

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

“ _____ ” 2024 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

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

«Механізація вирощування кукурудзи з дослідженням параметрів
загортачів секції робочих органів просапної сівалки»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи АІ-23М-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Білостоцький Богдан

Олександрович

« _____ » 2024 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____ Дмитро АРТЕМЕНКО

« _____ » 2024 р.

Рецензент

доцент, канд. техн. наук

_____ Володимир ЯЦУН

« _____ » 2024 р.

м. Кропивницький

Перв. примен.	формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	кол.	Примечание
Справ. №	A4			МВК 00.000 ПЗ	Документація загальна		
					Заново розроблена		
					Пояснювальна записка		
					Документація по технологічній частині		
					Заново розроблена		
Подп. и дата	A1			МВК 00.002 ТЧ	Операційна карта	1	
					Документація по складальним одиницям		
					Заново розроблена		
Инд. № дубл.	A1			МВК 00.000 СБ	Універсальна пневматична сівалка Vesta 8	1	
Взам. инв. №	A1			МВК 00.110 СБ	Секція	1	
Подп. и дата	A2			МВК 00.120 СБ	Загортач	1	
Инд. № подл.	A2			МВК 00.130 СБ	Прикочующий коток	1	
				МВК 00.000 ВП			
Изм. / лист		№ докум.		Подп.	Дата		
Разраб.		Білостоцький					
Пров.		Артеменко					
Н.контр.		Мачок					
Утв.		Василькобський					
Відомість роботи						Лит.	Лист
							1
						ЦНТУ	
						зр. АІ-23М-1	

Копировал
Формат А4

Зміст

1. Вступ.....	6
2. Технологічна частина.....	7
3. Наукова частина	28
4. Охорона праці	52
5. Економічна частина.....	55
Висновки.....	56
Список використаної літератури.....	57
Додатки	

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вступ

Україна є однією з провідних країн світу за обсягами вирощування кукурудзи. Вирощування цієї культури на зерно становить важливу складову аграрного сектора нашої держави. Кукурудза є цінною зерновою культурою, яка використовується для вигодовування худоби, а також як сировина для виробництва етанолу та інших продуктів промислового призначення. Зерно кукурудзи має високу енергетичну цінність і містить значну кількість поживних речовин, таких як жири, вуглеводи, білки, амінокислоти, мінерали і вітаміни. Високі показники врожайності кукурудзи в Україні дають можливість не лише забезпечувати внутрішні потреби, але й задовольняти експортні запити на зерно та продукцію, виготовлену на його основі.

Для досягнення значних врожаїв кукурудзи необхідно не тільки дотримуватися агротехнічних вимог, але і правильно організовувати технологічні процеси з використанням робочих органів, робота яких впливає на швидкість проростання насіння [1,2]. Суттєву роль у цьому відіграє забезпечення відповідних умов для підйому капілярної вологи та створення оптимальної структури ґрунту в зоні проростання насіння, що залежить від якості роботи загортаючих систем. Посів є ключовим етапом, під час якого необхідно створити максимально сприятливі умови для росту та розвитку рослин, що в свою чергу забезпечить одночасні і ранні сходи та сприятиме підвищенню врожайності культури [3-5].

Заключний етап посіву, загортання насіння, створює оптимальні умови для його проростання. Конструкція загортальних систем суттєво впливає на якість цього процесу. Тому, удосконалення технології загортання насіння та модернізація загортальних систем просапних сівалок для поліпшення умов проростання насіння є одним із актуальних завдань сьогодення.

					МВК 00.000 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Білостоцький</i>			Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		<i>Артеменко</i>					6	60
<i>Н. Контр.</i>		<i>Мачок</i>						
<i>Затверд.</i>		<i>Васильковський</i>						
						ЦНТУ гр. АІ-23М-1		

2. Огляд технології вирощування кукурудзи з визначенням шляхів її покращення

Кукурудза (рис 2.1) займає важливе місце в сільському господарстві, будучи третьою за посівними площами культурою у світі після пшениці та рису. Її унікальність полягає у широкому спектрі застосування як зерна, так і зеленої маси. Зерно кукурудзи використовується для харчових, кормових і технічних потреб. У харчовій промисловості воно іде на виготовлення борошна, круп, олії, крохмалю та спирту. Крім того, з нього виробляють палички та кукурудзяні пластівці, а зерно цукрової кукурудзи вживають свіжим або консервованим.



Рис. 2.1 Кукурудза на зерно

Кукурудза також є важливою технічною культурою, оскільки її зерно використовується для технічних цілей. Кукурудзяна олія, виготовлена з зародків зерна, застосовується не лише в харчовій промисловості, але і для виробництва фарб та мила. Кукурудзяний крохмаль знаходить широке застосування в фармацевтичній, паперовій і хімічній галузях. Зокрема, виробництво крохмалю з кукурудзяного зерна є одним з ключових напрямів його технічного використання, складаючи близько 75% від загального обсягу крохмального виробництва. Використання крохмалю для створення полімерів має великий потенціал на майбутнє.

Зерно кукурудзи також є високоенергетичним кормом, придатним для годівлі всіх видів худоби та птахів. Свині і велика рогата худоба мають високу

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

здатність до перетравлення кукурудзяного зерна, причому свині засвоюють його на 90%. Зерно кукурудзи є важливою складовою комбікормів і складає щонайменше 40% зернової частини. Крім того, кукурудза є найкращою культурою для виготовлення силосу, оскільки має оптимальне співвідношення поживних речовин і добре зберігається, що робить кукурудзяний силос ідеальним кормом для ВРХ.

2.1 Вимоги до температури. Будучи теплолюбною культурою, кукурудза починає активно проростати, коли температура ґрунту на глибині 0 - 10 см досягає +10°C. Холодостійкі гібриди можуть проростати при +6...+8°C. Для нормального розвитку вегетативної маси необхідно, щоб середньодобова температура повітря перевищувала +10°C. Найбільш сприятливою температурою для кукурудзи в першій половині вегетації є +18...+20°C, тоді як у другій половині оптимальна температура становить +22...+23°C. Температура ґрунту безпосередньо впливає на швидкість проростання насіння, і чим вона вища, тим швидше з'являються сходи [6-10].

У фазі 3-5 листків, на початку росту, молоді рослини кукурудзи можуть витримувати заморозки до -5°C, проте весняні заморозки залишаються найнебезпечнішими для цієї культури. У випадку пошкодження посівів на етапі молочно-воскової стиглості зерна необхідно терміново переробити кукурудзу на силос. Пізні заморозки, що настають під час повної стиглості зерна, не завдають шкоди врожаю. Хоча кукурудза є теплолюбною рослиною, надто високі денні температури під час вегетації негативно впливають на її розвиток. Різке підвищення температур після фази 8-10 листків прискорює ріст, але зменшує накопичення органічних речовин, необхідних для формування високого врожаю, що може призвести до його зниження.

Під час цвітіння кукурудзи високі температури негативно впливають на формування зерна. Коли денна температура повітря перевищує +30°C, а відносна вологість падає до 30%, порушуються процеси цвітіння і запилення. Пилок втрачає вологу, зменшуючи свою життєздатність, а нитки качана висихають, що призводить до неповного запліднення жіночих квіток. Це стає

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

причиною рідкого розміщення зерен на качані або навіть до повної безплідності рослин, коли качан залишається без зерен. У таких умовах можуть формуватися короткі качани з недостатньою кількістю зерен у верхній частині [6-10].

2.2 Вимоги до вологи. Кукурудза належить до мезофітів за своїми вимогами до водного режиму. Наявність вологи та її рівномірний розподіл протягом різних фаз вегетації є вирішальними факторами для досягнення високої врожайності цієї культури в умовах недостатнього зволоження. Особливо важливо забезпечити достатню кількість продуктивної вологи в ґрунті на етапі проростання насіння, для якого потрібно приблизно 44% від маси насіння у вигляді води. На ранніх стадіях росту рослин щоденне водоспоживання становить 30...40 м³ з 1 гектара, а в період від викидання волоті до молочної спілості зерна – 80...100 м³. У фазі 6-7 листків вологість ґрунту на глибині 0...80 мм повинна бути на рівні 60...65% від найменшої вологості, а під час викидання волоті – 75...80% [6-10].

Не є основним показником водозабезпеченості кукурудзи кількість опадів за вегетаційний період і протягом року. Для неї важливий не лише загальний обсяг опадів, але і їх розподіл протягом усього вегетаційного циклу. Особлива потреба у волозі виникає під час цвітіння і формування зерна. Критичним періодом, який впливає на врожайність кукурудзи, є 15 днів до та 15 днів після цвітіння. Вкрай важливими є опади саме в цей критичний період, їх кількість повинна бути не меншою ніж 70 мм. Незважаючи на високу вимогливість до вологи, кукурудза є ефективною культурою: з кожного міліметра води вона здатна продукувати приблизно 20 кг зерна [6-107].

2.3 Ставлення до світла. Кукурудза належить до культур короткого дня, її процеси цвітіння та запліднення відбуваються більш активно за умов короткого світлового дня і під впливом короткохвильового спектра світла. Найшвидше цвітіння спостерігається при денному освітленні тривалістю 8-9 годин. Якщо світловий день триває понад 12-14 годин, вегетаційний період кукурудзи зтягується. Для нормального розвитку кукурудза потребує

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

інтенсивного сонячного освітлення. Загущені посіви та наявність бур'янів, що блокують доступ світла, можуть негативно вплинути на врожайність зерна [6,9].

2.4 Вимоги до ґрунту та мінерального живлення. Кукурудза потребує ґрунтів із добре розвиненим гумусовим шаром, гарною аерацією та достатньою кількістю поживних речовин. Ідеальний рівень рН для її розвитку варіюється від 5,5...7,0. Найвищу врожайність вона демонструє на глибоких ґрунтах з високим вмістом гумусу, які сприяють ефективному збереженню вологи та поживних речовин. Підвищена кислотність ґрунту негативно впливає на продуктивність кукурудзи, і вона погано росте на засолених та солонцюватих землях. Найбільш підходять за механічним складом легкі, середньо та важкосуглинкові ґрунти.

Глинисті ґрунти з щільністю понад 1,4 г/см³ не підходять для вирощування кукурудзи. За наявності сприятливих кліматичних умов, ця культура дуже вимоглива до мінерального живлення. Кукурудза поглинає значну кількість макро і мікроелементів із ґрунту для формування біомаси. Особливість цієї культури полягає в тому, що на родючих ґрунтах, за оптимальної кількості опадів у критичні фази розвитку, вона може забезпечити високі врожаї навіть без внесення добрив. Кількість виведення основних елементів живлення кукурудзою залежить від отриманого врожаю та хімічного складу зерна [6,9].

2.5 Місце у сівозміні. При виборі попередника для кукурудзи необхідно враховувати кілька важливих аспектів, таких як можливе виснаження ґрунту, ущільнення, а також наявність спільних шкідників і хвороб. Окрему увагу слід звернути на засміченість бур'янами, оскільки це може вплинути на фітосанітарний стан ґрунту та врожайність кукурудзи.

Кукурудза не є надмірно вимогливою до попередніх культур, проте найкращими попередниками для її вирощування на зерно вважаються озима пшениця після чистого або зайнятого пару, соя, горох, конюшина та еспарцет. Не рекомендується висівати кукурудзу після багаторічних трав через

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підвищену ймовірність ураження посівів дротяниками, що може призвести до зрідженості посівів. У регіонах із недостатнім зволоженням варто уникати вирощування кукурудзи після культур, які висушують ґрунт, таких як цукрові буряки, соняшник, сорго чи просо.

Кукурудза демонструє певну толерантність до монокультури і може вирощуватись на одному полі протягом 3-4 років без істотного зниження врожайності. Не варто висівати її на полі, де раніше спостерігалось ураження пухирчастим або запорошеним головнем.

Після збирання кукурудзи її цінність як попередника для інших культур значною мірою залежить від якості обробітку ґрунту. Стебла, які важко розкладаються, необхідно ретельно перемішувати з ґрунтом. На стерні кукурудзи часто залишаються збудники фузаріозу, що може призвести до зараження наступних культур. Для профілактики цих хвороб доцільно використовувати відвальну оранку після подрібнення стебел. Кукурудза залишає після себе значну кількість органічної маси, а за умов належних заходів щодо боротьби з бур'янами, ґрунт після неї залишається чистим і підходить для подальших посівів [6-10].

2.6 Обробіток ґрунту. Вибір системи обробітку ґрунту під кукурудзу має велике значення для успішного вирощування культури і залежить від кількох важливих факторів: кліматичних умов регіону, типу ґрунту (щільності, схильності до ерозії), попередньої культури, типу і ступеня забур'яненості поля. У систему обробітку ґрунту включають основний, передпосівний і післяпосівний обробіток.

Основні методи обробітку ґрунту [6-10]:

традиційний плужний (відвальний) метод – це класичний спосіб оранки, який найчастіше використовується на ґрунтах, не схильних до ерозії. Застосовується у всіх зонах кукурудзосіяння. Цей метод передбачає оранку на глибину 23...25 см (або до 27 см у зволжених районах), що сприяє розпушуванню ґрунту та знищенню багаторічних бур'янів. Він особливо ефективний за відсутності гербіцидів;

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

безплужний (волого та ресурсозберігаючий) – включає технології, спрямовані на збереження вологи та захист ґрунту від ерозії. Цей метод краще підходить для регіонів із дефіцитом вологи та забезпечує накопичення ґрунтової вологи. Він передбачає мінімальне втручання у структуру ґрунту, що допомагає зберегти його родючість і зменшує витрати енергії;

нульовий обробіток (прямий посів) – технологія, при якій посів кукурудзи проводиться без попередньої обробки ґрунту. Це дозволяє зберегти максимальну кількість вологи та уникнути ерозійних процесів. Цей метод часто використовується у регіонах із низькою кількістю опадів.

Найважливішим фактором при виборі системи обробітку є закономірність накопичення та випаровування вологи у ґрунті. У північних регіонах України ґрунт поповнюється вологою і в весняно-літній період, тоді як у південних – тільки в осінньо-зимовий період, що вимагає різних підходів до обробітку.

Варіанти основного обробітку ґрунту [6-10]:

Напівпаровий обробіток (ранній зяб) – застосовується після збирання озимих та ярих колосових культур. Він включає неглибоке розпушування ґрунту боронами або дискове лушення для боротьби з бур'янами. Через 2-3 тижні після проростання бур'янів поле орють і вирівнюють культиваторами перед зимовим періодом. Цей метод підходить для районів із достатнім зволоженням.

Пізній зяб – передбачає один або два проходи дискових лушень одразу після збирання зернових чи багаторічних трав. Глибина лушення становить 6...8 см. Для цього використовуються такі знаряддя, як дискові борони типу БДТ-7, БД-10, Disc-0-Mulch, F15B та інші.

Для боротьби з кореневищними та коренеотростковими бур'янами важливим є пошарове дискування ґрунту: спочатку на невелику глибину 6...8 см, а потім глибше 10...12 см, що дозволяє послабити багаторічні бур'яни. Оранка виконується у жовтні - листопаді, що особливо доцільно в умовах недостатнього зволоження. При цьому пізня обробка за зниженої температури

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

та підвищеної вологості дозволяє краще подрібнити ґрунт, запобігаючи утворенню грудок у посушливих районах.

У випадках сильного прояву дефляції (вітрової ерозії) система обробітку ґрунту під кукурудзу має бути протиерозійною та безвідвальною.

Її етапи включають [6-10]:

після збирання попередника - обробіток ґрунту голчастими або дисковими боронами (наприклад, БГ-3, БДТ-7, Disc-0-Mulch, Gaspardo);

після появи бур'янів - застосування протиерозійних культиваторів (КПШ-9, КПЕ-3,8) на глибину 10...12 см;

основний безвідвальний обробіток - у вересні - жовтні, виконаний глибокорозпушувачами (КСТ-2,2, Artiglio, чизелі ПЧ-4);

безвідвальний обробіток ґрунту дозволяє зберегти вологу та ресурси, знижуючи енерговитрати у порівнянні з відвальною оранкою. Проте такий метод сприяє підвищенню рівня забур'яненості полів. Для вирішення цієї проблеми рекомендується застосовувати гербіциди, що ефективно знищують однорічні та багаторічні злакові і дводольні бур'яни.

Наукові дослідження показують [6-10], що при правильному використанні гербіцидів врожайність кукурудзи не знижується при переході на безвідвальне розпушування замість традиційної оранки, що забезпечує економію ресурсів без втрат продуктивності.

2.7 Система внесення добрив.

Для забезпечення високої врожайності кукурудзи на зерно важливо збалансувати основні елементи живлення - азот (N), фосфор (P), калій (K), а також мікроелементи. Раціональне застосування добрив має враховувати ґрунтово-кліматичні умови, біологічні потреби культури та особливості вирощування гібридів. Основні добрива включають органічні (гній, біогумус), мінеральні (N, P, K) та мікродобрива.

Норми внесення мінеральних добрив для кукурудзи залежать від зони вирощування [6-10]:

зони без зрошення і з недостатнім зволоженням - N60P40K40;

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

зони помірного (нестійкого) зволоження - N90P40-60K60.

зони достатнього зволоження - N90-120P60-80K60-80.

При зрошенні норму азоту збільшують на 30%. Для кукурудзи на силос зазвичай обмежуються лише азотними добривами, щоб знизити витрати.

Органічні добрива [6-10]:

Гній є ефективним джерелом макро та мікроелементів. Рекомендується вносити 30...40 т гною на гектар під зернову кукурудзу та ще більшу дозу для силосної. Це допомагає насичувати ґрунт азотом, фосфором, калієм та ростостимулюючими речовинами.

Біогумус - це продукт діяльності компостних черв'яків, багатий на азот, фосфор, калій, ферменти та мікроорганізми. Його рекомендується вносити під час першої весняної культивації в дозі 3 т на гектар для зернової кукурудзи і 6 т на гектар для силосної.

Різні форми мінеральних добрив, як рідкі, так і тверді, можуть використовуватися під час вирощування кукурудзи. Для забезпечення азотного живлення рекомендується використовувати аміачну селітру, сечовину, сульфат амонію, безводний аміак, аміачну воду (водний аміак) і карбамід. Ці добрива вносяться у дозах N30-60 перед сівбою та додатково N20 під час міжрядного культивування. Фосфорні добрива, як амофос, нітроамофоска, суперфосфат, азофоска та ЖКД, також доцільно застосовувати.

Калій для удобрення кукурудзи рекомендовано вносити у вигляді хлористого калію, що комбінується з аміачною селітрою, сульфатом амонію та амофосом. Крім того, можна використовувати комплексні добрива, такі як азофоска, нітроамофоска та ЖКД, що містять калій. Добрива для кукурудзи слід вносити або в один прийом, або в кілька. На етапі основного обробітку ґрунту рекомендується внесення амофосу, азофоски, нітроамофоски і хлористого калію. Під час першої весняної культивації рекомендовано використовувати нітроамофоску, аміачну селітру, хлористий калій, сечовину, сульфат амонію, а також азотні та рідкі комплексні добрива. Одночасно з

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

посівом варто вносити азофоску або нітроамофоску у дозах N10-20P10-20K10-20.

Для підживлення у фазі 5-8 листків рекомендується застосовувати тверді або рідкі азотні та комплексні добрива в дозах 20 кг діючої речовини на азот. КАС та ЖКД можуть вноситися разом із ґрунтовими гербіцидами. Проте варто пам'ятати, що ЖКД та КАС при внесенні по вегетуючих рослинах кукурудзи можуть спричиняти сильні опіки листя, тому їх не слід використовувати як некореневе підживлення.

2.8 Посів. Посів у оптимальні строки є однією з ключових умов для отримання дружніх сходів і формування високого врожаю з мінімальною вологістю зерна при збиранні. Виконується сівба кукурудзи із міжряддям 70 см широкорядним способом за допомогою просапних сівалок типу СУПН-8-01, УПС-8, KINZE, МАКСИМА, «АїСТ», СТВ-8, MONOSEM тощо (рис. 2.2) [6,9].



Рис. 2.2 Посів кукурудзи

Кукурудзу на зерно слід висівати, коли на глибині загортання насіння середньодобова температура ґрунту досягає +8...+10°C. Орієнтиром для початку сівби є середня багаторічна дата переходу температури ґрунту через +10°C на глибині 10 см у певній зоні вирощування. В Україні оптимальні строки для сівби кукурудзи на зерно варіюються від 10 до 25 квітня залежно

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

від ґрунтово-кліматичних умов. Чим раніше здійснюється посів, тим більше шансів, що фаза цвітіння припадає на період до літньої посухи, яка має негативний вплив на процес запилення качанів.

Ранньостиглі гібриди можна висівати до кінця травня без втрат урожайності. Для вирощування на зелену масу та силос кукурудза висівається з середини квітня до кінця травня, а при необхідності повторних посівів – навіть у червні. Реакція гібридів на густоту стояння рослин різниться залежно від генетичних особливостей, тому важливо під час вибору насіння враховувати оптимальні показники густоти для конкретного гібриду в певних умовах.

Щоб досягти бажаної густоти стояння до моменту збирання врожаю, кількість висіяних рослин має бути збільшена з урахуванням схожості насіння та можливих втрат проростків через хвороби і механічні пошкодження. Наприклад, для густоти стояння 60 тис. шт./га і схожості насіння 98%, страховий запас розраховується так [6,9]:

1. Коригуємо на схожість насіння до 100%

$$C_z = \frac{60 \cdot 100}{98} = 61,22 \text{ тис.шт / га} .$$

2. Додаємо 10% на польову схожість

$$C_{zn} = \frac{61,22 \cdot 100}{90} = 68,02 \text{ тис.шт / га} .$$

3. Коригуємо на механічні пошкодження (6% для боронування та 5% для міжрядної обробки):

$$C_{зптб} = \frac{68,02 \cdot 100}{94} = 72,36 \text{ тис.шт / га} ,$$

$$C_{зптм} = \frac{72,36 \cdot 100}{95} = 76,17 \text{ тис.шт / га} .$$

Страхова надбавка до норми висіву коливається в межах 10-20% і залежить від строків сівби, погодних умов, використовуваної техніки та запланованого догляду за посівами. Вона має бути більшою для ранніх строків

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

сівби і зменшуватися з її відтермінуванням. Норма висіву залежно від стиглості гібридів становить 20...25 кг/га.

Для підрахунку густоти стояння на 1 га вимірюють 14,3 метра ряду і перераховують кількість рослин. Кількість рослин на цій відстані відповідає тисячам на гектар. Для більшої точності необхідно провести кілька вимірювань і вивести середнє значення.

2.9 Догляд за посівами. Проростання насіння кукурудзи може тривати від одного до чотирьох тижнів, що залежить від погодних умов. Якщо сходи затримуються, це створює сприятливі умови для росту бур'янів. Щоб запобігти їхньому поширенню, рекомендується виконувати сліпе боронування до появи сходів. Це дозволяє знищити значну кількість бур'янів на стадії проростків. На ґрунтах, схильних до утворення щільної кірки після дощів, загибель проростків кукурудзи часто спостерігається саме через утворення такої кірки. Тому боронування до появи сходів також доцільне для руйнування цієї кірки.

Боронування сходів кукурудзи небажане через крихкість рослин, які легко пошкоджуються. Пошкоджені ділянки можуть стати місцем для проникнення хвороб, наприклад, збудників пухирчастої сажки. Для забезпечення нормального росту кукурудзи необхідно провести одну-дві міжрядні культивації, які спрямовані на знищення бур'янів, розпушення ґрунту, покращення його аерації та внесення мінеральних добрив. Якщо використовуються післясходові гербіциди для боротьби з бур'янами, першу культивацію варто проводити через 10-14 днів після їх внесення, коли на рослинах кукурудзи утворюється 7-8 листків [6-10].

2.10 Захист від хвороб. Кукурудза схильна до ураження великою кількістю мікроорганізмів, які викликають різні хвороби. Серед найбільш поширених захворювань цієї культури – пліснявіння насіння, фузаріоз, нігроспороз, пухирчаста і запорошена сажка, бактеріоз, а також стеблові та кореневі гнилі. Для захисту кукурудзи від цих хвороб використовують комплекс профілактичних та захисних заходів. До них відносяться: правильне чергування культур у сівозміні, вирощування гібридів стійких до хвороб, посів

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

у найсприятливіші терміни, мінімальне внесення добрив та мікродобрив, дотримання оптимальної глибини загортання насіння та уникнення травмування рослин під час обробки. Обробка насіння фунгіцидними протруйниками здійснюється на калібрувальних заводах.

2.11 Захист від бур'янів. Боротьба з бур'янами є ключовим елементом у вирощуванні кукурудзи, для цього використовуються як агротехнічні, так і хімічні методи. Значно зменшує рівень засміченості посівів бур'янами застосування таких агротехнічних прийомів, як оранка плугами з передплужниками, передпосівні культивації культиваторами суцільного обробітку, боронування ґрунту до появи сходів, міжрядні культивації та підгортання. Глибока обробка ґрунту на глибину 25...27 см знижує кількість малорічних бур'янів майже вдвічі порівняно з поверхневою обробкою. Однак механічні методи обробітку ґрунту виявляються неефективними для боротьби з багаторічними бур'янами через високі витрати паливно-мастильних матеріалів та ресурсів [6-10].

Хімічний метод боротьби з бур'янами включає використання гербіцидів, які створюють умови для підвищення врожайності зерна та зеленої маси кукурудзи (рис.2.3).



Рис. 2.3 Штанговий обприскувач під час обробки посівів

Незважаючи на тенденцію до біологізації сільського господарства, використання гербіцидів залишається важливим і невід'ємним елементом

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

технології вирощування кукурудзи. Для внесення гербіцидів використовують наземні штангові обприскувачі, такі як ОПШ-15-01, ОПШ-3-24, ВІН-400, AMAZONE UG 3000 Nova, АГРО-ТЕХ, TECNOMA, AMAZONE UF та інші.

Щоб досягти максимальної ефективності гербіцидів, важливо дотримуватися основних вимог щодо їхнього застосування. Обприскувач має бути ретельно налаштований у стаціонарних умовах і скоригований безпосередньо на полі, зокрема для забезпечення оптимального розпилу. Важливо також підтримувати роботу мішалок у баку обприскувача, щоб препарат не осідав. Обприскування рекомендується проводити вранці або ввечері, уникаючи роботи в спекотну та суху погоду, оскільки це знижує ефективність обробки. Найкращий результат післясходових гербіцидів досягається при обробці на ранніх стадіях розвитку бур'янів [6-10].

2.12 Захист від шкідників. Одними з найнебезпечніших шкідників кукурудзи є кукурудзяний стебловий метелик, хибнодротяники та дротяники, бавовняна і озима совка, луговий метелик, а також шведська муха. Хімічні методи боротьби є економічно доцільними лише тоді, коли рівень заселення рослин шкідниками перевищує поріг економічної шкідливості.

2.13 Збір врожаю.

Зерно кукурудзи досягає стиглості при вологості близько 40%, на цій стадії відбувається припинення переміщення поживних речовин до зерен. Повна стиглість характеризується твердим зерном і зниженням вологості до 30% або нижче. Основним показником повної стиглості є поява чорної точки біля основи зерна. Збирання врожаю кукурудзи на зерно слід починати відразу після досягнення повної стиглості, оскільки затримка може призвести до значних втрат через випадання початків з обгортки або обсіпання зерна під час обмолоту. Відкладення збору також може збільшити втрати через полягання рослин, обламування початків та розвиток хвороб, які пошкоджують зерно.

Якщо кукурудзу планується зберігати в качанах після сушіння, то збір слід проводити при вологості зерна не вище 35%. У такому разі для збору

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

використовують комбайни, такі як ККП-3, КСКУ-6 «Херсонець-200» , «Херсонець-7» та інші.

Технологія вирощування кукурудзи на зерно [8-10]:

Основні технологічні заходи для вирощування кукурудзи на зерно включають кілька ключових етапів:

1. Прибирання попередника. Після збирання попередньої культури, такої як озима пшениця, збирання проводиться при вологості зерна 14-20% за допомогою комбайнів. Солому подрібнюють на частинки довжиною 5-10 см і рівномірно розподіляють по поверхні поля.

2. Обробіток ґрунту (лушення). Після збирання виконується дворазове лушення ґрунту, спрямоване по діагоналі на 45° до рядків подрібненої соломи. Перше лушення проводиться одразу після збору попередньої культури, друге - через 7-10 днів, коли бур'яни починають проростати. Ця операція допомагає рівномірно розподілити та закласти поживні залишки на глибину до 10 см, провокуючи проростання бур'янів і розрив верхнього шару ґрунту для збереження вологості.

3. Внесення добрив під основний обробіток ґрунту. Для визначення потреб у добривах використовується балансовий метод, що базується на агрохімічному обстеженні полів. Кількість азоту залежить від попередньої культури: бобові можуть накопичувати 60-80 кг діючої речовини (д.в.) на гектар, просапні культури та пари – 60 кг д.в./га, зернові – 30 кг д.в./га. При цьому азот у ґрунті збільшується на 20-30% під час вегетації завдяки мінералізації органічної речовини.

Під основний обробіток ґрунту вносяться всі необхідні калійні та фосфорні добрива, а також азотні для розкладання соломи (зазвичай 10 кг д.в. азоту на 1 т соломи). Для фосфору та калію використовують діаміфоску (10:26:26), а недолік калію компенсується хлористим калієм. Разом з діаміфоскою також вноситься близько 30% від загальної норми азоту. Добрива розподіляють по поверхні поля за допомогою спеціальних розподільників, використовуючи засоби навігації.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

4. Основний обробіток ґрунту. Глибоке розпушування ґрунту забезпечує створення оптимальної щільності орного шару, що сприяє гарному розвитку кореневої системи та максимальному накопиченню вологи. Після розпушування проводиться осіннє вирівнювання ґрунту для покращення його структури.

5. Осіннє вирівнювання ґрунту. Виконується після основного обробітку за допомогою борон і культиваторів для забезпечення рівної поверхні поля перед зимою.

6. Ранньовесняне боронування. Проводиться навесні для додаткового розпушування ґрунту та закриття вологи, що зберігається в ґрунті після зимових опадів.

7. Внесення азотних добрив. Недостатня кількість азотних добрив вноситься у вигляді аміачної селітри під передпосівну підготовку ґрунту для забезпечення росту кукурудзи.

8. Передпосівний обробіток ґрунту. Проводиться комбінованими агрегатами безпосередньо перед сівбою. Обробіток проводиться на глибину, відповідну загортанню насіння, але бажано на 0,5 см нижче для покращення умов проростання.

9. Посів. Посів проводиться в першій декаді травня при температурі ґрунту +10°C. Норма висіву – 90 тис. насінин на 1 га, глибина загортання насіння контролюється і залежить від типу ґрунту: на середніх суглинках – 5 см, на легких – 6 см, на важких – 4 см.

10. Боротьба з бур'янами. У фазі 2 - 6 листків кукурудзи і ранніх фазах розвитку бур'янів посіви обробляються баковою сумішшю гербіцидів: Кассіус ВРП (250 г/л римсульфурону), Естет КЕ (600 г/л 2,4-Д ефіру) та ПАР Сателіт, Ж для знищення бур'янів. Обприскування проводиться за допомогою оприскувачів з витратою робочого розчину 200 л/га, з попереднім регулюванням техніки на ширину колії 2100 мм.

11. Збирання кукурудзи проводиться комбайнами, обладнаними восьмирядною кукурудзяною приставкою, при вологості зерна нижче 35%.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Під час збирання контролюється якість обмолоту та рівномірність подрібнення рослинних залишків. Зібране зерно негайно надходить на сушильний комплекс, де за температури 90°C доводиться до вологості 14%.

Технологічна карта вирощування кукурудзи за традиційною технологією з використанням відповідної техніки включає наступні операції [8-10]:

1. Лушення стерні (5-6 см).

Виконується в липні-серпні за допомогою трактору Case IH Маххум 140 і агрегатів БД-10, БДТ-7.

2. Внесення мінеральних добрив (амофос, хлористий калій).

Проводиться у вересні тракторами Case IH Маххум 110 із застосуванням розкидачів добрив РУМ-5, РУМ-8, РТТ-4,2,1 або РМГ-4.

3. Оранка (20-27 см).

Виконується у вересні тракторами Case IH Рума 210 із плугами ПН-8-35, ПН-9-35 на глибину 20-27 см.

4. Вирівнювання ґрунту.

Проводиться в жовтні трактором Case IH Маххум 140 з використанням агрегатів ВП-8 або КПС-4, СП-16А + 3 КПС-4 для вирівнювання в 1-2 сліди.

5. Культивация (10-12 см).

Проводиться в листопаді трактором Case IH Маххум 140 з агрегатом КПС-4.

6. Внесення добрив (аміачна селітра, нітроамофоска, ЖКП, КАС).

Виконується у березні-квітні тракторами Case IH Маххум 110, Case IH Маххум 140 з використанням розкидачів добрив РУМ-5, РУМ-8, РМГ-4.

7. Культивация (10-12 см).

Проводиться відразу після внесення добрив тракторами Case IH Маххум 140, Case IH Рума 210 з агрегатами КПС-4, СП-16А + 3 КПС-4.

8. Передпосівна культивация (5-6 см).

Виконується перед посівом тракторами Case IH Маххум 110, Case IH Рума 210 з використанням КПС-4, СП-16А + 3 КПС-4.

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9. Посів (5-6 см).

Проводиться у квітні-травні трактором Case IH Маххум 110 і сівалкою Vesta 8.

10. Боронування під кутом 45°.

Виконується до появи сходів тракторами Case IH Маххум 110, Case IH Маххум 140 з використанням БЗСС-1.

11. Внесення післясходових гербіцидів.

Проводиться у фазі 3-5 листків тракторами Case IH Маххум 110 з оприскувачами ОП-2000-2-01, ОП-18, ОП-22.

12. Міжрядна культивуація.

Виконується при вітрі до 4 м/сек у фазі 7-8 листків тракторами Case IH Маххум 110 з культиваторами КРН-5,6.

13. Підгортання (8-10 см).

Проводиться у фазі 8-9 листків тракторами Case IH Маххум 110 з культиваторами КРН-5,6 з підгортачами.

14. Збирання зерна.

Виконується у вересні-жовтні при вологості зерна нижче 30% комбайнами Case IH Axial-Flow 5140, КМД-6, «Херсонець 7», КСКУ-6 «Херсонець-200».

Для покращення процесу посіву використовується сівалка Vesta 8 з удосконаленими загортаючими робочими органами у поєднанні з трактором Case IH Маххум 110. Всі роботи проводяться за індустріальною технологією.

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

3. Операційна технологія посіву кукурудзи

3.1. Умови роботи:

Технологічна операція: посів насіння кукурудзи.

Агрегат: трактор Case IH Maxxum 110 + сівалка Vesta 8.

Довжина гонів: 900 м.

Характеристика фону поля: підготовлене до посіву.

Кут підйому поля: 2%.

3.2. Агротехнічні вимоги до посіву кукурудзи [8-10]:

Безперервність циклу робіт: Після внесення мінеральних добрив, гербіцидів і передпосівної обробки ґрунту, сівбу кукурудзи потрібно виконувати без тривалих інтервалів. Такий підхід забезпечує збереження вологи в ґрунті, підвищує ефективність гербіцидів та сприяє рівномірним сходам.

Температурний режим - посів кукурудзи розпочинають, коли середня температура ґрунту на глибині посіву досягає 10-12°C. Це сприяє кращому проростанню насіння.

Глибина загортання насіння - насіння загортають на глибину 8-10 см у вологий шар ґрунту. Відхилення в глибині загортання допускаються в межах $\pm 0,01$ м.

Норма висіву - відхилення в нормі висіву допускаються до $\pm 3\%$, а для внесення добрив до $\pm 10\%$.

Розміщення насіння - відстань між насінням у рядку повинна відповідати нормам з допустимим відхиленням $\pm 30\%$. Рядки мають бути рівними та накатаними. Відхилення ширини стикових міжрядь не повинно перевищувати $\pm 0,05$ м, а всередині рядків $\pm 0,01$ м.

Щільність посіву - щільність рослин встановлюється залежно від біологічних характеристик гібридів, кліматичних умов та типу ґрунту. У степових зонах для підвищення врожайності норму висіву гібридного насіння збільшують на 15-20%.

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розміщення добрив - добрива потрібно розміщувати на визначеній глибині та на оптимальній відстані від насіння, з відхиленням не більше $\pm 15\%$.

Загортання насіння - необхідно забезпечити рівномірне загортання насіння для дружніх і рівномірних сходів.

Прямолінійність рядків - рядки повинні бути прямими, з допуском на ширину міжрядь $\pm 3\%$ для основних рядків та $\pm 7\%$ для стикових міжрядь.

3.3 Комплектування і підготовка агрегату до роботи

Підготовка агрегату до роботи складається з кількох етапів, зокрема:

Підготовка трактора та сівалки - перевірка технічного стану трактора Case IH Maxxum 110 та сівалки Vesta 8. Огляд насіннєвих трубок, сошників, причепа, механізмів трансмісії, поручнів і захисних пристроїв на сівалці. Налаштування сівалки на правильну норму висіву насіння та добрив відповідно до агротехнічних вимог.

Збирання агрегату - сумісність трактора і сівалки з урахуванням оптимального навантаження на трактор. Складання агрегату відповідно до інструкцій і перевірка працездатності.

Випробування в роботі - проведення польових випробувань для перевірки налаштувань та відповідності технічних параметрів. Перевірка рівномірності висіву, глибини загортання насіння та точності встановлених норм добрив.

Почергові перевірки - перевірка правильності роботи систем агрегату під час роботи і після початку польових операцій для підтримання якості виконання робіт.

3.4 Підготовка поля до роботи

Перед посівом необхідно виконати такі дії:

Огляд поля - перевірити наявність сторонніх предметів, що можуть завадити роботі сівалки. Оцінити стан поверхні поля та підготовку ґрунту після попередніх операцій.

Передпосівна обробка - виконати передпосівну культивуацію для знищення бур'янів і вирівнювання поверхні поля. Внести мінеральні добрива в кількостях, рекомендованих агрономічними нормами.

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення напрямку руху агрегату - обрати оптимальний напрямок руху (човниковий метод) для зменшення втрат часу і забезпечення ефективної роботи агрегату. Позначити перешкоди, які не можна усунути, для уникнення пошкоджень техніки.

3.5 Організація роботи агрегату в загінці

Спосіб руху агрегату човниковий - агрегат рухається вздовж сторони гону довжиною 900 м. Такий спосіб зменшує кількість непродуктивних маневрів і покращує продуктивність.

Комплектація агрегату - перевірка технічного стану агрегату та його складових частин (механізми, сошники, насіннєві трубки). Відповідність кількості машин навантаженню трактора та добовій продуктивності.

Регулювання норм висіву та добрив - точне налаштування норм висіву насіння і внесення добрив для забезпечення рівномірного посіву та живлення рослин.

Почергові перевірки агрегату - підтримання якості роботи агрегату шляхом регулярних перевірок. Мінімізація перерв між операціями для збереження вологості в ґрунті та підвищення ефективності гербіцидів. Ці етапи організації та підготовки спрямовані на оптимізацію технологічного процесу посіву кукурудзи і забезпечення рівномірних сходів [11,12]. Детальний розрахунок цих параметрів наведений в додатку А.

3.6 Контроль якості роботи

На основі проведеної роботи нами була розроблена технологічна карта посіву насіння кукурудзи в господарстві за індустріальною технологією [11,12]. Розрахунки, наведені в Додатку А, забезпечують детальне обґрунтування процесу посіву і включають такі показники:

Параметри робочих умов:

площа посіву: 180 га;

довжина гонів: 900 м;

ширина гонів: 733 м;

величина підйому поля: 2%;

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

питомий опір ґрунту: 1,5 кН/м;

глибина загортання насіння: 6 см.

Агротехнічні вимоги:

допустиме коливання ширини міжрядь: ± 1 см для основних сівалок і ± 2 см для суміжних;

відхилення від глибини загортання насіння: ± 2 см;

відхилення суміжних проходів: ± 5 см;

пропуски насіння: не більше 2% від загальної кількості висіяного насіння;

не допускається незагорнуте насіння на поверхні поля.

Склад агрегату і підготовка до роботи:

трактор: Case IH Maxxum 110;

сівалка: Vesta 8;

мінімальний радіус повороту: 6,7 м;

робоча ширина захвату: 5,6 м;

кінематична довжина агрегату: 7,9 м.

Підготовка агрегату:

налаштування на задану норму висіву;

встановлення маркерів;

проведення щозмінного технічного обслуговування трактора і сівалки.

Підготовка поля:

Ширина поворотної смуги: 24,2 м.

Огляд поля перед початком сівби, усунення перешкод.

Спосіб руху: гоновий човниковий.

Спосіб повороту: петльовий грушоподібний.

Робочі параметри агрегату:

робоча швидкість: 7 км/год;

робоча передача: V передача;

змінна продуктивність: 22 га/зміну;

кількість циклів за зміну: 23 цикли/зміну;

тривалість циклу: 17,9 хв;

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технічна продуктивність за цикл: 0,91 га/цикл.

Контроль якості роботи сівалки [11,12]:

контроль ширини міжрядь: перевірка основних і стикових міжрядь;

глибина загортання насіння: заміряється шляхом відкриття ґрунту і перевірки відповідності заданій глибині;

точність висіву насіння: відкриття 1 м рядка і замір відстані між насінням;
кількість насінин на 1 м рядка має становити 9-10 або 2,0-3,0 кг/га;

прямолінійність рядків: використання базової лінії на 50 м для перевірки відхилення рядків.

3. Наукова частина

Актуальність теми. Вирощування кукурудзи, сьогодні, займає значну частку в сільськогосподарському виробництві, особливо в фермерських господарствах, де вона є однією з найвигідніших культур. Незважаючи на витрати, пов'язані з технологічним процесом вирощування кукурудзи, висока рентабельність та зростання цін на цей продукт роблять її привабливою для виробників. Однак, щоб максимізувати врожайність, необхідно вдосконалювати технології її вирощування, особливо звертаючи увагу на якість посіву. Основним завданням під час посіву є рівномірне розміщення насіння на потрібній глибині та створення сприятливих умов для його проростання. Досягти цього можна завдяки правильному налаштуванню робочих органів сівалки, які мають відповідати агротехнічним вимогам. Використанню сівалки з робочими органами, що забезпечують точне розміщення насіння на глибині посіву, дозволяють зберігати вологу в ґрунті, що є критично важливим для успішного проростання рослин. Тому удосконалення робочих елементів загортачів сівалки дозволить підвищити ефективність сівби, що, у свою чергу, позитивно вплине на продуктивність і рентабельність вирощування кукурудзи.

Мета і задачі дослідження. Метою досліджень є в покращення продуктивності роботи загортачих систем секції просапної сівалки шляхом

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

наукового обґрунтування і вдосконалення їх конструкційно-технологічних параметрів.

Задачі дослідження:

аналіз існуючого процесу роботи загортачих систем просапної сівалки для виявлення недоліків та обґрунтування шляхів їх усунення;

експериментально дослідити роботу загортаючих систем просапної сівалки з метою аргументації раціональних параметрів їх складових елементів;

провести оцінку техніко-економічної ефективності вдосконалених загортаючих систем в контексті їх впливу на продуктивність культури, що висівається.

Об'єкт дослідження: технологічний процес роботи загортаючих систем посівної секції просапної сівалки.

Предмет дослідження: конструктивно-технологічні параметри загортаючих систем посівної секції просапної сівалки та технологічні властивості ґрунту, які впливають на їх роботу.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що:

на основі математичної моделі встановлено закономірності впливу геометричних параметрів загортачів на виконання процесу загортання борозни;

досліджено поведінку ґрунту від дії загортальних систем в процесі їх дії на ґрунт та показано вплив конструкції загортачів на характер виконання технологічного процесу;

виявлено зв'язок між геометричними параметрами загортачів та процесом загортання борозни.

3.1 Обґрунтування модернізації загортаючих систем сівалки Vesna 8

Огляд існуючих конструкцій загортачів є важливим етапом для розуміння їх переваг і недоліків у процесі загортання насіння кукурудзи. Ці робочі органи мають забезпечувати рівномірне укриття насіння ґрунтом, створюючи оптимальні умови для його проростання. Нижче наведено аналіз

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

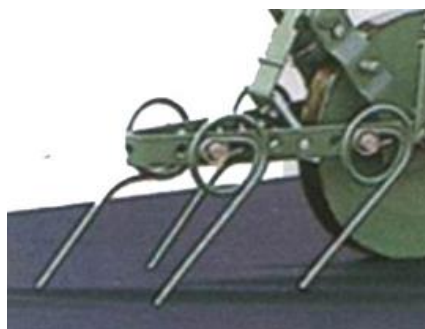
різних типів загортачів, які використовуються на сучасних просапних сівалках.

1. Пруткові загортачі [13,14]:

Пруткові загортачі розрізняються тим, що використовують криволінійні або прямі прутки для створення пухкого шару ґрунту над насінням. Вони бувають: регульовані - такі загортачі можуть мати криволінійні або прямі прутки, які дозволяють точно регулювати процес загортання в залежності від типу ґрунту та глибини загортання насіння (рис. 3.1а, б, в).



а



б



в

Рис. 3.1 Загортачі пруткові:

а) з прямими прутками, б) прямий пружинний, в) загнутий пружинний

Нерегульовані - пружинні загортачі виконують функцію зрушування нижніх вологих шарів ґрунту, що допомагає покращити контакт насіння з вологою. Перевага таких загортачів полягає в їх здатності підлаштовуватись під нерівності поверхні поля, можливість регулювання для різних умов поля, забезпечують рівномірне укриття насіння, що дозволяє уникати утворення ґрунтової кірки, доступ до нижніх вологих шарів ґрунту, що покращує проростання насіння. Недоліки – укривають насіння змішаними шарами ґрунту різних горизонтів, потрібне точне налаштування для кожного типу ґрунту, нестійкі до зношування на важких або кам'янистих ґрунтах.

2. Пластинчасті загортачі [15-17].

Пластинчасті загортачі (рис. 3.2а, б, в) використовуються для утворення рівномірного шару ґрунту над рядком. Вони мають металеві пластини прямі або криволінійні, які загортають ґрунт навколо насіння. Завдяки конструкції,

вони можуть забезпечити краще ущільнення ґрунту навколо насіння, що запобігає його пересиханню.



а



б



в

Рис. 3.2 Загортачі пластинчастого типу:

а – з криволінійними пластинами, б - г подібні; в – прямолінійні регульовані

Переваги - добре ущільнюють ґрунт навколо насіння, зберігаючи вологу, простота конструкції, що знижує ймовірність поломок.

Недоліки - можуть утворювати занадто щільний шар ґрунту, що погіршує доступ кисню до насіння, погано працюють на ґрунтах із великою кількістю органічних залишків.

3. Діскові загортачі [17,18]:

Діскові загортачі мають круглі робочі елементи, які обертаються під час руху сівалки, загортаючи ґрунт за допомогою дисків. Це популярний тип загортачів для забезпечення рівномірного загортання насіння та створення оптимальної структури ґрунту (рис. 3.3).



а



б



в

Рис. 3.2 Діскові загортачі:

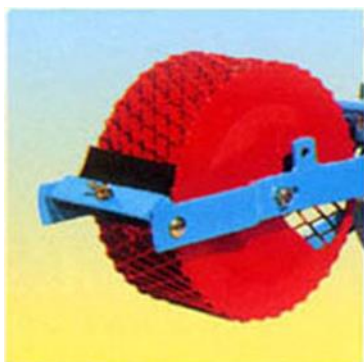
а – суцільні, б - пальцеві, в - зіркові

Переваги: забезпечують якісне загортання насіння навіть на важких або глинистих ґрунтах, менший вплив на структуру ґрунту, ніж у пластинчастих загортачів, добре підходять для роботи на полях із нерівною поверхнею.

Недоліки: вищий рівень зношування, особливо на кам'янистих ґрунтах, складніші в обслуговуванні через наявність обертових елементів.

4. Коткові загортачі [13,18]

Коткові загортачі використовуються для ущільнення ґрунту після посіву. Вони мають котки, які котяться по ґрунту, створюючи рівномірне ущільнення навколо насіння. Це допомагає зберігати вологу і забезпечує тісний контакт насіння з ґрунтом (рис. 3.3).



а



б



в

Рис. 3.3 Коткові загортачі:

а - сітчастий, б – прутковий, в - гумовий

Переваги: добре ущільнюють ґрунт, що сприяє кращому контакту насіння з ґрунтом і збереженню вологи, простота конструкції та довговічність.

Недоліки: можуть утворювати надто щільний шар ґрунту, що ускладнює проростання насіння, менша ефективність на дуже сухих або піщаних ґрунтах.

Висновки щодо недоліків існуючих конструкцій загортальних систем.

Зношування - більшість типів загортачів піддаються швидкому зношуванню на важких або кам'янистих ґрунтах, що вимагає частого технічного обслуговування;

обмежені можливості регулювання - деякі загортачі, такі як пластинчасті та коткові, мають обмежену можливість регулювання, що може погіршувати якість посіву на нерівних або складних ґрунтах;

нерівномірність ущільнення ґрунту - у випадку з пластинчастими та котковими загортачами може утворюватися занадто щільний шар ґрунту, що негативно впливає на проростання насіння.

Обґрунтування шляхів усунення недоліків:

розробка регульованих загортачів з можливістю адаптації до різних типів ґрунту;

використання якісних матеріалів для виготовлення загортачів, що зменшить їх зношування та підвищить надійність;

поліпшення конструкції дискових та пруткових загортачів для забезпечення рівномірного загортання насіння без надмірного ущільнення ґрунту;

покращення конструкції пластинчастих загортачів направлене на різномірне переміщення шарів ґрунту з мінімальним їх перемішуванням;

дослідження та вдосконалення конструкцій загортачів дозволять підвищити якість посіву та забезпечити стабільні врожаї кукурудзи на різних типах ґрунтів.

Велике різноманіття конструкцій загортачів просапних сівалок надає можливість адаптуватися до різних умов посіву, забезпечуючи виконання агротехнічних вимог до загортання насіння. Проте основною проблемою, яка присутня в більшості конструкцій загортачів, є перемішування шарів ґрунту, що закривають борозну. Це перемішування може негативно впливати на проростання насіння і вологозбереження, що є важливими факторами для забезпечення високої якості посіву та дружніх сходів.

Оскільки сівалка Vesta 8 є основною сівалкою яка використовується в Україні для посіву кукурудзи то необхідно провести огляд конструкції загортачів, якими вона комплектується.

В конструкцію секції робочих органів сівалки Vesta 8 [15] входять криволінійні пластинчасті загортачі (рис. 3.4).

Загортач складається з кронштейна 1, на якому закріплена криволінійна пластина 2. Під час руху пластина захоплює верхній шар ґрунту, направляючи

його до борозни, таким чином закриваючи її та створюючи пагорб над насінною. Однак головною проблемою цього типу загортача є те, що в процесі захоплення ґрунту відбувається його змішування, що призводить до утворення пагорба, який після прикочування може затримати проростання насіння.

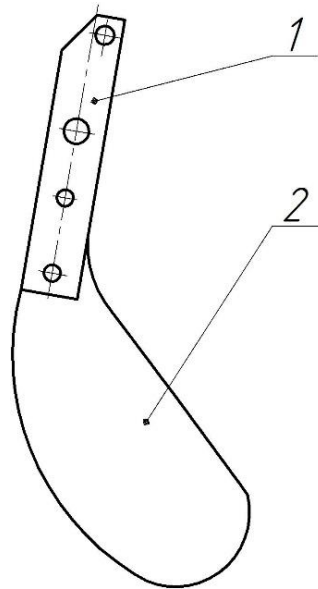


Рис. 3.4 Криволінійний пластинчастий загортач:

1 – кронштейн, 2 – криволінійна пластина

Щоб покращити роботу загортачів, слід орієнтуватися на розділення процесу загортання на два етапи: спочатку насіння повинно бути вкрито вологими шарами ґрунту, а далі - закрито зверху більш сухими шарами ґрунту. Найбільш підходящими для подальшого вдосконалення є підпружинені пластинчасті загортачі. Вони мають низку переваг: простоту конструкції, легкість регулювання та пружну взаємодію з ґрунтом, що сприяє їхньому самоочищенню від рослинних залишків і запобігає налипанню вологого ґрунту.

Для усунення виявлених недоліків нами запропоновано вдосконалений загортач (рис. 3.5), який має комбіновану конструкцію. Передня частина загортача виконана у вигляді пластины, що розташована паралельно осі рядка і перекриває кінець щік сошника. Ґрунт, який відокремлюється передньою частиною, за рахунок сил тертя направляється на робочу поверхню загортача.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Робоча поверхня загортача має форму, створену за циліндричною гвинтовою кривою, і нахилена в напрямку осі умовного циліндра у вертикальній площині, збільшуючись знизу вгору. Така форма робочої поверхні дозволяє поступово зрізати шар ґрунту по всій висоті загортача, при цьому розділяючи нижні і верхні шари ґрунту під час їх руху.

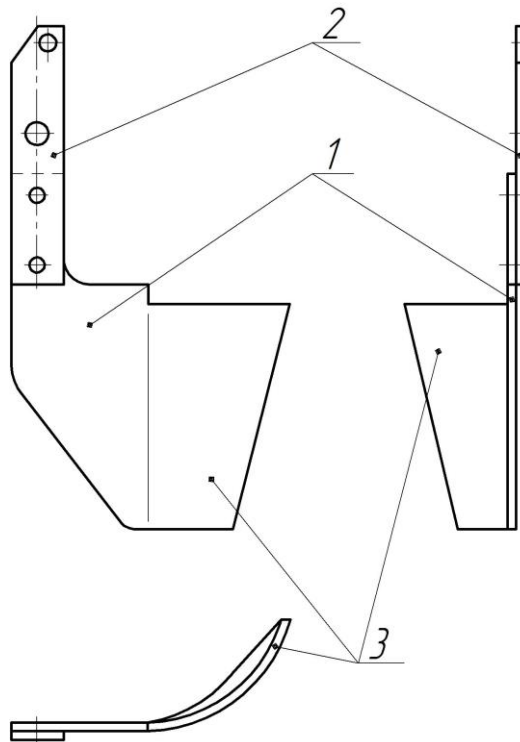


Рис. 3.5 Розроблений загортач:

1 – щока, 2 – кронштейн, 3 – робоча поверхня

Новий загортач виконує технологічний процес наступним чином: під час руху сівалки щока загортача 1 відділяє шар ґрунту і направляє його на робочу поверхню 3. Завдяки зрізу в передній частині, нижні, більш вологі шари ґрунту зміщуються першими. Верхні шари, потрапляючи на внутрішню поверхню щоки, через сили тертя рухаються по ній і потрапляють на робочу поверхню значно пізніше. Спочатку ґрунт на робочій поверхні закриває борозну, а потім формує шар над насінням, що забезпечує поетапне загортання борозни шарами ґрунту різних горизонтів. Завдяки нахилу робочої поверхні в вертикальній площині та зрізу в задній частині, верхні шари ґрунту відкидаються на більшу відстань, ніж нижні. Це сприяє боковому зміщенню шару ґрунту та створенню ефекту мульчування.

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Загортач фіксується на секції робочих органів за допомогою важільного кронштейна 2, натягнутого пружиною. Під час руху пружина не тільки стабілізує загортач, але і забезпечує його самоочищення від налиплого ґрунту та рослинних решток.

Переваги загортача полягають у наступному: збільшена довжина верхньої робочої поверхні дозволяє рівномірно покривати борозну сухим верхнім шаром ґрунту, що вже накритий нижніми вологими шарами, сприяючи збереженню вологи та запобігаючи її випаровуванню. Бічна дія загортача, разом із роботою пружини, створює ефект мульчування - пухкий шар ґрунту навколо рядка насіння утримує вологу, регулює температуру та зменшує ріст бур'янів. Крім того, конструкція загортача забезпечує його самоочищення в умовах засміченого ґрунту.

Одним із загортаючих робочих органів на секції сівалки Vesta 8 є прикочуючий коток з шиною атмосферного тиску [15] та закріплений на підвісці гряділь. Основне завдання котка - ущільнювати ґрунт над насінням, що сприяє покращенню умов для його проростання. Гряділь, у свою чергу, вирівнює поверхню рядка після проходження котка. Щоб паростки могли швидко з'явитися на поверхні, важливо, щоб над насіниною був шар вологого, дрібногрудкуватого ґрунту.

Коток сівалки Vesta 8 має циліндричну форму, а його шина атмосферного тиску - еліптичний профіль. Ширина котка значно перевищує ширину рядка, через що ущільнення ґрунту відбувається безпосередньо над рядком, формуючи ущільнений шар у зоні росту. Однак така конструкція має кілька недоліків: під час руху по полю шина атмосферного тиску піддається деформації, через що профіль котка стає циліндричним, і ущільнення ґрунту відбувається по всій ширині рядка, створюючи широку колію. Це призводить до швидкого висихання поверхні колії, що спричиняє втрату вологи в зоні росту насіння, коток сівалки не має елементів, що могли б виконувати мульчування ґрунту, щоб розбити поверхневу кірку та створити дрібногрудкувату структуру поверхні рядка. Тому, для покращення умов

					МВК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

загортання та проростання насіння необхідно вдосконалити конструкцію котка сівалки Vesta 8.

Базова конструкція прикочуючого котка сівалки Vesta 8 (рис. 3.6) складається з поводка 1, двох дисків 4, між якими фіксується шина атмосферного тиску 5 та маточини 3 з віссю 2.

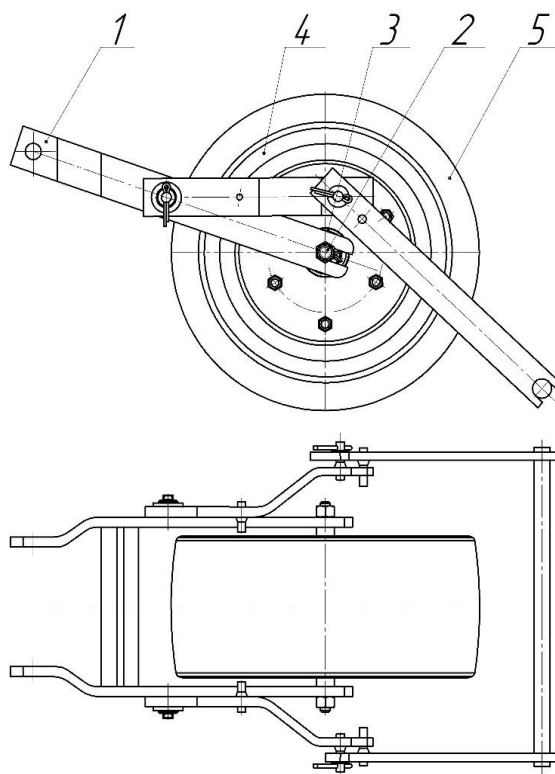


Рис. 3.6 Серійний коток сівалки Vesta 8:

1 – поводок, 2 – вісь, 3 – маточина, 4 – диск, 5 – шина атмосферного тиску

Під час роботи прикочуючий коток ущільнює ґрунт прямо над насінням, а гряділь, який розташований за ним, переміщує ґрунт і вирівнює його поверхню. Проте існує суттєвий недолік конструкції котка - його широкий обід, тому для досягнення належного ущільнення в зоні насіння потрібно збільшувати тиск на коток. Це може призводити до утворення колії та поверхневої кірки, яка уповільнює проростання і вихід рослин на поверхню ґрунту [19,20].

Для усунення вказаних недоліків нами була розроблена удосконалена конструкція котка (рис. 3.7), новий коток виконаний комбінованим і має два рівні, зовнішній прутковий та внутрішній сітковий.

Перший рівень котка виконаний із прутків, які вигнуті в горизонтальній площині по гвинтові кривій, а другий рівень циліндричної форми утворений профільною сіткою, у вигляді прямих пазів.

Конструкція нового прикочуючого котка складається з двох металевих ободів 1, розташованих вертикально по обидва боки від рядка, з'єднаних прутками 2, які вигнуті в горизонтальній площині по гвинтовій кривій. Ці прутки виконують дві основні функції: ущільнення ґрунту над рядком і руйнування поверхневої кірки.

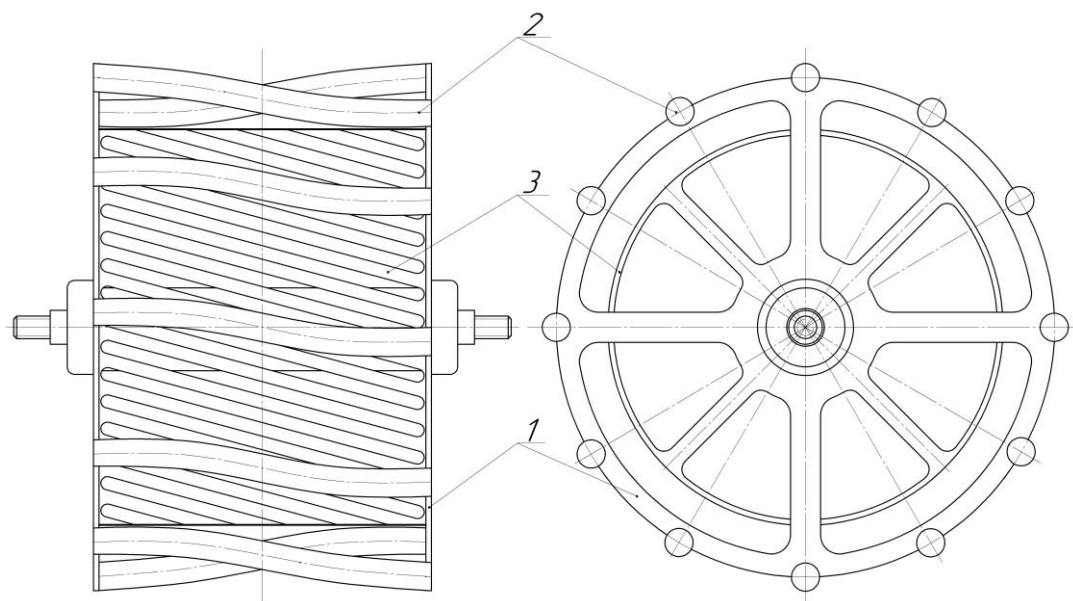


Рис. 3.7 Запропонована конструкція котка:

1 – обід, 2 – прутки, 3 – профільна сітка

Модернізований коток включає ще один елемент – внутрішня профільна сітка у вигляді прямих пазів 3, яка розташована всередині основного пруткового котка на одній осі. Утворена за рахунок неї циліндрична поверхня має менший діаметр і призначена для руйнування залишків ґрунту, які не були подрібнені першим рівнем, а також для додаткового мульчування.

Під час роботи сівалки з модернізованим котком перший рівень котка, що складається з прутків 2, ущільнює ґрунт над рядком, руйнуючи частину великих грудок, що потрапили в центр рядка, вирівнює поверхню ґрунту над насінням і рівномірно по довжині ущільнює його. Між прутками проходить ґрунт різного структурного складу. Другий рівень котка, який має сіткову

конструкцію 3, додатково подрібнює ґрунт рівномірно розподіляючи його по ширині рядка, створюючи мульчований шар над ним.

Удосконалена конструкція прикочуючого котка підвищує ефективність роботи сівалки. Збільшене ущільнення ґрунту в зоні насіння покращує доступ вологи і сприяє кращим умовам для його проростання. Крім того, робота котка виключає утворення поверхневої кірки, а мульчування допомагає знизити втрати вологи з ґрунту.

3.2 Визначення основних конструктивно-технологічних параметрів які впливають на якість роботи загортача

Для визначення основних конструктивно-технологічних параметрів удосконаленого загортача використовуємо отримані нами результати теоретичних досліджень наведених в [21].

Згідно [21] основними конструктивними параметрами які впливають на якість роботи удосконалених загортачів просапної сівалки є: дальність переміщення шарів ґрунту в бік борозни $L_{x,y}$, кут сходу ґрунтових часток з робочої поверхні загортача β_0 та радіус R циліндричної поверхні по якій утворена робоча поверхня загортача.

Для можливості підтвердження теоретичних передумов роботи удосконалених загортачів та визначення впливу конструктивних параметрів на якість виконання технологічного процесу загортання насіння кукурудзи були проведені лабораторні експериментальні дослідження.

3.3 Методика лабораторних експериментальних досліджень удосконалених загортачів

Для отримання експериментальних даних про роботу загортачів та дослідження їх роботи була використана наступна методика. На базі малого лабораторного ґрунтового каналу з довжиною 6м та шириною 1м була розроблена експериментальна установка (рис. 3.8).

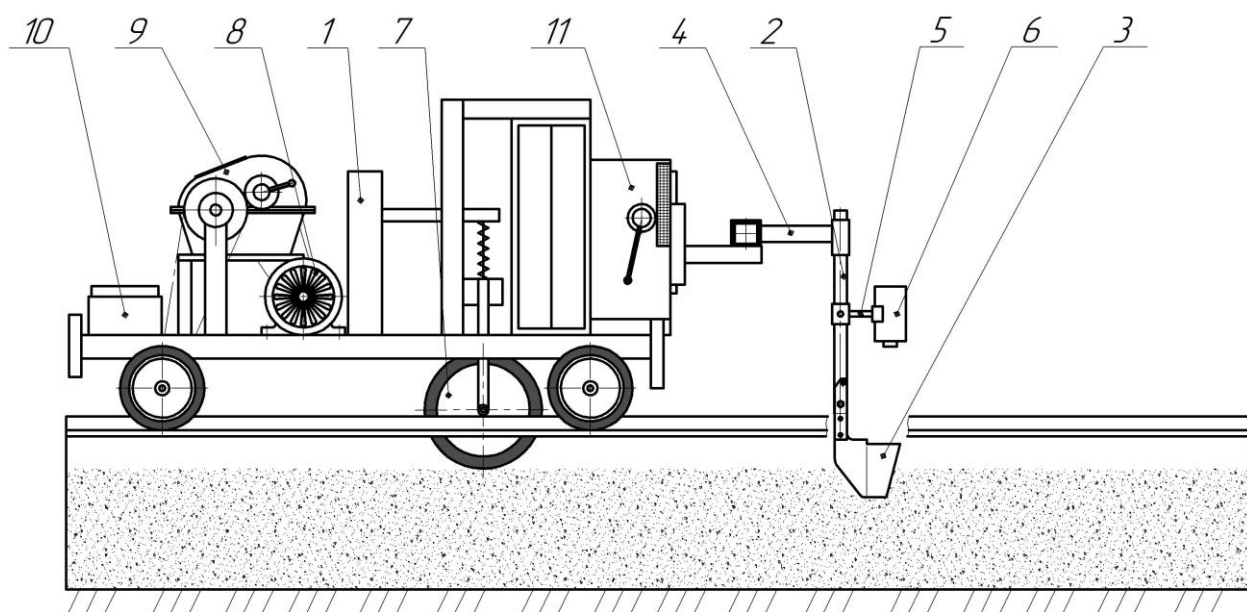


Рис. 3.8 Лабораторна установка для експериментальних досліджень:

1 – візок самохідний; 2 – навісний кронштейн; 3 – загортач; 4 – кронштейн;
5 – кронштейн цифрової камери; 6 – камера цифрова; 7 – планувальний
коток; 8 – електродвигун; 9 – коробка передач; 10 – баласт; 11 – механізм
регулювання навісного обладнання

Лабораторні дослідження модернізованих загортачів просапної сівалки Vesta 8 проводили за такою методикою. Щоб визначити оптимальний кут сходу шару ґрунту з робочої поверхні загортача, а також максимальну дальність його переміщення в бік борозни в горизонтальній площині, використовували цифрову відеозйомку. Камеру встановлювали на кронштейні в попереду і над загортачем, фокусуючи її на робочу зону агрегату під прямим кутом до осі пружини в місці його кріплення. Швидкість зйомки складала 100 кадрів на секунду. Швидкість руху загортача змінювалась від 1,0 до 2,5 м/с. Вологість ґрунтового шару відповідала умовам посіву і змінювалась в діапазоні від 16% до 20%. Для експерименту використовували суглинистий чорнозем з агрономічними характеристиками, що відповідають вимогам для посіву просапних культур. Глибина налаштування загортача була вищою за глибину посіву на 2 см, що відповідає агротехнічним вимогам для більшості культур. Після кожного проходу сошника поверхня ґрунтового каналу відновлювалась. Кожен експеримент повторювали тричі при різних рівнях

вологості ґрунту. Після завершення досліджень відеоматеріали аналізували на ПК за допомогою спеціалізованих програм.

3.4 Методика визначення фізико-механічних властивостей ґрунту

Аналіз наукових робіт, присвячених дослідженню конструкцій робочих органів сівалок [22-24], показав, що коефіцієнт тертя ґрунту по сталі суттєво впливає на траєкторію та відстань переміщення ґрунтових часток по поверхні робочих елементів. Для точного визначення цього впливу потрібно дослідити залежність коефіцієнта тертя від рівня вологості ґрунту.

З цією метою було створено спеціальне вимірювальне приладдя (рис. 3.9), що включає такі компоненти: 1 - ящик, 2 - пластина, 3 - ролик і 4 - вантажі. Принцип роботи пристрою полягає в наступному: в ящик засипають ґрунт 6 із заданою вологістю, на поверхню якого розміщується металева пластина з сталі марки 65Г. До пластини прив'язується дрiт 5, на який кріпиться чаша з вантажем. Важливою умовою є підтримання прямого кута між напрямком пластини в горизонтальній площині та напрямком шнура з вантажем у вертикальній площині. Поступово до чаші додаються вантажі, поки пластина не почне ковзати по ґрунтовій поверхні. Результати кожного експерименту записувалися в журнал, при цьому кожне випробування повторювалося тричі для точності даних.

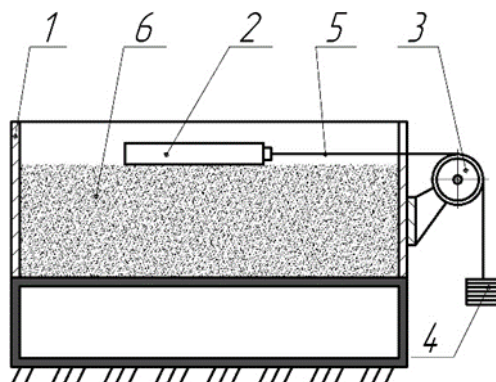


Рис. 3.9 Експериментальний пристрій для дослідження коефіцієнта тертя ґрунту по сталі:

1 – ящик; 2 – пластина; 3 – ролик; 4 – чаша з вантажем; 5 – шнур; 6 – ґрунт.

Коефіцієнт тертя ґрунту по сталі розраховувався за залежністю:

$$f = \frac{T}{N}, \quad (3.1)$$

де T – опір тертю;

N – нормальний тиск.

Одним з основних завдань загортачів є формування шару ґрунту над висіяним насінням. Конфігурація та розміри цього шару безпосередньо залежать від кута природного укосу ґрунту. Для дослідження впливу вологості на цей кут був використаний спеціальний експериментальний прилад [25] (рис. 3.10).

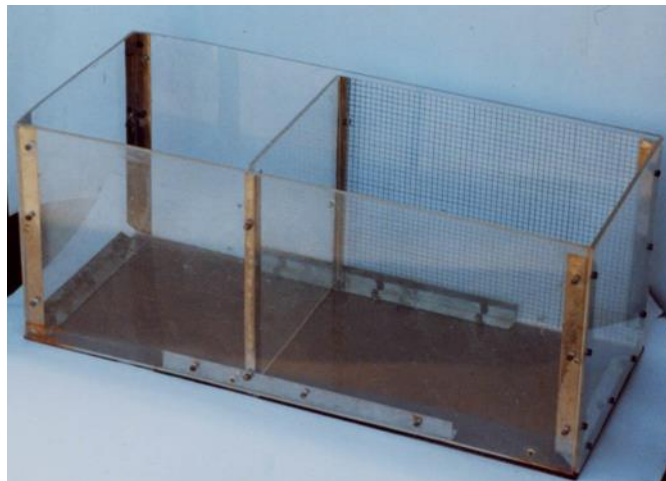


Рис. 3.10 Експериментальний пристрій для дослідження кута природного укосу ґрунту

Пристрій для вимірювання кута природного укосу ґрунту (рис. 3.10) виготовлявся з прозорого органічного скла у формі ящика, який складався з двох частин. Одна з частин була меншою за розміром для створення необхідного об'єму ґрунту і відділялася рухомою перегородкою. На бічній стінці більшої частини ящика розміщувалася координатна сітка з кроком 3 мм, що дозволяла точно відстежувати переміщення ґрунту.

Процес вимірювання кута природного укосу відбувався наступним чином: пристрій заповнювали ґрунтом з певним рівнем вологості до половини об'єму, після чого перегородку знімали, і ґрунт сповзав, утворюючи природний укос. Вимірювання проводили за допомогою координатної сітки.

Вологість ґрунту визначалася відповідно до стандартної методики, шляхом відбору проб на глибині 0–4 см та 4–8 см. Дослідження повторювали тричі для підвищення точності результатів.

3.5 Методика дослідження роботи прикочуючого котка

Основною характеристикою роботи прикочуючих котків просапних сівалок є характер розподілу напружень на глибині посіву від дії котка. Розподіл напружень в ґрунті напряму впливає на формування щільності ґрунту і залежить від конструкції робочої поверхні котка.

Для визначення полів напружень нами був використаний експериментальний прилад [25] для реєстрації ситуації, яка відбувається в ґрунті під прикочуючим котком (рис. 3.11).



Рис. 3.11 Прилад для визначення напружень в ґрунті

Прилад призначений для вимірювання тиску в ґрунті в одній площині на довжині 100 мм з дискретністю 6,25 мм.

Прилад для реєстрації напружень, що виникають у ґрунті (рис. 3.12), був занурений в ґрунт на різні глибини (від 4 до 8 см) в площину, перпендикулярну до напрямку руху котка, після чого поверхня ґрунту вирівнювалась за допомогою вирівнювача. Оскільки вимірювальними елементами приладу є датчики деформації, важливо було забезпечити надійну основу для їхнього кріплення. Перед початком вимірювань пластина з датчиками 1 закріплювалась на спеціальній рамі, що складалася з двох пластин із гетинаксу 2, дерев'яних стійок 3, основи 4 і гумових підкладок 5.

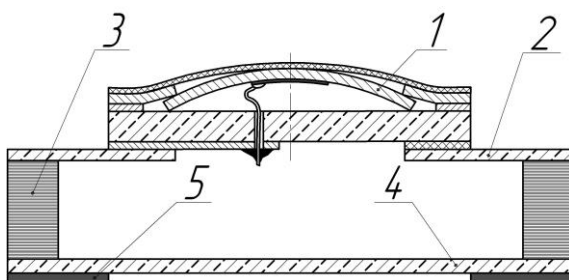


Рис. 3.12 Схема датчика для закладання в ґрунт

Після досягнення необхідної глибини для встановлення приладу дно ями в ґрунтовому каналі було вирівняне перед закладанням приладу, після чого його засипали ґрунтом. Вологість і структура ґрунту були приведені до стану, відповідного агротехнічним вимогам для посіву кукурудзи, а поверхня ґрунтового каналу вирівняна.

Досліди проводилися в ґрунтовому каналі 1, який мав довжину 6 м і ширину 2 м. Схему установки наведена на рис. 3.13. Основними її елементами є тяговий пристрій, що забезпечує зміну швидкості переміщення котка, візок 2, на якому розміщені кріплення для фіксації шарніра вилки котка, вилка котка 3 з віссю 4 для змінного вантажу (вага варіювалася від 0 до 20 кг), прикочуючий коток 5 і датчик тиску 11.

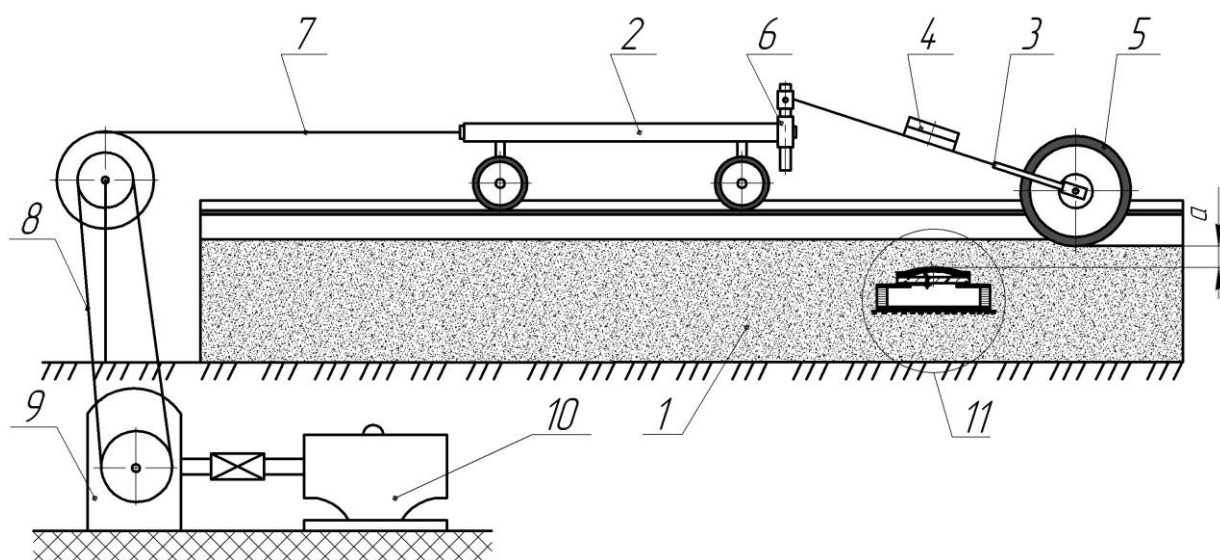


Рис. 3.13 Лабораторна установки для дослідження котка:

1 – ґрунтовий канал; 2 – візок; 3 – вилка котка; 4 – вісь для зміни вантажу; 5 – коток; 6 – кронштейн; 7 – трос; 8 – пасова передача; 9 – редуктор; 10 – електродвигун; 11 – датчик тиску

Процес проведення дослідів відбувався за такою послідовністю: спершу реєструючий пристрій встановлювався на нульове значення. На вісь навантаження фіксували ваги необхідної величини, відповідно до методики експерименту. Показання датчика деформації, що відображалися на електронному табло, реєструвалися під час того, як прикочуючий коток потрапляв у зону реєстрації. Усі отримані дані заносилися до журналу експерименту. Кожен дослід повторювався п'ять разів, після чого поверхня ґрунту відновлювалася до свого початкового стану. Вологість ґрунту під час дослідів становила 20-24%, що відповідає умовам весняного посіву. Щільність ґрунту варіювалася від 0,8 до 1,0 г/см³.

3.6 Результати лабораторних експериментальних досліджень

Теоретичні дослідження руху часток ґрунту по поверхні відвальника [21,22] показали, що ключовим параметром, який визначає дальність переміщення часток, є радіус умовної циліндричної поверхні по якій утворена робоча поверхня загортача від 20 до 35 мм. Для перевірки цих теоретичних висновків були проведені експериментальні дослідження, під час яких вимірювалася відстань зміщення часток ґрунту за допомогою робочої поверхні загортача із різними радіусами основи умовного циліндра при різних швидкостях руху.

Результати показали, що зі збільшенням радіуса циліндричної поверхні та швидкості руху загортача відстань переміщення часток ґрунту до борозни зростає. Як показує графік (рис. 3.14), коли радіус умовної циліндричної поверхні по якій утворена робоча поверхня загортача дорівнював 20 мм, при швидкості руху сошника 1,5 м/с відстань зміщення часток ґрунту складала 0,5 см. При збільшенні швидкості до 2 і 2,5 м/с дальність переміщення збільшилася до 1 см і 1,5 см відповідно. При радіусі основи конуса 35 мм відстань зміщення зростала ще більше: на швидкості 1,5 м/с до 4,5 см, а на швидкостях 2 і 2,5 м/с – до 7,5 і 9,7 см відповідно.

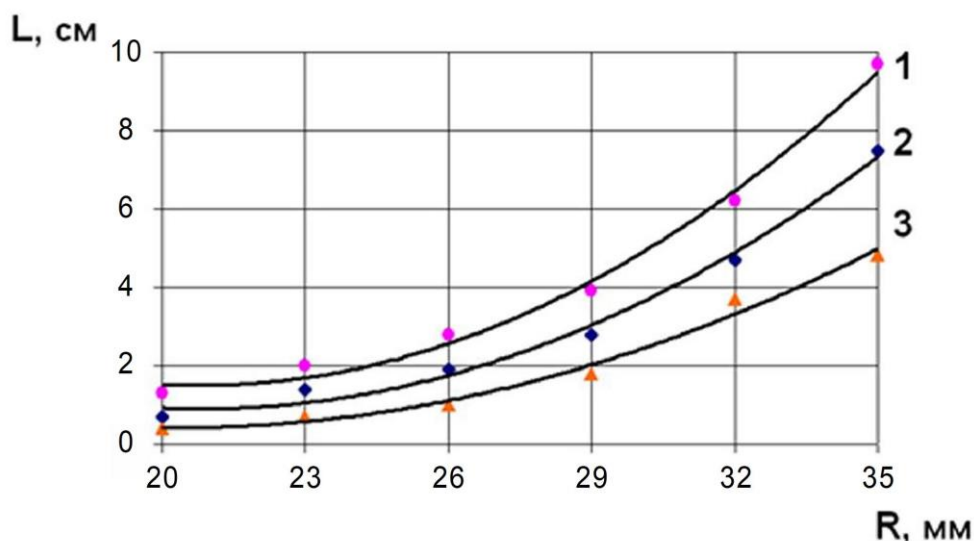


Рис. 3.14 Дальність переміщення часток ґрунту робочою поверхнею загортача в бік борозни із зміною радіуса умовної циліндричної поверхні при вологості $W=20\%$:

1 – швидкість 2,5 м/с; 2 – швидкість 2 м/с; 3 – швидкість 1,5 м/с.

З графіка також можна зробити висновок, що збільшення радіуса циліндричної поверхні понад 32 мм є недоцільним, оскільки це призведе до того, що дальність переміщення часток ґрунту до борозни значно перевищуватиме ширину борозни і буде сприяти утворенню пагорбу. У результаті ґрунт почне накопичуватися в просторі між загортачами і котком, що може спричинити його забивання. Рациональне значення радіуса умовної циліндричної поверхні по якій утворена робоча частина загортача, за якого забезпечується надійне укриття насіння шарами ґрунту на всьому діапазоні швидкостей роботи сошника, при ширині рядка 9 см і відстані між загортачами до 9,5 см, складає $R = 32$ мм. Отже, експериментальні дослідження підтверджують теоретичні висновки щодо вибору геометричних параметрів удосконаленого загортача просапної сівалки.

Під час технологічного процесу, при використанні удосконалених загортачів просапної сівалки важливим аспектом є визначення їх ефективності в умовах змінюваних фізико-механічних властивостей ґрунту. Основним чинником, що впливає на роботу робочої поверхні загортача, є рівень вологості ґрунту. Для дослідження впливу цього параметра було проведено

експериментальні випробування, що мали на меті визначити, як вологість впливає на переміщення часток ґрунту в напрямку борозни (рис. 3.15).

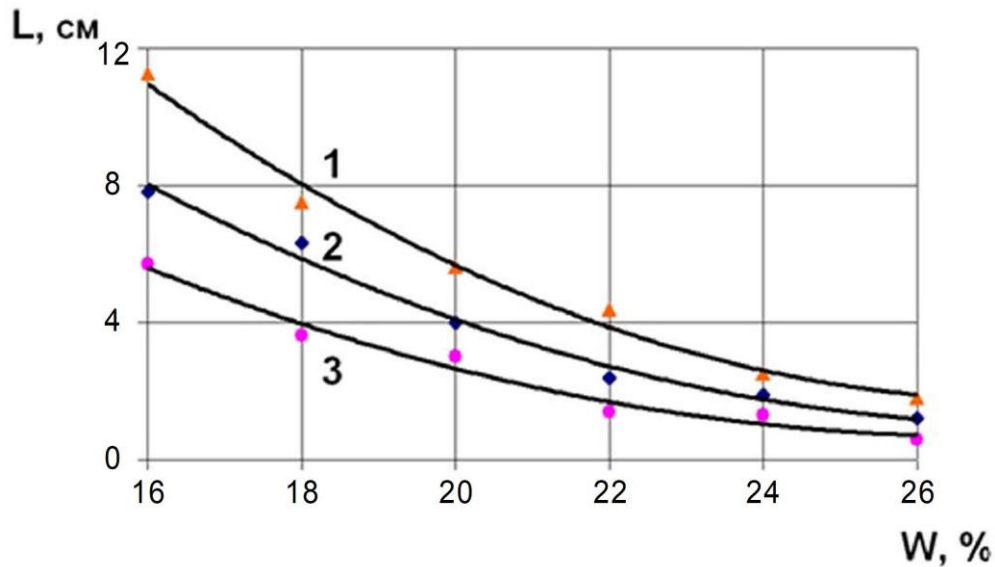


Рис. 3.15 Зміщення часток ґрунту поверхнею загортача залежно від вологості ґрунту при радіусі робочої поверхні основи $R=32$ мм для різних швидкостей руху:

1 – швидкість 2,5 м/с; 2 – швидкість 2 м/с; 3 – швидкість 1,5 м/с.

З отриманих даних видно, що якісне загортання насіння, при якому частки ґрунту переміщуються на відстань не менше 4 см, досягається в межах усього діапазону вологості, який спостерігається під час весняної сівби $W=18$ - 22%. Проте при підвищенні вологості до $W=26\%$ практично не відбувається переміщення ґрунту, а на робочій поверхні загортача спостерігається налипання ґрунту. Тому рекомендований рівень вологості для ефективної роботи удосконаленого загортача варіюється в межах $W=18\ldots 22\%$.

У ході лабораторних досліджень фізико-механічних властивостей ґрунту, що впливають на ефективність роботи загортачів, було виявлено, що зі збільшенням вологості ґрунту кут природного укосу також зростає. Як показує графік (рис. 3.16), цей кут варіюється в межах від 0,35 до 1,13.

Отримані дані щодо коефіцієнта тертя ґрунту по сталі дозволили визначити, що його підвищення стабільно триває до вологості $W=20\%$, після чого цей показник починає поступово знижуватися (рис. 3.17). Це можна

пояснити тим, що з підвищенням вологості ґрунт змінює свої властивості, і для переміщення зразка потрібне менше зусилля для подолання опору тертя.

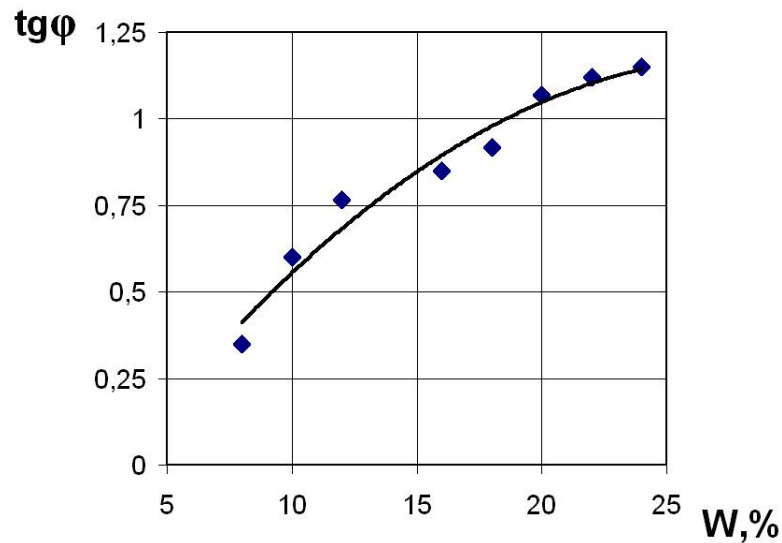


Рис. 3.16 Зміна кута природного укосу чорнозему в залежності від його вологості

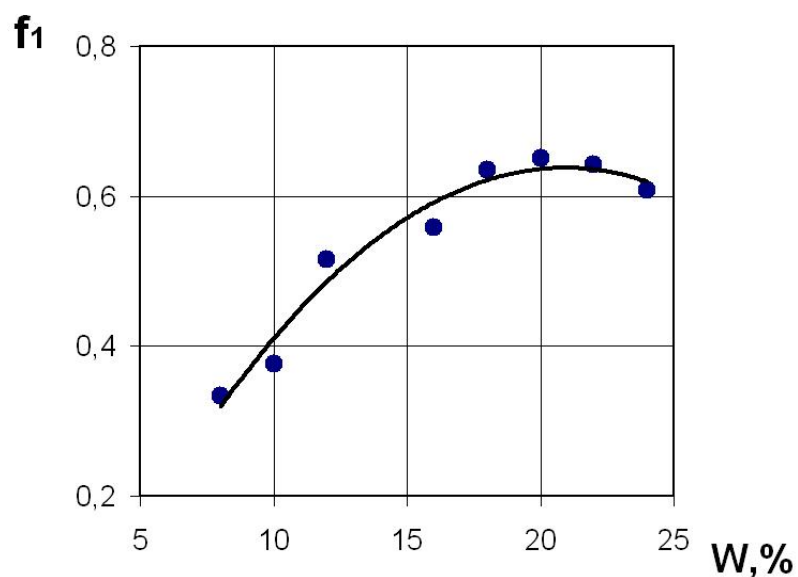


Рис. 3.17 Коефіцієнт тертя чорнозему по сталі в залежності від зміни вологості:

щільність ґрунту $0,8 \text{ г/см}^3$ і нормальний тиск $0,0032 \text{ кг/мм}^2$.

Дослідження також виявили, що коефіцієнт тертя ґрунту по сталі є змінним і залежить не лише від вологості та нормального тиску на зразок, але також значною мірою від щільності та механічного складу ґрунту.

З рис. 3.17 видно, що в межах досліджуваного діапазону вологості ґрунту експериментальна крива має форму частини параболи другого ступеня. Це, своєю чергою, підтверджує, що результати наших досліджень узгоджуються з висновками, отриманими багатьма іншими науковцями [23-25].

Теоретичні дослідження кута сходу часток ґрунту з робочої поверхні загортачів просапної сівалки показали [21], що відокремлення необхідного об'єму ґрунту з вологого нижнього шару і його переміщення в борозну можливе при куті сходу, який варіюється в межах $10...20^\circ$. Для підтвердження цих висновків були проведені експерименти, що визначали дальність зміщення ґрунтових часток загортачами з різними кутами сходу і на різних швидкостях руху посівної секції.

Для фіксації переміщення часток використовувалась цифрова відеозйомка: камера розташовувалась над сошником зверху. Аналіз результатів здійснювався шляхом кадрування відеоматеріалів і нанесення координатної сітки. Параметри вологості ґрунту на глибині посіву знаходились у межах $W=18...22\%$. Результати показали, що із збільшенням кута атаки та швидкості руху сошника відбувається збільшення дальності зміщення ґрунтових часток у борозну.

Як показує графік (рис. 3.18), при куті атаки 10° і швидкості 1,5 м/с, дальність зміщення часток становила 1,5 см. При швидкості 2 та 2,5 м/с ця відстань збільшувалась до 2 і 2,5 см відповідно. Зі збільшенням кута атаки до 18° , дальність переміщення часток зростала: при швидкості 1,5 м/с - до 2,5 см, а при швидкостях 2 та 2,5 м/с - до 5 і 7,5 см відповідно.

Графік також показує, що збільшення кута атаки робочої поверхні загортача понад 20° є нераціональним, оскільки дальність переміщення ґрунтових часток вбік суттєво перевищуватиме ширину борозни. Це буде призводить до нагортання ґрунту в по центру рядка, що спричинить переущільнення ґрунту в зоні росту насіння після проходу котка секції.

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

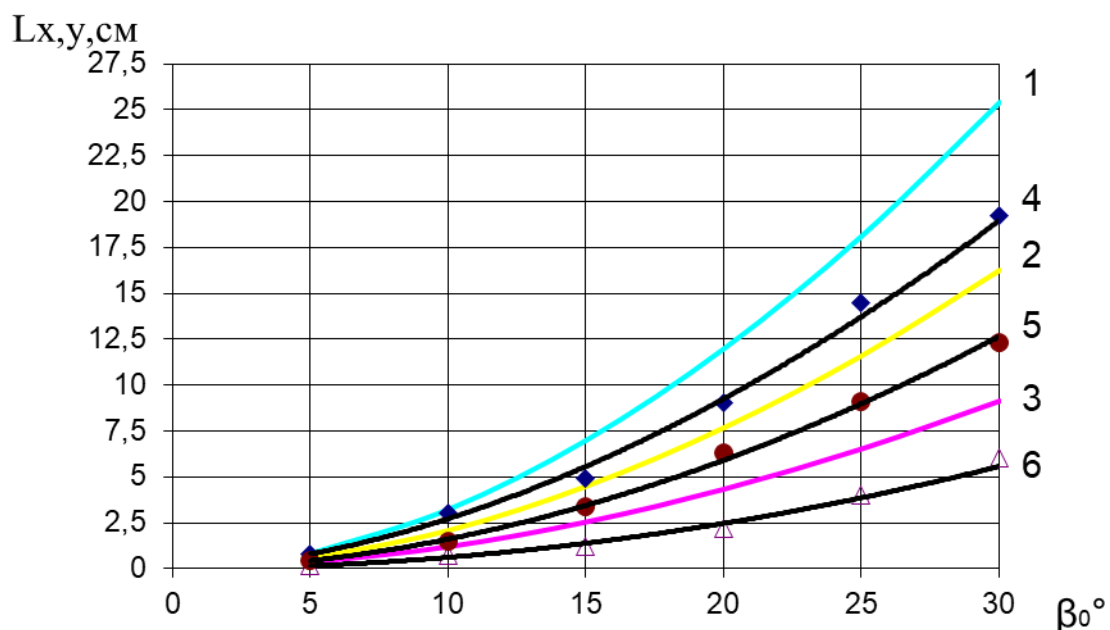


Рис. 3.18 Дальність переміщення ґрунту в бік борозни із зміною кута сходу β_0 робочої поверхні удосконалених загортачів:

1,2,3 – теоретичні криві, 4 – експериментальна (швидкість 2,5 м/с),
5 – експериментальна (швидкість 2 м/с), 6 – експериментальна (швидкість 1,5 м/с)

Оптимальним кутом сходу з робочої поверхні загортача, який забезпечуватиме ефективне загортання насіння вологим шаром ґрунту нижнього горизонту при будь-якій швидкості руху сошника, можна вважати кут, який відповідає половині ширини рядка, це складає 45 мм із врахуванням перекриття по центу рядка до 50 мм.

Теоретичні висновки щодо значень раціонального кута сходу часток ґрунту з робочої поверхні загортачів підтверджуються експериментальними даними. Експериментальні криві 4, 5 і 6 при швидкостях 2,5, 2 і 1,5 м/с добре корелюють із теоретичними кривими 1, 2 і 3, що підтверджує обґрунтованість зроблених висновків.

Для порівняння роботи серійного і удосконаленого котка просапної сівалки були проведені лабораторні експериментальні дослідження. Оскільки характер розподілення полів деформацій знаходиться в прямій залежності від

величини виникаючих напружень в ґрунті [26-28], то нами були проведені дослідження для з'ясування їх конфігурації.

Характер розподілення полів напружень під серійним і експериментальним прикочуючими котками наведені на рис. 3.19, 3.20.

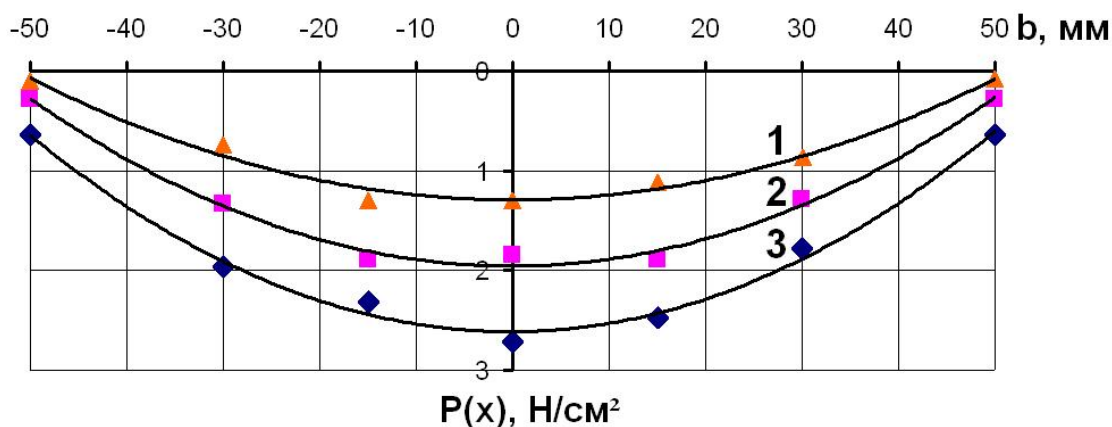


Рис. 3.19 Розподіл напружень під серійним прикочуючим котком

при $W=20\%$, щільність ґрунту $\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$:

1, 2, 3 – навантаження на коток, відповідно 100, 150, 200 Н

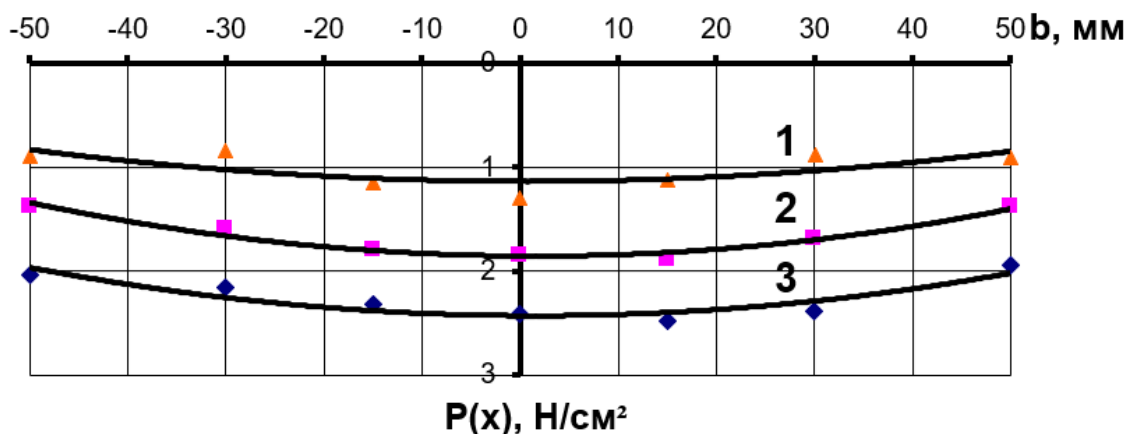


Рис. 3.20 Розподіл полів напружень під удосконаленим котком при $W=20\%$

та щільності ґрунту $\rho = 0,8 \text{ г/см}^3$:

1, 2, 3 – навантаження на коток, відповідно 100, 150, 200 Н

Як видно із наведених графіків, характер розподілення полів напружень експериментального прикочуючого котка краще відповідає вимогам агротехніки до прикочування насіння кукурудзи.

4. Охорона праці

4.1 Аналіз шкідливих і небезпечних факторів, при роботі сівалки Vesta 8

При роботі з модернізованою сівалкою Vesta 8 виникають різні небезпечні та шкідливі фактори, які можуть впливати на здоров'я та безпеку працівників. Основні з них це [29-35]:

ризик, пов'язаний з рухомими частинами і механізмами, такі елементи, як привідні колеса, ланцюгові передачі створюють небезпеку травмування кінцівок, особливо якщо не дотримуються правил техніки безпеки;

запиленість повітря в зоні роботи, під час заглиблення сошників у ґрунт утворюється підвищена кількість пилу, що може негативно впливати на органи дихання, а також, робота сівалки та двигуна трактора супроводжується високим рівнем шуму і вібрацій;

негативний вплив погодних умов, недостатнє освітлення при транспортуванні агрегату в темну пору доби або під час сутінків відсутність або нестача природного світла може стати джерелом небезпеки;

пил від протруєного насіння або мінеральних добрив, які засипаються в бункер, може викликати алергічні реакції, подразнення шкіри, отруєння та інші негативні наслідки для здоров'я працівників;

нервово-психічне навантаження - через монотонність процесу сівби працівники можуть відчувати психологічне перевантаження, що може впливати на їх продуктивність та загальний стан.

4.2 Вимоги ТБ при роботі на машинах для посіву

Для забезпечення безпеки під час експлуатації посівного агрегату з трактором необхідно суворо дотримуватися наступних рекомендацій [29-35]:

не агрегатувати трактор із сівалкою, якщо вона несправна, заборонено перебувати перед агрегатом, коли він працює, а також сідати або сходити з

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

трактора під час його руху, не можна стояти на підніжжі агрегату під час його руху;

очищення сошників, проведення ремонту чи регулювання обладнання під час руху агрегату категорично заборонені;

заборонено підіймати сівалку, якщо двигун приводу вентилятора ввімкнений, не варто запускати гідромеханізми, стоячи на землі або на підніжжі трактора, заборонено повертати або здавати назад, якщо сівалка опущена;

не можна стояти між трактором і сівалкою під час їх з'єднання або підйому сівалки в транспортне положення;

під час роботи дроти на агрегаті не повинні провисати або торкатися рухомих частин, а також слід уникати пошкодження їх ізоляції.

Крім того, важливо вимагати від працівників дотримання трудової дисципліни та правил безпеки. Проведення інструктажу з демонстрацією безпечних методів роботи та застосування засобів захисту є обов'язковим. Не використовуйте агрегат, якщо він не відповідає нормам безпеки.

4.3 Заходи безпечних умов праці

Для забезпечення безпечних умов експлуатації сівалки Vesta 8 передбачено такі заходи безпеки [29-35]:

на елементах конструкції розміщені помітні попереджувальні написи та символи з техніки безпеки;

захисні елементи приводів мають сигнальні кольори, такі як червоний або жовтий;

висота завантажувальних бункерів не перевищує 1 м від землі, що забезпечує зручність у використанні;

механізм передачі обладнаний шплінтами, які зрізаються автоматично при перевищенні допустимого навантаження на вал, зупиняючи передачу крутного моменту;

машина може бути автоматично навішена на енергетичний засіб за допомогою автозчіпки, робочі органи сівалки утримуються в транспортному положенні за допомогою механічних фіксаторів;

конструкція сівалки розроблена таким чином, щоб забезпечити безпечний та зручний доступ до її елементів під час ремонту, монтажу та технічного обслуговування;

оператор може регулювати робочі органи та інші механізми сівалки безпосередньо зі свого робочого місця під час руху;

конструкція бункерів сівалки передбачає безпечне очищення від технологічних залишків;

поперечна статична стійкість сівалки відповідає стандартам і для агрегату з енергетичним засобом становить 30° , у відчепленому стані сівалка залишається стійкою при прикладенні до неї зусилля не менше 200 Н;

сівалка обладнана швидкоз'єднувальними зчіпними пристроями (ШЗП) відповідно до ГОСТ 25942-81;

навішена сівалка не перешкоджає доступу тракториста до робочого місця і забезпечує достатній огляд для виконання операцій та обслуговування;

робочі органи, що можуть забиватися (висівні апарати, вихідні отвори бункерів, повітропроводи), обладнані системою автоматичного управління (УСК). Для забезпечення безпеки під час експлуатації сівалки необхідно регулярно проводити технічне обслуговування, змащення та ремонт, використовувати спеціальний одяг і дотримуватися правил техніки безпеки під наглядом фахівців.

4.4 ТБ при роботі з машинами для сівби

Комплекс правил і процедур, які забезпечують безпечні умови праці, допомагають уникнути нещасних випадків та травмування працівників, що обслуговують посівну техніку [29-35]:

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

роботу дозволено виконувати лише на справних машинах і агрегатах, які оснащені вогнегасниками, захисними кожухами для карданних валів, огороженнями для обертових елементів та іншими засобами безпеки;

перед початком роботи оператор (або механізатор) повинен переконатися, що обслуговуючий персонал знаходиться на своїх місцях, а поблизу немає сторонніх осіб, тільки після цього подається сигнал для старту роботи відповідно до встановлених правил;

категорично забороняється пересідати з трактора на машину під час руху, передавати управління стороннім особам, стрибати або сходити на ходу, а також перебувати в недозволених місцях під час роботи агрегату;

у разі високого рівня запиленості повітря обслуговуючий персонал повинен бути забезпечений респіраторами та захисними окулярами;

технічне обслуговування та ремонт машин проводяться виключно після вимкнення двигуна;

дороги, що ведуть до робочого місця, повинні бути чітко позначені і відомі всьому персоналу;

місця для відпочинку повинні бути марковані видимими знаками з метою забезпечення безпеки;

вимоги щодо безпеки під час виконання посівних робіт відповідають стандартам ГОСТ 12.3.002-75 "Виробничі процеси. Загальні вимоги безпеки" та ОСТ 46.3.1.108-81 "Обробка ґрунту і посів зернових культур. Вимоги безпеки".

5. Економічна частина

Економічна ефективність сівалки Vesta 8 з удосконаленими робочими органами оцінювалась через прогнозування можливого урожаю культури в господарстві за умови їх використання. Розрахунок економічні вигоди споживача від застосування модернізованої сівалки наведений в Додатку Б.

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Висновки

1. Після аналізу технологій вирощування кукурудзи було встановлено, що індустріальна технологія відрізняється від традиційної агротехніки своєчасним виконанням операцій та високою якістю. Ця технологія включає значну механізацію і хімізацію виробничих процесів, що дозволяє отримувати високі врожаї при мінімальних витратах праці та ресурсів на одиницю продукції.

2. Аналіз існуючих технологій вирощування кукурудзи показав, що зниження витрат на вирощування можна досягти шляхом підвищення якості посівного процесу, що безпосередньо впливає на рівномірність та однорідність розвитку рослин.

3. Для поліпшення процесу загортання насіння кукурудзи був розроблений модернізований загортач комбінованої конструкції. Його передня частина виконана у вигляді пластини, яка паралельно осі рядка перекриває кінці щік сошника. Ґрунт, що переміщується за рахунок тертя, спрямовується на робочу поверхню загортача, яка має циліндричну гвинтову криву з нахилом осі умовного циліндра у вертикальній площині. Така конструкція дозволяє поступово зрізати шар ґрунту по всій висоті, розділяючи нижні і верхні шари в процесі руху. Проведені його лабораторні дослідження та встановлені значення раціональних параметрів його робочої частини.

4. Були запропоновані заходи для покращення умов праці та усунення небезпечних і шкідливих факторів під час посіву кукурудзи.

5. Модернізована конструкція загортачів та використання нового прикочуючого котка сівалки Vesta 8 сприяють значному поліпшенню посівного процесу насіння кукурудзи, що дозволяє збільшити врожайність до 10%. Це досягається завдяки створенню оптимальних умов для насіння протягом усього періоду вегетації.

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Паламарчук В.Д., Дідур І.М., Колісник О.М., Алексєєв О.О. Аспекти сучасної технології вирощування висококрохмальної кукурудзи в умовах Лісостепу правобережного. Вінниця, ТОВ «Друк». 2020. 536 с.
2. Farm Production Expenditure. 2008 Summari. – United States Department of Agriculture. National Agriculture Statistics Service, 2009. 175 p.
3. Лихочвор В.В., Петриченко В.Ф., Іващук П.В. Зерно-виробництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.
4. Ярошко М., Штангела Йозефа. Кукурудза – основні вимоги до вирощування. Агроном. 2012. № 2(36). С. 138-140.
5. Влащук А., Прищепко М., Желтова А. Цариця полів. Чинники урожайності. Farmer (the Ukrainian). 2017. №3 (87), березень. С. 12-13.
6. Надь Янош. Кукуруза. Вінниця.: ФОП Д.Ю. Корзун, 2012. 580 с.
7. Каленська С.М., Єрмакова Л. М., Паламарчук В. Д., Поліщук І. С., Поліщук М. І. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. 448 с.
8. Попович І.А., Навроцька Н.Б. Довідник кукурудзівника. Ужгород, видавництво «Карпати», 1986. 168 с.
9. Циков В.С. Довідник кукурудзовода. К.: Урожай, 1986. 232 с.
10. Бойко П.І. Кукурудза в інтенсивних сівоzmінах. К.: «Урожай». 1990. 144 с.
11. Ластівка М.М. Експлуатація машин і обладнання. Навчальний посібник для здобувачів вищої освіти аграрних технікуmів і коледжів денної і заочної форми навчання зі спеціальності 208 Агроінженерія. Ладизинський коледж, ВНАУ, 2019. – 374 с.
12. Навчальний посібник. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві./ А.С. Лімонт, І.І. Мельник, А.С. Малиновський, В.В. Марченко, В.Л. Гуз, І.М. Грищенко. - К.: Кондор, 2004. - 284 с.

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

13. Prospect of the Ribouleau Company. 2018. The precision Planter specialist. MECA V4. Ribouleau MONOSEM – FRANCE. URL: <https://www.monosem.com/Range/Planter-range/MECA-V4>

14. Operating manual Amazone. 2017. Precision airplanter. Amazonen-Werke H. Dreyer GmbH & Co. KG. Germany. URL: <http://et.amazone.de/files/pdf/mg5226.pdf>

15. Product Catalog Elvorti - Chervona zirka. 2016. Technology in harmony with the nature. Kropyvnytskyi / Ukraine. URL: https://www.elvorti.com/content/pdf/2016/KATALOG_2016_EN_SITE.pdf

16. Prospect of the Gaspardo Company. 2017. SP Range. Pneumatic precision seed drills. Italy. URL: <https://www.maschio.com/assets/Uploads/Leaflet-SP-RANGE-17-2017-09-W00230043R-EN.pdf>

17. Prospect of the Kuhn Company. 2015. Planter 3. Precision seed drills. Kuhn farm machinery (UK). URL: <http://www.kuhn.co.uk/uk/range/seeding/pneumatic-precision-seed-drills/planter-3-m-single-bar.html>

18. Prospect of the Kverneland Company. 2017. Monopill - Mechanische Einzelkornsämaschine. Präzise Vereinzelung - nicht nur bei Rüben. Kverneland Group Deutschland. GmbH/Germany. URL: <https://www.kverneland.de/Saetechnik/Einzelkornsämaschinen/Kverneland-Monopill-Monopill-e-drive-II>

19. Артеменко Д.Ю., Магопєць О.С., Ауліна Т.М., Семенова Д.А. Результати експериментальних досліджень розподілу полів деформацій в ґрунті від дії прикочуючих котків бурякових сівалок. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин / КНТУ, 2007, випуск 37, 1 – С. 286 – 290.

20. Артеменко Д.Ю. Теоретичне дослідження процесу взаємодії конусного котка просапної сівалки з ґрунтом. Вісник аграрної науки

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Причорномор'я: науково-теоретичний фаховий журнал / В. С. Шибанін (гол. ред.) та ін. – Миколаїв, 2012. Вип. 1 (65). – С. 171 – 177.

21. Білостоцький Б.О. Механізація вирощування кукурудзи з удосконаленням загортаючих робочих органів сівалки УПС 8 : кваліфікаційна бакалаврська робота : спец. 208 «Агроінженерія» / наук. кер. Д. Ю. Артеменко; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. – Кропивницький: ЦНТУ, 2023. – 79 с.
<https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/13154>

22. Артеменко Д.Ю., Магопєць О.С. Теоретичне дослідження основного технологічного параметра удосконаленої конструкції пружинного загортача просапної сівалки. Вісник аграрної науки Причорномор'я: науково-теоретичний фаховий журнал / В.С. Шибанін (гол. ред.) та ін. – Миколаїв, 2011. Вип. 4 (61), Т.1. – С. 244 – 250.

23. Механіко – технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів / Г.А. Хайліс, А.Ю. Горбів, З.О. Гошко та ін., – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 1998. – 268 с.

24. Механіко – технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник / О.М. Царенко, Д.Г. Войтюк, В.М. Швайко та ін.; За ред. С.С. Яцуна. – К.: Мета, 2003. – 448 с.

25. Артеменко Д.Ю. Підвищення ефективності роботи сошника і прикочуючого котка посівної секції просапної сівалки: дис. канд. техн. наук: 05.05.11 / Артеменко Дмитро Юрійович. – Кіровоград, 2007. – 223 с.

26. Артеменко Д.Ю., Онопа В.А., Скриннік С.С. Обґрунтування конструкції комбінованого прикочуючого котка просапної сівалки. Scientific Journal «ScienceRise» №11 (28) 2016. – С. 25-29.
<http://journals.uran.ua/sciencerrise/article/view/80814>

27. Сисолін П.В. та інш. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; за ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

28. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 1, частина 2. Машини для сівби та садіння. – Харків: Око, 2002. – 452 с.

29. Гандзюк М.П. Основи охорони праці: Підручник для студентів вищих навчальних закладів / М.П. Гандзюк, Є.П. Желібо, М.О. Халімовський. За редакцією М.П. Гандзюка. – К.: Каравела, 2003. – 408с.

30. ДСТУ 2867-94. Державний стандарт України. Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження.
https://ksv.do.am/GOST/DSTY_ALL/DSTY3/dsty_2867-94.pdf

31. ДСТУ 2189-93. Система стандартів безпеки праці. Машини сільськогосподарські навісні та причіпні. Загальні вимоги безпеки. Київ, 1994. – 25 с.

32. ДСТУ 7239:2011. Засоби індивідуального захисту.
http://opcb.kpi.ua/wp-content/uploads/2011/09/dstu_7239_2011.pdf

33. СП 4282-87. Санітарні правила по устрою тракторів та сільськогосподарських машин. https://dnaop.com/html/57502/doc-%D0%A1%D0%9F_4282-87

34. ГОСТ 25942-90. Трактори і сільськогосподарські машини. Пристрої швидковідєднуючі. Вимоги до конструкції.
http://www.leonorm.lviv.ua/p/DG/CND2015_2.HTM

35. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. Підручник / В.Ц. Жидецький – Львів: Афіша, 2002.– 320 с.

36. ТОВ СП «НІБУЛОН» Закупівельні ціни.
<https://www.nibulon.com/data/zakupivlya-silgospprodukcii/zakupivelni-cini.html>

37. Єрмаков О.Ю. Організація сільськогосподарського виробництва. Навч. метод. посібник– 2 –ге вид., доп. і перер. - К.: НАУ, 2007. – 266 с.

					МБК 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Додатки

Організація роботи агрегату в загінці

Обираємо напрямок руху агрегату – вздовж сторони гону $L=900\text{м}$, а спосіб руху – човниковий.

Визначаємо кінематичну довжину агрегату за формулою:

$$L_k = l_m + l_{зч} + l_{м},$$

де $l_m + l_{зч} + l_{м}$ – відповідно кінематична довжина трактора, зчіпки та сільськогосподарської машини, м.

$$l_m = 4,2\text{м}, l_{зч} = 1,3\text{м}, l_{м} = 2,2\text{м}.$$

Тоді:

$$L_k = 4,2 + 1,3 + 2,2 = 7,9\text{м}.$$

Визначаємо ширину поворотної смуги агрегату:

При петльовому способі повороту:

$$E_p = 3R_{\min} + e,$$

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту, м.

$$R_{\min} = 1,2B_p = 1,2 \cdot 5,6 = 6,7\text{м},$$

e – довжина виїзду агрегату, м.

$$e = (0,50 \dots 0,70) \cdot L_k = 0,6 \cdot 7,9 = 4,74\text{м}.$$

Тоді

$$E_p = 3 \cdot 6,7 + 4,74 = 24,8\text{ м}$$

Беремо кратну ширині захвату

$$E_p = K \cdot B_p,$$

де K – число кратності ширини захвату, заокруглюється до цілого числа.

$$K = \frac{E_p}{B_p} = \frac{24,8}{5,6} = 4,43$$

$$E_p = 4,43 \cdot 5,6 = 24,8\text{ м}$$

Визначення ширини загінки:

$$C = \frac{10^4(2...3)W_{зм}}{L},$$

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

L – довжина загінки, м.

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 17,9}{900} = 597 \text{ м}$$

$$C = \frac{10^4 \cdot 3 \cdot 22}{900} = 733 \text{ м}$$

Кількість загінок визначається за формулою:

$$n_z = \frac{10^4 \cdot F}{LC}$$

де F – площа посіву, га;

L – довжина загінки, м.

$$n_z = \frac{10^4 \cdot 180}{900 \cdot 597} = 2,23$$

$$n_z = \frac{10^4 \cdot 180}{900 \cdot 733} = 1,82$$

На 4 передачі приймаємо за гінку 900м і 450м.

На 5 передачі приймаємо за гінку 900м і 250м.

Розрахунок контролю якості роботи

На основі проведених розрахунків виконання операції оформлюється операційна технологічна карта на посів насіння кукурудзи та виконуються додаткові розрахунки показників організації виконання операцій.

Визначаємо тривалість одного циклу, хв.

$$T_{ц} = \frac{12 \cdot L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2t_n,$$

де L_p – робоча довжина загінки, м;

V_p – робоча швидкість агрегату, км/год;

t_n – час повороту в кінці загінки, ($t_n = 1,5...2\text{хв.}$)

$$L_p = L - 2 \cdot E_p$$

де L – довжина загінки (L = 900 м);

E_p – ширина поворотної смуги ($E_p = 24,2$ м).

Визначаємо робочу довжину загінки:

$$L_p = 900 - 2 \cdot 24,2 = 852 \text{ м}$$

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 852}{10^2 \cdot 6,84} + 2 \cdot 1,5 = 17,9 \text{ хв} = 0,29 \text{ год}$$

Отже:

Визначаємо технічну продуктивність за цикл, га/ц:

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

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 6,84 \cdot 0,29 \cdot 0,82 = 0,91 \text{ га/ц}.$$

Кількість циклів за зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}},$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{17,9}{0,91} = 19,6 \text{ ц/зм},$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{22}{0,91} = 24,2 \text{ ц/зм}.$$

Витрати палива за зміну: $Q_{\text{зм}} = Q_{\text{га}} \cdot W_{\text{зм}},$

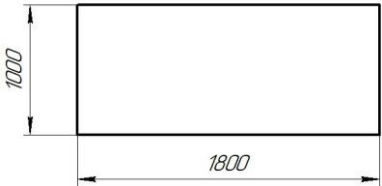
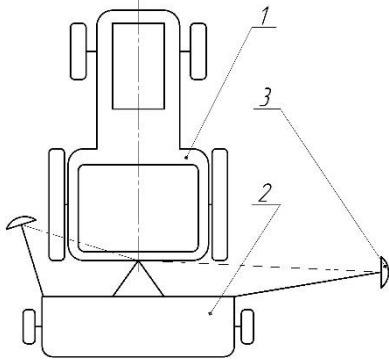
$$Q_{\text{зм}} = 5,8 \cdot 19,6 = 113,7 \text{ кг/зм}$$

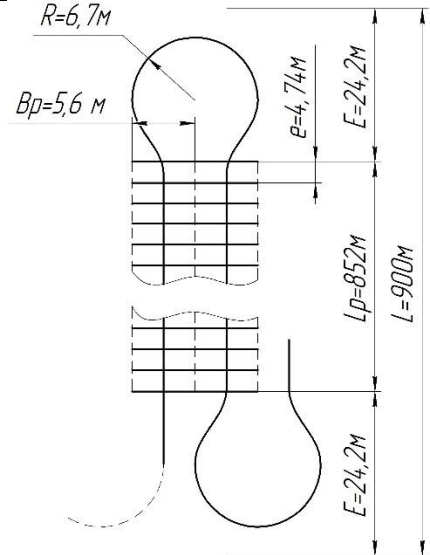
$$Q_{\text{зм}} = 4,2 \cdot 24,2 = 101,6 \text{ кг/зм}$$

На основі умов роботи, агротехнічних вимог на посів та проведення розрахунків, заповнюється операційна технологічна карта.

Таблиця 1

Операційно–технологічна карта на посів кукурудзи

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми
1	2	3
Умови роботи	Площа – 180 га, довжина гонів – 900м, ширина гонів – 733м, величина підйому – 0,02, питомий опір з поправкою на швидкість – 1,5 кН/м, глибина зароблення насіння – 6 см.	Схема поля 
Агротехнічні вимоги	Коливання ширини міжрядь повинно бути не більше: у основних ± 1 см, суміжних сівалок ± 2 см, суміжних проходів ± 5 см, відхилення від заданої глибини зароблення ± 2 см. Не допускаються незароблене насіння на поверхні поля. Число пропусків не повинно перевищувати 2% від числа висіяних насінин.	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор Case IH Maxxum 110, сівалка Vesta 8, робоча ширина захвату – 5,6 м, мінімальний радіус повороту – 6,7м, кінематична довжина агрегату – 7,9м. Підготовка агрегату: провести щозмінне ТО трактора і сівалки; відрегулювати на задану норму висіву; встановити маркери	 1 – трактор; 2 – сівалка; 3 - маркер
Підготовка поля	Перед початком сівби поле оглянути, перешкоди усунути, ширина поворотної смуги 24,2м.	

Спосіб руху	Спосіб руху – гоновий човниковий, спосіб повороту – петльовий грушоподібний	 L - довжина гонів, L_p - робоча довжина загінки, E - ширина поворотної смуги, e - довжина виїзду агрегату, B_p - ширина захвату агрегату.
Швидкість руху	Робоча передача – V, враховуючи буксування, робоча швидкість 7 км/год	
Показники організаційного процесу	Тривалість циклу – 17,9хв, технічна продуктивність за цикл – 0,91 га/ц; змінна продуктивність агрегату – 22 га/зм, кількість циклів за зміну 23 ц/зм	
Контроль за якістю роботи сівалки	Відхилення від заданої глибини повинно бути не більше $\pm 0,5$ см. Норма висіву становить 9-10 насінин на 1 м рядка (2,0-3,0 кг/га) або 1,5-2,0 посівні одиниці.	При оцінці якості посіву врахувати такі показники: ширину основних і стикових міжрядь – відкопати насіння без його переміщення і заміряти відстань між суміжними рядками; глибина посіву – відкрити насіння і заміряти глибину їх загортання; точність висіву насіння – легкими рухами поперек рядка відкрити 1м рядка і заміряти відстань між насінням; прямолінійність рядків – на довжині 50м відбити базову лінію і через 0,5м заміряти відхилення.

Економічна частина

Економічна ефективність сівалки Vesta 8 з удосконаленими загортачами

Ефективність нової конструкції робочого органу оцінювалась через: перевірку, наскільки нова конструкція відповідає вимогам для правильного загортання насіння кукурудзи;

оцінку переваг у використанні модернізованого робочого органу порівняно зі стандартними варіантами;

визначення очікуваних економічних вигід від впровадження цієї конструкції;

оцінка ефективності нових загортачів базувалась на прогнозуванні можливого урожаю культури в господарстві за умови їх використання.

Порівняння ефективності використання нових загортачів із стандартними показало, що урожайність кукурудзи може зрости на 2 центнера на гектар в порівнянні із базовими показниками.

Оскільки економічні вигоди нової технології визначаються збільшенням врожайності культури, це може бути виражено у вигляді залежності, що описує, як споживач отримує додаткові економічні вигоди від впровадження одного модернізованого обладнання:

$$B_c = \Delta\Pi_{\text{в}} \cdot \Pi_{\text{мз}} \cdot H_{\text{мс}}, \quad (1)$$

де $\Delta\Pi_{\text{в}}$ –приріст врожайності (мінімальний), ц;

$\Pi_{\text{мз}}$ – закупівельна ціна (мінімальна), грн/ц;

$H_{\text{мс}}$ –наробіток машини за сезон (нормативний), га.

Нормативний наробіток машини за сезон визначимо так:

$$H_{\text{мс}} = 0,1 \cdot B \cdot V_p \cdot K_{\text{ез}} \cdot N_3, \quad (2)$$

де B – ширина захвату сівалки, м;

V_p – швидкість руху сівалки, км/год;

K_{ez} – коефіцієнт використання експлуатаційного часу зміни;

N_z – завантаження сівалки за сезон (мінімальне), год.

Очікуваний річний економічний ефект:

$$E_p = E_k - K_{ne} E_n \Delta K_{\delta}; \quad (3)$$

де E_k – додаткова економічна користь, грн;

K_{ne} – нормативний коефіцієнт ефективності додаткових капітальних витрат;

$\Delta K_{\delta k}$ – додаткові капітальні вкладення споживача, грн.

Очікуваний річний ефект на гектар від впровадження однієї модернізованої машини:

$$E_n = E_p / H_{mc},$$

Для виконання розрахунків нами були використані наступні дані: врожайності кукурудзи по модернізованій машині; мінімальна закупівельна ціна 1 ц кукурудзи [36]; значення нормативних величин [37]; технічних характеристик модернізованої машини [15]. В результаті підстановки отриманих даних в залежності (1, 2, 3, 4) отримали наступні значення показників економічної ефективності:

$$B_c = 2 \cdot 832 \cdot 458,6 = 763177 \text{ грн}$$

$$H_{mc} = 0,1 \cdot 5,6 \cdot 7 \cdot 0,65 \cdot 180 = 458,6 \text{ га}$$

$$E_p = 763177 - 0,15 \cdot 5000 = 762427 \text{ грн}$$

$$E_n = 762427 / 458,2 = 1663 \text{ грн/га}$$

MBK 00.001 T4

					МВК 00.001 Т4				
Мед. Акт	№ докум.	Вид	Датум	Операционна карта					
Пациент	Имя пациента	Адрес	Датум						
Пациент	Адрес			Акт	Пациент	Датум			
Пациент	Адрес			-					
Пациент	Адрес			ЛИСТ до АИ-234-1 длина 11					

Перв. примен.	Формат	Знач.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					Документація		
	А0			МВК 00.000 СБ	Складальне креслення		
					Складальні одиниці		
			1	МВК 00.000.01	Опорно приводне колесо	2	
			2	МВК 00.000.02	Маркери	2	
			3	МВК 00.000.03	Вентилятор	1	
			4	МВК 00.000.04	Секція робочих органів	12	
			5	МВК 00.000.05	Коробка зміни передач	2	
			6	МВК 00.000.06	Туковисівний апарат	3	
			7	МВК 00.000.07	Сошник туковий	12	
			8	МВК 00.000.08	Система трубопроводів	12	
Підп. і дата				9	МВК 00.000.09	Механізм передач	2
				10	МВК 00.000.10	Механізм навіски	1
				11	МВК 00.000.11	Повітряпровод	2
Взам. инв. №							
Підп. і дата							
Инв. № подл.	Изм./лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВК 00.000		
	Разработ.	Білостоцький			Сібалка Vesta 8	Лист	Лист
Проект.	Артеменко						1
	Н.контр.	Мачок			ЦНТУ		
	Утв.	Васильковський			зр. АІ-23М-1		

Копировал

Формат А4

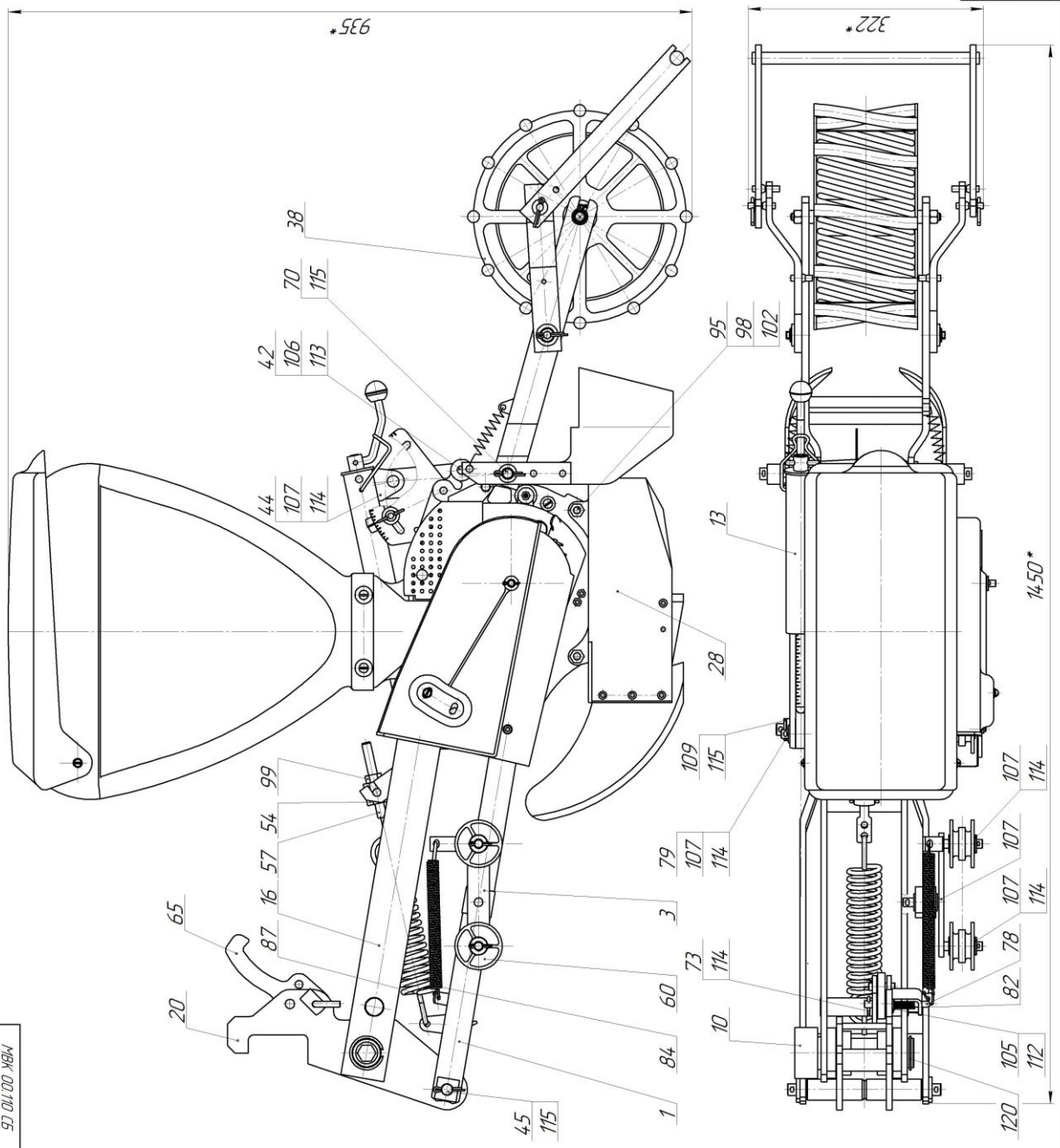
Перв. примен.	Формат	Знач.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №					Документація		
	A1			МВК 00.110 СБ	Складальне креслення		
					Складальні одиниці		
	A4	1		509.046.1250	Поводок	1	
	A4	3		509.046.1270	Натяжник	1	
	A4	10		509.046.1440	Опора	1	
	A4	16		509.046.14 90А-1	Поводок	1	
	A4	20		509.046.2050А	Кронштейн	1	
	A2	28		МВК 00.140	Сошник	1	
	A4	33		509.046.4 720	Винт регулювальний	1	
Взам. инв. №	A2	36		509.046.4 750А	Каток передній	1	
	A2	38		МВК 00.130	Прикачующий каток	1	
	A0	40		МВС 00.150	Апарат висівний	1	
Подп. и дата							
Инв. № подл.	Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	МВК 00.110		
	Разработ. Проект.	Білостоцький Артемько			Секція робочих органів		
Н.контр. Утв.	Мачок Васильковський			Лист			
							1
						ЦНТУ зр. АІ-23М-1	
					Формат А4		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Деталі</u>		
A4		42	С 4.602	Штир	1	
A3		45	С 48.601-09	Вісь	1	
A4		54	ССГ 00.121	Вкладш	1	
A4		57	ССГ 00.647	Винт	1	
A3		60	СУПА 00.016	Ролик	1	
A4		63	509.046.0023	Шкала	1	
A4		65	509.046.4107A	Зацеп	1	
A4		70	509.046.669-01	Ось	1	
A4		73	509.046.6026	Штир	1	
A4		78	509.046.6108	Штир	1	
A4		79	509.046.6201	Штир	1	
A4		82	552.6.008	Пружина	1	
A3		84	552.7.005	Пружина	1	
A3		87	552.7.016	Пружина	1	
Инв. № подл. Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата МБК 00.110 Лист						
Изм.	Лист	№ док-м.	Подп.	Дата		

Копировал

Формат A4

МВК 00.110.05



- 1. Крутний момент затягування деталей: поз. 95 і поз. 98 – 19,23 Нм (19,23 кгс·м).
- 2. Всі шарнірно сп'яжені деталі повинні вільно рухатись одна відносно одної без заїздів і перекасів.
- 3. *Розміри для довідки.
- 4. Інші технічні вимоги згідно ТУ У 29.3-057844.37-2552005

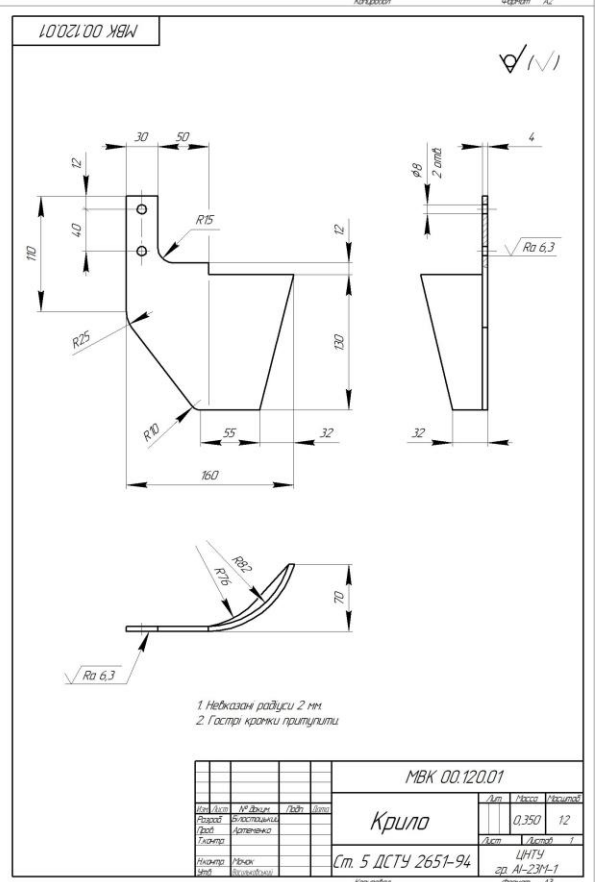
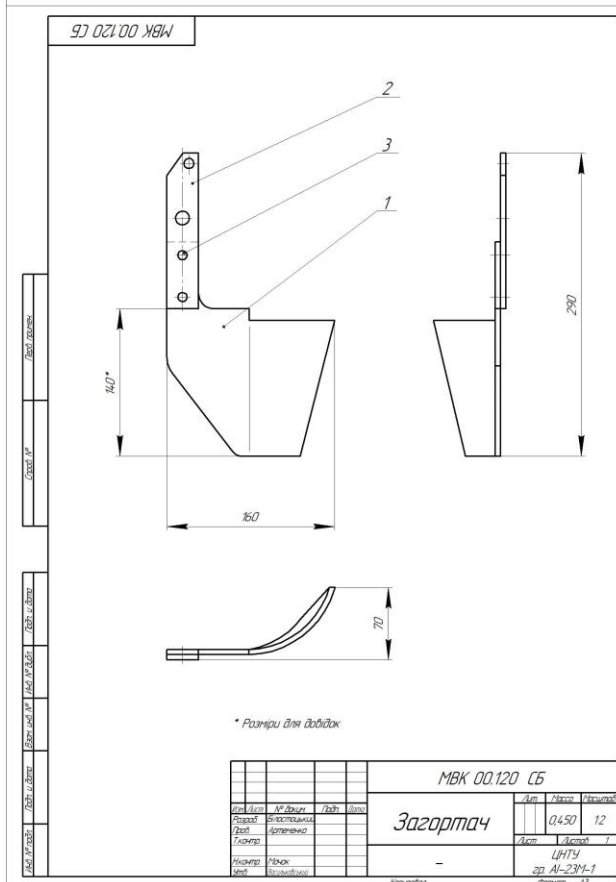
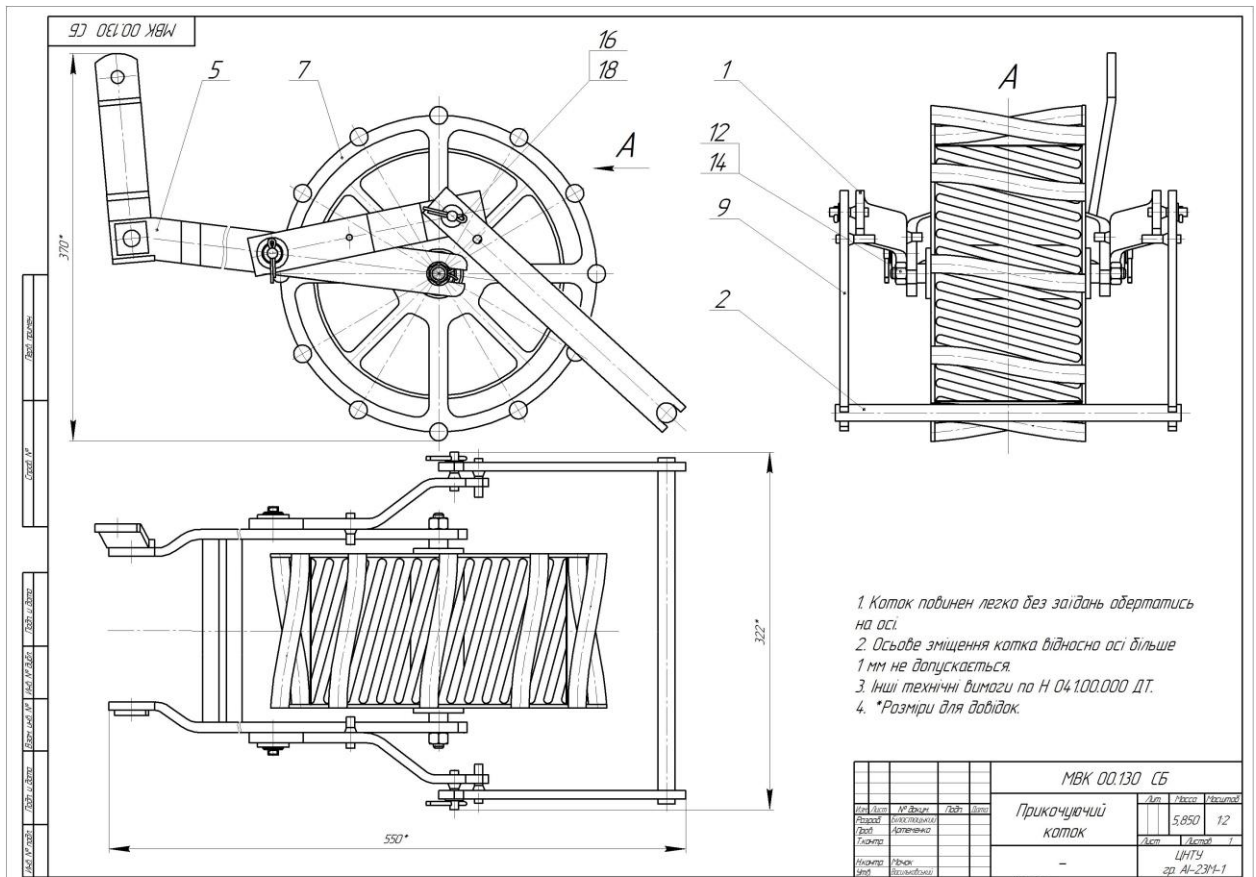
МВК 00.110.05		СЕКЦІЯ		Лист 1	
№	Вид	Вид	Вид	Вид	Вид
1	2	3	4	5	6
7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36
37	38	39	40	41	42
43	44	45	46	47	48
49	50	51	52	53	54
55	56	57	58	59	60
61	62	63	64	65	66
67	68	69	70	71	72
73	74	75	76	77	78
79	80	81	82	83	84
85	86	87	88	89	90
91	92	93	94	95	96
97	98	99	100	101	102
103	104	105	106	107	108
109	110	111	112	113	114
115	116	117	118	119	120
121	122	123	124	125	126
127	128	129	130	131	132
133	134	135	136	137	138
139	140	141	142	143	144
145	146	147	148	149	150
151	152	153	154	155	156
157	158	159	160	161	162
163	164	165	166	167	168
169	170	171	172	173	174
175	176	177	178	179	180
181	182	183	184	185	186
187	188	189	190	191	192
193	194	195	196	197	198
199	200	201	202	203	204
205	206	207	208	209	210
211	212	213	214	215	216
217	218	219	220	221	222
223	224	225	226	227	228
229	230	231	232	233	234
235	236	237	238	239	240
241	242	243	244	245	246
247	248	249	250	251	252
253	254	255	256	257	258
259	260	261	262	263	264
265	266	267	268	269	270
271	272	273	274	275	276
277	278	279	280	281	282
283	284	285	286	287	288
289	290	291	292	293	294
295	296	297	298	299	300
301	302	303	304	305	306
307	308	309	310	311	312
313	314	315	316	317	318
319	320	321	322	323	324
325	326	327	328	329	330
331	332	333	334	335	336
337	338	339	340	341	342
343	344	345	346	347	348
349	350	351	352	353	354
355	356	357	358	359	360
361	362	363	364	365	366
367	368	369	370	371	372
373	374	375	376	377	378
379	380	381	382	383	384
385	386	387	388	389	390
391	392	393	394	395	396
397	398	399	400	401	402
403	404	405	406	407	408
409	410	411	412	413	414
415	416	417	418	419	420
421	422	423	424	425	426
427	428	429	430	431	432
433	434	435	436	437	438
439	440	441	442	443	444
445	446	447	448	449	450
451	452	453	454	455	456
457	458	459	460	461	462
463	464	465	466	467	468
469	470	471	472	473	474
475	476	477	478	479	480
481	482	483	484	485	486
487	488	489	490	491	492
493	494	495	496	497	498
499	500	501	502	503	504
505	506	507	508	509	510
511	512	513	514	515	516
517	518	519	520	521	522
523	524	525	526	527	528
529	530	531	532	533	534
535	536	537	538	539	540
541	542	543	544	545	546
547	548	549	550	551	552
553	554	555	556	557	558
559	560	561	562	563	564
565	566	567	568	569	570
571	572	573	574	575	576
577	578	579	580	581	582
583	584	585	586	587	588
589	590	591	592	593	594
595	596	597	598	599	600
601	602	603	604	605	606
607	608	609	610	611	612
613	614	615	616	617	618
619	620	621	622	623	624
625	626	627	628	629	630
631	632	633	634	635	636
637	638	639	640	641	642
643	644	645	646	647	648
649	650	651	652	653	654
655	656	657	658	659	660
661	662	663	664	665	666
667	668	669	670	671	672
673	674	675	676	677	678
679	680	681	682	683	684
685	686	687	688	689	690
691	692	693	694	695	696
697	698	699	700	701	702
703	704	705	706	707	708
709	710	711	712	713	714
715	716	717	718	719	720
721	722	723	724	725	726
727	728	729	730	731	732
733	734	735	736	737	738
739	740	741	742	743	744
745	746	747	748	749	750
751	752	753	754	755	756
757	758	759	760	761	762
763	764	765	766	767	768
769	770	771	772	773	774
775	776	777	778	779	780
781	782	783	784	785	786
787	788	789	790	791	792
793	794	795	796	797	798
799	800	801	802	803	804
805	806	807	808	809	810
811	812	813	814	815	816
817	818	819	820	821	822
823	824	825	826	827	828
829	830	831	832	833	834
835	836	837	838	839	840
841	842	843	844	845	846
847	848	849	850	851	852
853	854	855	856	857	858
859	860	861	862	863	864
865	866	867	868	869	870
871	872	873	874	875	876
877	878	879	880	881	882
883	884	885	886	887	888
889	890	891	892	893	894
895	896	897	898	899	900
901	902	903	904	905	906
907	908	909	910	911	912
913	914	915	916	917	918
919	920	921	922	923	924
925	926	927	928	929	930
931	932	933	934	935	936
937	938	939	940	941	942
943	944	945	946	947	948
949	950	951	952	953	954
955	956	957	958	959	960
961	962	963	964	965	966
967	968	969	970	971	972
973	974	975	976	977	978
979	980	981	982	983	984
985	986	987	988	989	990
991	992	993	994	995	996
997	998	999	1000	1001	1002

Лист 1

Перв. примен.		Формат	Знач.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №		A2			МВК 00.120 СБ	Складальне креслення			
						Складальні одиниці			
		A3	1	509.046.4660	Поводок	1			
		A2	2	509.046.4470	Шлейф	1			
		A3	5	509.046.1240	Поводок	1			
Подп. и дата		A3	7	МВК 00.130	Коток сітчастий	1			
		A2	9	509.046.1330	Кронштейн	1			
					Деталі				
		A3	13	509.046.4405	Поводок	1			
		A3	15	509.046.5057	Очищувач	1			
Взам. инв. №		A3	17	509.046.5057-01	Очищувач	1			
		A4	18	509.046.667	Штир	1			
Подп. и дата		A4	19	509.046.669	Вісь	1			
Инв. № подл.					МВК 00.130				
		Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Прикочуючий коток			
		Разработ.	Білостоцький						
		Проект.	Артеменко						
		Н.контр.	Мачок			ЦНТУ зр. АІ-23М-1			
Утв.	Васильковський								

Копіював
Формат А4

Перш. примен.		Формат	Знач.	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Спроб. №						Документація		
		A2			МВК 00.120 СБ	Складальне креслення		
						Деталі		
		A2	1		МВК 00.120.01	Крило	1	
		A3	2		МВК 00.120.02	Планка	1	
						Стандартні вироби		
			3			Заклепка 8x4 ГОСТ 10299-80	2	
Підп. і дата					МВК 00.120			
		Изм.	Лист	№ докум.				
Инд. № подл.	Разраб.	Білостоцький			Загортач	Лист	Лист	Листов
	Проб.	Артеменко						1
	Н.контр.	Мачок				ЦНТУ		
	Утв.	Васильковський				гр. АІ-23М-1		
					Копіювання		Формат А4	



MBC 00001 H4

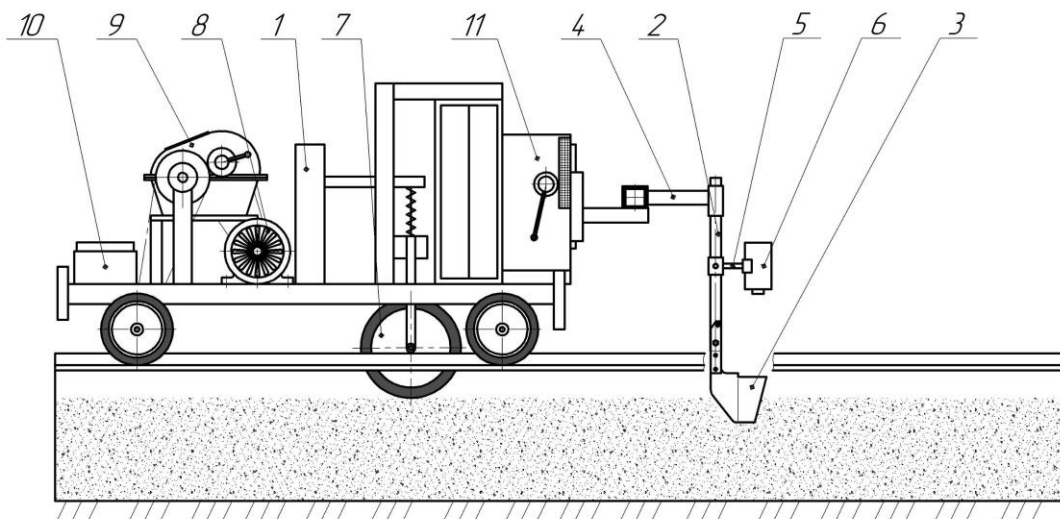
Задачі дослідження:

експериментально дослідити роботу загортаючих систем
просапної сівалки з метою аргументації раціональних
параметрів їх складових елементів;

провести оцінку техніко-економічної ефективності вдосконалених загортаючих систем в контексті їх впливу на продуктивність культури, що висівається.

Об'єкт дослідження: технологічний процес роботи загортаючих систем посівної секції просапної сівалки.

Предмет дослідження: конструктивно-технологічні параметри загортаючих систем посівної секції просапної сівалки та технологічні властивості ґрунту, які впливають на їх роботу.



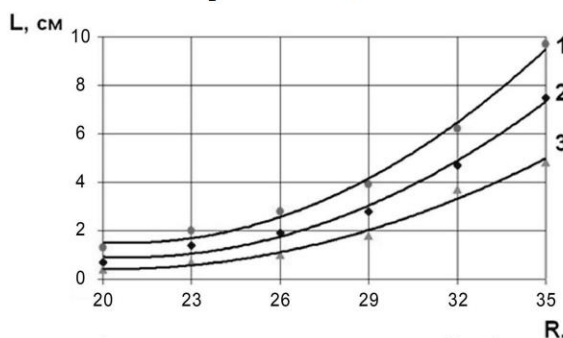
Лабораторна установка для експериментальних досліджень:

1 - візок самохідний; 2 - навісний кронштейн; 3 - загортач; 4 - кронштейн;
5 - кронштейн цифрової камери; 6 - камера цифрова; 7 - планувальний коток;
8 - електродвигун; 9 - коробка передач; 10 - баласт;
11 - механізм регулювання навісного обладнання

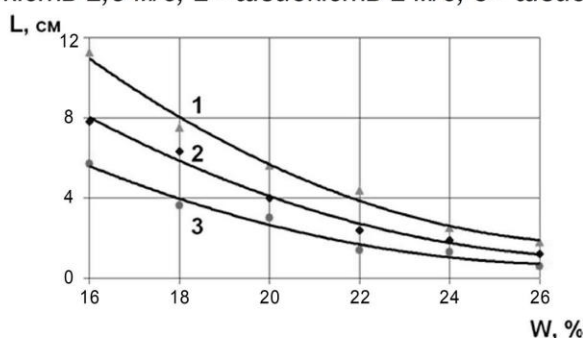
[illegible]

Результати експериментальних досліджень

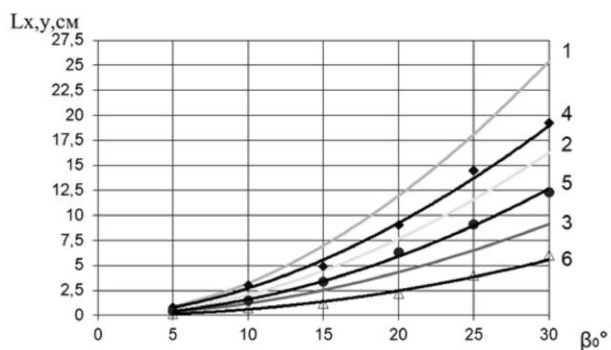
МВС 00.002 НЧ



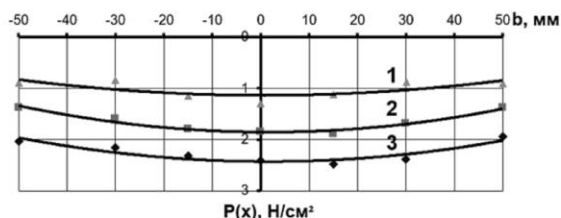
Дальність переміщення часток ґрунту в бік борозни із зміною радіуса умовної циліндричної поверхні при вологості $W=20\%$:
1 - швидкість 2,5 м/с; 2 - швидкість 2 м/с; 3 - швидкість 1,5 м/с



Зміщення часток ґрунту поверхню загортача залежно від вологості ґрунту при радіусі робочої поверхні $R=32$ мм для різних швидкостей руху:
1 - швидкість 2,5 м/с; 2 - швидкість 2 м/с; 3 - швидкість 1,5 м/с



Дальність переміщення ґрунту в бік борозни із зміною кута сходу робочої поверхні: 1,2,3 - теоретичні криві, 4 - експериментальна (швидкість 2,5 м/с), 5 - експериментальна (швидкість 2 м/с), 6 - експериментальна (швидкість 1,5 м/с)



Розподіл полів напружень під удосконаленим котком при $W=20\%$ та щільності ґрунту $\rho=0,8$ г/см³:
1,2,3 - навантаження на коток, відповідно 100,150,200 Н

МВС 00.002 НЧ									
Результати експериментальних досліджень	Ал.	Метод	Метод						
ЦНТУ	Ал.	Метод	Метод						
гр. АІ-234-1	Ал.	Метод	Метод						
Результати експериментальних досліджень	Ал.	Метод	Метод						