді, 270 г заліза, 82 г марганцю, 60 г цинку та 0,7 г молібдену. Важливо враховувати, що збільшення урожаю і дози мінеральних добрив приводить до збільшення виносу поживних речовин. Отже, для отримання високого врожаю озимої пшениці необхідно регулярно вносити мінеральні добрива.

Важливість співвідношення елементів живлення для рослин озимої пшениці підкреслюється для досягнення максимальної продуктивності та якості врожаю. Повне задоволення потреб рослин у всіх необхідних елементах живлення визначається як ключовий фактор для досягнення найкращих результатів. Урожайність пшениці залежить від лімітуючого чинника, який представляє собою елемент, що міститься в ґрунті у найменших кількостях, доступних для

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

використання рослинами.

Раніше рекомендувалось використовувати співвідношення азоту, фосфору і калію в пропорції 1:1:1. Проте, нові дослідження та практика вирощування озимої пшениці за інтенсивною технологією вказують на необхідність змін у цьому співвідношенні. Для досягнення максимального врожаю зерна високої якості при високих дозах добрив рекомендується враховувати перевагу азоту і встановлювати співвідношення азоту, фосфору і калію на рівні 1,5:1:1.

Отже високий винос азоту з ґрунту, перевищуючи винос фосфору в 3-4 рази, вимагає більшого обсягу азоту для оптимального росту і розвитку рослин озимої пшениці. Правильне співвідношення елементів живлення має важливе значення для уникнення зниження продуктивності, захворювань та погіршення якості зерна.

Обробіток ґрунту

Обробіток ґрунту – це механізована дія на ґрунт робочими органами машини і знарядь, що забезпечує створення найкращих умов для росту і розвитку сільськогосподарських культур.

Обробіток ґрунту перед висіванням озимої пшениці має бути адаптований до конкретних умов кожної ґрунтової зони, господарства і поля, враховуючи попередників культур, ступінь та характер забур'яненості та інші фактори.

Після проведення основного обробітку ґрунту, необхідно якнайшвидше готувати його до сівби, особливо після дощів. Важливо уникати пропуску цієї можливості, оскільки нерозпушений ґрунт швидко висихає, утворюючи брили і вимагаючи додаткових витрат на підготовку. Надто часті проходження техніки може ущільнити ґрунт, руйнувати його структуру та змінювати об'ємну масу, негативно впливаючи на врожай.

У зоні Степу особливо ефективно проводити обробіток ґрунту поверхневий. Після вирощування бобово-злакових сумішок, озимого ріпаку чи люпину, який йде на зелений корм, ці культури пришвидшено звільняють поле, для цього можна лущення використовувати, лемішними лущильниками глибиною 10-12 см або дисковими боролами – 6-8 см.

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

Передпосівний обробіток ґрунту має велике значення для глибини закладення насіння, рівномірності сходів, росту та розвитку рослин озимої пшениці. Поверхня ґрунту повинна бути рівномірною, з різницею у висоті гребенів не більше 2 см.

Слід наголосити, що передпосівний обробіток ґрунту і сівба повинні бути інтегрованими етапами технологічного процесу. Розрив між ними повинен бути мінімальним, не перевищуючи 0,5-1 години. Це дозволяє уникнути пересихання поля і дозволяє насінню лягти в вологий ґрунт. Проводячи передпосівний обробіток під невеликим кутом до напрямку сівби, полегшується видимість сліду маркера, що сприяє більш точному виконанню обробітку.

Підготовка насіння до сівби

В Україні вирощуються переважно сорти, що відносяться до виду м'якої пшениці. Серед яких поширені:

1. Сорти сильної пшениці: Альбатрос одеський, Донецька 46, Київська остиста, Коломак 3 та 5, Одеська 162 та 267, Спартанка, Тіра, Юна та інші.
2. Сорти цінної пшениці: Веселка, Вікторія та Українка одеська, Донецька 48, Збруч, Лютесценс 7, Миронівська 61 та остиста, Одеська 161, Поліська 90, Струмок, Ювілейна 75 та інші.

За Державним стандартом України, насіння для сівби повинно відповідати певним вимогам, таким як категорія від 1-3 репродукції, схожість для пшениці м'якої не менше 92%, твердої – не менше 87%, чистота від бур'янів і домішок не менше 98%, сортова чистота та вологість не більше 15-15,5%.

Перед сівбою насіння проходить обробку, включаючи сортування за розміром та вирівняністю, очищення від бур'янів і інших домішок, протруювання від хвороб та шкідників, та обробку мікроелементами та бактеріальними препаратами.

У північно-західних районах, особливо в умовах прохолодної та вологої погоди, рекомендується перед сівбою прогрівати свіжозібране насіння на сонці або в теплих приміщеннях для прискорення його досягання та підвищення енергії проростання.

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

Застосовуються різні машини та комплекси для обробки насіння, сортування та очищення, такі як зерноочисні машини, трієрні блоки, зерносушильні комплекси та інші. Протруювання виконується за два-три тижні до сівби за допомогою відповідних машин і комплексів.

Догляд за посівами

Проведення заходів під час вегетації рослин є важливим етапом у вирощуванні озимої пшениці, оскільки це може значно покращити продуктивність як окремих елементів рослин, так і посівів в цілому.

У випадку нестачі вологи у верхньому шарі ґрунту та недостатнього осідання, рекомендується виконати коткування кільчасто-шпоровими котками негайно після сівби. Це сприяє формуванню дружних сходів, поліпшенню розвитку кореневої системи восени і підвищенню зимостійкості рослин.

Вартість весняного боронування та ефективність повинні бути враховані. З урахуванням високих цін на паливно-мастильні матеріали та обмеженої ефективності весняного боронування, його можна застосовувати лише у випадку при проведенні першого, прикореневого способом, підживлення азотом. Якщо проводиться в оптимальний час, це може призвести до приросту зерна пшениці озимої, але цей приріст зазвичай оцінюється не більше 0,5-1 ц/га.

Важливо відзначити, що агрегатизація боронування і підживлення може служити елементом ресурсозбереження, забезпечуючи ефективне використання машин та обладнання.

Збирання озимої пшениці

Роздільне збирання рекомендується використовувати на посівах озимої пшениці, які сильно забур'янені, мають нерівномірно достигаючі хліби або включають у себе площі з підсівом багаторічних трав. Процес скошування пшениці у валки слід починати за 4-6 днів до досягнення зерном повної стиглості при вологості 30-35%. Після 3-5 днів підсушування валків до вологості зерна 17-18%, проводиться їх збирання комбайнами.

Пряме комбайнування має численні переваги. Основними перевагами є:

1. Незалежність від погодних умов: Стеблостій після дощу швидко

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

сохне, і збирання можна продовжувати через короткий час – 1-4 години, у порівнянні із просиханням замочених валків, яке може зайняти 1-2 дні або більше при сонячній погоді.

2. Енергоефективність: Пряме комбайнування вимагає менше енергії, а також знижує собівартість збиральних робіт.

3. Якість зерна: Збирання зерна при оптимальній вологості (30-35%) сприяє його доброму наповненню і високій схожості.

Застосування роздільного збирання виявляється дієвим заходом для покращення ефективності та якості збирання в умовах різноманітних агрокліматичних умов та особливостей посівів.

2.2. Операційна технологія посіву озимої пшениці

2.2.1. Умови роботи

Площа поля – 150 га; довжина гонів – 1000 м; величина підйому – 3%; глибина загортання насіння – 5 см. При посіві озимої пшениці використовується агрегат у складі трактора МТЗ-82 і 3 сівалок СЗ-3,6М.

2.2.2. Агротехнічні вимоги

Основна обробка ґрунту розпочинається із оранки зяблевої з передплужниками на глибину 26-30 см. Культивацію зябу, тобто першу, проводять з початку проростання бур'янів культиваторами з лапами на глибину 8-10 см, з одночасним боронуванням. Ширина міжряддя 15 см. Строки сівби – 10-25 вересня; Норма висіву – 200 кг/га; Відхилення, по факту, норми висіву насіння від заданої – не більше $\pm 3\%$; мінеральних добрив – не більше $\pm 10\%$; Нерівномірність висіву в рядках окремими висівними апаратами $\pm 3\%$; Відхилення від заданої глибини загортання – $\pm 0,7$ см; Відхилення ширини стикових міжрядь для суміжних проходів – не більше ± 5 см. Відхилення осрової лінії рядка не більше 5 см на довжині 50 м. Незасіяні поворотні смуги не повинні допускатися.

2.2.3. Комплектування і підготовка агрегату до роботи

При підготовці до роботи слід виконати комплекс перевірок та налаштувань посівного агрегату, трактора та сівалки СЗ-3,6М. Інструкції щодо підготовки

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

тягового засобу до роботи з сівалкою наступні: тиск у шинах коліс задніх: 0,1-0,14 МПа, передніх: 0,17 МПа; колія коліс: 1200 мм.

Регулювання системи навіски трактора: довжина розкосів – 515 мм; необхідно, щоб вилки розкосів були поєднані до нижніх тяг через довгасті отвори; довжина центральної тяги: 600-650 мм.

Підвищення поздовжньої стійкості трактора: навішення вантажів на передні колеса (трактор МТЗ-82: 200 кг на спеціальний кронштейн, доданий до сівалки СЗ-3,6М).

Рівень масла у гідросистемі повинен бути відповідний до норми, при цьому необхідно, щоб масло було чисте і відповідало вимогам інструкції до сівалки СЗ-3,6М.

Нижні тяги навіски повинні бути надягнуті на пальці рамки і крім цього зафіксовані замком. Між щоками автозчеплення вставляють верхню тягу, закріплюючи її штирем.

Трактор коли під'їжджає до сівалки рамка автозчеплення входить до замка автоматичної сівалки.

Включають гідросистему навішування на підйом.

Регулювання положення сівалки: опускають сівалку майданчик, який повинен бути рівним.

Регулювання довжини верхньої тяги трактора проводять для строго горизонтального положення. Розташовують брус сівалки паралельно щодо осі задніх коліс трактора.

Відхилення відстаней від осі задніх коліс до бруса не повинні бути більше 20 мм.

Ці кроки допомагають забезпечити правильну роботу сівалки та трактора під час виконання сівби.

Підготовка сівалки СЗ-3,6М перед роботою включає кілька важливих кроків. Інструкції щодо цих операцій наступні:

1. Підключення гідромотора приводу: Вивідний мастилопровід розподільника підключити, через штуцер «Вхід» рукавом високого тиску, до

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

входу гідромотора. Вихід гідромотора поєднати рукавом тиску із заливною горловиною масляного бака трактора.

Необхідно перевірити, чи відповідає напис «Вхід» на гідромоторах позначенню на схемі.

2. Гідропривід маркера сівалки – підключення: Поєднати, за допомогою запірних пристроїв, рукави високого тиску з маслопроводами трактора.

3. На боковій стінці кабіни закріпити пульт приладу контролю посіву та рівня насіння.

4. Сошники – розставлення: Сівалку підняти та опустити на підставки, забезпечивши, при цьому, вільне обертання прикочувальних коліс. Відповідно розстановці посівних секцій розставити сошники на задану ширину міжрядь.

6. Регулювання глибини посіву та висіву: Встановити сошники на задану глибину посіву за допомогою шплінта в отворах куліси. Проставити посівні апарати на задану норму висіву, змінюючи висівні диски та передаточне число в механізмі приводу дисків.

7. Перевірка готовності до роботи: Перевірити готовність агрегату до роботи за допомогою пробного посіву на твердий ґрунт на робочій швидкості.

Ці операції забезпечують належний стан сівалки перед початком роботи, що дозволяє забезпечити ефективну та точну сівбу.

2.3. Аналіз експлуатаційних показників трактора

Марка трактора – МТЗ-82;

Агрофон – свіжозоране поле;

Передачі – друга і четверта;

Схил місцевості – 0,1-0,15 %;

Тягове зусилля трактора на кожній з передач:

$$P_m = P_{руш} - P_f - P_a$$

де $P_{руш}$ – рушійна сила, кН;

P_f – опір коченню трактора, кН;

					МВЗК 00.000 ПЗ	Арк.А
Змн.	Арк.А	№ докум.№	ПідписПі	Дата		

P_α – опір руху трактора, кН.

Нормальна дотична сила тяги, P_∂ – кН

$$P_\partial = \frac{10^4 \cdot N_{ен} \cdot i_{mp} \cdot \eta_m}{n_n \cdot r_k}$$

де $N_{ен}$ – нормальна потужність двигуна, кВт ($N_{ен} = 60$);

i_{mp} – передаточне число трансмісії [25];

на 2-й передачі $i_{mp} = 188$;

на 4-й передачі $i_{mp} = 90$;

η_m – механічний коефіцієнт трансмісії (приймаємо $\eta_m = 0,88$);

n_n – номінальна частота обертання колінвала (хв⁻¹), $n_n = 2200$ хв⁻¹;

r_k – радіус кочення ведучої зірочки трактора:

$$r_k = r_o + h \cdot \lambda$$

де r_o – радіус обода колеса, $r_o = 0,79$ м

h – висота профілю шини, $h = 0,305$ м

λ – коефіцієнт усадки ведучих коліс, $\lambda = 0,75$

$$r_k = 0,79 + 0,305 \cdot 0,75 = 1,018$$

$$P_{\partial 2} = \frac{10^4 \cdot 60 \cdot 188 \cdot 0,88}{2200 \cdot 1,018} = 4,43$$

$$P_{\partial 2} = \frac{10^4 \cdot 60 \cdot 90 \cdot 0,88}{2200 \cdot 1,018} = 2,12$$

Нормальна сила зчеплення P_z із ґрунтом ведучого механізму трактора:

$$P_z = \mu \cdot G_z$$

де G_z – сила тяжіння трактора, що припадає на колеса ведучі, кН ($G_z = 31,5$ кН)

μ – коефіцієнт зчеплення ведучого механізму з ґрунтом, для свіжозораного поля (6 фон) $\mu_6 = 0,6$.

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

$$P_3 = 0,6 \cdot 31,5 = 18,9$$

Розрахунок рушійної сили $P_{руш}$ проводять порівнюючи числові значення P_0 і P_3 (на передачах, із врахуванням умов ґрунту).

$$P_{руш2} = 4,43 \text{ кН} \text{ оскільки}$$

$$P_3 = 18,9 \text{ кН} > P_{02} = 4,43 \text{ кН} - \text{зчеплення достатнє}$$

$$P_{руш4} = 2,12 \text{ кН} \text{ оскільки}$$

$$P_3 = 18,9 \text{ кН} > P_{04} = 2,12 \text{ кН} - \text{зчеплення достатнє}$$

Розрахунок опору коченню трактора, кН:

$$P_f = f \cdot G$$

де f – коефіцієнт опору кочення трактора ($f^6 = 0,13$ – для свіжозораного поля).

Тобто:

$$P_f = 0,13 \cdot 31,5 = 4,09$$

Розрахунок опору руху трактора P_α на місцевості з кутом похилу α

$$P_\alpha = \pm G \cdot \sin \alpha \approx \pm G \cdot \frac{i}{100}, \text{ кН},$$

де α – кут схилу (градусів);

i – нахил місцевості, %.

Умова розрахунку – рух трактора по рівному полю.

На кожній з передач обчислюємо тягове зусилля трактора, кН:

$$P_{m2} = P_{руш2} - P_f - P_\alpha = 4,43 - 4,09 = 0,34$$

$$P_{m4} = P_{руш4} - P_f - P_\alpha = 2,12 - 4,09 = -1,97$$

Баланс потужності та його складові, кВт

$$N_e = N_m + N_{тр} + N_{\theta} + N_f + N_\alpha + N_{ВВП}$$

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

де N_e – ефективна потужність трактора

N_m – тягова потужність трактора;

N_{mp} – затрати потужності в трансмісії;

N_{δ} – затрати потужності на буксування;

N_f – затрати потужності на переміщення;

N_{α} – затрати потужності на підйом;

$N_{BВП}$ – потужність, яка реалізується через ВВП.

Розрахунок N_m , кВт

$$N_m = N_e - N_{mp} - N_{\delta} - N_f - N_{\alpha} - N_{BВП}$$

Втрати потужності в трансмісії, кВт:

$$N_{mp} = N_e \cdot (1 - \eta_m)$$

де η_m – механічний коефіцієнт корисної дії трансмісії, ($\eta_m = 0,91$ для колісних тракторів).

За достатнім зчепленням ведучого апарата з ґрунтом, визначення втрат потужності в трансмісії $N_e = N_{ен}$. Тобто $N_e = 60$ кВт.

$$N_{mp} = 60(1 - 0,91) = 5,4$$

Розрахунок робочої швидкості на 2-й передачі, км/год.:

$$V_p = 0,377 \cdot \frac{n \cdot r_k}{i_{mp}} \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right)$$

де n – фактична частота обертання колінчастого вала двигуна, хв^{-1} ,

$$n = n_H = 2200$$

δ – буксування ведучого механізму, %;

r_k – радіус кочення ведучої зірочки трактора, м;

i_{mp} – передаточне число трансмісії.

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

Розрахуємо коефіцієнт буксування δ на 2-й передачі із залежності $\delta = f(p)$.

Спочатку розрахуємо показник p

$$p = \frac{P_m \cdot k_{\text{вик}}}{P_3}$$

де P_m – тягове зусилля трактора, кН;

P_3 – сила зчеплення ведучого механізму трактора з ґрунтом, кН;

$k_{\text{вик}}$ – коефіцієнт використання тягового зусилля, який приймають в межах 0,75...0,85 (приймаємо $k_{\text{вик}} = 0,8$).

$$P_2 = \frac{0,34 \cdot 0,85}{4,43} = 0,1$$

$$\delta_6 = 6,7\%$$

Робоча швидкість руху трактора на 2-й передачі, км/год.:

$$V_{p2} = 0,337 \cdot \frac{2200 \cdot 1,018}{188} \left(1 - \frac{6,7}{100}\right) = 3,75$$

Визначення втрат потужності на буксування N_{δ} , кВт

$$N_{\delta} = \frac{P_{\text{руш}} \cdot (V_m - V_p)}{3,6} = N_e \cdot \eta_{\text{мп}} \cdot \frac{\delta}{100}$$

де $P_{\text{руш}}$ – рушійна сила трактора, кН;

V_m – теоретична швидкість руху, км/год;

δ – коефіцієнт буксування рушіїв трактора, %.

Розрахунок втрат потужності на буксування:

$$N_{\delta 2} = 60 \cdot 0,88 \frac{6,7}{100} = 3,5$$

Затрати потужності на переміщення

$$N_f = \frac{P_f \cdot V_p}{3,6}, \text{ кВт},$$

$$N_{f2} = \frac{4,09 \cdot 3,75}{3,6} = 4,3$$

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

Визначаємо тягову потужність трактора на різних передачах за формулою.

В розрахунках приймаємо $N_{\alpha} = N_{BVI} = 0$ кВт.

$$N_{m2} = N_{\epsilon} - N_{mp} - N_{\delta 2} - N_{f2} - N_{\alpha 2} = 60 - 5,4 - 3,5 - 4,3 = 46,8$$

Визначаємо умовний ККД трактора

$$\eta_{mp} = \frac{N_m}{N_{en}}$$

$$\eta_{mp2} = \frac{46,8}{60} = 0,78$$

Аналізуючи графік тягового балансу трактора МТЗ-82 на передачі 2-й визначено, що коефіцієнт використання тягової потужності двигуна (η_{mp}) відповідає встановленій нормі ($\eta_{mp} \geq 0,7 \dots 0,8$). Тобто для виконання сівби остаточно вирішено використовувати машинно-тракторний агрегат (МТЗ-82 + 3 сівалок СЗ-3,6М) на 2-й передачі.

Кінематичні характеристики машинно-тракторного агрегату

Виліт маркера:

$$l = m + \frac{B_p - a}{2}$$

де m – ширина міжряддя, $m=15$ см

B_p – ширина захвату сівалки, агрегату, $B_p=3,6$ м; $B_p=3 \cdot 3,6=10,8$ м

a – колія трактора, $a=1,2$ м

$$l = 0,15 + \frac{3,6 - 1,2}{2} = 3,15$$

Мінімальний радіус повороту:

$$\rho = 1,1 \cdot B_p \cdot 1,58$$

$$\rho = 1,1 \cdot 10,8 \cdot 1,58 = 18,7 \text{ м}$$

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

2.4. Підготовка поля до роботи

Перевірка стану поля та під'їзних шляхів це важливий процес, при цьому видаляють перешкоди, які заважатимуть роботі машин.

Обирають спосіб та напрям руху агрегатів, крім того відбивають поворотні смуги, розмічають поля на загони та відмічають лінії першого проходу агрегата.

Напрямок посіву проводять поперек напрямку оранки та передпосівної обробки ґрунту чи під кутом до них.

На ділянці з довжиною гону 1000 м рекомендується застосовувати гонів і човниковий спосіб руху.

Позначають лінію першого проходу посівного агрегата сигнальними прапорцями. Сигнальні прапорці ставлять через кожні 50-80 м таким чином, щоб було видно, обов'язково одночасно, не менше трьох сигнальних прапорців. Висота сигнальних прапорців – 2,5-3 м. Від краю поля до лінії проходу агрегату відстань повинна дорівнювати половині ширини захвату сівалки.

Відбивають поворотні смуги, коли за рубежами поля відсутній вільний виїзд для розвороту агрегату. Поворотну смугу (ширина якої дорівнює 3-4 захвата сівалки) позначають сигнальними прапорцями, які встановлюють через кожні 100-150 м щодо поперечної межі поля. Проїжджають трактором по лінії сигнальних прапорців, тим самим відзначають колією кордон поворотної смуги. Підготовка поля зводиться, при руху посівних агрегатів човниковим способом, до позначення по обидва боки поля обертових смуг і до визначення лінії першого проходження агрегату. Поворотні смуги показані наступним чином: від поперечних меж поля в двох-трьох місцях вимірюється відстань, що дорівнює ширині поворотної смуги, встановлюються сигнальні прапорці та відзначають внутрішні межі поворотних смуг тракторним плугом.

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

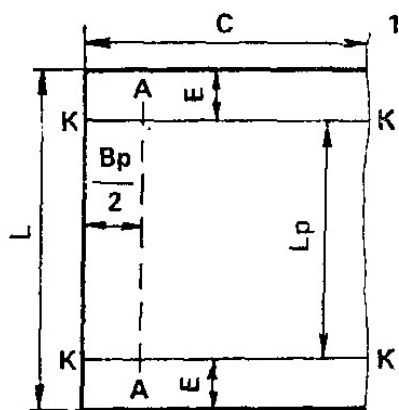


Рис. 1 Схема підготовки майданчика до човникового режиму руху:

С – ширина майданчика; Е – поворотна смуга; К-К – лінія керування;

А-А – лінія першого проходу агрегату

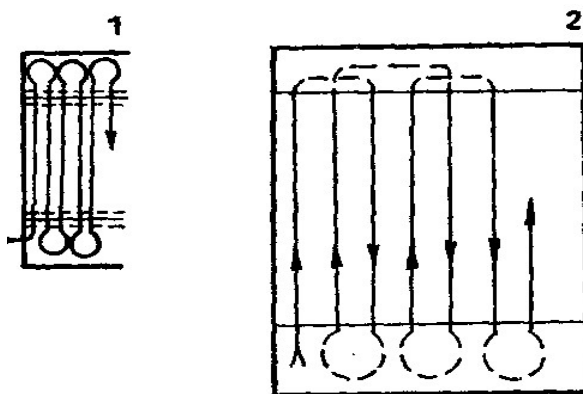


Рис. 2. Види руху: 1 – човниковий; 2 – човниковий односторонній

Ширина поворотної смуги

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

де e – довжина виїзду, м

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

$$e = 0,60 \cdot 8,28 = 5$$

$$E_p = 3 \cdot 18,7 + 5 = 61,1$$

Фактичне значення ширини поворотної смуги

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

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

$$E_{\phi} = 7 \cdot 10,8 = 75,6 \text{ м} > 61,1 \text{ м}$$

Робоча довжина гону

$$L_p = L_{\partial} - 2 \cdot E_{\phi}$$

де L_{∂} – довжина гону

$$E_p = 3 \cdot 18,7 + 5 = 61,1$$

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 75,6 = 848,8$$

Оптимальна ширина загінки

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

$$C_{opt} = \sqrt{16 \cdot 18,7^2 + 2 \cdot 848,8 \cdot 10,8} = 154,7 \text{ м}$$

Кількість загінок

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

де S – площа поля.

$$n = \frac{300000}{1000 \cdot 154,7} = 1,94$$

Робоча передача – II.

Робоча швидкість 3,75 км/год.

2.5. Організація роботи агрегату в загінці

Агрегат 1-й раз проходить: трактор орієнтується на пробку радіатора по лінії сигнальних прапорців. При проходженні 2го разу перевіряється і регулюється глибина посіву насіння і довжина виходу маркера. Норма висіву контролюється у всіх посівних апаратах, перекопуючи ряди по всій ширині захвату сівалки, довжиною 10-12 м.

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

Висівається поворотна смуга після другого проходу агрегату. Після проходу 3й раз через основне поле також засівають другу поворотну смугу. Потім посів проводять в основному полі, обертаючи агрегати уздовж засіяних поворотних смуг.

У робоче положення сівалку опускають лише на ходу, для того щоб запобігти забиванню сошників ґрунтом. Маркери сівалок піднімають саме перед поворотом агрегату. Проводячи посівні роботи, стежать за роботою приладів контролю висіву насіння та рівня насіння в бункерах.

Показники організації процесу сівби.

Довжина шляху між заправками:

$$l = \frac{10^{-4} \cdot V \cdot K_a \cdot \gamma}{B_p \cdot H}, \text{ м}$$

де V – об'єм насіннєвого ящика кузова чи бункера, V=0,453 м³;

K_a – коефіцієнт використання об'єму (K_a = 0,85-1,0, то приймаємо K_a = 0,95);

γ – густина матеріалу, γ = 840 кг/м³;

H – норма висіву, H=200 кг/га.

$$l = \frac{10^{-4} \cdot 0,453 \cdot 0,95 \cdot 840}{10,8 \cdot 200} = 1445$$

Кількість робочих проходів між заправками:

$$n_p = \frac{l}{L}$$

$$n_p = \frac{1445}{1000} = 1,4$$

Час чистої роботи в одному циклі Т_{рц}, год:

$$T_{рц} = \frac{10^{-3} \cdot L \cdot n_p}{V_p}$$

$$T_{рц} = \frac{10^{-3} \cdot 1000 \cdot 1}{3,75} = 0,27$$

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

Кількість циклів за зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{зм}}^{\text{н}} - (T_{\text{то}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{ф}})}{T_{\text{ц}}}, \text{цикл/зм.}$$

де $T_{\text{зм}}^{\text{н}}$ – час робочої зміни, $T_{\text{зм}}^{\text{н}} = 7$ год.

$T_{\text{то}}$ – час технічного обслуговування, $T_{\text{то}} = 0,025 T_{\text{зм}}^{\text{н}} = 0,175$ год.

$T_{\text{пер}}$ – час на переїзди, відпочинок, $T_{\text{пер}} = 0,025 T_{\text{зм}}^{\text{н}} = 0,175$ год.

$$n_{\text{ц}} = \frac{7 - (0,175 + 0,175 + 0,175)}{0,20} = 32$$

Робочий час циклу, год:

$$T_{\text{р}} = T_{\text{рц}} \cdot n_{\text{ц}} = 0,27 \cdot 32 = 8,64$$

Коефіцієнт використання часу зміни (1,5 зміни):

$$\tau = \frac{T_{\text{р}}}{T_{\text{зм}}},$$

$$\tau = \frac{8,64}{7 \cdot 1,5},$$

Продуктивність за годину зміни, га/год:

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot B_{\text{р}} \cdot V_{\text{р}} \cdot \tau,$$

де $B_{\text{р}}$ – робоча ширина захвату машини, м;

$V_{\text{р}}$ – робоча швидкість машини (агрегату), км/год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни.

$$W_{\text{год}} = 0,1 \cdot 10,8 \cdot 3,75 \cdot 0,82 = 3,32$$

Продуктивність за зміну:

$$W_{\text{зм}} = W_{\text{год}} \cdot T_{\text{зм}}$$

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

$$W_{зм} = 3,32 \cdot 7 = 23,24 \text{ га/зм}$$

Витрата пального за годину, кг/год:

$$G_{год} = \frac{G_p \cdot T_p + G_x \cdot T_x + G_o \cdot T_o}{T_p + T_x + T_o}$$

де G_p , G_x , G_o – витрати пального за годину відповідно при робочому ході агрегату під навантаженням; при холостому (на поворотах, заїздах і переїздах), на зупинках з працюючим двигуном;

T_p , T_x , T_o – чистий робочий час; час холостих поворотів, заїздів і переїздів; час зупинок з працюючим двигуном, год.

$$G_{год} = \frac{15 \cdot 4 + 6 \cdot 0,24 + 1,4 \cdot 0,72}{4 + 0,24 + 0,72} = 12,5$$

Витрати пального, кг/год

$$G_{за} = \frac{G_{год}}{W_{зм}}$$

$$G_{за} = \frac{12,5}{3,32} = 3,75$$

Витрати палива за зміну, кг/зм:

$$G_{зм} = W_{зм} \cdot G_{за}$$

$$G_{зм} = 23,24 \cdot 3,75 = 87,15$$

Технічна продуктивність за цикл, га/цикл:

$$W_{цикл} = \frac{W_{зм}}{n_{ц}}$$

$$W_{цикл} = \frac{23,24}{32} = 0,72$$

Контроль якості посіву озимої пшениці на ведено в додатку 1

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

2.6. Складання технологічної карти вирощування озимої пшениці

В системі агротехнічних прийомів спрямованих на збільшення врожаю озимої пшениці важливе місце належить основному обробітку ґрунту.

Основний обробіток ґрунту включає післяжнивне лушення стерні попередника і оранку. Лушення стерні проводять через декілька днів після збирання попередника дисковими лушильниками чи дисковими боролами на глибину 6-8 см, а при забрудненні багаторічними бур'янами – важкими дисковими боролами на глибину 10-12 см. Для лушення використовують дискові лушильники, ЛДГ-10А, ЛДГ-5А. Дискування стерні виконують дисковими боролами БД-10А, БДН-3.

На полях, які засмічені кореневищними та коренепаростковими бур'янами (осот, веселка, гірчак та ін.) обов'язкове двохкратне лушення стерні. Перше лушення виконують дисковими знаряддями на глибину 6-8 см. Для другого лушення застосовують лемішні лушильники ППЛ-10-25, а обробіток ведуть на глибину 12-14 см.

Оранка – одна із самих відповідальних операцій. Оранку проводять на глибину 27-30 см плугами загального призначення ПЛН-3-35, ПЛН-4-35, ПЛН-5-35 які обладнують кільчасто-шпоровими котками для прикочування сухого чи боролами для вирівнювання вологого ґрунту.

Для внесення гербіцидів використовують обприскувачі ОПШ-15, ПОМ-630, ОПК-2000, Laser.

Сівбу озимої пшениці виконують пунктирним способом і одночасно виконують основне внесення мінеральних добрив за допомогою туковисіваючого апарата з шириною міжрядь 15 см. Норма висіву насіння становить 200 кг/га, що відповідає приблизно 400 тис.рослин на 1 га на момент збирання. Сівбу озимої пшениці виконують зерновими сівалками СЗ-3,6, СЗ-3,6А. Глибина загортання насіння – близько 3-7 см.

Озима пшениця на зерно збирається комбайнами КСКУ-6А, Дон-1500, КСК-100А з наступним його доочищенням, сушінням і закладанням на зберігання.

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

Розрахунки технологічної карти

Посів озимої пшениці на зерно

Норма висіву – 340 кг/га.

Обсяги роботи – 150 га.

Строки виконання – 24.09-30.09

Склад агрегату – МТЗ-82+СП-16+3 СЗ-3,6М

Обсяг роботи в ум.ет.га:

$$S_{em} = \frac{S_{\phi} \cdot T_{зм} \cdot \lambda}{W_{зм}},$$
$$S_{em} = \frac{150 \cdot 7 \cdot 0,75}{23,24} = 33,9$$

Тривалість роботи агрегату за добу, змін $T_{\phi}=1,5$.

Кількість агрегатів :

$$n = \frac{Q}{W_t \cdot 7 \cdot m}$$

де Q– площа поля;

W_t – годинна продуктивність, 3,32;

m – кількість календарних днів

$$n = \frac{150}{3,32 \cdot 7 \cdot 1,5 \cdot 8} = 0,54$$

Приймаємо 1 агрегат.

Обслуговуючий персонал: 2 механізатора, 2 допоміжних працівника.

Затрати праці, люд.-год./га:

$$З_{np} = \frac{Л \cdot T_{зм}}{W_{зм} \cdot n_{agr}}$$
$$З_{np} = \frac{4 \cdot 7}{23,24 \cdot 1} = 1,2$$

Оплата праці, грн./га:

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

Механізатори:

основна – 680грн /змін (15000 грн за місяць)

$$\frac{680}{W_{зм}} = \frac{680}{23,24} = 29,2$$

доплата – 50%, $29,2 \cdot 0,5 = 14,6$ грн/га

Всього – 43,8грн/га

Допоміжні працівники:

основна – 455 грн/змін

$$\frac{455}{W_{зм}} = \frac{455}{23,24} = 19,6$$

доплата – 30%, $19,6 \cdot 0,3 = 5,9$ грн

Всього – 25,5грн/га

Відрахування на техніку, грн./га:

$$C_{тр} = \frac{B_{тр} \cdot (a_{рен} + a_{кр} + a_{пр})}{W_{зм} \cdot T_n \cdot 100}$$

де $B_{тр}$ – балансова вартість трактора, $B_{тр}(\text{МТЗ-82}) = 450000$ грн

$$C_{тр} = \frac{450000 \cdot (10 + 5 + 6,5)}{23,24 \cdot 1350 \cdot 100} = 3,08$$

$$C_m = \frac{B_m \cdot (a_{рен} + a_{р.м})}{W_{зм} \cdot T_n \cdot 100}$$

де B_m – балансова вартість сівалки, $B_m = 3(\text{СЗ-3,6А}) = 3 \cdot 255300 = 765900$ грн

$$C_{тр} = \frac{765900 \cdot (12,5 + 6)}{23,24 \cdot 70 \cdot 100} = 87,1$$

Вартість палива при витраті 2,2 кг/га та ціні 50 грн/кг:

$$C_n = C_n \cdot q_{га}$$

$$C_n = 2,2 \cdot 50 = 110 \text{ грн/га}$$

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

Всього прямих експлуатаційних затрат:

$$C_{ек} = C_з + C_{тр} + C_м + C_n$$

$$C_{ек} = 2 (43,8 + 25,5) + 3,08 + 87,1 + 110 = 338,78 \text{ грн/га}$$

Всі розрахунки заносимо до технологічної карти (додаток)

3. Наукова частина

3.1. Особливості конструкцій катушкових висівних апаратів

Найбільшого поширення на вітчизняних і зарубіжних зернових сівалках отримали катушкові висівні апарати з катушками, що зсуваються або переставляються. Ці апарати мають простоту конструкції, надійність в роботі, хорошу пристосованість до різних видів насіння, високу стабільність норми висіву і ряд інших переваг. Однак їм притаманні відомі недоліки, над усуненням яких працювали та працюють вчені та конструктори.

Велика різноманітність фізико-механічних властивостей насіння зернових, зернобобових, трав'яних та овочевих культур та агротехнічних вимог, що висуваються до посіву, вимагає створювати апарати з певними конструктивними змінами, які дозволяють покращити показники роботи при висіві кількох видів близьких за розмірами та сипкістю насіння. При цьому загальним для всіх апаратів є регулювання норми висіву, які змінюються в широкому діапазоні в залежності від виду насіння, природно-кліматичних та інших умов.

За способом регулювання норми висіву катушкові висівні апарати поділяються на апарати з незсувною катушкою і з катушкою, що зсувається.

У першому випадку установка на різну норму висіву проводиться зміною числа обертів катушки, для чого на сівалці встановлюють складну коробку швидкостей. Для апаратів з катушкою, що зсувається, норма висіву регулюється в основному зміною робочої довжини катушки, а також зміною передаточних відношень від опорно-привідних коліс до катушки. Тому

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

апарати зі зсувною катушкою набули найбільшого поширення.

Для підвищення універсальності та якості роботи такого висівного апарата встановленого на сівалці СЗ-3,6М, в ньому застосований регульований клапан, положення якого щодо катушки встановлюється в залежності від розмірів насіння, що висіваються.

Катушка є основним робочим органом висівних апаратів. Найбільшого поширення у нас і за кордоном набули жолобчасті катушки. Кількість жолобків для висіву зернових, зернобобових та насіння трав – дванадцять. Профіль жолобка циліндричний з радіусом 5-5,8 мм. Діаметр катушки, встановлений багаторічною практикою, з необхідної норми висіву, становить 50 мм. Недоліком жолобчастої катушки, як відзначають багато авторів, є порційність висіву. Бажання позбутися або зменшити порційність висіву призвело до створення наступних варіантів катушки:

- катушка 12-жолобкова зі зсувом жолобків на півкроку на відстань $1/2$ або $1/3$ довжини катушки, що дещо підвищує рівномірність висіву, але ускладнює її виготовлення;

- катушка 12-жолобкова із гвинтовими жолобками суттєво поліпшує рівномірність зернового струменя, проте складна у виготовленні;

- катушка 12-жолобкова комбінована з рифленими кільцями з боку муфточки, яка покращує рівномірність висіву дрібного сипучого насіння, але при цьому ускладнює конструкцію апарата;

- катушка 12-жолобкова для висіву дрібного сипучого насіння із зовнішнім діаметром 34,7 мм і радіусом жолобка 3,7 мм;

- катушка штифтова з розташуванням штифтів (зуб'їв) у шаховому порядку та не регульованою робочою довжиною. Вона широко застосовується у Європі для висіву зернових. Для висіву дрібного і великого насіння є спеціальні змінні катушки. Катушки з рядовим розташуванням штифтів застосовуються на вітчизняних комбінованих сівалках для висіву гранульованих добрив;

- катушка з трикутними жолобками для висіву дрібного сипучого

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

насіння;

- котушка з єдиною гвинтовою навивкою для висіву насіння овочевих культур та кормових коренеплодів.

Загальним недоліком котушок є відсутність універсальності, тому що кожна з них забезпечує задану норму висіву лише для певної групи насіння.

Таким чином, роботи зі створення універсальної котушки є актуальними.

Муфти регульованих висівних котушкових апаратів призначені для перекриття зернового потоку в корпусі при зменшенні робочої довжини котушки. Робоча поверхня муфти – криволінійна з плавними контурами. На муфті є від одного до трьох напрямних виступів, які перешкоджають обертанню муфти під час роботи котушки. Конфігурація муфти залежить від призначення висівного апарата.

Для апарата з верхнім та нижнім висівом муфта має продовгуватий профіль з одним ребром на виході з апарата. В апаратах, що працюють тільки на нижньому висіві, найбільш вдалий профіль у муфти з двома виступами, один з яких розташований на вході в апарат і запобігає спливу насіння з верхньої частини корпусу, а другий – на виході з апарата і запобігає самовитік насіння з корпусу. Муфти мають виступи в зоні примусового руху зернового потоку, що утворюється жолобками котушки, що обертається, виробляє дроблення всіх видів насіння.

Таким чином, з проведеного огляду конструкцій котушкових апаратів, що висівають, видно, що до теперішнього часу зберігається велика різноманітність в конструктивному оформленні котушок і муфт, що ускладнює виготовлення, ремонт і експлуатацію висівних апаратів сівалок.

3.2. Методи дослідження висівних апаратів

У розвитку методів дослідження насамперед слід зазначити метод плоского висіву, вперше застосований В.П. Гарячкіним при вивченні роботи сівалки. Розвиваючи цей спосіб, М.Х. Пигулевський замінив липку поверхню

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

ваннами з рідиною певної щільності, яка забезпечувала гасіння швидкості падаючого зерна. У роботах М.Х. Пігулевського та І.С. Блашко визначення характеру розподілу насіння в борозні використовувався метод фіксації ґрунтових переміщень. Цей метод дозволяє вивчати рівномірність висіву з урахуванням впливу роботи сошників та розкочування насіння в рядку.

Для визначення рівномірності розподілу насіння в рядку поруч із польовими посівами широко використовуються різні лабораторні стенди та ґрунтові канали. Так, О.М. Карпенка для випробування сівалок використовував стенд та спеціально обладнаний ґрунтовий канал. Насіння з висівного апарата падали на липку стрічку, контрастний порошок або на комірчасту поверхню. Цей прийом дослідження знайшов найбільшого поширення на машино-випробувальних станціях та у науково-дослідних інститутах.

Модель, з достатньою мірою відповідає реальній конструкції, дозволяє розкрити та дослідити перебіг того чи іншого процесу в лабораторних умовах. При цьому у моделі відсутні ті елементи, які в реальній машині розглядаються як другорядні. З цієї точки зору стендові випробування висівних апаратів є випробуванням моделі. Шляхом введення спрощень можна ефективно дослідити той чи інший елемент апарата, з'ясувавши при цьому за результатами дослідів відповідність останнім теоретичним передумовам.

3.2.1. Постановка питання та завдання дослідження

Існуючим питанням, що вимагає подальшого експериментального дослідження, як це видно з проведеного аналізу, є пульсація зернового струменя, викликана жолобками стандартної котушки, різко погіршує якісні показники роботи апарата, що висіває. Тому метою даної роботи є вивчення на підставі експериментальних досліджень основних закономірностей процесу висіву насіння котушковим апаратом для виявлення конструктивних

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

параметрів і режимів його роботи, що забезпечують підвищення рівномірності розподілу насіння, яке висівається рядовим способом, за площею харчування.

Для досягнення цієї мети в роботі поставлено наступне завдання – провести експериментальні дослідження технологічного процесу роботи котушкового висівного апарата для пошуку можливості зменшення пульсації зернового струменя при висіві пшениці та підвищення рівномірності розподілу в рядку.

3.3. Установка та методика експериментальних досліджень

Для вирішення питання наміченого у відповідності з метою та завданням дослідження розроблено відповідну методику, прилад та програму дослідження. Для проведення експериментального дослідження, через відсутність стандартного обладнання, було розроблено оригінальну установку, що забезпечує високу точність отримання дослідних даних.

3.3.1. Програма дослідження та планування експерименту

Програма експериментальних досліджень згідно з метою та завданням даної роботи включає вивчення процесу формування інтервалів між насінням в рядку в залежності від параметрів зернового струменя, що висівається котушковим апаратом.

Розглянемо ряд факторів, що впливають на технологічний процес роботи апарата, що висіває. Основні з них: ω_1 – кутова швидкість обертання котушки; C_1 – зазор між котушкою та клапаном; L_k – робоча довжина котушки; Q – норма висіву насіння. Діапазони зміни кожного фактора вибираємо в експериментальних межах, але за необхідності розширюємо їх.

Для виявлення закономірностей впливу того чи іншого чинника призначаємо щонайменше п'ять факторних рівнів у вибраному діапазоні зміни цього фактору.

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

Таким чином, заплановані дослідження є багатофакторними, а планування кожного експерименту здійснюється за одним із двох типів: класичного чи факторного.

Кількість повторностей для кожного досліду вибирається в залежності від умов експерименту, використовуваного обладнання, необхідної достовірності і широти варіювання досліджуваної ознаки. Достовірність дослідів щодо визначення поздовжньої рівномірності розподілу насіння – щонайменше 0,95.

3.3.2. Опис об'єкта дослідження

Відповідно до програми дослідження як об'єкт дослідження обрано виробничий котушковий висівний апарат сівалки СЗ-3,6 та експериментальний висівний апарат (рис. 1).

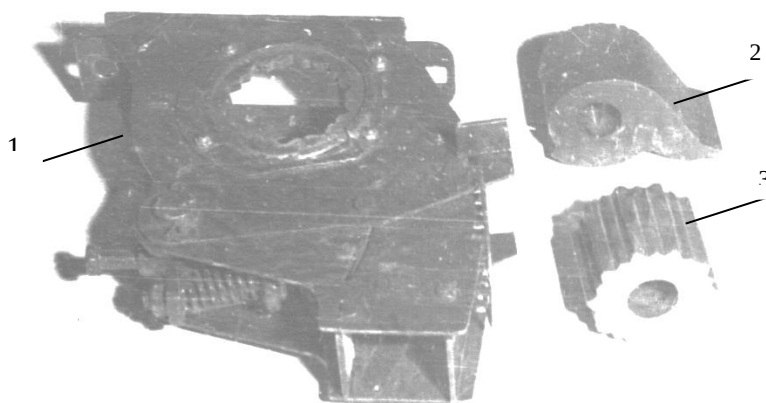


Рис. 1. Експериментальний висівний апарат:

1 – висівний апарат, 2 – клапан, 3 – котушка

3.3.3. Установка для визначення дозуючої здатності висівних апаратів та рівномірності розподілу насіння в рядку

У зв'язку з відсутністю стандартного обладнання для визначення рівномірності дозуючої здатності апаратів, їх продуктивності та рівномірності розподілу насіння в рядку був створений прилад (рис. 2).

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

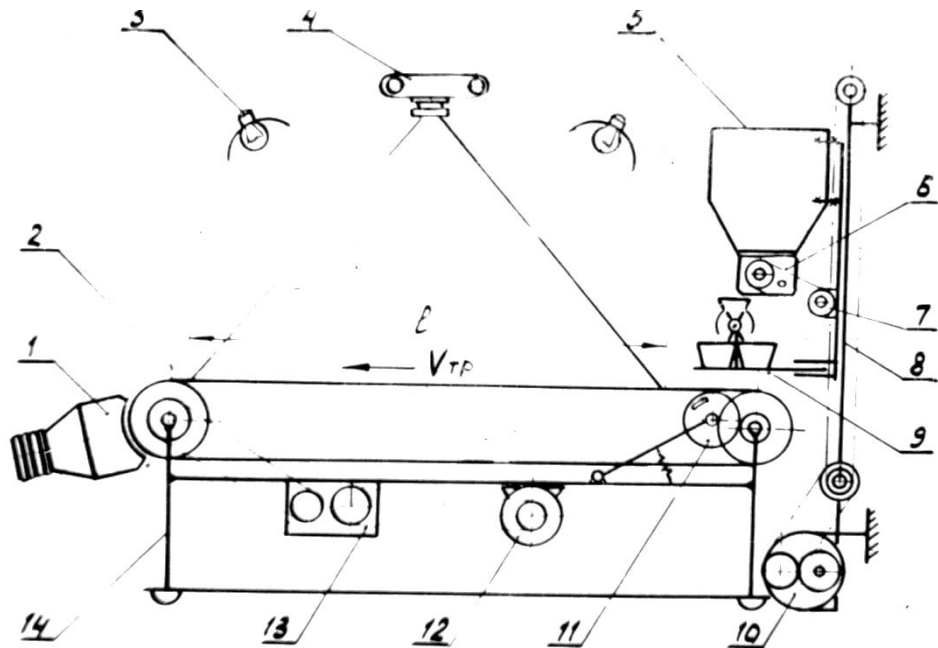


Рис. 2. Схема експериментальної установки для випробування роботи висівних апаратів: 1 – всмоктуючий колектор, 2 – стрічка транспортера, 3 – освітлювач, 4 – фотоапарат, 5 – бункер для насіння, 6 – висівний апарат, 7 – привід висівного апарата, 8 – нерухома рама, 9 – легкозйомна плита з пробовідбірником, 10 – привід

Проведення досліджень висівних апаратів на рівномірність розподілу насіння в рядку часто здійснюється за допомогою транспортера, стрічка якої покривається тонким шаром липкої речовини.

Особливістю транспортерного пристрою малогабаритного приладу є те, що при малій довжині робочої гілки стрічки транспортера (1,3 м) показання по рівномірності розподілу насіння в рядку знімаються безперервно з 5 до 15 м її довжини на режимах роботи висівного апарата і транспортера.

Це досягається тим, що насіння безперервно знімається з липкої стрічки транспортера всмоктувальним повітряним потоком у місці її перегину, зберігаючи при цьому її липкість, а фотоапарат з автоматичним перемотуванням плівки і автоматичною системою включення його, здійснює послідовно фотографування метрових ділянок робочої стрічки транспортера з насінням, таким чином, що кінець попередньої фотографованої ділянки стрічки є початком наступної.

Це дозволяє робити фотографування 5, 10 або 15 ділянок, а також забезпечує автоматичне вимкнення установки після зняття. Діапазон ступінчастого перемикання швидкостей стрічки транспортера знаходиться в межах від 1,2 до 3,6 м/с і забезпечується п'ятиступінчастою коробкою швидкостей і зміною шківів клинопасової передачі.

Необхідна довжина ділянки стрічки, що фотографується, вибирається із співвідношення:

$$\frac{l}{\pi \cdot D} = \frac{d_2}{d_1},$$

де l – довжина ділянки, що фотографується, м ($l = 1$ м);

D – діаметр відомого барабана транспортера, з урахуванням товщини стрічки, м;

d_1 – діаметр ведучого диска автоматичної системи включення апарата, м;

d_2 – діаметр відомого диска автоматичної системи включення апарата, м.

З метою якіснішого дослідження рівномірності насіння у рядку, його довжина, зі зняттям показань, вибирається, щонайменше дорівнюючому довжині шляху, на якому висіваються насіння за один оберт катушки. Визначення шляху визначається за формулою:

$$l_z = V_c \frac{2 \cdot \pi}{\omega_k},$$

де l_z – довжина залікового шляху, м;

V_c – швидкість стрічки транспортера, м/с;

ω_k – кутова швидкість катушки, рад/с.

Розроблена конструкція пневматичного знімача насіння з липкою стрічкою дозволяє: застосувати автоматичний пристрій для фіксування розташування насіння на липкій стрічці за допомогою фотоапарата; знімати показання в режимі роботи приладу з необхідною довжиною рядка; виключати випадкові помилки досліду.

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

3.3.4. Методика проведення та обробка дослідних даних при визначенні рівномірності висіву апаратами

Визначення рівномірності дозуючої здатності висівних апаратів проводиться за 5, 10 або 15 повних обертів котушки за допомогою електромагнітних пробовідбірників 5-кратної повторності кожного досліду.

При цьому встановлюється вплив на розмірність висіву апаратом різних чинників: робочої довжини котушки, швидкості її обертання, зазору на виході з апарата, виду насіння, форми робочої поверхні котушки тощо.

Зважування проб проводиться на технічних терезах з точністю до 0,1 г, з подальшою обробкою отриманих даних методом математичної статистики.

З метою визначення рівномірності розподілу насіння вздовж рядка в лабораторних умовах застосовано транспортний пристрій з липкою стрічкою на робочу поверхню, якою виробляється висів насіння. Об'єктивність отримання даних забезпечується ідентичністю умов проведення дослідів для порівнюваних апаратів. Для порівняння якісних показників розподіл насіння в рядку необхідно, щоб при однаковій робочій довжині котушки була однакова продуктивність досліджуваних апаратів в одиницю часу.

При налаштуванні висівного апарата на задану норму висіву в кг/га визначається його секундна продуктивність

$$q_{(сек)} = \frac{q_{(10)}}{t_{к(10)}},$$

де $q_{(10)}$ – висів насіння за 10 обертів котушки, г;

$t_{к(10)}$ – час висіву за 10 залікових обертів котушки за секунду.

Тоді норма висіву на га

$$Q = \frac{q_{(ctr)} \cdot 10^3}{b \cdot V_m},$$

де b – ширина міжрядь, см;

V_m – швидкість машини (стрічки транспортера), м/с.

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

При однаковій нормі висіву двох порівнюваних апаратів і рівності робочих довжин катушок необхідно дотримуватись рівності продуктивності порівнюваних апаратів.

Для усунення впливу робочої частини катушки на рівномірність розподілу насіння в рядку досліди проводяться при рівних довжинах, тоді рівність секундної продуктивності для різних апаратів досягають зміною передаточного відношення.

Вплив швидкості обертання катушки на рівномірність розподілу насіння в рядку визначається при постійній довжині катушки, постійному передаточному відношенні та рівності норм висіву, що досягається відповідною зміною швидкості стрічки транспортера. Час десяти обертів катушки, необхідний для налаштування приладу у цьому разі визначимо по виразу:

$$t_{\kappa(10)} = \frac{q_o \cdot 10^4}{b \cdot V_m \cdot Q}.$$

Цей вираз можна замінити з урахуванням відбору насіння за K обертів катушки

$$t_{\kappa(10)} = \frac{q_o \cdot 10^4}{K \cdot b \cdot V_m \cdot Q}.$$

Вплив робочої довжини катушки визначається при $t_{\kappa(10)} = \text{const}$.

Знаючи, що продуктивність висівного апарата пропорційна довжині робочої частини катушки, визначимо L_1 через відношення

$$L_1 = \frac{L}{q_{(\kappa)}} \cdot q'_{(\kappa)}.$$

Вплив норми висіву визначається за різних швидкостей стрічки транспортера при $L_{\kappa} = \text{const}$ та $\omega_{\kappa} = \text{const}$.

$$Q = \frac{q_{\kappa} \cdot 10^4}{K \cdot t_{\kappa(10)} b \cdot V_m}.$$

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

Обробка отриманого числового ряду інтервалів між насінням проводиться загальноприйнятими методами математичної статистики. При цьому визначаються такі показники:

Середньоарифметична відстань

$$\bar{X} = \frac{l_p}{b},$$

де l_p – загальна залікова довжина рядка, см;

b – загальна кількість інтервалів на заліковій довжині рядка.

Середньоквадратичне відхилення

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum \delta_1^2}{b}}.$$

Коефіцієнт варіації

$$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100\%.$$

3.4. Вплив різних факторів на розподіл насіння в рядку

Метою дослідження було визначення впливу наступних факторів на рівномірність розподілу насіння вздовж рядка при висіві їх котушковим висівним апаратом сівалки СЗ-3,6 на липку поверхню стрічки транспортера: робочої довжини котушки, норми висіву, кутової швидкості обертання котушки при висіві без насіння, також спільний вплив гофрованого насіннепроводу та дводискового сошника.

Розроблена методика дозволила методом виключення визначити вплив кожного із зазначених факторів. Показання на розкладці насіння на стрічці знімалися з 10 м залікової довжини рядка послідовним фотографуванням метрових ділянок липкої стрічки, що рухається. При встановленому режимі роботи висівного апарата і транспортера. Обробка отриманих зображень розкладки насіння в рядку проводилася за інтервалами за допомогою

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

класифікатора. Усі досліді проведені при висіві насіння пшениці. Отримані дані зведені в табл.1, 2, 3, аналізуючи які можна зазначити таке:

- зміна робочої довжини катушки (табл. 1) в межах 9-26 мм при сталості кутової швидкості та норми висіву не впливають на величину коефіцієнта варіації, яким оцінюється поздовжня рівномірність насіння в рядку. Отже, прийняте припущення у тому, що робоча довжина катушки при $L_k \geq 4d_c$ впливає на поздовжню рівномірність висіву, є цілком прийнятною. Отриманий деякий розкид статистичних показників пояснюється похибками при регулюванні висівного апарата на норму висіву і похибкою + 2,5%;

- зміна норми висіву насіння в межах 80-250 кг/га (табл. 2) при сталості кутової швидкості катушки і робочої довжини не істотно впливає на рівномірність розподілу насіння в рядку. Проте за наведеними даними видно також розкид статистичних показників, незважаючи на ретельність підготовки та проведення експерименту;

- збільшення кутової швидкості катушки (табл. 3) при висіві однієї і тієї ж норми висіву і сталості робочої довжини катушки дещо покращує рівномірність розподілу насіння вздовж рядка. Однак, більший вплив у малому діапазоні зміни кутової швидкості катушки надають неточності проведення експерименту, що не дозволяє вловити позитивного впливу ω_k . Проте одночасне збільшення кутової швидкості обертання катушки та підвищення норми висіву зменшує значення коефіцієнта варіації від 115 до 87%, що стало помітно завдяки розширенню діапазону зміни ω_k . Однією з найбільш суттєвих причин підвищення рівномірності зі збільшенням ω_k є зменшення ймовірності появи великих інтервалів між насінням у рядку. Остання обставина дозволяє також зробити важливе припущення, що підвищення швидкості виведення насіння з висівного робочого органу має забезпечити підвищення поздовжньої рівномірності висіву, якщо при цьому не будуть більш істотно впливати другорядні фактори або вплив цих факторів залишатиметься на колишньому рівні.

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

- наявність гофрованого насіннєпроводам (розташування вертикальне) і дводискового сошника (табл. 4) при висіві катушковим висівним апаратом надає позитивний вплив на поздовжню рівномірність розподілу інтервалів між насінням в рядку. Зменшення коефіцієнта варіації склало у наших дослідках до 10% порівняно з висівом з апарата безпосередньо на липку стрічку за однакових режимів його роботи. Різке зменшення коефіцієнта варіації при нормі висіву 220 кг/га було викликано утворенням у насіннєвому каналі дводискового сошника направляючої доріжки насінням, яке заклинило у місці контакту дисків.

Помічене явище у подальших дослідках було перевірено установкою між дисками сошника криволінійної скатної поверхні, яка забезпечувала стабілізацію траєкторій насіння на виході із сошника та їх рух у напрямі руху стрічки транспортера, тобто. у напрямку зворотному поступальної швидкості сівалки.

При цьому встановлено, що такий пристрій різко зменшує розкид насіння по ширині рядка і практично виключає відсакування насіння навіть при дуже тонкому шарі липкої речовини на робочій поверхні стрічки, а також значно зменшує значення коефіцієнта варіації.

Таким чином, в результаті проведеного дослідження можна зробити такі висновки:

1. Зміна робочої довжини катушки висівного апарата (при $L_k > 4d_c$) і норми висіву за сталості кутової швидкості обертання катушки не впливає на величину коефіцієнта варіації, яким оцінюється рівномірність розподілу насіння вздовж рядка.

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

Таблиця 1

Вплив робочої довжини котушки L_k апарата сівалки СЗ-3,6 на рівномірність розподілення насіння пшениці в рядку

$$\omega_k = 1,7 \text{ рад/с}; C_{\min} = 10 \text{ мм}; H_T = 140 \text{ мм}$$

L_k , мм	V_{mp} , м/с	b , шт	l , м	Q , кг/га	$\bar{X}$, см	σ , см	V , %
9,62	2,02	224	7,116	80	3,18	3,15	99
12,12	2,56	210	7,223	75	3,44	3,548	101
12	1,25	512	10,3	140	2,01	2,07	103
13,5	1,51	412	7,37	150	1,79	1,87	104,5
16	1,75	517	10,25	140	1,99	1,95	98
18	2,02	477	8,432	150	1,77	1,82	102
20,4	2,28	599	10,12	155	1,69	1,69	99,4
22,8	2,56	410	7,346	150	1,79	1,75	98
19,8	1,51	572	7,4	220	1,29	1,29	100
26,5	2,02	568	7,39	220	1,3	1,29	99,5

Таблиця 2

Вплив норми висіву апарата сівалки СЗ-3,6 на рівномірність розподілення насіння пшениці в рядку

$$\omega_k = 1,7 \text{ рад/с}; C = 10 \text{ мм}; H_T = 140 \text{ мм}; L_k = 18 \text{ мм}$$

Q , кг/га	V_{mp} , м/с	b , шт	l , м	$\bar{X}$, см	σ , см	V , %
250	1,25	881	10,15	1,15	1,16	101
207	1,51	643	8,224	1,28	1,26	98,5
170	1,75	617	10,01	1,62	1,64	101
150	2,02	477	8,432	1,77	1,82	102
122	2,56	386	8,422	2,18	2,12	97,3

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

Таблиця 3

Вплив кутова швидкості котушки апарата сівалки СЗ-3,6 на
рівномірність розподілення насіння пшениці в рядку

$C = 10$ мм; $L_k = 18$ мм; $H_T = 140$ мм

ω_k , рад/с	V_{mp} , м/с	b , шт	l , м	Q , кг/га	$\bar{X}$, см	σ , см	V , %
0,7	1,51	295	9,085	82	3,08	3,56	115,5
0,9	2,02	291	9,821	78	3,38	3,87	114,5
1,2	2,56	337	10,315	82	3,06	3,42	111,8
1,3	1,51	457	8,515	145	1,86	2,04	109,5
1,76	2,02	477	8,432	150	1,77	1,95	102
2,2	2,56	451	8,38	145	1,85	1,82	97,8
1,94	1,51	403	5,38	220	1,33	1,81	98,8
2,6	2,02	437	5,175	225	1,18	1,06	89
3,3	2,56	431	5,23	222	1,21	1,06	87,6

Таблиця 4

Вплив гофрованого насіннепроводу та дводискового сошника на повздовжню
рівномірність в рядку при висіві насіння пшениці апаратом сівалки СЗ-3,6

$V_{mp} = 1,51$ м/с; $C = 10$ мм; $H_T = 18$ мм

Наявність насіннепроводу і сошника	Q , кг/га	ω , рад/с	b , шт.	l , м,	$\bar{X}$, см	σ , см	V , %
Є	70	0,72	189	7,792	4,11	4,365	106,5
	140	1,36	409	8,068	1,98	2,02	100,7
	210	1,99	550	8,042	1,46	1,04	71,5
Немає	82	0,7	295	9,085	3,08	3,56	115,5
	145	1,3	457	8,515	1,86	2,04	109,5
	220	1,94	403	5,38	1,3377	1,31	98,8

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

2. Підвищення кутової швидкості обертання катушки висівного апарата істотно зменшує коефіцієнт варіації інтервалів між насінням в рядку. Звідси випливає, що з підвищення рівномірності розподілу насіння вздовж рядка необхідно збільшити передаточні відношення від ходового колеса до валу апаратів, що висівають.

3. Гофрований насіннєпровід і дводисковий сошник позитивно впливають на поздовжню рівномірність розподілу насіння в рядку при роботі з катушковим апаратом, а отриманий ефект спрямувача в сошнику слід випробувати в польових умовах.

3.5. Поздовжня рівномірність розподілу насіння при висіві експериментальним апаратом

Дослідження поздовжньої рівномірності розподілу насіння при висіві експериментальним апаратом проводилося при висіві насіння пшениці. При цьому визначався вплив зазору між катушкою та регульованою заслінкою на рівномірність розподілу насіння в рядку, а також вплив гофрованого насіннєпроводу та дводискового сошника. Результати досліджень зведені у таблиці.

Показники якості виконання технологічного процесу ($\bar{X}, \sigma, V$), отримані при роботі експериментального висівного апарата, порівнюються з аналогічними даними висіву апаратом сівалки СЗ-3,6.

Порівняльні випробування для апаратів, що розглядаються, проводилися в рівних умовах, крім рівності кутових швидкостей катушок, так як рівність продуктивності в одиницю часу і робочих довжин катушки, що необхідно для повного збереження механізму регулювання норми висіву, встановленого на виробничих сівалках, вимагає підвищення швидкості обертання через зменшення площі її жолобків та зазору на виході зернового потоку з корпусу експериментального апарата порівняно з апаратом сівалки СЗ-3,6. У всіх дослідах швидкість стрічки транспортера була постійною і дорівнювала 1,51 м/с.

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

При визначенні впливу зазору C_1 на виході з апарата на рівномірність розподілу насіння в рядку (табл. 5) встановлено, що зменшення його до певних меж позитивно впливає на якість посіву. При чому величина оптимального зазору вибирається в залежності від розміру насіння (насіння пшениці при зазорі 6 мм).

Порівнювання отриманих результатів для експериментального апарата (табл. 5) і апарата сівалки СЗ-3,6 (табл. 1) при нормі висіву 150 кг/га на перший погляд не дає істотної переваги експериментальному апарату. Однак порівняння первинних рядів розподілу інтервалів між насінням, на підставі яких визначені $\bar{X}, \sigma, V$ дані свідчить про зменшення величини максимально великих інтервалів між насінням у всіх дослідах, що досягається завдяки вищій окружній швидкості котушки експериментального апарата.

При висіві насіння пшениці через гофрований насіннєпровід і дводисковий сошник (табл. 6) спостерігається поліпшення показників рівномірності розподілу насіння в рядку порівняно з висівом безпосередньо з апарата.

Значне покращення якості посіву дає установка спрямовача в каналі сошника, який забезпечує зміну траєкторії польоту насіння на виході з каналу сошника таким чином, що вони при падінні мають напрямок швидкості руху липкої стрічки. Це пояснюється стабілізацією траєкторії руху насіння безпосередньо перед укладанням на поверхню липкої стрічки, що покращує показники $\bar{X}, \sigma, V$ (табл. 7).

Порівняльні дані по висіву насіння пшениці експериментальним і виробничим апаратами приведені в таблиці 8.

Величина зазору C_1 для першого апарата становила 9 мм, а для другого – 11 мм (мінімальний зазор апарата сівалки СЗ-3,6). З наведених даних видно, що котушка експериментального апарата забезпечувала якісніший висів пшениці через відповідність розмірів жолобка та насіння.

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

Таблиця 5

Апарат експериментальний. Висів насіння пшениці без
насіннепроводу та сошника

$Q=150$ кг/га; $L_k=18$ мм

C , мм	ω , рад/с	b , шт	l , м	$\bar{X}$, см	σ , см	V , %
6	2,96	438	8,366	1,92	1,87	97,5
9	2,81	436	8,537	1,955	1,95	99,5
12	2,72	449	8,212	1,83	1,875	102,5

Таблиця 6

Апарат експериментальний. Висів насіння пшениці через
гофрований насіннепровід і дводисковий сошник

$C_1=9$ мм; $L_k=18$ мм

Q , кг/га	ω , рад/с	b , шт	l , м	$\bar{X}$, см	σ , см	V , %
680	1,42	222	7,84	3,53	3,47	98,2
150	2,66	445	8,008	1,8	1,71	94,8
220	4,0	594	8,252	1,39	1,16	83,3

Таблиця 7

Апарат експериментальний. Висів насіння пшениці через гофрований
насіннепровід і дводисковий сошник (у сошнику спрямувач)

$L_k=18$ мм; $C_1=9$ мм

Q , кг/га	ω , рад/с	b , шт	l , м	$\bar{X}$, см	σ , см	V , %
80	1,455	245	7,887	3,22	2,96	92
150	2,73	411	7,936	1,93	1,65	85,5
220	4	561	8,008	1,44	1,11	77

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

Таблиця 8

Висів насіння через гофрований насіннепровід та дводисковий сошник

$$L_k = 18 \text{ мм}$$

Апарат	Q , кг/га	ω , рад/с	b , шт.	l , м,	$\bar{X}$, см	σ , см	V , %
Експериментальний	110	2,12	401	7,896	1,97	1,828	92,75
	185	3,24	776	8,227	1,23	1,18	90,8
	270	4,69	935	8,222	0,823	0,713	86,6
Виробничий	110	1,03	408	8,114	1,99	1,988	99,8
	185	1,87	676	8,082	1,19	1,19	100
	270	2,83	746	7,87	1,055	1,018	96,5

Таким чином, на підставі досліджень, що проведені, можна зробити такі висновки:

1. При висіві насіння експериментальний апарат дає поліпшення в рівномірності розподілу інтервалів між насінням у рядку. Отримане підвищення якості роботи висівного апарата досягається за рахунок створення потоку насіння з більш однорідними швидкостями.

2. Покращення статистичних показників якості посіву для експериментального апарата отримуємо за рахунок відсікання заслінкою насіння периферійних шарів, що повільно рухаються.

3.6. Вибір профілю робочої поверхні катушки та визначення параметрів жолобків

Основними умовами вибору раціонального профілю робочої поверхні катушки та параметрів жолобків є:

- зменшення пульсації зернового потоку що висівається апаратом;
- параметри жолобків повинні забезпечувати стійке положення в них різних за формою та розмірами насіння у процесі формування потоку;

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

- кут нахилу передньої грані жолобків повинен забезпечувати вільне випадання насіння із жолобків у зоні викидного вікна висівного апарата.

В результаті проведених нами досліджень катушок було підтверджено припущення, що стійке положення насіння в жолобках забезпечується при глибині жолобків – $h_{жс}$ не менше половини товщини насіння – d_c , ширини – $b_{жс}$ не менше довжини насіння – l_c і кута нахилу передньої грані жолобка – β менше кута тертя насіння о робочу поверхню катушки. На підставі цього були визначені форма і параметри жолобків катушки з комбінованою робочою поверхнею, виконаної у вигляді високих і низьких ребер, що послідовно чергуються (рис. 3.в).

Кількість жолобків, утворених високими ребрами залежить від максимальної довжини великого продовгуватого насіння (пшениці) і визначається за формулою:

$$Z = \frac{180^\circ}{\arcsin \frac{l_c + \Delta b}{2R_k}},$$

де l_c – максимальна довжина продовгуватого насіння;

Δb – ширина полиці на ребрі жолобка;

R_k – радіус зовнішньої поверхні катушки.

Зі схеми заповнення жолобка великим продовгуватим насінням (рис. 3.а) визначаємо величину радіуса по виступах усередині великого жолобка (для універсальності розглянемо параметри насіння найбільш продовгуватих таких як ячмінь і найбільш великих – сою).

$$R_1 \leq R_k \sqrt{1 - \left(\frac{l_c}{2R_k} \right)^2} - \frac{q_{c(n)}}{2},$$

де $d_{c(n)}$ – діаметр продовгуватого насіння.

Для визначення радіуса по западинах жолобків допускаємо, що по ширині жолобка повинно поміститися не менше двох великих насінин круглої форми, а їх центри розташовуються по зовнішній поверхні катушки.

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

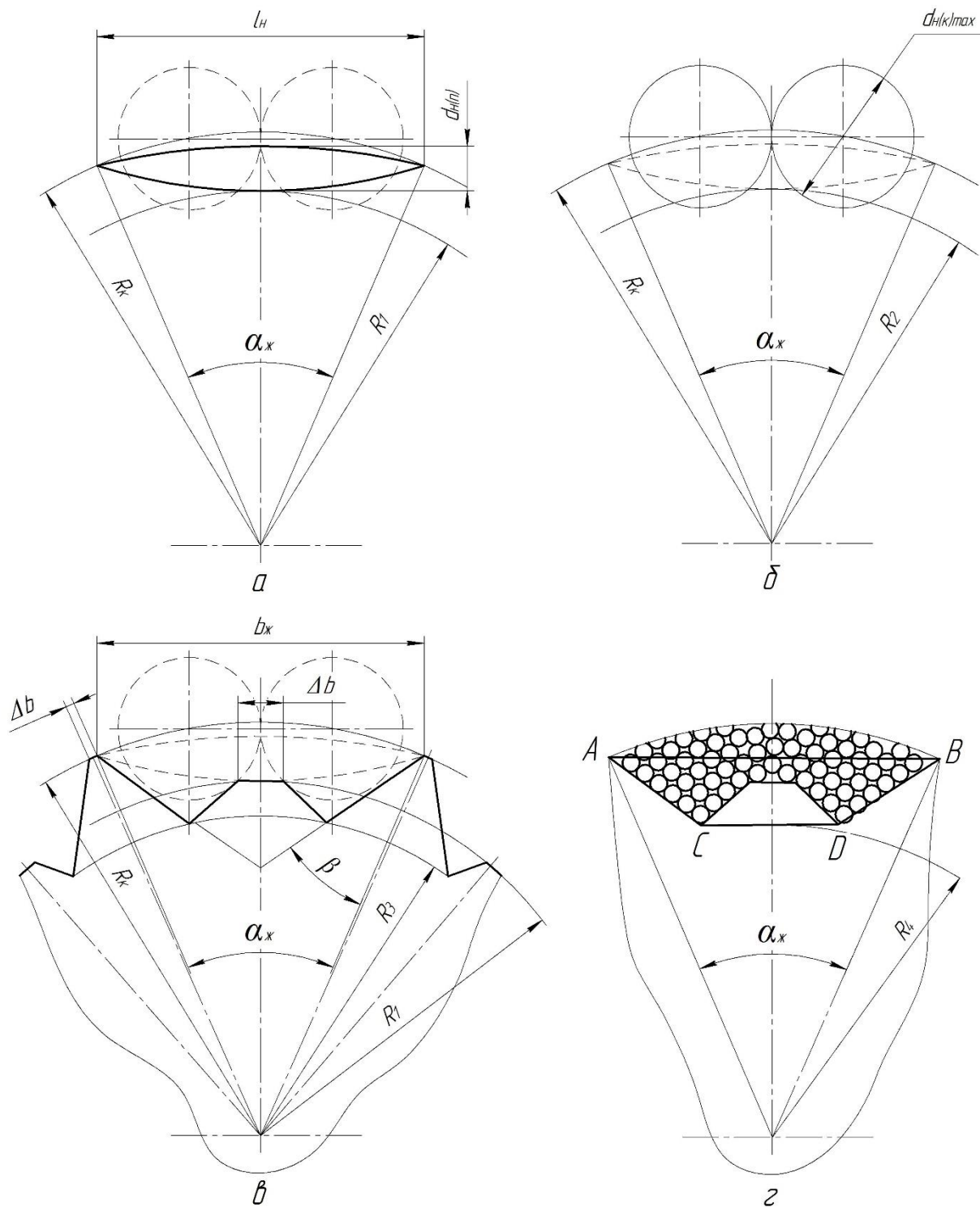


Рис. 3. Вибір профіля жолобків

Таке припущення прийнятне з двох причин: по-перше, воно не суперечить умові $h_{жс} \geq 0,5d_c$, по-друге, з порівняння розмірів найбільшого насіння встановлюється наступне співвідношення:

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

$$l_{c(\max)} \leq 2,6 \cdot d_{c(\kappa)\max} \quad \text{та} \quad l_{c(\max)} \geq 2,6 \cdot d_{c(\kappa)\max},$$

де $d_{c(\kappa)}$ – товщина великого насіння.

Тоді згідно схеми заповнення жолобка великим насінням визначаємо радіус по западині.

$$R_2 \leq R_\kappa - \frac{1}{2} d_{c(\kappa)\max}.$$

Для побудови профілю жолобка були прийняті такі розміри: основа трапеції – $CD = d_{c(\kappa)\max}$, висота виступів всередині жолобка $h_b = R_1 - R_4$, технологічний розмір товщини верхньої частини ребер Δb .

Площа жолобка експериментальної котушки визначається за виразом

$$F_{\text{жс}} = F_c + F_{ABCD} - F_b,$$

де F_c – площа сектора;

F_{ABCD} – площу трапеції ABCD;

F_b – площа виступу.

Величини площ, що входять до правої частини виразу () визначаються наступним чином

$$F_c = \frac{1}{2} \cdot \left(\frac{\pi}{180^\circ} \cdot \alpha_{\text{жс}} - \sin \alpha_{\text{жс}} \right) \cdot R_\kappa,$$

$$F_{ABCD} = \frac{1}{2} \cdot (l_c + d_{c(\kappa)\max}) \cdot \left(R_1 - R_4 + \frac{1}{2} \cdot d_{c(n)} \right),$$

$$F_b = \frac{1}{2} \cdot (\Delta b + d_{c(\kappa)\max}) \cdot (R_1 - R_4).$$

Для перевірки умови відсутності ковзання насіння по передній грані жолобка у процесі формування потоку та можливості вільного випадання насіння у зоні викиду вікна апарата визначаємо кут, який не повинен перевищувати мінімального значення критичного кута $\beta^* = 39^\circ$.

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

$$\beta = 90^\circ - \frac{\alpha_{\text{жс}}}{2} - \arctg 2 \cdot \frac{R_1 - R_4 + \frac{1}{2} \cdot d_{c(n)}}{l_c - d_{c(\kappa)\max}}.$$

Для розрахунку параметрів експериментального висівного апарата було прийнято такі дані: $R_k = 25$ мм, $l_c = 14$ мм, $b_{c(n)} = 3$ мм, $d_{c(\kappa)} = 6$ мм, $\Delta b = 1$ мм.

Результати розрахунку – кількість жолобів котушки $Z = 10$.

4. Охорона праці

4.1 Загальний аналіз стану охорони праці в господарстві

У відповідності до виконання окремих технологічних процесів на основі загальних відомостей про умові праці в господарстві проводимо аналіз стану охорони праці.

Всю наявну документацію в господарстві по охороні праці веде інженер по техніці безпеки.

В господарстві по кожному підрозділу ведуться журнали з інструктажу по техніці безпеки в яких щокварталу розписуються робітники за проведений інструктаж. Дані журнали контролюються інженером по техніці безпеки.

Господарством керую голова СФГ, він же і є організатором виробництва, тому на початку роботи він повинен отримати дозвіл від територіального управління Держнагляду охорони праці. Перед початком роботи голова господарства ознайомлюється з Посадовою інструкцією з питань охорони праці роботодавця сільськогосподарського виробництва.

Інженер СФГ по техніці безпеки керується такими інструктивно-нормативними матеріалами, законами, правилами по охороні праці:

- Закон України «Про охорону праці».
- Посадова інструкція роботодавця сільськогосподарського виробництва.
- Інструкція з охорон праці для водіїв вантажних автомобілів.
- Положення про медичний огляд працівників.
- Порядок а розслідування нещасних випадків не виробничого характеру.

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

- Інструкції з охорони праці для тракториста- машиніста сільськогосподарського виробництва та ін.

Виробничі приміщення і безпека технологічних процесів.

Виробничі переміщення, як і адміністративні, були побудовані наприкінці 80-х років, тому в більшості з них технічний стан відповідає загальновиробничим вимогам охорони праці.

Взагалі говорячи про рівень організації охорони праці, слід зазначити, що в господарстві ведеться вся необхідна документація з охорони праці, господарство забезпечено необхідними інструктивно-правовими матеріалами відповідно до Закону «Про охорону праці». В господарстві належним чином відбувається додержання на всіх підрозділах, галузях встановлених вимог з охорони праці.

З метою профілактики нещасних випадків в господарстві в усіх побутових приміщеннях є в наявності «куточки охорони праці», де розташовані Інструкції, агітаційні листівки, роз'яснення положень по безпечним методам виконання роботи на відповідній виробничій ділянці, а також рекомендації по виробничій санітарії.

4.2. Особливості умов праці при культивуванні озимої пшениці

Під час вирощування зернових культур, в даному випадку озимої пшениці, використовують ґрунтообробні та посівні машини при роботі з якими слід дотримуватись певних правил безпеки, так як вони являють собою об'єкти підвищеної небезпеки.

Сучасні зернові сівалки в основному відповідають вимогам охорони праці, Передбачено цілий ряд приладів та механізмів які застосовуються для захисту працівників від травм, сприяючих – покращенню умов праці тракториста, поліпшені також такі якості як керування, маневреність сівалки.

Але разом і тим цей агрегат і об'єктом підвищеної небезпеки, що потребує особливого підходу до розробки заходів по охороні праці, дотримання – правил безпечної праці та пожежної безпеки.

Вимоги до обслуговуючого персоналу. До роботи на тракторах,

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

сільськогосподарських і спеціальних машинах допускають осіб не молодше 17 років, які мають посвідчення тракториста-машиніста на право керування ними. Робочий день для підлітків віком від 16 до 18 років встановлений тривалістю 6 год. За підлітками обов'язково закріплюють старшого досвідченого робітника, який відповідає за дотримання ними правил техніки безпеки та протипожежної безпеки.

Вимоги до технічного, стану сільськогосподарських машин. Сільськогосподарські машини повинні бути справними, відрегульованими і повністю укомплектовані інструментом, захисним огородженням і пристроями.

Не допускається при періодичному технічному обслуговуванні і технічному регулюванні елементів-ланцюгового і пасового приводів машин знімати захисне огороження і не встановлювати його на місце. У сільськогосподарських машинах захисне огороження не заблоковане з приводом і при його відсутності деталі обертаються, що призводить до травмування механізаторів.

Причіпні машини, знаряддя з'єднують жорстким причіпним пристроєм, щоб унеможливити їх наїзду на трактор.

Ходові й опорні колеса сільськогосподарських машин, котки сівалок, дискові сошники, борони й луцильники обладнують чистиками.

Кришки ящиків для насіння зернових сівалок, банок туковисівних апаратів, культиваторів-підживлювачів та інших машин щільно закривають, а защіпки надійно утримують їх, не допускаючи самовільного відкриття під час руху агрегату. На тукових і комбінованих сівалках необхідно зробити попереджувальні написи. Відстань від підніжки до верхнього краю ящика або банки не повинна перевищувати.

При агрегуванні з начіпною машиною що проводиться в дію від ВВП трактора, карданний вал обов'язково огорожують металевим кожухом, а якщо вал не використовується, то вільний кінець закривають ковпаком.

Сільськогосподарські машини і знаряддя повинні буди зручними при агрегуванні, надійними в роботі і безпечними при обслуговуванні.

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

5. Економічна частина

В результаті удосконалення конструкції СЗ-3,6 модернізовано котушковий висівний апарат, який більш рівномірно буде висівати насіння озимої пшениці, що підвищить, в середньому, урожайність на 10%.

В технологічній частині запропоновано збільшити кількість сівалок в агрегаті з двох до трьох, чим підвищиться продуктивність посівного агрегату.

Ці зміни не вплинуть на витрати часу на технічне обслуговування машин за робочу зміну.

Визначаємо очікуваний річний економічний ефект споживача модернізованої машини (вихідні дані приведені в додатку 4) [10].

1. Продуктивність машини за 1 годину робочого та експлуатаційного часу:

$$П_{зм} = 0,1 \cdot B \cdot V \cdot K_{вр},$$

$$П_{ек} = 0,1 \cdot B \cdot V \cdot K_{ек},$$

$$П_{змб} = 0,1 \cdot 2 \cdot 3,6 \cdot 3,75 \cdot 0,89 = 2,4 \text{ га/год},$$

$$П_{змм} = 0,1 \cdot 3 \cdot 3,6 \cdot 3,75 \cdot 0,89 = 3,6 \text{ га/год},$$

$$П_{екб} = 0,1 \cdot 7,2 \cdot 3,75 \cdot 0,82 = 2,2 \text{ га/год},$$

$$П_{екм} = 0,1 \cdot 10,8 \cdot 3,75 \cdot 0,82 = 3,32 \text{ га/год}.$$

3. Розрахунок експлуатаційних витрат на один гектар роботи наведені в додатку 5

для базового агрегату – $E_{вб} = 1487,9$ грн/га,

для модернізованого агрегату – $E_{вн} = 1333,2$ грн/га.

4. Питомі капітальні витрати споживача, які припадають на 1 га посіву

$$П_{кв} = \frac{K_n \cdot Ц_{опм} / P_{зм} + K_n \cdot Ц_{опт} / P_{зм}}{П_{ек}},$$

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

$$П_{зб} = \frac{1}{2,2} \left(\frac{1,3 \cdot 3 \cdot 255300}{70} + \frac{1,3 \cdot 450000}{1350} \right) = 1620,8 \text{ грн/га,}$$

$$П_{зм} = \frac{1}{3,32} \left(\frac{1,3 \cdot 3 \cdot 255300}{70} + \frac{1,3 \cdot 450000}{1350} \right) = 1343,9 \text{ грн/га}$$

5. Очікуваний річний економічний ефект споживача модернізованої машини

$$E_{pen} = [(E_{вб} + E_n \cdot П_{квб}) - (E_{вм} + E_n \cdot П_{квм})] \cdot П_{екм} \cdot P_{зм},$$

$$E_{pen} = [(1487,9 + 0,16 \cdot 1620,8) - (1333,2 + 0,16 \cdot 1343,9)] \cdot 3,32 \cdot 70 = 46248 \text{ грн.}$$

Середня урожайність по Україні озимої пшениці складає - 3,4 т/га, хоча в цьому році склав 4,7т/га.

Ціна за тонну озимої пшениці в середньому складає - 9500 грн.

Тоді ціна урожаю : 3,4х 150х 9500=4845000грн.

А збільшення урожайності на 10% збільшить виручку на – 484500 грн.

Загальний ефект від запровадження запропонованих заходів:
484500+46248=530748грн

Отже, сумарний очікуваний річний економічний ефект сприятиме впровадженню запропонованої технології та попиту на модернізовану сівалку.

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

6. Висновок

Розвиток України залежить від різних галузей, однією з яких є аграрна. Маючи великі площі орних земель, країна забезпечена власним продовольством і має можливість експортувати частину урожаю в інші країни.

Проведено аналіз існуючих конструкцій висівних апаратів результати їх досліджень показали, що катушковий висівний апарат, при простоті конструкції та регулювань, має істотний недолік – низьку поздовжню рівномірність висіву, що обумовлюється порційною роботою жолобків катушки.

Визначено, що закономірність розподілу інтервалів у рядку не залежить від норми висіву та робочої довжини катушки при її довжині, що вчетверо перевищує ширину насіння.

Розроблена експериментальна установка дозволила провести дослідження щодо виявлення закономірностей розподілу інтервалів між насінням з урахуванням інверсій при висіві їх на липку стрічку.

Висів виробничими апаратами для підвищення рівномірності розподілу насіння в рядку необхідно проводити на більш високих передаточних відношеннях, що є на сівалці і вибираються в залежності від норми висіву за мінімально допустимою робочою довжиною катушки. Підвищення передаточного відношення вдвічі знижує коефіцієнт варіації, що характеризує якість висіву, на 10-20% підвищуючи його, а в подальшому сприятиме збільшенню урожайності на 7-12 %.

На підставі проведених експериментальних досліджень розроблено конструкцію експериментального висівного апарата. Загальна площа жолобків катушки цього апарата зменшена порівняно зі стандартною дванадцятижолобковою катушкою у 1,8 рази. Профіль жолобків експериментальної катушки сприяє кращому заповненню їх різним за формою та розмірами насінням. У викидному вікні корпусу апарата встановлена регульована заслінка, яка забезпечує примусове утворення

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

нерухомого шару на денці при висіві будь-якого насіння і дозволяє підвищити однорідність швидкостей в потоці насіння, що висіває апарат.

Аналіз технологічної карти господарства дав підстави удосконалити його, підвищуючи продуктивність агрегату за рахунок збільшення кількості в ньому сівалок до трьох.

Економічна ефективність для господарства сумарно складе 530748 грн.

Таким чином, застосування модернізованих конструкцій та доцільне використання механізованих технологічних операцій по обробці ґрунту, внесенню добрив, сівбі, догляду за зерновими, та збиранню врожаю призведе до підвищення ефективності діяльності господарства [16].

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

Список використаної літератури

1. Анна Артим. Зернові сівалки: огляд сучасних моделей / Всеукраїнський аграрний журнал «АгроЕліта». URL: <https://agroelita.info/zernovi-sivalky-ohliad-suchasnykh-modeley/> - (Дата звернення 01.11.23).
2. Голуб Л., Довгиш І., Гур'євська О., Васильковський О. Зерновий висівний апарат з незсувною катушкою. Матеріали II Міжнародної студентської інтернет-конференції «Техніка і технології у аграрному виробництві» (24 вересня 2020 р., м. Кропивницький). 2020. С. 20-22.
3. Годулян І. С. Озима пшениця в сівозмінах. Дніпропетровск: Промінь, 1974. 175 с.
4. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1; Ч.2: Машини для сівби та садіння. Харків: ОКО, 2002. 452 с.
5. Зубець М. В., Ситник В. П., Круть В. О. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. К.: Аграрна наука, 2004. 844 с.
6. Інновації як фактор підвищення ефективності виробництва зерна: URL: <http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=2727> (дата звернення 13.10.23).
7. Інноваційні технології в рослинництві: веб сайт. URL: https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/34879/1/MV_Innovatsiyyini%20tekhnologiyi_2023.pdf (дата звернення 14.10.23).
8. Лебедь Е. М., Пикуш Г. Р., Гетьманець А. Я., Пабат І. А. Чорний пар в інтенсивних сівозмінах. К.: Урожай, 1992. С. 9–51.
9. Любович О.А. Система ведення сільського господарства Дніпропетровської області / О.А. Любович, Є.М. Лебідь, В.І. Шемавньов та ін. Дніпропетровськ, 2005. – 136 с.
10. Методичні вказівки до виконання курсових робіт по організації та планування виробництва для студентів спеціальності 8.090215/ Укл. В.М.Глух, Л.М.Романюк. Кіровоград:КДТУ, 2000
11. Пархоменко, М. Д. Визначення математичної моделі розрахунку коефіцієнту опору повітря та критичної швидкості зерна при його

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

транспортуванні висівним апаратом / М.Д. Пархоменко, В.О. Кондратець, Ю.М. Пархоменко. Техніка в с.-г. виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація : Зб. наук. пр. Кіровоград. нац. техн. ун-ту. Кіровоград : КНТУ, 2008. Вип. 21. С. 105–109. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/1386>

12. Петриченко В. Ф., Лихочвор, В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур. Львів: НВФ „Українські технології”, 2020. 806 с
Різновид сівалок та їх конструктивні особливості / Журнал «VELES EURO TRADE». URL: <https://veles-euro.trade/seyalki-osnovnyye-vidy-funktsii-i-konstruktivnyye-osobennosti/> - (Дата звернення 05.11.23)

13. Рожева Н. Наукові поради рослинникам. Фермерське господарство. 2008. №23(391). С. 21.

14. Савранчук В. В., Мостіпан М. І., Ліман П. Б., Мостіпан Т В. Урожайність сортів озимої пшениці залежно від попередників та строків сівби у північному Степу України. Вісник степу. 2007. № 4. С. 7–9.

15. Сайко В.Ф. Наукові підходи щодо раціонального землекористування в умовах здійснення аграрної реформи. Вісник аграрної науки. 2000. №5. С. 5–10.

16. Сисоліна І., Погорелов В. Перспективи напрямів розвитку механізації вирощування зернових культур. Матеріали XIV Міжнародної науково-практичної конференції «Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки». Кропивницький: ЦНТУ. 2023.С.200-201.

17. Сисолін П.В. Звичайні підходи по створенню універсальних вітчизняних сівалок для сівби зернових культур. – Кіровоград: ”КОД”, 2008, 84с.

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

19. Сисолін П.В., Свірень М.О. Висівні апарати сівалок. Еволюція конструкцій, розрахунки параметрів. Навчальний посібник. Кіровоград. 2004. 160с.

20. Сисолін П.В., Сисоліна І.П. Сучасна методологія створення сільськогосподарської техніки (на прикладі висівного апарата) : монографія.

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

Кіровоград, Видавець Лисенко В.Ф., 2014. 120

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

22.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

23.Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування [Текст] : підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. "Машини та обладнання с.-г. виробництва". Кн. 2: Машини для рільництва / П. В. Сисолін, Т.І. Рибак, В. М.Сало; За ред. М. І. Черновола . - К. : Урожай, 2002. - 364 с

24. Уліч О. Л. Продуктивність сортів озимої пшениці залежно від попередників і строків сівби в Правобережному Лісостепу України. Автореф. дисертації на здоб. канд. с.-г. наук: 06.01.09. – Інст. землеробства УААН – К. 2006. 32 с.

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

26. <https://www.lnz.com.ua/agro>

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

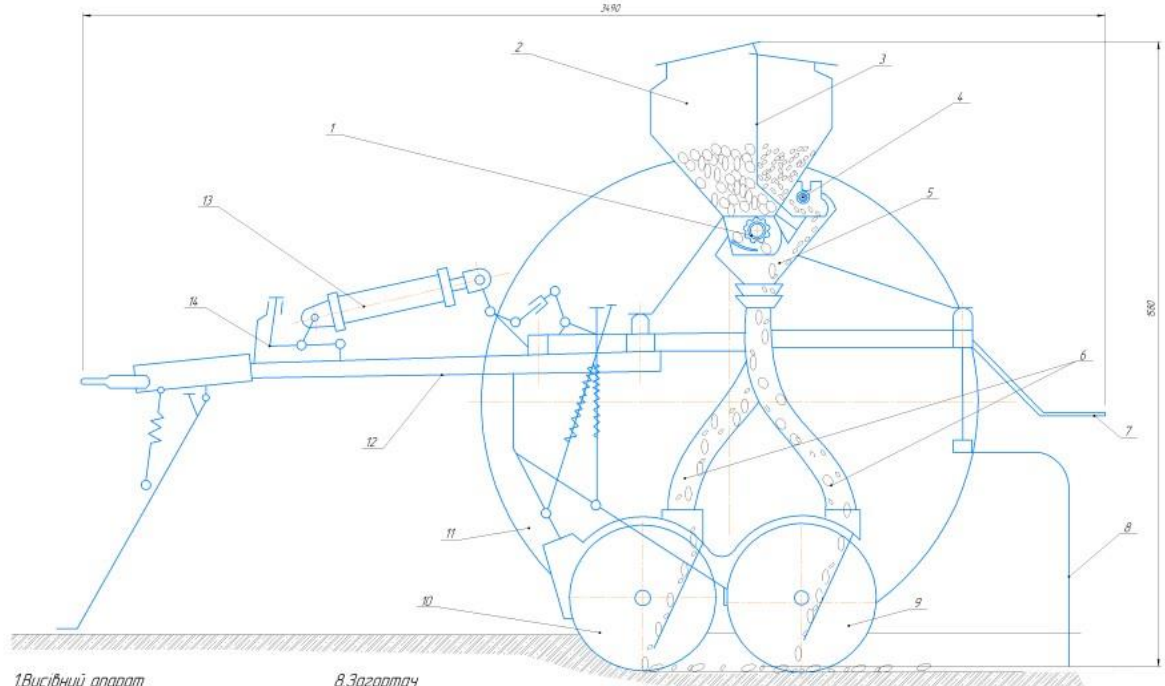
ДОДАТКИ

[illegible]

МЕХАНІЗАЦІЯ ВИРОЩУВАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР З ДОСЛІДЖЕННЯМ ТА ВДОСКОНАЛЕННЯМ ЗЕРНОТУКОВОЇ СІВАЛКИ

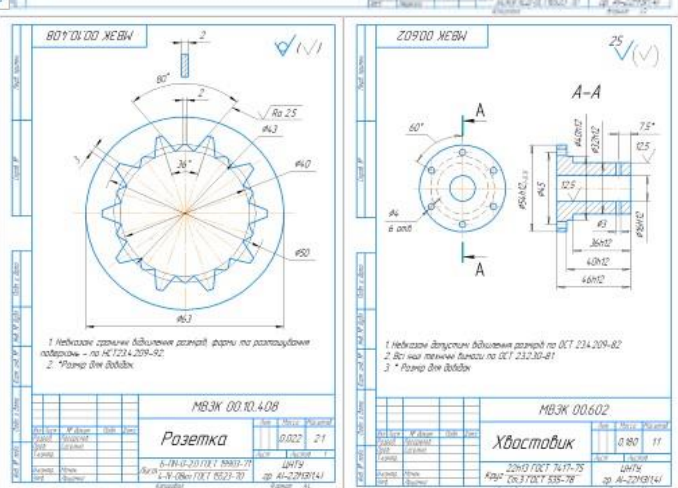
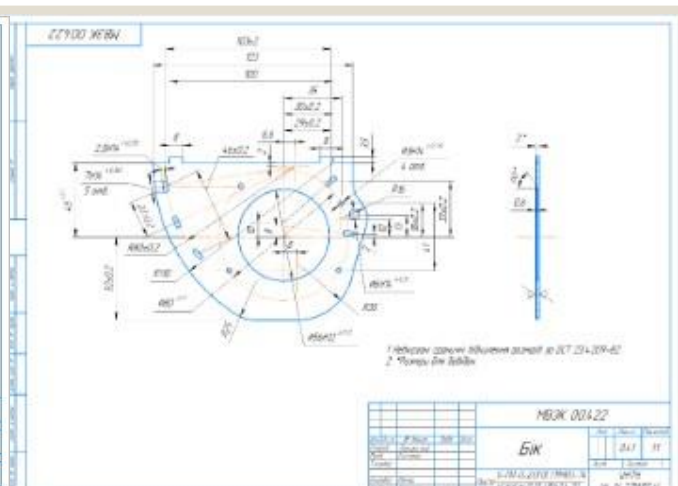
Виконав:
Владислав Погорелов
гр. АІ-22МЗ(1,4)

Функціональна схема роботи зернової сівалки СЗ-3,6А



- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Висівний апарат | 8. Загартач |
| 2. Зернотукавий ящик | 9. Дискавий сошник |
| 3. Перегородка | 10. Дискавий сошник |
| 4. Висівний апарат для добрив | 11. Опорно-привідне колесо |
| 5. Лоток | 12. Рама |
| 6. Тукопроводи | 13. Гідрациліндр |
| 7. Підніжка | 14. Механізм регулювання глибини ходу сошників |

МЗК 00.000 С1	
Лист	17
Функціональна схема (схема)	
Циркуляція	СЗ-3,6А
Масштаб	1:1
Датум	2023/11/14
Відомість	1



Характеристика роботи

Мета: підвищення ефективності процесу сівби.

Об'єкт дослідження: процес роботи висівного апарата зернопускової сівалки.

Предмет дослідження: параметри роботи висівного апарата

Наукова новизна

1. Запропоновано оригінальну конструкцію катушки висівного апарата, обґрунтовані її параметри

2. Надано подальшого розвитку теоретичний аналіз впливів різних факторів на розподіл насіння в рядку

Практична цінність роботи

За результатами досліджень удосконалено технологічний процес вирощування озимої пшениці.

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для перевірки умови відсутності ковзання насіння по поверхні шпindelю необхідно у процесі формування потоку насіння мати певний контакт між ними у точці виходу з катушки



Рис. 1. Схематичний вигляд висівного апарата

$$\mu \cdot \frac{m}{2} \cdot \frac{R - R_0 + \frac{1}{2} d_{\text{ш}}}{l - d_{\text{ш}}}$$

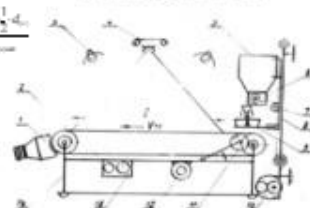


Рис. 2. Схематичний вигляд висівного апарата зернопускової сівалки

Таблиця 1. Вплив параметрів висівного апарата на розподіл насіння в рядку

$Q_{\text{н}}$	$V_{\text{н}}$	$d_{\text{ш}}$	$l_{\text{ш}}$	$\Sigma_{\text{ш}}$	$\sigma_{\text{ш}}$	$V_{\text{ш}}$
250	1.25	400	10.15	1.15	1.15	100
267	1.33	440	8.234	1.23	1.23	98.3
170	1.75	477	10.85	1.82	1.82	100
133	2.30	580	8.402	2.18	2.18	97.3

