

Центральноукраїнський національний технічний університет

ЦЗДО

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

_____ Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«____» _____ 2024 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

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

«Механізація вирощування ріпаку з дослідженням та
вдосконаленням ґрунтообробного агрегату»

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи AI-23M3

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Серба Станіслав Іванович

«____» _____ 2024 р.

Керівник роботи

доцент, канд. техн. наук

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«____» _____ 2024 р.

Рецензент

доцент, докт. техн. наук

_____ Вадим БРЕДИХІН

«____» _____ 2024 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет Агротехнічний

Кафедра Сільськогосподарського машинобудування

Рівень вищої освіти другий (магістерський) рівень

Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма ОПП «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

« » 2024 року

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

ЗА ДРУГИМ (МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ

ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ

Сербі Станіславу Івановичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Механізація вирощування ріпаку з дослідженням та вдосконаленням ґрунтообробного агрегату

- ## 2. Керівник роботи (проекту)

Лещенко Сергій Миколайович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

- ### 3. Строк подання роботи до захисту

- #### 4. Мета та завдання дипломної роботи (проекту)

- ## 5. Перелік графічного матеріалу

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка

Дата видачі завдання
« ____ » _____ 2024 р.

Підпис керівника

(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання
« ____ » _____ 2024 р.

Підпис здобувача _____
(прізвище та ініціали)

Анотація

Тема: «Механізація вирощування ріпаку з дослідженням та вдосконаленням ґрунтообробного агрегату»
ґрунтообробний агрегат, безполицевий обробіток, зниження енергоємності, ущільнена підосва, чизельний глибокорозпушувач, глибина обробітку

Під час виконання дипломної роботи проведено аналіз базової технології вирощування ріпаку в господарстві, проаналізовано переваги та недоліки існуючих технологічних операцій та проведено огляд технічного забезпечення процесів. Встановлено, що проблемним і енергозатратним етапом виконання робіт залишається етап основного обробітку ґрунту, адже виконання класичної полицевої оранки приводить не лише до підвищених витрат енергії а й сприяє загостренню проявів ерозії ґрунту. Проведені технологічні розрахунки, що доводять ефективність використання на операціях безполицевого обробітку агрегату у складі чизеля навісного ЧН-3,5 та трактора Т-150К.

Під час виконання наукової частини вивчено конструкцію, основні регулювання та визначені переваги і недоліки комбінованого чизельного агрегату, який буде працювати в господарстві на операціях глибокого безполицевого обробітку. Виконано ряд інженерних розрахунків агрегату та вдосконалено конструкцію чизельної лапи із прямим стояком.

Під час експериментальних досліджень, що проведені за класичною методикою планування експериментів із використанням комп'ютера отримані рівняння регресії та графічні результати, які дозволяють встановити раціональні значення конструктивних та технологічних параметрів чизеля. Доведено, що при робочій швидкості глибокорозпушувача 10,5...11,5 км/год, глибини обробітку ґрунту чизельними лапами 0,36...0,4 м, відстані між слідами чизельних лап близько 0,6 м та відстані між рядами чизельних лап 1...1,2 м вдається досягти якості обробітку ґрунту на рівні 74...78%. Такі якісні показники роботи вдосконаленого агрегату повністю відповідають чинним агровимогам а отримані параметри чизельного агрегату можуть бути рекомендованими до впровадження та ефективно забезпечувати обробіток ґрунту за ускладнених умов роботи.

Abstract

Topic: «Mechanisation of rapeseed cultivation through research and development of a tillage unit»
soil tillage unit, tine-free tillage, energy efficiency reduction, compacted sole, chisel subsoiler, tillage depth

During the execution of the thesis, an analysis of the basic technology of growing rapeseed on the farm was carried out, the advantages and disadvantages of existing technological operations were analyzed and a review of the technical support of the processes was conducted. It was established that the main tillage stage remains a problematic and energy-consuming stage of the work, because the performance of classical shelf plowing leads not only to increased energy consumption but also contributes to the exacerbation of soil erosion. Technological calculations were carried out, proving the effectiveness of using the unit in the operations of shelfless tillage consisting of a mounted chisel CHN-3.5 and a T-150K tractor.

During the scientific part, the design, basic adjustments, and advantages and disadvantages of the combined chisel unit, which will be used in the farm for deep, non-slabbed cultivation operations, were studied. A number of engineering calculations of the unit were performed and the design of the chisel paw with a straight riser was improved.

During experimental studies conducted using the classical method of experimental planning using a computer, regression equations and graphical results were obtained, which allow establishing rational values of the design and technological parameters of the chisel. It was proven that at a working speed of the subsoiler of 10.5...11.5 km/h, a depth of tillage with chisel paws of 0.36...0.4 m, a distance between the traces of chisel paws of about 0.6 m and a distance between rows of chisel paws of 1...1.2 m, it is possible to achieve the quality of tillage at the level of 74...78%. Such qualitative indicators of the operation of the improved unit fully comply with the current agricultural requirements, and the obtained parameters of the chisel unit can be recommended for implementation and effectively ensure tillage under difficult operating conditions.

Зміст

1. Вступ.....	7
2. Технологічна частина	9
3. Наукова частина	38
4. Охорона праці.....	58
5. Обґрунтування ефективності вдосконалень.....	60
6. Висновок	62
Список використаної літератури	63
Додатки.....	66

					МВРГ 00.000 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Вступ

Україна є одним із світових лідерів у вирощуванні багатьох сільськогосподарських культур. Попри війну, економічні труднощі, нестабільність ринків збуту та інші проблеми, аграрний сектор країни продовжує функціонувати та демонструє певні ознаки відновлення. Як і до війни, у сфері рослинництва актуальною залишається проблема збереження родючості ґрунтів.

Останнім часом виробники сільськогосподарської продукції зосереджуються на збільшенні обсягів збору врожаїв. Проте, для досягнення високих результатів на практиці часто застосовуються технології з надто високим рівнем хімізації виробництва. Такий підхід є головною причиною забруднення ґрунтів і довкілля в цілому, що в комплексі призводить до втрати структури та потужного виснаження ґрунтів. Крім того, на стан ґрунтів негативно впливає використання ерозійно небезпечних знарядь, важкої сільськогосподарської техніки, а також поширеної останнім часом практики постійного вирощування однієї культури на одному полі.

Водночас у деяких регіонах України функціонують прогресивні господарства, які намагаються протистояти цим проблемам. Вони впроваджують сівозміни, вдосконалюють технологічні процеси вирощування культур, відмовляються від використання ерозійно небезпечної техніки та переходять на ґрунтозахисні й енергозберігаючі технології. Такі заходи сприяють збереженню родючості ґрунтів і сталому розвитку агропромислового комплексу.

Один із найбільш проблемних етапів технологічного процесу вирощування сільськогосподарських культур на полях господарств нашої держави є основний обробіток ґрунту. Класичний метод полицевої оранки характеризується високою енергоємністю та значним ризиком виникнення

					МВРГ 00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Серба				Пояснювальна записка	Літ.	Арк.
Перевір.	Леценко						7
Реценз.						ЦНТУ, гр. АІ-23МЗ	
Н. Контр.	Мачок						
Затверд.	Васильковський						

різних видів ерозій ґрунту. Сучасні дослідження, а також практичний досвід місцевих та зарубіжних фермерів і науковців, доводить що є безальтернативним поступовий перехід від полицевої оранки до глибокого розпушування ґрунту без його перевертання. Незважаючи на те, що такі технології не є новими, вони залишаються перспективними, хоча їх впровадження в Україні відбувається доволі повільно. Тому дослідження можливостей інтеграції безполицевого обробітку ґрунту в технології вирощування польових культур і розробка рекомендацій щодо технічного забезпечення цих процесів є актуальним завданням, яке потребує вирішення в межах даної роботи.

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

2. Технологічна частина

2.1. Місце ріпаку в господарстві, його значення, сфери використання та технологія виробництва

Загальна характеристика сільськогосподарської культури ріпак

Ріпак – це однорічна олійна сільськогосподарська культура, яка останнім часом стала дуже популярною порівняно із іншими олійними рослинами, що культивуються в нашій державі. Латинська назва ріпаку – *Brassica Napus L.*, досить часто зустрічаються ще такі його назви, як кольза або рапс. У сівозміні більш корисним є озимий ріпак, тому саме його сорти в більшості випадків вирощують місцеві фермери. Крім того, вирощений врожай ріпаку характеризується високим попитом на ринку продукції і стабільним ціноутворенням, що робить його виробництво економічно доцільним і обґрунтованим [1...4].

Історія ріпаку як сільськогосподарської культури нараховує не одне тисячоліття. Ряд агрономів вважають, що ця культура була відома ще більше 4000 років до нашої ери. Батьківщиною ріпаку вважаються країни північного Середземномор'я. Найбільшого поширення ріпак набув у XIX столітті, коли попит на нього зріс через інтенсивний розвиток техніки. У цей період ріпакова олія стала важливим ресурсом, оскільки її використовували як технічну оливу та досить часто саме ріпаковою оливою заміщали більш дефіцитні і дорогі технічні оливи.

В Україні ріпак також набув значної популярності і розповсюдження наприкінці XIX – початку XX століття, саме в цей період площі його посівів в кілька разів перевищували посіви соняшнику, і саме ріпак був головною олійною культурою. Проте в середині XX століття соняшник майже повністю витіснив ріпак на полях господарств, а його вирощування стало достатньо рідкісним явищем [3].

Новий етап розвитку ріпаку розпочався на початку XXI століття, коли зросла потреба в відновленні сівозмін і пошуку альтернативних джерел

					МВРГ 00.000 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

енергії. Сьогодні ріпак є однією з основних культур для виробництва біопалива, що суттєво підвищує його популярність та достатній попит на ринку продукції [1, 4].

Як класична олійна сільськогосподарська культура, насіння ріпаку має високий вміст олії, що становить близько 48–52%. Цю олію найчастіше використовують у лако-фарбовій промисловості, миловарінні, харчовій галузі (зокрема, для виробництва маргаринів і жирозамінників).

З біологічної точки зору, рослина ріпаку (рис. 1, 2) [1...4] має високе стебло (до 1,5–1,7 м) із характерним і чітким розгалуженням у верхній частині, де відбувається формування суцвіття. Протягом всього вегетаційного періоду рослина ріпаку вкрита восковим нальотом, який має сизо-зелене забарвлення.



Рис. 1. Характерні особливості сільськогосподарської культури ріпак

Листова маса ріпаку покрита густим восковим нальотом, а більшість листків розташовані в нижній частині рослин. Листки ріпаку поділяють на три групи [3]:



Рис. 2. Вигляд суцвіття ріпаку, його стручків та насіння

Прикоренева листкова маса – це листки в нижній частині рослини, ліроподібної форми, з поверхнею, вкритою білими волосками.

Середня листкова маса – листки на стеблі, яких значно менше; вони можуть бути видовжено-списоподібної або ліроподібної форми.

Верхня листкова маса – найменша кількість листків на стеблі, безчерешкові, видовжені, з розширеною основою, що охоплює стебло.

Коренева система ріпаку є стрижневою, веретеноподібною. Коріння може проникати під час росту в ґрунт на глибину до 2,5–3 м, але при цьому залишається слабо розгалуженим з незначною кількістю мичкуватих корінців. Озимий ріпак, посіяний восени, до початку зимових холодів для вдалої земівлі повинен сформувати розетку з 6–9 листків. Навесні вегетація відновлюється, рослина випускає стебло та формує суцвіття у вигляді нещільних китиць із квітками золотистого або яскраво-жовтого кольору. На центральній китиці розташовується 20–40 квіток, кожна з яких має чотири пелюстки та шість тичинок (чотири довгі, дві короткі). Довгі пелюстки із маточками а короткі – тичинки.

Плоди ріпаку – це довгі стручки, що мають довжину від 6 до 11 см. Саме в сформованих стручках формується 18...40 насінин, що мають гладку поверхню та помітним головним нервом, який і виконує функцію живлення цієї зернини ріпаку під час росту рослини. На кінці кожного стручка є гострий

носик, що має довжину від 10 до 20 мм. Кожна рослина потенційно може формувати в середньому 200–400 стручків. Насіння ріпаку після дозрівання має практично правильну округлу форму, поверхня насіння є чорного або темно-коричневого кольору. Залежно від сорту та технології вирощування, яка реалізується в господарстві, ґрунтово-кліматичних та інших умов, маса 1000 насінин вирощеного ріпаку може змінюватися в діапазоні 3...7 гр. [1...4].

Недоліки вирощування ріпаку є традиційними для багатьох інших польових культур, головний із яких це надто високі вимоги цієї культури до наявності достатньої кількості вологи, особливо восени, що насамперед є характерним для етапу формування листків і навесні, коли відбувається пробудження від «сну» та спостерігається відновлення інтенсивного росту рослин. Транспіраційний коефіцієнт ріпаку є теж дуже високим та складає 500–750. Водночас рослина ріпак – морозостійка, починає сходити вже при температурі +0,1 °С, а сприятливою температурою для продуктивного росту рослин в полі є діапазон температур повітря +14...+17 °С. Рослина ріпак легко витримує морози до -17 °С, однак підвищені температури та нестача вологи можуть спричинити передчасне висихання стручків, зниження врожайності та погіршення якості насіння.

Ріпак найкраще росте на чорноземах, темно-сірих та сірих лісових ґрунтах із кислотністю ґрунтового середовища близькому до 6,0–6,5 рН за умов якісної підготовки ґрунту саму під вирощування цієї культури. Період вегетації ріпаку від сходів до збору готового врожаю триває в середньому 290...320 діб. Усі сорти ріпаку належать до рослин довгого дня, що варту врахувати при проектуванні і реалізації технологічних процесів вирощування ріпаку в господарських умовах [7].

Огляд існуючої технології вирощування ріпаку та пропозиції по її інтенсифікації

Ріпак є дуже бажаною культурою при проектуванні сівозміни в агроформуваннях нашої держави, так і в базовому фермерському господарстві

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

ця культура є однією із важливих культур сівозміни, займаючи близько 15% посівних площ. Тому актуальними для вирощування ріпаку залишаються питання стабільності та якості зібраного врожаю, вдосконалення технологій вирощування, оптимізації технічного забезпечення, ретельний підхід до рівня удобрення та загальної хімізації виробництва, скорочення собівартості виробництва а також практичне використання наукових підходів до послідовності технологій і ефективності їх реалізацій при вирощуванні ріпаку. Реалізація зазначених аспектів сприятиме підвищенню врожайності, зниженню собівартості продукції та мінімізації втрат врожаю ріпаку через пошкодження чи подолання несприятливих факторів вирощування. Враховуючи значну чутливість ріпаку до агротехнічних строків виконання операцій, важливо дотримуватися обґрунтованих термінів проведення робіт, що дозволяє частково зменшити вплив несприятливих ґрунтово-кліматичних умов.

Технічне забезпечення господарств, правильне і ефективне комплектування агрегатів для операцій, раціональна підготовка посівних площ та інші технологічні аспекти суттєво впливають на вартість вирощеного врожаю ріпаку. Це створює можливості для збільшення обсягів вирощування ріпаку, подальше збільшення площ посіву цієї культури і зниження собівартості продукції. Ефективне застосування досвіду інших господарств, які впроваджують раціональні технології, забезпечення якісного насіннєвого матеріалу та ефективних засобів агрохімії сприятиме стабільному врожаю навіть за несприятливих умов.

На початковому етапі вирощування ріпаку важливо правильно вибрати попередника, адже ця культура на протязі всього вегетаційного процесу потребує великої кількості вологи та поживних речовин, що визначає кінцевий результат реалізованих технологій. Найкращими попередниками для вирощування ріпаку є зернобобові культури та багаторічні трави. Важливо також врахувати, що ріпак це культура, що підлягає перехресному запилення,

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

а тому для отримання врожаю слід ізолювати його від інших культур що теж є перехреснозапилювальними на відстань 0,5 і більше кілометри.

Відомою особливістю вирощування такої культури як ріпак, поряд із вимогами щодо вологи, є високі вимоги до якості і рівномірності підготовки ґрунту. Ці вимоги висуваються не лише до розмірів структурних часток і підрізання бур'янів і інших включень, а й до необхідності руйнування ущільненої підорної підшви, що в своїй сукупності сприяє поліпшенню водопроникності та загальному покращенні водно-повітряного режиму всього орного горизонту. Враховуючи перелічену інформацію можна підтвердити, що сприятливі умови вирощування ріпаку є легко забезпечувані при вирощуванні цієї культури на класичних чорноземах і лісових ґрунтах. Поряд із цим, зазначимо, що досягти сприятливих умов щодо обробітку ґрунту під ці культури дуже складно на вироджених, переущільнених та засмічених бур'янами ґрунтах, а кількість операцій по обробітку ґрунту за потреби вирощування на таких полях ріпаку часто є занадто великою та й операції є складними, що підвищують собівартість врожаю. Якщо на полі комплексно не створені сприятливі умови для вирощування ріпаку, рослини розвиваються дуже неоднорідно, часто бувають кволими, ускладнюється формування стручків а при великому дефіциті поживних речовин чи вологи спостерігається їх загибель. З метою часткового вирішення зазначених проблем із обробітком ґрунту, зокрема на несприятливих для цієї рослини ґрунтах практикують впровадження в технологічний процес операцій глибокого розпушування поля без обертання скиби. Такий вид обробітку, як відомо направлений на руйнування ущільненої підшви, а його раціональне поєднання із іншими, вчасно проведеними операціями поверхневого обробітку дозволять нівелювати несприятливі чинники та створити гарні передумови для отримання стабільного врожаю.

Як зазначалося вище і неодноразово доведено [1...9], що ріпак висуває жорсткі вимоги до наявності в ґрунтовому середовищі великої кількості

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

вологи. Доведено і той факт [8], що якщо під час вирощування ріпаку на полі господарства річна сума опадів складає 600...700 мм, умови щодо наявності води є дуже сприятливими; якщо загальна кількість річних опадів складає 500...600 мм – умови вважаються задовільними, хоча отримати за такої кількості води високих врожаїв ріпаку є складною задачею і якщо річна сума опадів нижча 400 мм, врожай отримати складно, а іноді і взагалі неможливо причому культивування вологостійких сортів цієї культури не може розв’язати проблему відсутності чи дефіциту вологи.

Наряду із загальною кількістю опадів при вирощуванні ріпаку суттєвий вплив на врожайність цієї культури чинить рівномірність цих опадів протягом року, а якщо конкретніше – розподіл опадів на різних етапах росту і розвитку рослин ріпаку. Відомо, що досить небагато вологи ріпак вимагає під час сходження рослин [5], так, під час вирощування озимих сортів цієї культури, коли він сходить восени, для проростання ріпаку достатньо $\frac{1}{2}$ сухої маси насінини, що є достатньо невисокими показниками. За умов якісної підготовки ґрунту під посів та вчасного посіву, ріпак сходить протягом 6...8 днів. Якщо на цьому етапі мають місце опади, то сходження ріпаку відбувається ще швидше.

Як засвідчують дані [6, 7] найкращі врожаї на полях нашої держави вдається досягти за умов інтенсивної технології вирощування ріпаку, що передбачає наступний порядок дій:

- реалізація розміщення ріпаку на полі із врахуванням сівозмін за умов розміщення після найкращих попередників, до яких належать чорний та зелений пар, всі зернові, зернобобові культури, однорічні і багаторічні трави;
- підтримання обґрунтованих норм внесення добрив, намагання поєднати використання як мінеральних так і органічних добрив, що дозволить максимально повно забезпечити рослини під час вегетації поживними речовинами;

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

- ретельний і обґрунтований підхід до вибору необхідних агрегатів та їх комплектування, встановлення бажаних кінематичних та швидкісних режимів роботи агрегатів в полі, ефективне налаштування та підготовка агрегатів і поля до роботи, комплексне виконання всіх робіт щодо вчасного і максимально дешевого виконання всіх етапів технологічного процесу за умов мінімальної шкоди для ґрунту та досягнення максимальної кількості і найкращої якості врожаю;
- раціональне використання доцільних для конкретних умов і найбільш ефективних засобів агрохімії, зокрема для боротьби із хворобами, шкідниками, бур'янами конкретного виду і стадії розвитку;
- повноцінна реалізація інтенсивної технології вирощування ріпаку, раціоналізація кожного технологічного етапу, вдосконалення системи оплати праці механізаторів, обґрунтований підхід до оновлення сільськогосподарських машин і обладнання, організація ефективної системи ремонту та технічного обслуговування техніки та ін.

Реалізація в господарстві операцій обробітку ґрунту при вирощуванні ріпаку

За умови, що базове господарство практикує реалізацію інтенсивної технології вирощування ріпаку в умовах Центральної України проводиться традиційний обробіток ґрунту. Зважаючи на те, що ріпак є дуже дрібнонасіненною культурою, це висуває додаткові підвищені вимоги до структури обробленого горизонту ґрунту, додаткового вирівнювання поверхні поля, що зазвичай ускладнює весь комплекс ґрунтообробних операцій в господарських умовах.

В базовому господарстві під час вирощування ріпаку проводять класичну полицеву оранку плугом, вирівнювання денної поверхні після оранки агрегатом ВП-8, наступні кількарізкові операції по руйнуванню поверхневої дощової ґрунтової кірки, для чого використовуються легкі зубові борони типу зигзаг та суцільна культивування із повним знищенням рослинності

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

на поверхні поля із глибиною на кілька сантиметрів більшою за посів, для чого використовують у господарстві культиватор КПС-4 у агрегаті із трактором МТЗ-82. За умов недостатнього осадження ґрунту під час реалізації технології вирощування ріпаку в господарстві практикують прикочування ґрунту, що проводять котком ЗКК-6А

Сьогодні при вирощуванні озимого ріпаку в господарстві після класичної оранки проводять ретельне вирівнювання поверхні ґрунту таким агрегатом як ВП-8, кількарязове руйнування по мірі її утворення дощової ґрунтової кірки, що в господарстві проводиться легкими зубовими бородами і зрештою – культивація культиватором КПС-4 на глибину більшу за посів на 1...2 см. із повним знищенням бур'янів. За певних умов, коли є необхідність провести прикочування ґрунту під час вирощування ріпаку використовується агрегат у складі Т-150-05+СП-11+43ККШ-6А.

Початок робіт по обробітку ґрунту під час реалізації технології вирощування ріпаку проводиться у вигляді лушення стерні попередника. Саме лушення стерні попередника забезпечує провокування сходження бур'янів, дозволяє ефективно подрібнити і заробити добрива, насіння бур'янів, органіку, що є на поверхні поля приблизно на однакову глибину та сприяє значному зниженню випаровування вологи через поверхню поля. Час проведення лушення фактично співпадає чи є дуже наближеним до операцій збирання попередника та має бути проведеним дуже швидко, щоб зберегти максимальну кількість поживних речовин. Лушення стерні в базовому господарстві проводять дисковими лушильниками ЛДГ-15, які агрегуються енергетичними засобами Т-150К.

Оранку полицевим плугом при вирощуванні ріпаку на Кіровоградщині проводять переважно в першій декаді серпня. При реалізації оранки в господарстві досить часто використовують додаткові робочі органи, зокрема ті, що дозволяють провести додаткове кришення, вирівнювання, руйнування дна борозни чи, за потреби, ущільнення ґрунту тощо. Основним агрегатом для

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

проведення оранки під посів ріпаку є класичний плуг ПЛН-5-35 у поєднанні із трактором Т-150К.

Проведення операцій удобрення при вирощуванні ріпаку

Для забезпечення високих вимог щодо живлення ріпаку необхідно раціонально підійти до вибору системи удобрення і засобів досягнення необхідних операцій. Саме за рахунок удобрення намагаються в господарстві в ґрунтове середовище повернути всі потрібні для ріпаку поживні речовини, причому їх стан має бути в максимально доступному вигляді для засвоєння корінням рослин. До того саме система удобрення має вирішальний вплив на стійкість рослин до зараження хворобами та морозостійкість під час несприятливих умов вирощування.

Під час вирощування ріпаку, до особливостей культивування цієї рослини можна віднести те, що ріпак найбільше поживних речовин із ґрунтового середовища засвоює саме весною, після повноцінного відновлення вегетації цієї польової культури, а підвищене засвоювання поживних речовин спостерігається до завершення етапу цвітіння ріпаку. Під час проектування технологічного процесу вирощування ріпаку в господарстві слід відмітити, що найчастіше процеси удобрення доводиться проводити за умов знижених температур. Така особливість пов'язана із тим, що ріпак, на відміну від інших культур відновлює свою весняну вегетацію дуже рано [5].

Стартову норму внесення добрив під час вирощування ріпаку в господарстві реалізують розкидним способом із використанням розкидачів різних конструкцій. В базовому господарстві для внесення стартової норми використовують розкидач МВУ із наступною оперативною заробкою розкиданих добрив під час лушення стерні попередника та полицевої оранки. Крім внесення стартової дози в господарстві вирощуючи ріпак проводять внесення добрив разом із посівом. Завершальним же етапом підживлення рослин ріпаку є догляд за посівами, для чого може використовуватися як розкидання чи обприскування так і міжрядний¹ обробіток.

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

Операції посіву ріпаку в господарських умовах

Щоб вирощування ріпаку було ефективним, насіння цієї культури маємо ретельно підготувати до проведення посіву. Підготовка насіння до посіву передбачає реалізацію операцій обеззаражування насіння ріпаку. Основне призначення операції обеззаражування це знищення чи пригнічення різних поверхневих та внутрішніх інфекцій, створення умов для повноцінного захист посівного матеріалу, та молодих рослин після проростання. Це, зокрема відноситься до захисту від зараження прикореневими гнилями, пошкодження шкідниками тощо. Останнім часом на етапі проведення обеззараження посівного матеріалу широко практикують обробку ріпаку біологічними стимуляторами росту, з ціллю суттєвого поліпшення схожості рослин та надання насінню достатньої кількості поживних речовин на ранніх етапах розвитку. Насіння ріпаку на етапі його підготовки до посіву в ґрунт обробляється на складах чи токах господарства в два цикли. Під час першого етапу обробки насіння протруюють десь за місяць до виконання посівних робіт та друге обеззараження та обробку стимуляторами росту проводять десь за 5...8 днів до безпосереднього посіву.

Так як ріпак є дуже дрібнонасінневою культурою, найкраще його сіяти пневматичною ріпаковою сівалкою СПР-6 в агрегаті із енергетичним засобом МТЗ-1221. Однак, в ряді вітчизняних господарств використовуються більш поширені сівалки, серед яких СЗТ, СТС, СЗС тощо. У базовому господарстві для посіву ріпаку використовують агрегат до складу якого входить сівалка СЗТ-3,6 та трактор МТЗ-82. Специфіка сходження, росту та досягання ріпаку диктує вимоги щодо необхідності виконати весь обсяг посівних робіт в межах одного поля якомога скоріше, але не довше ніж за 1...2 дні.

Технологія догляду за посівами ріпаку в господарстві

Після проведення посівних операцій із врахуванням дрібнозернистості насіння ріпаку з метою поліпшення контакту останнього із частками ґрунту та поліпшенням підведення до насіння вологи проводять коткування посівів.

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

Коткування призначено для прискорення сходження рослин та покликане створити рівномірні умови для живлення коріння ріпаку по всій площі поля. Для прикочування ґрунту в господарстві використовують котки ЗКК-6А. При випадінні опадів до появи проростання рослин ріпаку є висока ймовірність утворення на поверхні поля ущільненої ґрунтової кірки, яка крім ускладнення сходження культурних рослин прискорює випаровування вологи із поверхні поля. З метою руйнування такої дощової кірки на полі практикують боронування посівів упоперек розміщеним рядкам боронами БЗЗТ-1. Якщо ріпак в господарстві культивують широкорядним способом, то під час росту рослин проводять кількарізковий міжрядний обробіток цієї культури. Для міжрядного обробітку ріпаку найкраще адаптовані бурякові культиватори для міжрядного обробітку УСМК-5,4 разом із трактором МТЗ-80, параметри якого переналаштовані із врахуванням ширини міжрядь.

Маємо відмітити, що вирощуючи ріпак варто значну увагу приділити ймовірній забур'яненості посівів, адже специфікою ріпаку є те, що він є надто чутливий до бур'янів і навіть за умови відносно невисокого забур'янення культурні рослини починають пригнічено розвиватися та можуть повністю загинути. Враховуючи це, під час проектування технологічних процесів вирощування ріпаку передбачено цілий комплекс агротехнічних та хімічних засобів направлених на знищення бур'янів.

Технологія збирання ріпаку в господарстві

При збиранні вирощеного врожаю ріпаку ряд господарств, в тому числі і базове, стикаються із головною проблемою, що ускладнює процес збирання – це надто дрібне насіння, розміри якого зазвичай складають від 0,9 до 2,2 мм. До цих проблем додають ще складнощів на етапі збирання врожаю значна висота рослин ріпаку висока нерівномірність та розгалудження розміщення стручків, значна нерівність в дозріванні, дуже швидке розлущування стручків навіть при мінімальному контакті із робочими органами пересушених стручків та інші проблеми. Варто зазначити, що значна нерівномірність у досяганні

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

ріпаку має місце як в межах рослини так із ще більшою ймовірністю виникнення в межах одного поля.

За умов, коли в господарських умовах практикується двофазна технологія збирання ріпаку, для скошування у валок використовують звичайні жатки, серед них ЖВН-6, ЖВС-6, ЖСБ-4,2, ЖРБ-4,2А тощо. За кілька днів після формування на полі валків скошеного ріпаку спостерігається підсихання зваленого збіжжя і вологість знижується до 10...12% проводять підбирання валків самохідними зернозбиральними комбайнами із послідуочим обмолотом насіння. З метою зниження втрат ріпаку при розлускуванні стручків цієї культури навіть за мінімального контакту культури із робочими органами зернозбиральних агрегатів для ріпаку рекомендують його підбирання і обмолот проводити пізно ввечері або рано зранку.

Якщо ж в господарстві практикують пряме комбайнування вирощеного ріпаку, початок робіт співпадає із дозріванням цієї культури, що характерно досягненням вологості культурних рослин на корню близько 11...15%. Якщо склалися умови, що рослини ріпаку в межах поля дозрівають дуже нерівномірно, збір врожаю методом прямого комбайнування є неможливим, тому що при вологості рослин 9 і нижче відсотків спостерігається осипання насіння і збирати його без дуже високих втрат практично неможливо.

Якщо ж в господарстві проводять пряме комбайнування ріпаку зернозбиральний комбайн із ціллю зменшення втрат насіння рослини переналаштовують, так, практикують встановлення різального апарату подовженої конструкції, що отримав назву у фермерів – стіл ріпаковий. Така модернізація комбайнів дозволяє знизити втрати через те, що навіть після розлускування стручків насіння ріпаку опадає не на поверхню поля а на ріпаковий стіл із якого транспортується далі до жатки. Для того, щоб зменшити травмування ріпакового насіння під час його збирання і зниження розлускування стручків ріпаку практикують зниження частоти обертання молотарки зернозбирального комбайна до 600 об/хв. За умов прямого

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

комбайнування ріпаку частота обертання молотарки повинна встановлюватися на рівні 800 об/хв. Зважаючи на дуже дрібне насіння ріпаку очистити його робочими органами зернозбиральних комбайнів та довести до придатного де зберігання стану майже неможливо, а тому суттєво на якість зібраного збіжжя і його ціну відіграють ефективність і способи подальших операцій післязбирального очищення зібраного насіння.

Операції післязбирального очищення ріпаку в господарстві

Технології післязбирального очищення ріпаку в господарських умовах передбачають наступні види робіт: попереднє очищення зібраного збіжжя, первинне очищення та сушіння насіння ріпаку до регламентованої вологості.

Задачею операцій попереднього очищення врожаю ріпаку в господарстві є швидке виділення із зібраного матеріалу максимальної кількості домішок. Є доведеним фактом, що разом із повноцінним насінням ріпаку при його комбайновому збиранні до врожаю потрапляє дуже велика кількість різноманітних домішок різноманітного походження, до того ж ще й вологість більшості із цих домішок може в кілька разів перевищувати вологість насіння основної культури. Отже, саме наявність значної кількості домішок у врожаю підвищеної вологості призводять до прискореного псування всього зібраного збіжжя через пліснявіння і самозігрівання. На току базового господарства попереднє очищення насіння ріпаку проводять агрегатами ЗАВ-10, ЗВС-20 чи подібними їм за конструкціями і призначенням. Якщо обсяги врожаю невеликі практикують і використання пересувної зерноочисної машини ОВС-25, але при цьому її дообладнують і переналаштовують для очищення насіння культур, що мають дрібні розміри. Під час проведення попереднього очищення ріпаку із загальної маси збіжжя повинно бути видалено до 50% загального вмісту домішок після збирання цієї культури. Варто зазначити, що втрати повноцінного насіння ріпаку під час попереднього очищення не мають перевищувати 2%. Якщо в господарстві

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

проводять операції первинного очищення, то для ріпаку цей вид робіт проводять тими ж зерноочисними машинами, що й попереднє очищення.

З метою проведення операцій вторинного очищення врожаю ріпаку в базовому господарстві використовують зерноочисний агрегат ОВП-20А. за результатами проведення цього виду робіт із зібраним збіжжям, чистота насіння є максимальною і є фактично співставною із чистотою, яка висувається для насінневого матеріалу.

До завершального етапу технологічного процесу виробництва ріпаку в господарських умовах відноситься сушіння насіння ріпаку. Можна констатувати, що специфікою ріпаку є те, що в цієї культури є пряма залежність між вологістю насіння ріпаку та загальною олійністю. Отже, задача встановлення нормативної вологості зібраного врожаю ріпаку стає ще більш складною, адже зниження вологості забезпечує поліпшення умов зберігання і при цьому відразу суттєво знижується олійність цієї культури, що з іншої сторони є неприпустимим і знижує вартість готового продукту. Враховуючи це в господарстві реалізують дуже м'яке підсушування насіння ріпаку зерносушарками каскадного типу RIELA, при цьому встановлюють максимально ощадливі режими сушіння із низьким вологоз'ємом та мінімальним часом перебування насіння в зоні сушіння, щоб забезпечити необхідну олійність ріпаку та все ж створити сприятливі умови його тривалого зберігання якщо на те є необхідність.

2.2. Напрямки інтенсифікації технологічного процесу вирощування ріпаку

На основі огляду базової технології вирощування ріпаку, яка протягом значного часу проводиться в господарстві можна підтвердити, що обрана технологія вирощування цієї культури є фактично типовою для господарств Кіровоградщини. Однак, на нашу думку, реалії сьогодення дозволяють виділити одну із найбільш проблемних ланок – основний обробіток ґрунту. Є підтвердженням фактом, що оранка ґрунту із обертанням скиби [12, 17, 18]

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

призводить не тільки до надто високих витрат енергії а й загострює виникнення різних видів ерозій і є фактором, що провокує обезструктурення ґрунту, утворення ущільненої підорної підшви та й загалом сприяє подальшій деградації і зниженню родючості оброблюваного горизонту.

Якщо взяти за основу той факт, що ріпак є однією із найбільш вимогливих сільськогосподарських культур до водного і повітряного режимів ґрунту, є доцільним відмовитися від класичної оранки та замінити її на операції глибокого розпушування без обертання скиби, що можна проводити наприклад чизельними агрегатами із допоміжними робочими органами [10].

Використання чизельних комбінованих глибокорозпушувачів забезпечує розпушування підорної підшви, сприяє зниженню проявів ерозій, забезпечує зростання продуктивності основного обробітку ґрунту, знижує ущільнення та загалом створює умови для сприяння природньому відновленню родючості ґрунтів за рахунок більш ефективного засвоєння органіки, впливає на розвиток біоти тощо.

Оскільки базове фермерське господарство має на озброєнні декілька чизельних комбінованих агрегатів, що призначені для основного безполицевого обробітку, проведемо обґрунтування доцільності впровадження означеної технології під час вирощування ріпаку у виробництво.

Розрахунок операцій основного обробітку ґрунту під ріпак

З метою аналізу доцільності переходу від класичної оранки до глибокого розпушування ґрунту без обертання скиби проведемо порівняльний технологічний розрахунок обох технологій основного обробітку ґрунту. Зазначимо, що під час обґрунтувань приймемо, що за базовою технологією проводили обробіток ґрунту агрегатом у складі лемішного навісного плуга ПЛН-6-35 разом із енергетичним засобом Т-150К; після модернізації технології і заміни основного обробітку на глибоке розпушування агрегатом

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

для його реалізації було обрано чизельний навісний глибокорозпушувач ЧН-3,5 із тим самим енергетичним засобом Т-150К

Під час розрахунків варто прийняти що як оранка так і глибокий безполицевий обробіток в полі за [10] проводився за умов приблизно однакової швидкості виконання робіт в діапазоні швидкостей $V_p = 7...10$ км/год. Таку робочу швидкість трактор Т-150К розвиває на другій і третій передачі, а скориставшись [12] можемо прийняти відповідні тягові зусилля трактора на обраних передачах. Враховуючи це, запишемо:

$$V_m^{II} = 8,53 \text{ км/год}; \quad P_{гак}^{II} = 33,2 \text{ кН};$$

$$V_m^{III} = 10,08 \text{ км/год}; \quad P_{гак}^{III} = 28,4 \text{ кН}.$$

Дійсні умови, в яких відбувається обробіток ґрунту та безпосередній стан ґрунтообробного знаряддя мають вплив на те тягове зусилля, що розвивається на гаку енергетичного засобу. Для визначення зусилля на гаку трактора можемо використати відому формулу:

$$P_{гак} = P_{гак}^n - G_{тр} \cdot i,$$

де $P_{гак}$ – тягове зусилля, що розвивається на гаку трактора (розрахункове), кН;

$P_{гак}^n$ – номінальне тягове зусилля трактора на обраній робочій передачі, кН;

$G_{тр}$ – вага енергетичного засобу, використовуючи [12] для трактора Т-150К

оберемо вагу $G_{тр} = 80 \text{ кН}$;

i – кут нахилу поверхні поля, на якому працює агрегат, для розрахунків приймемо $i = 3\%$.

Після того, як підставимо наведені вище величини у залежність можемо встановити, що тягове зусилля на гаку трактора на відповідних робочих швидкостях дорівнює:

$$P_{гак}^{II} = 33,2 - 80 \cdot 0,03 = 30,8 \text{ кН};$$

$$P_{гак}^{III} = 28,4 - 80 \cdot 0,03 = 26 \text{ кН}.$$

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

Визначимо значення максимально допустимої ширину захвату ґрунтообробного агрегату, що проведемо за рівністю:

$$B_{\max}^n = \frac{P_{\text{зак}}}{K_v \cdot a + R_i},$$

де $B_{\max}^n$ – допустиме максимальне значення ширини захвату ґрунтообробного знаряддя, м;

$P_{\text{зак}}$ – тягове зусилля на гаку енергетичного засобу, що може розвиватися на обраній робочій передачі, кН;

K_v – питомий (швидкісний опір) ґрунтообробного агрегату, який дозволяє врахувати збільшення швидкості виконання робіт по відношенню до прийнятої нульової швидкості $V_0 = 5$ км/год.

Щоб знайти значення питомого опору ґрунтообробного агрегату маємо скористатися відомою залежністю [17]:

$$K_v = K_0 \cdot \left[1 + 0,006 \cdot (V_p - V_0) \right],$$

де K_0 – значення питомого опору агрегату при швидкості обробки $V_0 = 5$ км/год., який за [17] складає $K_0 = 8,0$ кН/м;

V_p – швидкість виконання основного обробітку ґрунту, яка має безпосередній зв'язок із теоретичною швидкістю руху ґрунтообробного знаряддя. Цю залежність можна описати рівнянням:

$$V_p = V_m \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100} \right),$$

де V_m – теоретична робоча швидкість обробітку ґрунту в полі на обраній передачі, км/год;

δ – коефіцієнту пробуксовування рушіїв трактора, який з достатньою точністю для розрахунків становить $\delta = 12$ %.

Отже, після підстановки наведених величин знаходимо розрахункове значення робочої швидкості агрегату, для вибраних передач отримаємо:

$$V_p^{\text{II}} = 8,53 \cdot (1 - 0,12) = 7,5 \text{ км/год};$$

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

$$V_p^{III} = 10,08 \cdot (1 - 0,12) = 8,9 \text{ км/год.}$$

Далі, теж підставивши описані числові значення, знайдемо питомий опір агрегату, що складає:

$$K_v^{II} = 8 \cdot [1 + 0,006 \cdot (7,5 - 5)] = 8,12 \text{ кН/м}^2;$$

$$K_v^{II} = 8 \cdot [1 + 0,006 \cdot (8,9 - 5)] = 8,19 \text{ кН/м}^2.$$

Якщо агрегат для основного обробітку ґрунту буде виконувати робочий хід на підйом виникатиме додатковий опір, який можна розрахувати за формулою:

$$R_i = \frac{G_m \cdot i}{B_k},$$

де G_m – сила ваги ґрунтообробного знаряддя для основного обробітку ґрунту, яка припадає на один метр його ширини захвату, так як за існуючою технологією вирощування ріпаку ґрунт обробляють полицевим плугом ПЛН-6-35, сила ваги якого на метр захвату дорівнює $G_m = 12,2 \text{ кН/м}$, за технологією вирощування ріпаку основний обробіток реалізують навісним чизелем ЧН-3,5, сила ваги відповідно – $G_m = 11,4 \text{ кН/м}$;

B_k – величина конструктивної ширини захвату ґрунтообробного агрегату, відомо, що плуг ПЛН-6-35 має конструктивну ширину $B_k = 6 \cdot 0,35 = 2,1 \text{ м}$, поряд із тим чизель навісний має конструктивну ширину $B_k = 3,5 \text{ м}$.

З врахуванням наведених даних визначимо величину додаткового опору під час здійснення обробітку ґрунту за базовою технологією на підйом. Цифрове значення цього опору складає:

$$R_i = \frac{12,2 \cdot 0,03}{2,1} = 0,17 \text{ кН.}$$

Аналогічно знайдемо додатковий опір, який виникає під час чизельного обробітку ґрунту на підйом, який становить:

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

$$R_i = \frac{11,4 \cdot 0,03}{3,5} = 0,1 \text{ кН.}$$

Таким чином, після того як встановили максимальне тягове зусилля енергетичного засобу на робочих передачах та розраховали тяговий опір під час обробітку, можемо знайти значення максимально можливої за тяговим зусиллям і швидкісних режимів роботи допустимої ширини захвату ґрунтообробного агрегату. Враховуючи попередні розрахунки отримаємо:

Отже, знаючи тягове зусилля на гаку енергетичного засобу на кожній із робочих передач та тяговий опір кожного ґрунтообробного агрегату знайдемо розрахункове значення максимально допустимої ширини захвату знаряддя. Отримаємо:

- для базової технології основного обробітку ґрунту (оранка, трактор Т-150К та плуг лемішний ПЛН-6-35) на другій та третій робочій передачі маємо:

$$B_{\max}^{\text{II}} = \frac{30,8}{8,12 + 0,17} = 3,72 \text{ м;}$$

$$B_{\max}^{\text{III}} = \frac{26}{8,19 + 0,17} = 3,1 \text{ м.}$$

- для вдосконаленої технології обробітку ґрунту (глибоке розпушування без обертання скиби – трактор Т-150К та чизель навісний ЧН-3,5) на другій та третій робочій передачі отримаємо:

$$B_{\max}^{\text{II}} = \frac{30,8}{8,12 + 0,1} = 3,74 \text{ м;}$$

$$B_{\max}^3 = \frac{26}{8,19 + 0,1} = 3,14 \text{ м.}$$

Визначимо допустиму кількість ґрунтообробних машин для основного обробітку, які можуть працювати в межах одного агрегату із обраним тракторами на встановлених швидкостях роботи. Це проведемо за формулою:

$$n_k = \frac{B_{\max}}{B_k},$$

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

де $B_{\max}$ – величина максимальної ширини захвату ґрунтообробного агрегату, м;

B_k – конструктивна ширина захвату чизеля та плуга для кожної із технологій обробітку ґрунту, м.

Отже, для агрегату, який в полі проводить оранку маємо таку розрахункову кількість плугів в одному скомплектованому агрегаті, що виходячи із тягового зусилля може працювати із прийнятим трактором на відповідних швидкостях роботи:

$$n_k^{II} = \frac{3,72}{2,1} = 1,77, \text{ приймаємо 1 агрегат;}$$

$$n_k^{III} = \frac{3,1}{2,1} = 1,48, \text{ приймаємо 1 агрегат.}$$

Аналогічно для чизельного агрегату, який за вдосконаленою технологією проводить глибоке розпушування ґрунту допустима кількість с/г машин, які можуть в одному агрегаті працювати із даним трактором на робочих передачах дорівнює:

$$n_k^{II} = \frac{3,74}{3,5} = 1,07, \text{ приймаємо 1 агрегат;}$$

$$n_k^3 = \frac{3,14}{3,5} = 0,9, \text{ приймаємо 1 агрегат.}$$

Визначимо розрахункове значення тягового опору агрегатів, якими в господарстві обробляють ґрунт за базовою та новою технологіями. Це можемо провести використовуючи відому формулу:

$$R_{agr} = (K_v + R_i) \cdot B_k \cdot n_k.$$

Враховуючи наведену вище інформацію, тяговий опір який має місце в полі під час основного обробітку полицевим плугом становить:

$$R_{agr}^{II} = (8,12 + 0,17) \cdot 2,1 \cdot 1 = 17,41 \text{ кН;}$$

$$R_{agr}^{III} = (8,19 + 0,17) \cdot 2,1 \cdot 1 = 17,56 \text{ кН.}$$

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

Аналогічним чином розрахуємо тяговий опір, що виникає під час основного обробітку комбінованим чизелем, який дорівнює:

$$R_{aep}^{II} = (8,12 + 0,1) \cdot 3,5 \cdot 1 = 28,77 \text{ кН};$$

$$R_{aep}^{III} = (8,19 + 0,1) \cdot 3,5 \cdot 1 = 29,01 \text{ кН}.$$

Визначимо значення коефіцієнту використання тягового зусилля трактора на етапі основного обробітку ґрунту, використовуючи формулу:

$$\eta = \frac{R_{aep}}{P_{зак}}.$$

За умов реалізації полицевого обробітку плугом, коефіцієнт використання тягового зусилля рівний:

$$\eta^{II} = \frac{17,41}{30,8} = 0,56;$$

$$\eta^{III} = \frac{17,56}{26} = 0,68.$$

І, відповідно, для безполицевого основного обробітку розрахункові значення коефіцієнту тягового зусилля, із врахуванням швидкостей роботи дорівнює:

$$\eta^{II} = \frac{28,77}{30,8} = 0,93;$$

$$\eta^{III} = \frac{29,01}{26} = 1,12.$$

Це підтверджує, що керуючись проведеними розрахунками і обґрунтуваннями доведена доцільність переходу в господарстві від технології основного полицевого обробітку ґрунту під посів ріпаку до технологій безполицевого обробітку, яка може бути проведена агрегатом до складу якого входить енергетичний засіб Т-150К і чизель навісний ЧН-3,5. Встановлено, що запропонований до роботи агрегат найкраще в дійсних умовах поля працюватиме на другій передачі, оскільки при цьому досягається максимальне навантаження двигуна трактора. Поряд із цим, запропонований ґрунтообробний

					МВРГ 00.000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

агрегат може працювати і з більшою швидкістю на третій передачі трактора, однак під час руху на підйом механізатору доведеться переключати агрегат на нижчу передачу, через недостачу тягового зусилля. Таким чином, проведені технологічні розрахунки підтверджують ефективність роботи чизельного глибокорозпушувача в агрегаті із трактором Т-150К на II робочій передачі енергетичного засобу.

З метою розрахунку змінної продуктивності скомплектованого агрегату на етапі основного безполицевого обробітку ґрунту використаємо відому залежність [15]:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p,$$

де $W_{зм}$ – розрахункова величина продуктивності ґрунтообробного агрегату (змінної) під час обробітку ґрунту, га/зм;

B_p – робоча ширина захвату знаряддя, яким проводять основний обробіток ґрунту, м;

V_p – знайдена раніше робоча швидкість скомплектованого агрегату для проведення першого глибокого обробітку, км/год;

T_p – час роботи знаряддя в полі під час проведення основного обробітку, год.

Ряд літературних джерел [12] рекомендує використовувати наступний вираз, яким можна знайти робочу ширину захвату ґрунтообробних знарядь:

$$B_p = B_m \cdot \beta,$$

де B_m – паспортна ширина захвату машини для основного обробітку ґрунту, м;

β – коефіцієнт, який враховує ефективність використання ширини захвату ґрунтообробного знаряддя, за [12], цей коефіцієнт рівний $\beta = 0,98 \dots 1,0$.

В результаті підстановки цифрових значень в останню формулу знайдемо робочу ширину захвату агрегату під час проведення класичної оранки:

$$B_p = 2,1 \cdot 0,98 = 2,06 \text{ м.}$$

За аналогією розрахуємо робоча ширина захвату агрегату, що використовується для технології безполицевого обробітку, що складає:

$$B_p = 3,5 \cdot 0,98 = 3,43 \text{ м.}$$

З ціллю визначення тривалості робочого часу використаємо формулу [13]:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau,$$

де $T_{зм}$ – загальна тривалість зміни роботи, відомо, що на етапі проведення польових робіт в базовому господарстві – $T_{зм} = 8$ год;

τ – коефіцієнт, що враховує використання часу зміни, для фермерських господарств, які займаються рослинництвом, [13], цей коефіцієнт приймають $\tau = 0,82$.

Таким чином, підставивши значення маємо значення тривалості робочого часу:

$$T_p = 8 \cdot 0,82 = 6,56 \text{ год.}$$

Отже маємо можливість знайти змінну продуктивність орного агрегату, що реалізує обробіток ґрунту за базовою технологією, що на можливих швидкостях роботи складає:

$$W_{зм}^{II} = 0,1 \cdot 2,06 \cdot 7,5 \cdot 6,56 = 10,14 \text{ га/зм};$$

$$W_{зм}^{III} = 0,1 \cdot 2,06 \cdot 8,9 \cdot 6,56 = 12,03 \text{ га/зм.}$$

Таким же самим чином визначимо показники змінної продуктивності агрегату, який проводить безполицевий обробіток ґрунту під посів ріпаку, можемо отримати:

$$W_{зм}^{II} = 0,1 \cdot 3,43 \cdot 7,5 \cdot 6,56 = 16,87 \text{ га/зм};$$

					МВРГ 00.000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$W_{зм}^{III} = 0,1 \cdot 3,43 \cdot 8,9 \cdot 6,56 = 20,03 \text{ га/зм.}$$

Для того, щоб розрахунковим методом оцінити витрати пального на етап основного обробітку ґрунту теж використаємо відому формулу [13]:

$$Q_{га} = \frac{Q_p \cdot T_p + Q_x \cdot T_x + Q_z \cdot T_z}{W_{зм}},$$

де Q_p – значення витрат пального, що припадає на годину роботи ґрунтообробного агрегату, кг/год;

Q_x – орієнтовні витрати пального, які потрібні для проведення холостих ходів ґрунтообробного агрегату, кг/год;

Q_z – витрати пального, що мають місце при зупинках ґрунтообробного агрегату із працюючим двигуном, кг/год;

T_p, T_x, T_z – тривалість основної роботи агрегату в полі (обробітку ґрунту), проведення холостих ходів та відповідно зупинок машини із працюючим двигуном, год.

Використовуючи стандартні підходи [11, 12, 13], приймаємо

$$T_x = T_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2},$$

$$T_x = T_z = \frac{8 - 6,56}{2} = 0,72 \text{ год.}$$

Це значить, що розрахункові витрати пального під час проведення в господарстві класичної оранки на різних швидкостях дорівнюють:

$$Q_{га}^{II} = \frac{27,5 \cdot 6,56 + 11,7 \cdot 0,72 + 2,5 \cdot 0,72}{10,14} = \frac{180,4 + 8,42 + 1,8}{10,14} = 18,8 \text{ кг/га;}$$

$$Q_{га}^{III} = \frac{27,5 \cdot 6,56 + 11,7 \cdot 0,72 + 2,5 \cdot 0,72}{12,03} = \frac{180,4 + 8,42 + 1,8}{12,03} = 15,84 \text{ кг/га.}$$

Аналогічно, розрахункові витрати пального під час безполицевого обробітку складають:

$$Q_{га}^{II} = \frac{19,8 \cdot 6,56 + 11,7 \cdot 0,72 + 2,5 \cdot 0,72}{16,87} = \frac{129,9 + 8,42 + 1,8}{16,87} = 8,3 \text{ кг/га;}$$

					МВРГ 00.000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{за}}^{\text{III}} = \frac{19,8 \cdot 6,56 + 11,7 \cdot 0,72 + 2,5 \cdot 0,72}{20,03} = \frac{129,9 + 8,42 + 1,8}{20,03} = 7,0 \text{ кг/га.}$$

Операції по підготовці поля та ґрунтообробного агрегату до роботи

До початку робіт в полі на етапі підготовчих операцій слід реалізувати ряд операцій, які дадуть змогу основний обробіток ґрунту провести без додаткових ускладнень. На початковому етапі підготовки варто провести огляд поля, на якому заплановані роботи, зробити аналіз його стану та усунути всі можливі перешкоди, що будуть сповільнювати чи ускладнювати роботи по основному обробітку ґрунту. Наступним етапом підготовчих робіт є проведення розмітки поля, а саме – розрахунок та відмічання поворотних смуг, загінок та ін. Щоб провести розмітку поля, яке будуть обробляти за класичною схемою використовують паколи, які мають висоту близько 1,5, що пофарбовані у контрастний колір а під час їх встановлення на полі слід подбати, щоб тракторист із свого робочого місця бачив відразу не менше трьох міток. За умови, що в господарстві є сучасне обладнання та на етапі ґрунтообробних операцій можна використати засоби GPS водіння, механізатор має об'їхати поле із ввімкненими системами точного землеробства та коректно ввести координати поля до системи, що дозволить на екрані монітора отримати траєкторії і характерні смуги для здійснення обробітку поля.

З метою проведення розрахунків врахуємо, що ріпак у базовому господарстві вирощується на полі із середніми розмірами 1600 на 900 м., яке має загальну площу 144 га. Щоб під час виконання польових робіт технологічна операція, в конкретному випадку – основний обробіток ґрунту було проведено із максимальною продуктивністю варто щоб робочий хід агрегат проводив вздовж найдовшої сторони поля, що становить 1600 м.

Визначимо кінематичну довжину агрегату, який в господарстві використовується для операцій обробітку ґрунту без обертання скиби. Це можемо зробити скориставшись відомою залежністю:

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

$$L_k = l_{mp} + l_m,$$

де l_{mp} – значення кінематичної довжини трактора, так як в господарстві агрегат працює із трактором Т-150К, за [15] значення цього параметру складає $l_{mp} = 2,4$ м;

l_m – кінематична довжина сільськогосподарської машини, в нашому випадку – навісного чизеля, що складає $l_m = 3,1$ м.

Після того, як наведені величини підставили у раніше представлену формулу маємо кінематичну довжину ґрунтообробного агрегату, що дорівнює:

$$L_k = 2,4 + 3,1 = 5,5 \text{ м.}$$

Відомо, що на етапі проведення основного обробітку ґрунту, зокрема безполицевим способом, найбільш доцільно реалізувати по краях поля проводити петльові повороти. Щоб визначити ширину смуги, на якій ґрунтообробний агрегат буде проводити зазначені маневри, використаємо залежність [12]:

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

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту скомплектованого ґрунтообробного знаряддя, м;

e – довжини виїзду агрегату до того, як слід здійснювати маневр, м.

Слід пам'ятати, що мінімальний радіус повороту агрегату під час його роботи в полі залежить від дійсної ширини захвату ґрунтообробної машини. Відповідно, під час розрахунків із певним наближенням для роботи навісного чизеля можемо знайти:

$$R_{\min} = 1,2 \cdot B_p.$$

Підставивши числові значення отримаємо:

$$R_{\min} = 1,2 \cdot 3,43 = 4,12 \text{ м.}$$

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

Тепер маємо можливість врахувати кінематичну довжину ґрунтообробного агрегату, що загалом дозволить визначити довжину виїзду цього агрегату до початку здійснення ним маневру

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

$$e = 0,6 \cdot 5,5 = 3,3 \text{ м.}$$

Враховуючи проведені вище результати можемо визначити розрахункове значення ширини поворотної смуги ґрунтообробного агрегату для безполицевого обробітку ґрунту:

$$E_p = 3 \cdot 4,12 + 3,3 = 15,66 \text{ м.}$$

Є логічним, що розміри поворотної смуги мають узгоджуватися з дійсною шириною захвату ґрунтообробного знаряддя, щоб вся ця смуга була оброблена без пропусків на завершальному етапі виконання обробітку ґрунту. Враховуючи це, дійсна величина поворотної смуги із врахуванням кратності ширини захвату дорівнює:

$$E = K \cdot B_p,$$

де K – кратність ширини захвату чизеля навісного.

Після підстановки відомих величин маємо:

$$K = \frac{E_p}{B_p} = \frac{15,66}{3,43} = 4,56, \text{ після округлення до більшого числа } K = 5.$$

Далі, можемо уточнити дійсну ширину поворотної смуги враховуючи кратність проходу агрегату при її обробці. Маємо:

$$E = 5 \cdot 3,43 = 17,15 \text{ м.}$$

Для визначення ширини загінки в полі скористаємося залежністю [12]:

$$C = \frac{10^4 \cdot (2 \dots 3) \cdot W_{зм}}{L},$$

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

L – довжина загінки на полі господарства із ріпаком, $L = 1600$ м.

Після підстановки наведених величин, маємо:

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

$$C = \frac{10^4 \cdot 2 \cdot 16,87}{1600} = \frac{337400}{1600} = 211 \text{ м.}$$

Розрахуємо кількість загінок на полі, де вирощується ріпак за формулою:

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot F}{L \cdot C},$$

де F – сумарна площа поля з посівами ріпаку, $F = 144$ га.

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 144}{1600 \cdot 211} = \frac{1440000}{337600} = 4,26 \text{ шт.}$$

Таким чином, за результатами розрахунків на полі господарства під ріпак на етапі безполицевого основного обробітку проводиться розпушування чотирьох загінок шириною по 211 м та однієї шириною 56 м.

Теж використовуючи класичні підходи [5, 8, 9], для операцій основного безполицевого обробітку ґрунту оберемо гоновий човниковий спосіб руху (рис. 3). Адже реалізація гонового човникового способу під час обробітку ґрунту дозволяє зменшити кількість холостих проходів та знизити час, що потрібний на проведення допоміжних операцій. Саме це і підтверджує вірність обраного способу руху агрегату під час основного безполицевого обробітку в господарських умовах.

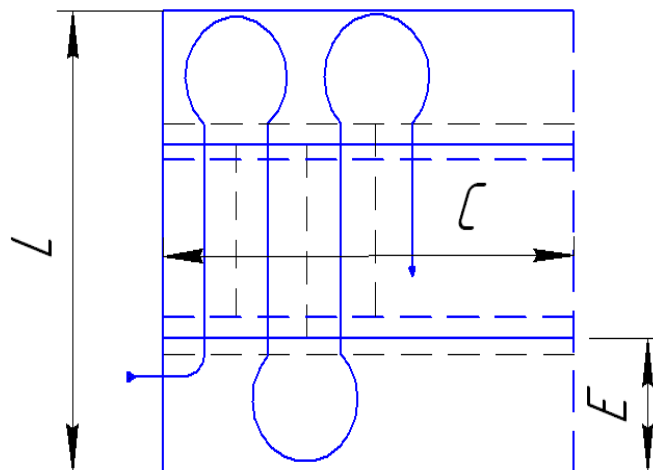


Рис. 3. Принципова схема проведення човникового способу руху агрегату в полі:

L – довжина поля; C – ширина загінки поля; E – ширина поворотної полоси

					МВРГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

3. Наукова частина

Опис об'єкту розробки та напрямки вдосконалення комбінованого навісного чизеля

Після того, як було проаналізовано серійні конструкції машин і обладнання для проведення безполицевого обробітку ґрунту, ретельно вивчено особливості їх використання та переваги і недоліки найбільш популярних розпушувачів, в Центральноукраїнському національному технічному університеті під керівництвом професора Сала В.М. розроблено вдосконалений чизельний глибокорозпушувач ЧН комбінованого типу, що призначено для основного безполицевого обробітку ґрунтів за ускладнених умов роботи. Базовим елементом конструкції чизеля навісного є чизельна лапа із прямим стояком, що і виконує основну функцію розпушування ґрунту та руйнування ущільненої підшви. На стояку лапи фіксуються додаткові елементи – зуб, долото і крила (рис. 4), що призначені для подовження терміну експлуатації цього робочого органу та поліпшення якості обробітку ґрунту. Варто відмітити, що крила, які встановлюються на стояку чизеля мають обтікаєму форму, що нагадують хвіст дельфіна, що й забезпечує поліпшене сколювання і кришення ґрунтових брил.

Вдосконалені робочі органи у вигляді чизельних лап із додатковими активаторами (рис. 4) можуть легко монтуватися на агрегати будь-якого типу, зокрема на комбіновані чизелі типу ЧН (рис. 5). У переважній більшості конструкцій чизельні лапи в межах сільськогосподарських знарядь розміщують у кілька рядів, що виконують переважно з метою зменшення нерівностей на дні борозни та уникнення забивання лап, які розміщені близько одна до одної рослинними рештками і крупними брилами ґрунту. Загальний вигляд запропонованої чизельної лапи із додатковими інтенсифікаторами їх роботи (крилами, зубом) представлено на рис. 6.

					МВРГ 00.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

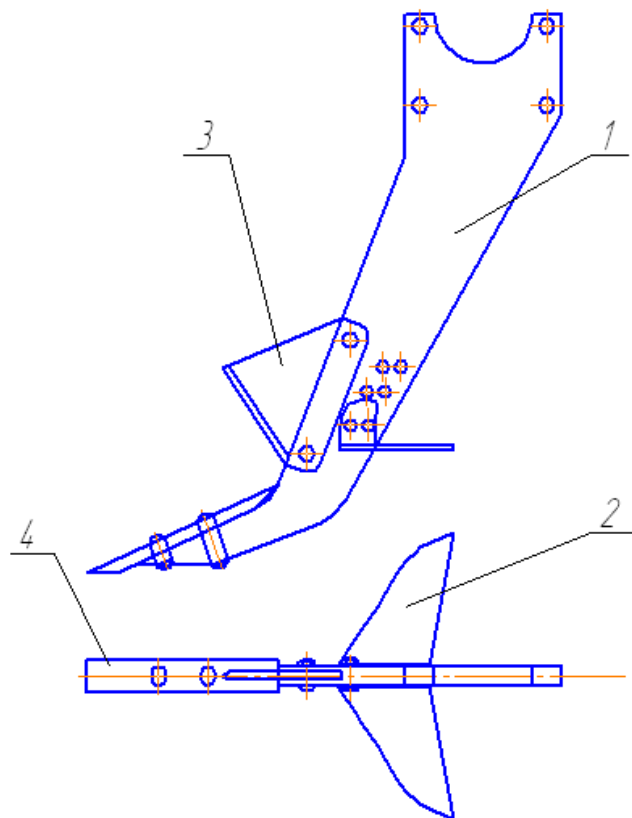


Рис. 4. Чизельна лапа вдосконаленої конструкції на прямому стояку:
1 – стояк; 2 – крила обтічної форми; 3 – зуб передній; 4 – плоске долото



Рис. 5. Загальний вигляд комбінованого навісного чизеля ЧН-3,5



Рис. 6. Конструкція чизельної лапи із зубом долотом та обтічними крилами на прямому стояку

Така конструкція чизельних лап із додатковими робочими органами (рис. 4, 6) дуже просто адаптуються і добре себе зарекомендувала під час роботи на всіх типах ґрунтів Центральної України із сімейством чизельних глибокорозпушувачів ЧН (рис. 5).

Ґрунтообробні агрегати типу ЧН при роботі в полі заглиблюються в ґрунт і розпушують його на встановлену глибину, при цьому основну роботу по сколюванню необробленого ґрунту виконують вдосконалені чизельні лапи. Чизельні лапи із прямим стояком заглиблюються в товщу ґрунту під дією ваги ґрунтообробного агрегату, а далі під час руху розпушувача в режимі робочого ходу долото, що встановлено в низу лапи, відколює необроблені моноліти ґрунту і направляє їх на подальшу обробку. По бокам стояка встановлено додаткові крила, які мають обтікаєму форму можуть бути розміщені на різній відстані від носка долота, що забезпечує різну глибину їх роботи в ґрунтовому середовищі. Так, для більш якісної обробки поверхневого шару ґрунту та ефективного знищення коріння бур'янів лапи типу хвіст дельфіна фіксують максимально близько до поверхні поля, якщо ж є потреба у вирівнюванні

зубців на дні борозни при роботі чизельного агрегату, ці лапи фіксують із максимальним наближенням до долота.

В передній частині стояка встановлюють зуб, який виконує функцію відведення рослинних решток і коріння рослин від робочого органу, тим самим захищаючи стояк від пошкоджень та дозволяє продовжити термін служби самого стояка через зниження абразивного зношення цього робочого органу. Основне навантаження під час роботи чизельної лапи припадає на долото, яке сколює необроблений ґрунт, що загалом і призводить до його швидкого зношування. Для подовження терміну служби долота на його ріжучу кромку практикують наплавлення різноманітних зносостійких матеріалів, наприклад сормайту, металокераміки, композитів тощо. Така різниця в твердості всього долота і ріжучої кромки забезпечують ефект самозаточування цього робочого органу. Долото чизельної лапи має двосторонню конструкцію, що дозволяє його перевстановлювати тим самим значно подовжити термін подальшої експлуатації.

Комбінований чизельний ґрунтообробний агрегат при його роботі в полі проводить глибоке розпушування, подрібнення крупних часток та перемішування елементів ґрунту. Долото працює на дні борозни, проводячи сколювання необробленого ґрунту, після чого підіймає грудки та спрямовує їх до інших робочих органів, зокрема далі під час руху лапи має місце притискання ґрунту та подрібнення крупних брил в тому числі і стояком. Зуб встановлюється в передній верхній частині стояка і забезпечує очищення робочий орган від рослинних решток і налипань ґрунту та захищає стояк чизельної лапи від стирання, тим самим подовжуючи термін служби всього робочого органу.

По бокам від стояка встановлюються крила, які мають обтікаєму форму, що нагадують дельфінячий хвіст. Розміщення крил по відношенню до дна борозни можна регулювати за допомогою переміщення цих крил та їх фіксації гвинтами на стояку. Під час встановлення крил у верхній зоні

					МВРГ 00.000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обробітку ґрунту вони забезпечують кришення поверхневого шару та перерізають коріння рослин, за умови встановлення крил із максимальною глибиною розміщення відбувається підрізання та сколювання зубців на дні борозни і тим самим має місце часткове вирівнювання дна борозни після обробки поля чизельним агрегатом.

В задній частині чизельного агрегату ЧН на рамі встановлюється спарений зубчастий коток, який виконує подвійну функцію: додаткового робочого органу для подрібнення брил і перемішування рослинних решток на певній глибині та виконує функцію опорного, задаючи задану глибину руху чизельних лап в ґрунтовому середовищі. Коток своїми зубцями розбиває грудки, перемішує ґрунт із рослинними рештками на глибині 10–15 см. Зубці переднього котка зміщені на крок відносно заднього з метою забезпечення ефекту самоочищення цього робочого органу. Конструктивно передбачена можливість регулювання кута атаки котків.

Таким чином, завдяки поєднанню кількох функцій і наявності основних та додаткових робочих органів, вдосконалений чизельний глибокорозпушувач є класичним прикладом комбінованих ґрунтообробних агрегатів, що можуть проводити якісний безполицевий обробіток ґрунту навіть за ускладнених умов роботи, тобто коли ґрунт переущільнений, утворилася потужна підорна підшва, під час обробітку сколюються глиби великих розмірів та ін.

Інженерні розрахунки чизельного агрегату

Є підтвердженим фактом, що при обробітку ґрунту чизельними знаряддями на витрати енергії найбільше впливають параметри і режими роботи основних елементів, що сколюють ґрунт – долото та стояк чизельної лапи. Керуючись відомим підходом [12, 13] з інженерної точки зору можемо прийняти, що долото чинить на елементи ґрунту вплив аналогічний до двогранного клина.

Щоб якість основного безполицевого обробітку ґрунту відбувалася в межах чинних агротехнічних вимог маємо конструктивно забезпечити щоб

					МВРГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

глибина обробітку чизельним розпушувачем не була більшою за критичну глибину обробітку ґрунту знаряддям $H_{кр}$. За умови, що наведена вище умова щодо глибини обробітку і критичної глибини не виконується буде мати місце зменшення зони розпушування ґрунту. До того ж, за такої умови відбуватиметься ріст зон де відбувається пластична деформація ґрунту, що різко буде підвищувати витрати енергії на операцію розпушування. Під час цих процесів ще й додатково буде мати місце переущільнення часток ґрунту в місці контакту долота чизельного агрегату.

Керуючись відомими даними [12, 13, 14, 15] можемо встановити взаємозв'язок критичної глибини обробітку ґрунту чизельними агрегатами із кутом сколювання ґрунту (рис. 7). Цей зв'язок опишемо наступною формулою:

$$\psi_{ск} = 90^\circ - (\beta + \gamma),$$

де β – значення кута кришення ґрунту під час обробітку, із достатньою точністю для розрахунків приймаємо, що $\beta = 25...30^\circ$;

γ – кут тертя ґрунту по робочому органу (кут зовнішнього тертя), для розрахунків, враховуючи, що матеріал лапи сталь обираємо $\gamma = 22^\circ$.

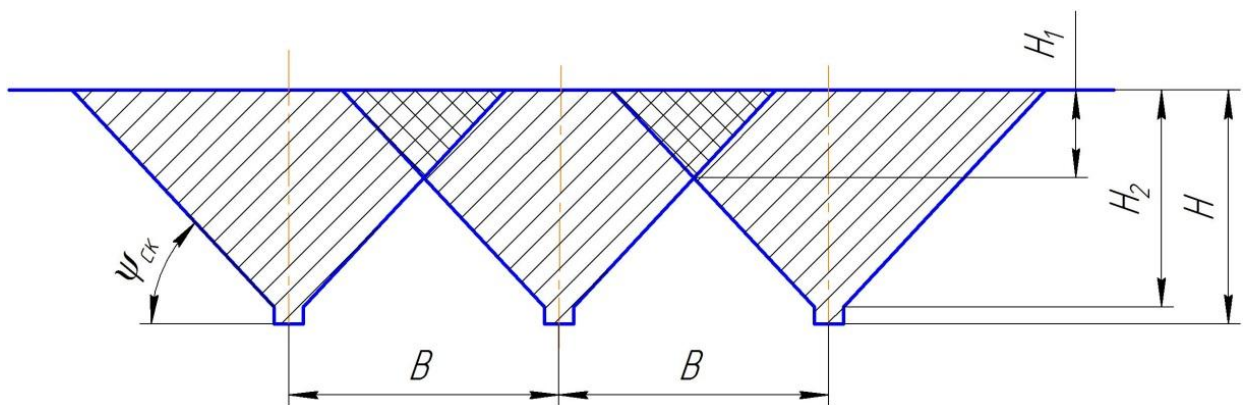


Рис. 7. Схема розміщення чизельних лап на рамі глибокорозпушувача

Після підстановки наведених числових величин розрахуємо кут сколювання ґрунту за наведеною вище формулою:

$$\psi_{ск} = 90^\circ - (28 + 22) = 40^\circ.$$

Враховуючи те, що чизельний глибокорозпушувач під час реалізації операцій основного обробітку ґрунту повинен забезпечувати ще один показник роботи окрім ефективності кришення, який оцінює глибину суцільного обробітку ґрунту H_1 (рис. 7). Показник глибини суцільного обробітку, який маємо отримати під час роботи чизельного агрегату є важливим, адже ця глибина напряду пов'язана із глибиною виконання наступних робіт, зокрема – посівних. Таким чином, керуючись схемою розміщення чизельних лап в межах агрегату (рис. 7) є очевидним, що глибина суцільного обробітку пов'язана із глибиною розпушування чизельними лапами H , дійсною відстанню між міжсліддями основних робочих органів (чизельних лап) B та кутом сколювання монолітів ґрунту, який утворюється в результаті роботи лап $\psi_{ск}$. До того ж крім необхідності провести узгодження глибини суцільного обробітку чизельним агрегатом із глибиною посіву культури, вирощування якої заплановано ще й має виконуватися умова, щоб глибина суцільного основного обробітку була хоч трішки більшою за глибину наступних операцій поверхневого обробітку ґрунту. Враховуючи те, що під посів ріпаку в господарстві маємо проводити поверхневий обробіток на глибину, що дорівнює не менше 10...12 см, прийmemo необхідну глибину суцільного основного обробітку на рівні $H_1 = 12...15$ см.

З метою встановлення міжсліддя між чизельними робочими органами, яке має бути забезпечено на ґрунтообробному агрегаті використаємо відому формулу:

$$B = 2 \cdot (H - H_1) \cdot \operatorname{ctg} \psi_{ск},$$

де H – глибини обробки ґрунту чизельною лапою, мм

H_1 – значення глибина суцільного обробітку, що утворюється на поверхні поля (рис. 7), мм;

$\psi_{ск}$ – кут сколювання монолітів ґрунту, приймається керуючись інформацією, що наведена раніше, град.

Підставивши в останню залежність цифрові значення величин маємо:

					МВРГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$B = 2(400 - 150) \cdot \operatorname{ctg} 40^\circ = 595 \text{ мм.}$$

Знайдена відстань міжслідів чизельних лап демонструє максимально допустиму величину цього параметру, що може забезпечити глибину суцільного обробітку, яка складає $H_1 = 150$ мм. Оскільки достатньо часто агрегат має забезпечувати і більшу глибину суцільного обробітку є правомірним зменшення цієї відстані, отже приймемо конструктивно $B = 500$ мм.

За умов, коли чизельна лапа працює в необробленому середовищі (грунті), попереду робочого органу спостерігається сколювання монолітів ґрунту долотом, що відбувається під кутом τ (рис. 8).

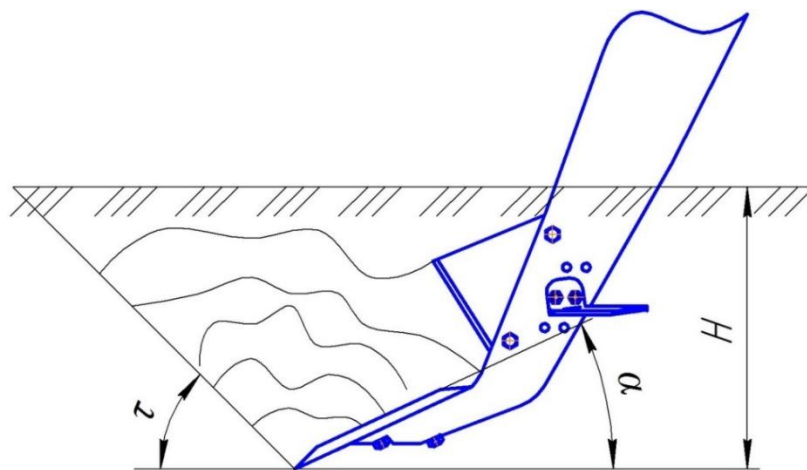


Рис. 8. Схема роботи чизельної лапи в товщі ґрунту у вертикальній площині

Доведено, що на етапі пошуку параметрів ґрунтообробних робочих органів машин і знарядь [14] приймають, що значення кута встановлення долота α та фактичний кут тертя ґрунту по робочому органу, в даному випадку – долоті φ є ідентичними $\alpha = \varphi$. Враховуючи це, є правомірними наступні залежності:

$$\tau = 90^\circ - \frac{(\alpha + \varphi + \varphi_1)}{2};$$

$$\tau = 90^\circ - \left(\alpha + \frac{\varphi_1}{2} \right),$$

де α – кут кришення ґрунту, під час розрахунків прийmemo для чорнозему $\alpha = 25^\circ$;

φ_1 – кут внутрішнього тертя ґрунту, прийmemo із достатньою точністю $\varphi_1 = 50^\circ$.

Підставивши наведені величини, отримаємо кут сколювання:

$$\tau = 90^\circ - \left(25^\circ + \frac{50^\circ}{2} \right) = 40^\circ.$$

Основний робочий орган глибокорозпушувача чизельна лапа під час руху в товщі ґрунту сприяє розповсюдженню ґрунтових деформацій попереду себе. Ці деформації розповсюджуються на відстань C перед лапою. Щоб розрахувати величину фронтальної деформації ґрунту можна використати залежність, що демонструє взаємозв'язок між зонами деформації, глибиною обробітку ґрунту та відповідними кутами. Ця залежність наступна:

$$C = H \cdot \operatorname{ctg} \tau \approx H \cdot \operatorname{tg} \left(\alpha + \frac{\varphi_1}{2} \right).$$

Після підстановки представлених величин і параметрів у наведену формулу отримаємо:

$$C = 400 \cdot \operatorname{tg} \left(25^\circ + \frac{50^\circ}{2} \right) = 476 \text{ мм.}$$

На етапі проведення безполицевого обробітку ґрунту чизельними агрегатами існує достатньо висока вірогідність того, що чизельні лапи можуть забитися рослинними залишками, брилами ґрунту тощо. Враховуючи це, на етапі проектування подібних глибокорозпушувачів слід врахувати, що конструкція агрегату має забезпечувати мінімальну відстань між рядами основних робочих органів L , для уникнення забивань лап під час роботи агрегату в полі. Для визначення мінімальної відстані між рядами чизельних лап комбінованого глибокорозпушувача маємо використати відому нерівність у такому вигляді:

$$L > H \cdot \operatorname{tg} (\alpha + \varphi) + C.$$

					МВРГ 00.000 ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо підставити наведені вище значення у останню формулу можемо розрахувати мінімальну відстань між рядами чизельних лап, яка становить:

$$L > 400 \cdot \operatorname{tg}(25 + 25) + 476 = 952 \text{ мм.}$$

Під час компонування чизельного глибокорозпушувача мають враховуватися ті умови, з якими цьому агрегату доведеться працювати, зокрема можливе значне кількість рослинних решток на поверхні поля, в тому числі і високостебельних рослин. Такі ускладнені зовнішні чинники є факторами, що прискорюють забивання чизельних лап, що при подальшій роботі агрегату в полі стають причиною вимілення лап і системної втрати стійкості роботи ґрунтообробного агрегату. Крім зазначеного потрібно відмітити, що запропонований навісний чизельний агрегат під час проведення ряду інших робіт має забезпечувати більшу глибину розпушування ґрунту і іноді ця глибина сягає 500...600 мм. Тому, враховуючи таку потребу, слід при проектуванні закласти такі можливості та забезпечити відстань між рядами чизельних лап, з метою уникнення їх забивань збільшити до $L = 1100$ мм.

Крім тих параметрів роботи чизельного агрегату, що обґрунтовані раніше має бути забезпечений стійкий рух ґрунтообробних робочих органів на запланованій глибині здійснення операцій. Для виконання цієї вимоги, долото має виготовлятися так, щоб його задній кут різання складав $\varepsilon \geq 10^\circ$ (рис. 9). Так як долото комбінованого чизеля виготовляється зі Сталі 45, для того, щоб створити певну надійність і ресурс цього робочого органу, під час його виготовлення потрібно провести його загострення із кутом $i = 12^\circ \dots 15^\circ$ (рис. 9).

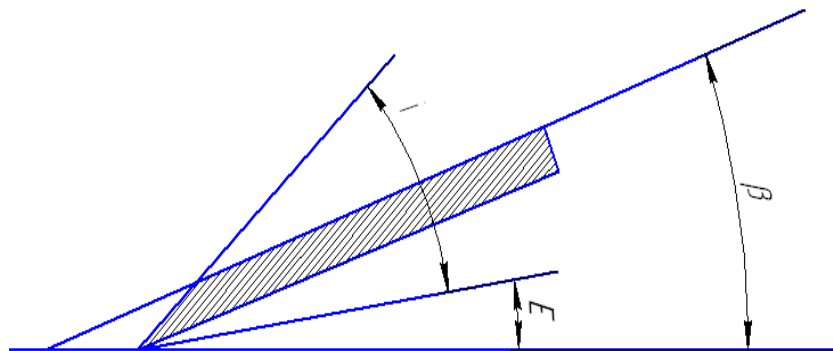


Рис. 9. Схема кутів загострення долота чизельної лапи

					МВРГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Огляд кутів загострення долота (рис. 9) дає можливість знайти значення кута різання цього робочого органу, що виконаємо за формулою:

$$\beta = i + \varepsilon ,$$

де ε – кут, який встановлено між нижньою (внутрішньою) кромкою долота і дном борозни, град.

Після підстановки цифрових даних маємо:

$$\beta = 12^{\circ} + 10^{\circ} = 22^{\circ} .$$

Для того, щоб визначити робочу ширину захвату комбінованого чизельного агрегату використаємо формулу:

$$B_q = \frac{\eta \cdot P_m}{q} ,$$

де η – коефіцієнт використання тягового зусилля трактора, із врахуванням того, що для роботи ґрунтообробного агрегату на етапі безполицевого обробітку ґрунту цей коефіцієнт рівний $\eta = 0,85$;

P_m – тягове зусилля енергетичного засобу, в вище проведених технологічних розрахунках знайдено, що при роботі комбінованого чизеля в агрегаті з трактором Т-150К величина тягового зусилля 30,8 кН;

q – питомий опір ґрунту до його обробки на один метр ширини захвату ґрунтообробного агрегату. Так як вдосконалений в цій роботі чизельний глибокорозпушувач працює із набором додаткових елементів (робочих органів та активаторів), можемо прийняти що $q = 7,5$ кН/м.

Отже, після підстановки числових значень у наведену формулу отримаємо:

$$B_q = \frac{0,85 \cdot 30,8}{7,5} = 3,49 \text{ м.}$$

					МВРГ 00.000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На цьому етапі слід врахувати, що знайдена відстань розміщення чизельних лап комбінованого чизеля дозволяє забезпечити дещо більшу ширину захвату, яка складає $B_q = 3,5$ м.

Як вже було зазначено раніше, для ефективної роботи ґрунтообробного агрегату основні робочі органи – чизельні лапи повинні розміщуватися в машині у кілька рядів, безпосередньо у чизелю навісному, що використовується у господарстві – у два ряди. Для визначення потрібної кількості чизельних лап, що із врахуванням їх розстановки забезпечувала потрібну ширину захвату агрегату скористаємося залежністю:

$$n_{ч.агр} = \frac{B_q}{B},$$

де B_q – визначена вище ширина захвату комбінованого чизельного агрегату, м;

B – робоча ширина захвату кожної чизельної лапи під час обробітку ґрунту (рис. 7), м.

Після підстановки маємо:

$$n = \frac{3,5}{0,5} = 7 \text{ лап.}$$

Відмітимо, що на етапі інженерних обґрунтувань та розрахунків розроблено модернізовану конструкцію чизельної лапи комбінованого агрегату для безполицевого обробітку ґрунту, визначено раціональне компонування навісного чизеля та визначено деякі інші конструктивні параметри ґрунтообробного знаряддя. Підтверджено в ході виконання розділу, що розроблений чизельний агрегат може працювати в ускладнених умовах роботи, забезпечуючи при цьому повне і комплексне виконання агротехнічних вимог до операцій основного безполицевого обробітку ґрунту. Додатково зроблений висновок про доцільність впровадження запропонованого чизеля у виробництво, адже використання його у господарських умовах може служити початком запровадження системи ґрунтозахисного землеробства.

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

Експериментальні дослідження чизельного агрегату для безполицевого обробітку ґрунту

З метою проведення експериментальних досліджень впливу параметрів і режимів роботи вдосконаленого чизельного агрегату на якісні показники безполицевого обробітку ґрунту була розроблена експериментальна установка. Вона являє собою повнофункціональний комбінований ґрунтообробний чизельний агрегат, оснащений трьома чизельними лапами вдосконаленої конструкції. Чизельні лапи мають спеціальні кріплення на рамі, що можуть дуже легко змінювати своє положення як по ширині захвату агрегату, так і може регулюватися відстань між рядами чизельних лап. Загальну схему та зовнішній вигляд експериментального чизельного агрегату наведено на рис. 10.

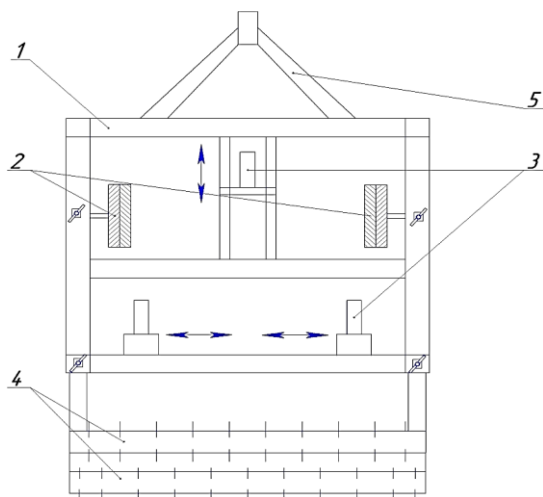


Рис. 10. Експериментальний чизельний комбінований ґрунтообробний агрегат:

- 1 – рама чизельного агрегату; 2 – опорні колеса; 3 – чизельні лапи;
4 – спарені зубчасті котки; 5 – навісний механізм

Показники якості здійснення операції основного обробітку ґрунту оцінювали за розміром часток ґрунту у обробленому горизонті. Це визначали шляхом оцінки вагового співвідношення часток у навісці обробленого горизонту ґрунту, що мають певний розмір. Так, практично в полі методом відбору проб використовуючи ящик розмірами 40×30×30 см., який не має дна

шляхом втискання в оброблену ділянку поля із подальшою фіксацією відібраного об'єму зсувним дном відбирали навіску. Потім відібрану пробу ґрунту просівали ручним решітним класифікатором із точним зважуванням ваги кожної просіяної фракції ґрунту та розраховували вміст часток відповідного розміру у відсотках до загальної навіски. Коефіцієнт кришення ґрунту, який і був обраний як показник якості здійснення операції знаходили шляхом обчислень за відомою залежністю [20]:

$$k = \frac{A - B}{A},$$

де A – загальна вага навіски ґрунту, гр.;

B – сумарна вага часток ґрунту, із розміри більшими за 50 мм., гр.

Керуючись методикою планування факторного експерименту [22, 23] із використанням пакету прикладних програм STATISTICA 12 проводили планування експериментів та обробку отриманих результатів по оцінці впливу факторів на якість реалізації безполицевого обробітку ґрунту чизельним агрегатом. Серед факторів, вплив яких на процес обробітку ґрунту вивчали були виділені: робоча швидкість глибокорозпушувача V_p , км/год; глибина обробітку ґрунту чизельними лапами H , м; відстань між слідами чизельних лап B , м та відстань між рядами чизельних лап L , м. Рівні та інтервали варіювання наведених факторів та їх позначення під час досліджень зведені в таблицю 1.

Можна відмітити, що під час експериментів досліджували вплив 4 факторів на якість обробітку ґрунту. Так, в ході досліджень проводили побудову статистичної моделі Бокса-Хантера, що враховуючи кількість факторів була вигляду $n = 2^4 = 16$. Послідовність планування експериментів зазначеного типу і загальний вигляд вікна виведення результатів наведено на рис. 11.

Значення факторів при дослідженні якості роботи чизельного
глибокорозпушувача

№	Фактори		Рівні варіювання		Інтервал варіювання
	Найменування	Позна- чення	Нижній (-)	Верхній (+)	
1	Робоча швидкість глибокорозпушувача, V , км/год	x_1	7,0	12,0	2,5
2	Глибина обробітку ґрунту чизельними лапами, H , м	x_2	0,3	0,45	0,075
3	Відстань між слідами чизельних лап, B , м	x_3	0,3	0,7	0,2
4	Відстань між рядами чизельних лап, L , м.	x_4	0,5	1,2	0,35

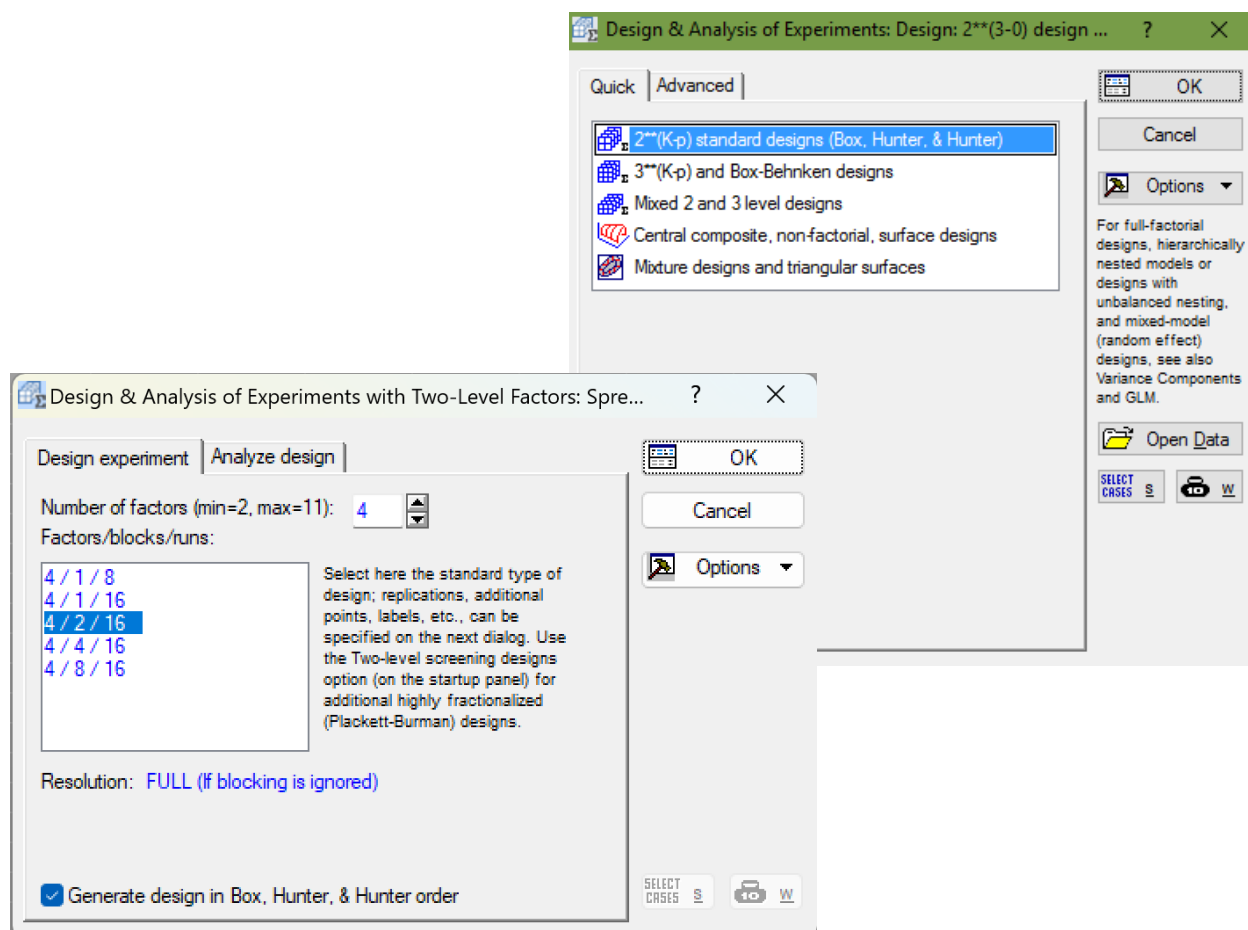


Рис. 11. Загальний вигляд вікна програми при побудові моделі Бокса-Хантера при вивченні якості роботи чизельного глибокорозпушувача

Далі потрібно у отриманому вікні програми STATISTICA 12 слід ввести назви, значення та рівні варіювання факторів, вплив яких на якість обробітку ґрунту вивчали (рис. 12). Після послідовного виконання зазначених дій на вікні комп'ютера відобразиться матриця проведення експериментальних досліджень із порядком проведення дослідів на кожному із рівнів. Слід зазначити, що до отриманої матриці потрібно додати ще одну колонку в яку потрібно внести результати реалізованих експериментів. За стандартною методикою досліді проводяться у трикратній повторюваності і у колонку результатів вноситься середнє значення якості обробітку за цими повторюваностями. Результати досліджень у вигляді матриці експериментів та отриманому при реалізації цієї матриці критерію оптимізації наведено на рис. 13.

Factor	Factor Name	Low Value	Low Label	High Value	High Label	C/Q Cont or Qual.		
A (1)	V, км/год	7	Low	12	High	2,5		
B (2)	H, м	0,3	Low	0,45	High	0,075		
C (3)	B, м	0,3	Low	0,7	High	0,2		
D (4)	L, м	0,5	Low	1,2	High	0,35		

Рис. 12. Введення факторів та їх рівнів в програмі STATISTICA 12

Пакет програм STATISTICA 12 дозволяє у автоматичному режимі обробити введені результати, по вхідним даним, які в системі представлені у вигляді зведеної таблиці матриці експерименту (рис. 13). Оброблені результати можна отримати як табличний результат (рис. 14) так і у вигляді

графічного відображення Парето-карти (рис. 15), тримірних графіків (рис. 16) та профілів бажаності факторів (рис. 17).

	1 $x_1(V)$, км/год	2 $x_2(H)$, м	3 $x_3(B)$, м	4 $x_4(L)$, м	5 $Y(k)$
1	7	0,3	0,3	0,5	55
2	12	0,3	0,3	0,5	59
3	7	0,45	0,3	0,5	56
4	12	0,45	0,3	0,5	58
5	7	0,3	0,7	0,5	44
6	12	0,3	0,7	0,5	45
7	7	0,45	0,7	0,5	59
8	12	0,45	0,7	0,5	63
9	7	0,3	0,3	1,2	59
10	12	0,3	0,3	1,2	64
11	7	0,45	0,3	1,2	66
12	12	0,45	0,3	1,2	68
13	7	0,3	0,7	1,2	61
14	12	0,3	0,7	1,2	62
15	7	0,45	0,7	1,2	75
16	12	0,45	0,7	1,2	81

Рис. 13. Таблиця результатів планування багатфакторного експерименту по вивченню впливу факторів на ефективність роботи чизельного глибокорозпушувача

Effect Estimates; Var.:Y(k); R-sqr=.98565; Adj.:.95695 (Spreadsheet4) 2**(4-0) design; MS Residual=3,7625 DV: Y(k)											
Factor	Effect	Std.Err.	t(5)	p	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt	Coeff.	Std.Err. Coeff.	-95.% Cnf.Limt	+95.% Cnf.Limt	
Mean/Interc.	60,93750	0,484929	125,6627	0,000000	59,69095	62,18405	60,93750	0,484929	59,69095	62,18405	
(1) $x_1(V)$, км/год	3,12500	0,969858	3,2221	0,023410	0,63190	5,61810	1,56250	0,484929	0,31595	2,80905	
(2) $x_2(H)$, м	9,62500	0,969858	9,9241	0,000177	7,13190	12,11810	4,81250	0,484929	3,56595	6,05905	
(3) $x_3(B)$, м	0,62500	0,969858	0,6444	0,547695	-1,86810	3,11810	0,31250	0,484929	-0,93405	1,55905	
(4) $x_4(L)$, м	12,12500	0,969858	12,5018	0,000058	9,63190	14,61810	6,06250	0,484929	4,81595	7,30905	
1 by 2	0,37500	0,969858	0,3867	0,714920	-2,11810	2,86810	0,18750	0,484929	-1,05905	1,43405	
1 by 3	-0,12500	0,969858	-0,1289	0,902473	-2,61810	2,36810	-0,06250	0,484929	-1,30905	1,18405	
1 by 4	0,37500	0,969858	0,3867	0,714920	-2,11810	2,86810	0,18750	0,484929	-1,05905	1,43405	
2 by 3	6,87500	0,969858	7,0887	0,000865	4,38190	9,36810	3,43750	0,484929	2,19095	4,68405	
2 by 4	1,37500	0,969858	1,4177	0,215466	-1,11810	3,86810	0,68750	0,484929	-0,55905	1,93405	
3 by 4	4,87500	0,969858	5,0265	0,004013	2,38190	7,36810	2,43750	0,484929	1,19095	3,68405	

Рис. 14. Табличний результат експериментальних досліджень

Табличний результат експерименту дозволяє отримати статистичну математичну модель впливу факторів на критерій оптимізації в традиційному формульному вигляді:

$$Y = 60,9375 + 1,5625 \cdot x_1 + 4,8125 \cdot x_2 + 0,3125 \cdot x_3 + 6,0625 \cdot x_4 + 0,1875 \cdot x_1 x_2 - 0,0625 \cdot x_1 x_3 + 0,1875 \cdot x_1 x_4 + 3,4375 \cdot x_2 x_3 + 0,6875 \cdot x_2 x_4 + 2,4375 \cdot x_3 x_4$$

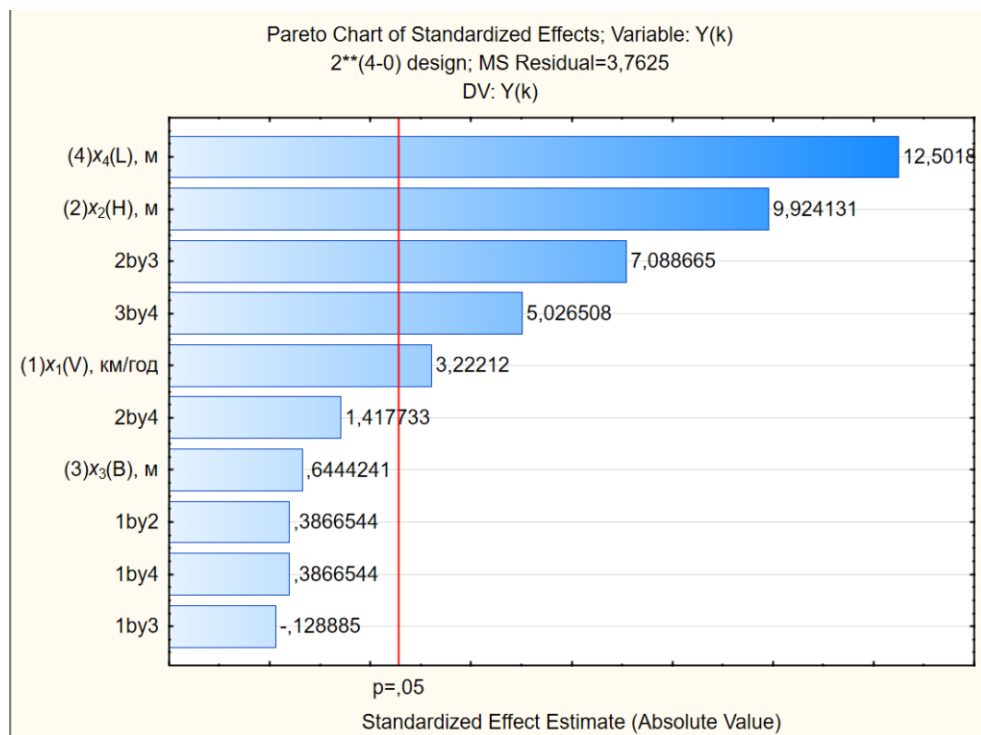
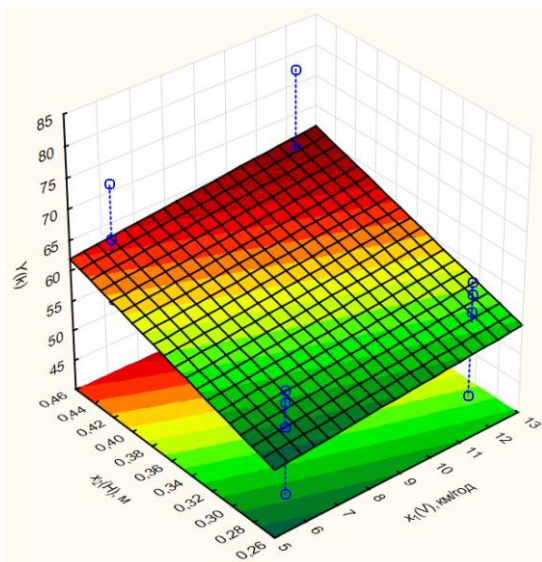
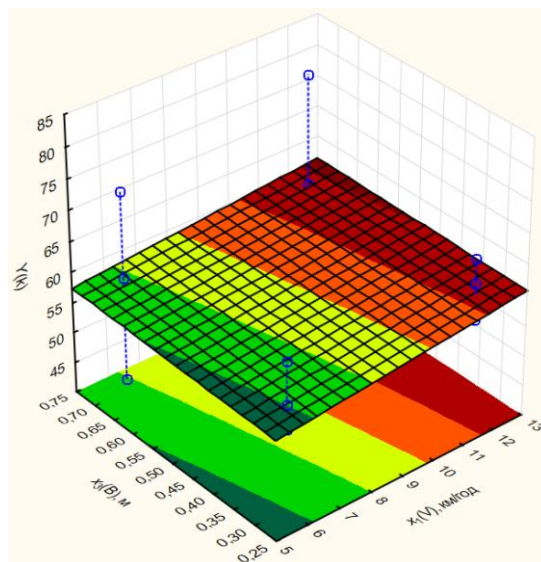


Рис. 15. Стандартизована Парето-карта значимості коефіцієнтів рівняння регресії

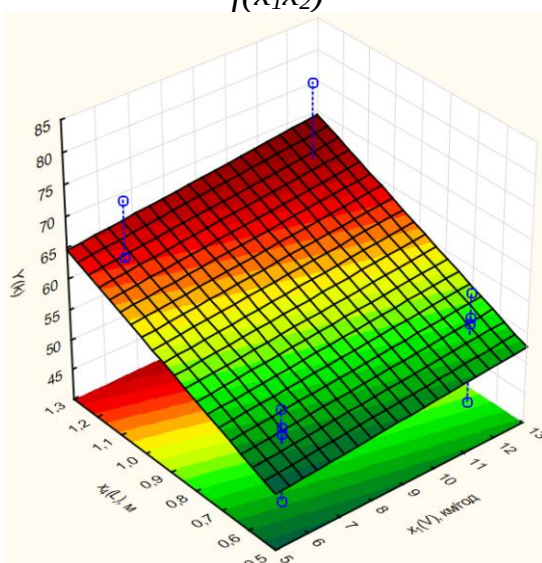
За результатами експериментальних досліджень можна констатувати, що у представленому діапазоні значень факторів найбільш впливовими на показники якості обробітку ґрунту чизельним агрегатом є відстань між рядами чизельних лап L , глибина обробітку ґрунту чизельними лапами H , взаємний вплив глибини обробітку ґрунту лапами H та відстані між слідами чизельних лап B , взаємний вплив відстані між слідами чизельних лап B і відстані між рядами чизельних лап L та робоча швидкість глибокорозпушувача V . Є логічним, що в тому випадку, коли глибокорозпушувач обробляє ґрунту на малу глибину вирішальним стає значення фактора відстань між слідами чизельних лап B , так як в цьому випадку на полі відбувається не суцільний обробіток ґрунту, а за певних співвідношень глибин забезпечується полосовий обробіток. Поряд із цим, загальне збільшення глибини роботи чизельних лап за інших незмінних умов призводить до покращення якості роботи розпушувача. Робоча швидкість хоч і має позитивний вплив на якість обробітку, однак її збільшення обмежується характеристиками трактора.



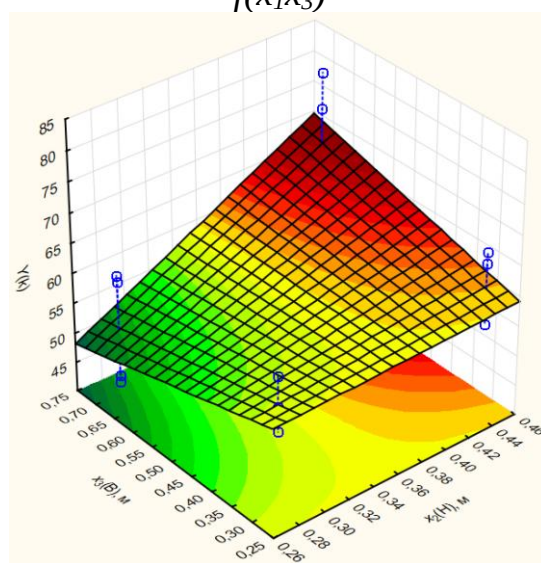
$f(x_1x_2)$



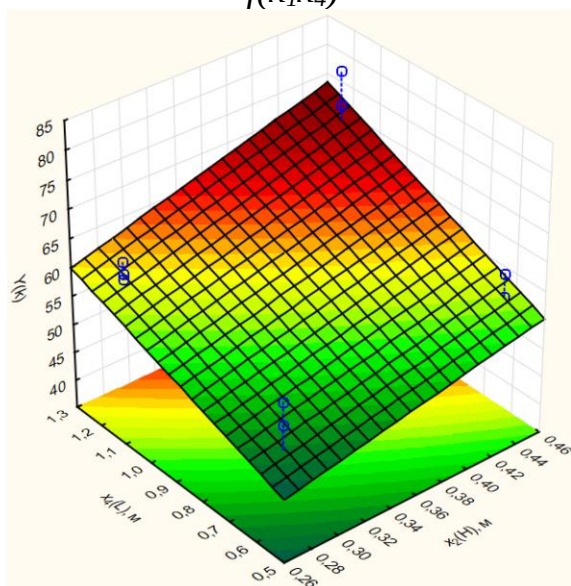
$f(x_1x_3)$



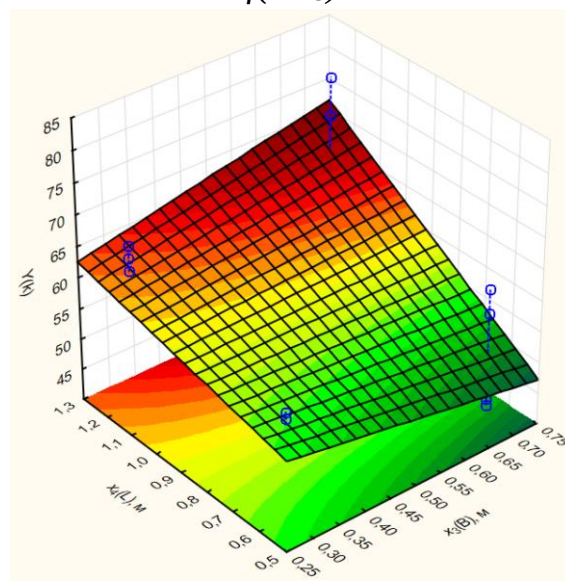
$f(x_1x_4)$



$f(x_2x_3)$



$f(x_2x_4)$



$f(x_3x_4)$

Рис. 16. Тримірні графіки взаємного впливу факторів на якість роботи чизеля

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

МВРГ 00.000 ПЗ

Арк.

56

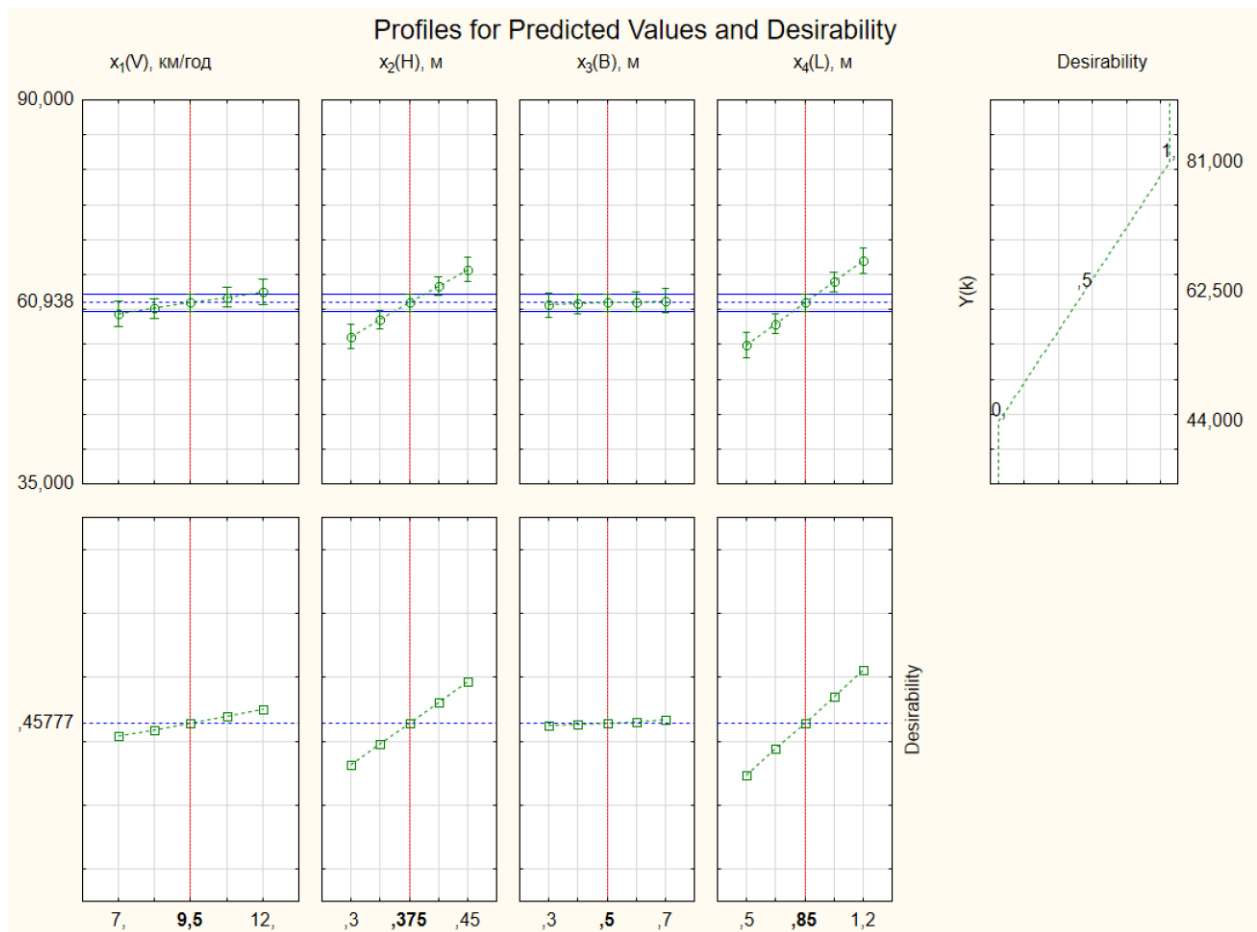


Рис. 17. Профілі бажаності факторів при оцінці їх впливу на якість роботи чизельного агрегату

Отже, в науковій частині роботи під час проведення інженерних обґрунтувань і розрахунків та проведення експериментальних досліджень по вивченню впливу факторів на параметри і режими вдосконаленого чизельного глибокорозпушувача доведено, що при робочій швидкості глибокорозпушувача $V = 10,5 \dots 11,5$ км/год, глибині обробітку ґрунту чизельними лапами $H = 0,36 \dots 0,4$ м, відстані між слідами чизельних лап $B \approx 0,6$ м та відстані між рядами чизельних лап $L = 1 \dots 1,2$ м вдається досягти якості обробітку ґрунту на рівні 74...78%. Такі якісні показники роботи вдосконаленого агрегату повністю відповідають чинним агровимогам а отримані параметри чизельного агрегату можуть бути рекомендованими до впровадження та ефективно забезпечувати обробіток ґрунту за ускладнених умов роботи.

4. Охорона праці

Під час роботи в полі чизельного глибокорозпушувача на етапі основного обробітку ґрунту під посів ріпаку та інших польових культур технологічний процес може супроводжувати цілий ряд шкідливих та небезпечних факторів [17]. Незважаючи на те, що значна частина їх є типовими для подібних робіт, слід виділити головні із яких, що можуть ускладнити безпечне використання чизельного агрегату. Це наступні фактори:

- значна кількість швидкорухомих елементів конструкцій розпушувача та безпосередньо його переміщення в полі під час роботи;
- існує значна ймовірність виникнення високої запиленості робочої зони при реалізації безполицевого обробітку ґрунту;
- підвищена чи занижена температура в кабіні енергетичного засобі під час роботи ґрунтообробного агрегату в полі;
- вищий за нормативний рівень шуму та/або вібрації, що може супроводжувати обробіток ґрунту чизельним агрегатом;
- надто висока чи низька вологість в кабіні трактора під час використання чизельного глибокорозпушувача;
- вища за нормативну швидкість руху повітря в робочій зоні під час обробітку ґрунту;
- погана освітленість робочої зони та/або місця механізатора, що являється наслідком відсутності або ж недостатчі природнього світла, погана робота чи відсутні штучні освітлювальні прилади, засліплення працюючого внаслідок відбивання світла від поверхонь, зокрема чизельного глибокорозпушувача чи трактора та ін.;
- значна кількість гострих та виступаючих країв, гострих лез, кромek, задирок різного походження на сільськогосподарській машині та/або трактору, підвищена шорсткість поверхонь, що може травмувати працюючого під час здійснення операції;

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

- значна висота розміщення місць обслуговування глибокорозпушувача та кабіни трактора відносно поверхні поля;
- підвищена ймовірність виникнення пожеж на етапі проведення основного безполицевого обробітку ґрунту.

До перелічених факторів окремо виділяються шкідливі і небезпечні виробничі фактори хімічного походження, серед яких під час основного безполицевого обробітку ґрунту виділяються наступні:

- непрямий та/або прямий контакт механізатора під час робіт із отруйними, подразнюючими, сенсобілізуючими та іншими шкідливими речовинами, рідинами, випарами. Зокрема, ці речовини можуть міститися у відпрацьованих газах двигуна трактора, технічних рідинах, які працюють під час операцій (паливо-мастильні матеріали), агрохімікати, наявність шкідливого пилу та хімічних речовин у повітрі тощо.

Чизельний комбінований ґрунтообробний агрегат має комплектуватися додатковим необхідним для обслуговування обладнанням та спеціальним інструментом, наприклад таким, як спеціальними очисниками робочих органів, упорами для противіткату, підставками для регулювання глибини обробітку тощо. З метою безпечного навішування чизеля на енергетичний засіб ґрунтообробний агрегат виготовляють із механізмом автонавішування, що дозволяє проводити з'єднання трактора із сільськогосподарською машиною без сторонньої допомоги самим трактористом без його виходу із кабіни, а функція тракториста у навішуванні заключається лише фіксуванні автонавіски після операції приєднання чизеля із трактором. Максимально допустимі зусилля на регулювальні важелі та ручки агрегату і трактора, включаючи механізм регулювання глибини обробітку та положення спарених котків не повинні перевищувати навантаження 200 Н. На етапі проведення основного безполицевого обробітку ґрунту робоче місце оператора має бути максимально захищеним від бруду, пилу, вібрацій, шуму тощо.

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

5. Обґрунтування ефективності вдосконалень

Обґрунтування доцільності проведення безполицевого обробітку ґрунту під посів ріпаку базується на кількох агротехнічних, екологічних і економічних аспектах:

1. Збереження структури ґрунту

Безполицевий обробіток мінімізує руйнування ґрунтової структури, що сприяє збереженню капілярності, водопроникності та аерації. Це особливо важливо для ріпаку, який потребує добре аерованого й водозабезпеченого середовища для нормального розвитку кореневої системи.

2. Зменшення ризику ерозії ґрунту

Можливість залишити пожнивні рештки попередника на поверхні поля після безполицевого обробітку зменшує вітрову та водну ерозію, що важливо для господарств, які мають багато орних угідь із нахилами поверхонь або під час посушливих періодів.

3. Скорочення втрат вологи

Ріпак є культурою, чутливою до дефіциту вологи, особливо в період проростання. Безполицевий обробіток дозволяє зменшити випаровування вологи з ґрунту, забезпечуючи сприятливі умови для розвитку кореневої системи культурних рослин.

4. Поліпшення мікробіологічної активності

Менша інтенсивність обробітку сприяє збереженню природних мікробіологічних процесів у ґрунті, які сприяють мінералізації органічних решток і доступності поживних речовин для ріпаку.

5. Енергоефективність

Безполицевий обробіток ґрунту потребує менше пального й трудових ресурсів, ніж традиційна полицева оранка. Це дозволяє знизити виробничі витрати та підвищити рентабельність вирощування ріпаку.

6. Забезпечення оптимальної глибини обробітку

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

Ріпак вимагає рівномірної глибини обробітку для якісного посіву та розвитку кореневої системи. Безполицевий обробіток дозволяє забезпечити рівномірність ґрунтового горизонту без утворення плужної підшви.

7. Зниження ущільнення ґрунту

Відсутність інтенсивного механічного впливу запобігає ущільненню ґрунту, що є критично важливим для проростання насіння ріпаку та росту і розвитку його кореневої системи.

Отже, безполицевий обробіток ґрунту чизельним глибокорозпушувачем під посів ріпаку є доцільним завдяки позитивному впливу цієї операції на збереження родючості ґрунту, водного балансу, структури та економічної ефективності вирощування польових культур. Цей підхід забезпечує сприятливі умови для розвитку ріпаку, водночас знижуючи виробничі витрати й зберігаючи екологічну стабільність господарства.

					МВРГ 00.000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Висновок

Таким чином, на етапі виконання роботи проведено огляд, місце в сівозміні, напрямки використання вирощеного врожаю та тенденції до подальшого виробництва такої культури як ріпак. Проаналізовано існуючу технологію та технічні засоби для реалізації цієї технології при вирощуванні ріпаку в умовах господарства, окреслені проблемні етапи та визначено напрямки інтенсифікації технологічного процесу вирощування ріпаку. Детально обґрунтовано необхідність переходу від класичної полицевої оранки до глибокого розпушування без обертання скиби, що дозволить поліпшити стан ґрунтового середовища, зруйнувати ущільнену підшві та вирішити питання із ерозійними процесами ґрунту. Проведені технологічні розрахунки, що доводять ефективність використання на операціях безполицевого обробітку агрегату у складі чизеля навісного ЧН-3,5 та трактора Т-150К.

Під час виконання наукової частини вивчено конструкцію, основні регулювання та визначені переваги і недоліки комбінованого чизельного агрегату, який буде працювати в господарстві на операціях глибокого безполицевого обробітку. Виконано ряд інженерних розрахунків агрегату та вдосконалено конструкцію чизельної лапи із прямим стояком.

Під час експериментальних досліджень, що проведені за класичною методикою планування експериментів із використанням комп'ютера отримані рівняння регресії та графічні результати, які дозволяють встановити раціональні значення конструктивних та технологічних параметрів чизеля. Доведено, що при робочій швидкості глибокорозпушувача $V = 10,5 \dots 11,5$ км/год, глибині обробітку ґрунту чизельними лапами $H = 0,36 \dots 0,4$ м, відстані між слідами чизельних лап $B \approx 0,6$ м та відстані між рядами чизельних лап $L = 1 \dots 1,2$ м вдається досягти якості обробітку ґрунту на рівні 74...78%. Такі якісні показники роботи вдосконаленого агрегату повністю відповідають чинним агровимогам а отримані параметри чизельного агрегату можуть бути рекомендованими до впровадження та ефективно забезпечувати обробіток ґрунту за ускладнених умов роботи.

					МВРГ 00.000 ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаної літератури

1. Технологія виробництва продукції рослинництва: Навч. посіб. Ч.2 / Мельник С.І., Муляр О.Д., Кочубей М.Й., Іванцов П.Д. – К. : Аграрна освіта, 2010. – 405 с.
2. Агрохімічна характеристика ґрунтів, рекомендації по підвищенню їх родючості та ресурсозберігаючій технології застосування добрив і агрохімічні паспорти полів, земельних ділянок в Державній сортовипробувальній станції Кіровоградської області /Кіровоградська обласна державна проектно–розвідувальна станція хімізації сільського господарства. – Кіровоград, 1997. – 68 с.
3. Секун М.П., Лапа О.М. та ін. Технологія вирощування і захисту ріпаку. – Київ: ТОВ "Глобус-Принт", 2008. – 116 с.
4. Єщенко В.О. Загальне землеробство. – К.: Вища освіта, 2004. – 336 с.
5. Технологія вирощування ріпака ярого в Лісостепу України / В.О. Єщенко, Г.І. Каричковська, А.В. Новак [та ін.]; за ред. В.О. Єщенка. – Умань: Сочінський, 2010. – 275 с.
6. Озимий та ярий ріпак / І.Д. Ситнік [та ін.]; ред. І.Д. Ситнік: Національний аграрний ун-т. – К.: Знання України, 2005. – 83 с.
7. Технологія вирощування та використання ріпака: рекомендації / Інститут хрестоцвітних культур УААН, Науково-виробнича система "Ріпак"; підгот. Т. В. Мельничук. – Івано-Франківськ, 1996. – 35 с.
8. Зінченко О.І. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
9. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві: Підручник / С.М. Каленська, Л.М. Єрмакова, В.Д. Паламарчук та ін.. – Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2015. – 448 с.
10. Машина для обробітку ґрунту та внесення добрив. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей / Сало В.М., Лещенко С.М., Лузан П.Г., Мачок Ю.В., Богатирьов Д.В. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с.

					МВРГ 00.000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Практикум із землеробства: Навчальний посібник / М.С. Кравченко, О.М. Царенко, Ю.Г. Міщенко та ін.: За ред. М.С. Кравченка і З.М. Томашівського. – К.: Мета, 2003. – 320 с.
12. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
13. Проектування сільськогосподарських машин : навч. посіб. / [Бендера І. М. та ін.]; за ред. І. М. Бендери, А. В. Рудя, Я. В. Козія. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О. В., 2011. – 640 с.
14. Машиновикористання в землеробстві/ В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка і Ю.П. Нагірного. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
15. Машиновикористання у рослинництві. Технологічний регламент використання машин у рослинництві: Навчальний посібник. / Гарькавий А.Д., Калетнік Г.М., Мельник І.І. та ін. – ВДАУ, НУБІП, ЛДАУ, 2009. – 160 с.
16. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування і використання машинно–тракторного парку в рослинництві: Підручник. –К.: Вища шк., 1995. – 237 с.
17. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини / Теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 1: Машини для рільництва // За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 382 с.
18. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку / За ред. Д.Г. Войтюка. – Суми: ВТД Університетська книга, 2006. – 480 с.
19. Кравчук В.І., Мельник Ю.Ф. Машини для обробітку ґрунту та сівби. – МІНАПК України, Дослідницьке, 2009. – 288 с.
20. Шевченко І.А. Керування агрофізичним станом ґрунтового середовища / І.А. Шевченко – К.: Видавничий дім “Вініченко”, 2016. – 320 с.

					МВРГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

21. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки: Навч. посіб. для студ. агротехн. спец. / О.М. Васильковський, С.М. Лещенко, К.В. Васильковська, Д.І. Петренко. – Харків: Мачулін, 2019. – 164 с.
22. Петренко М.М. Основи наукових досліджень: Навч. посібник. – Кіровоград, 1997.– 170 с.
23. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. / Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. – Кіровоград, Х.: Мачулін, 2016. – 204 с.
24. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. – Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.
25. Основи охорони праці: Підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов, Я.М. Черненко. – Х.: Стиль-Издат, 2017. – 334 с.
26. Лесенко Г.В. Техніка безпеки на механізованих роботах: Вид. 2–е, допов. перероб. – К.: Урожай, 1978 – 172 с.
27. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств: Підручник. – 2 – ге вид., доп. і перер. – К.: КНЕУ, 2002. – 624 с.
28. Нелеп В. М. Планування на аграрному підприємстві: Підручник. – 2-ге вид., перероб. та доп. – К.: КНЕУ, 2004. – 495 с.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Презентація графічної частини дипломної роботи
магістра на тему:

Механізація вирощування ріпаку з дослідженням та вдосконаленням ґрунтообробного агрегату

Виконав: ст. гр. АІ-23МЗ Серб Станіслав Іванович

Керівник роботи: доц. Лещенко С.М.

Кропивницький, 2024 р.

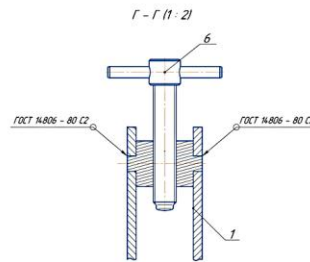
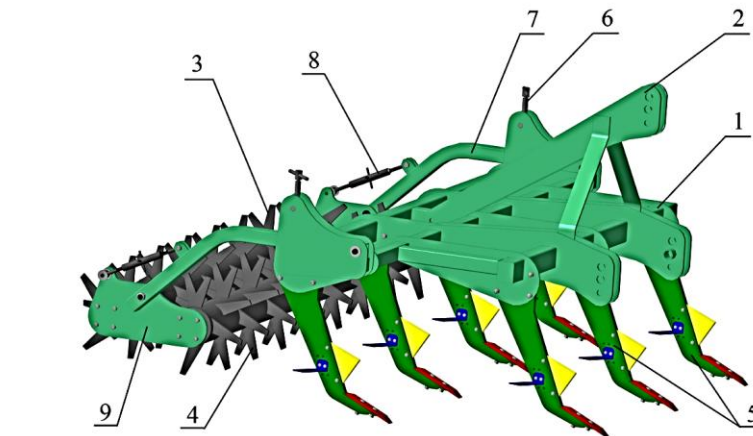
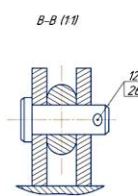
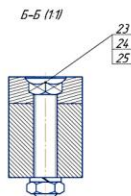
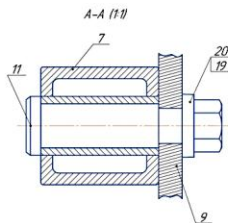
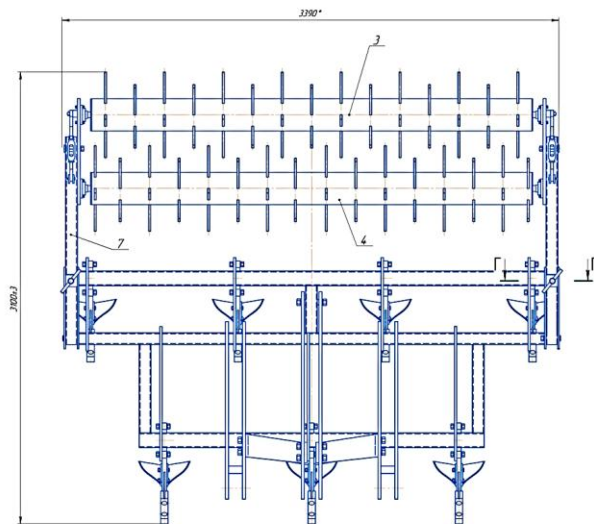
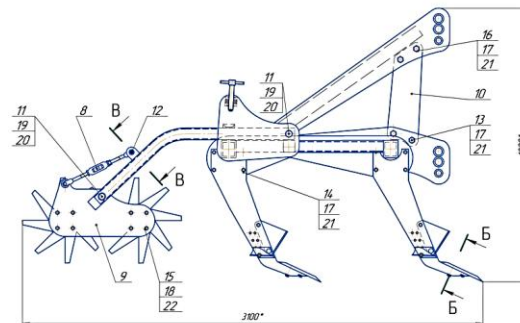
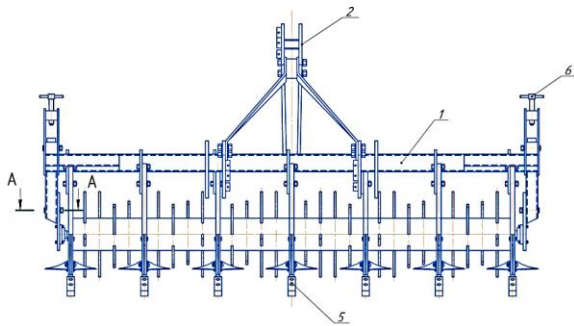
Операційно-технологічна карта на безполицевий основний обробіток

МВРГ 00.001 Т4

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми																
Умови роботи	Площа – 144 га; довжина гонів – 1000 м; величина підйому – 3%; питомий опір – 8,0 кН/м.	Схема поля																
Агротехнічні вимоги	Допустимі відхилення фактичної глибини обробки від заданої не більше 10% або ±2 см; Здерження стерні на ділянці залежить від вимог, може бути до 85%; Прямолінійність проходу агрегату не більше ±20 см; Ширина стикових міжрядь не менше 10 см.																	
Склад агрегату і підготовка його до роботи	Трактор Т-150К+глибокорозпушувач ЧН-3.5. Робоча ширина захвату – 3,5 м; мінімальний радіус повороту – 4,12 м. Підготовка агрегату: 1.Провести технічний огляд агрегату 2.Перевіряють робочі поверхні глибокорозпушувача 3.Перевіряють правильність встановлення глибини обробки 4.При необхідності провести відповідні регулювання	Склад агрегату 1 – трактор, 2 – глибокорозпушувач, 3 – зубчастий коток																
Підготовка поля	Перед початком обробітку оглянути поле, виявлені перешкоди усунути. Ширина поворотної смуги – 17,15 м;	Схема руху одного циклу																
Спосіб руху	Спосіб руху – човниковий.	L – довжина гонів, Lp – робоча довжина заїздки, E – ширина поворотної смуги, e – довжина вилзду агрегату, Bp – ширина захвату агрегату, Rmin – мінімальний радіус повороту																
Швидкість руху	Робоча передача – II (друга) робоча швидкість – Vp=8,53 км/год.																	
Показники організації процесу	1. Продуктивність агрегату – 2,57 га/год. 2. Технічна продуктивність за цикл – 0,49 га/цикл. 3. Змінна продуктивність агрегату – 16,87 га/зм. 4. Кількість циклів за змину – 26 цикл/зм. 5. Витрати палива на 1 га – 8,3 кг/га. 6. Витрати палива за змину – 140 кг/зм.																	
Контроль за якістю	<table><tr><th>Показники</th><th>Методи визначення</th><th>Граничні нормативи</th><th>Бали</th></tr><tr><td>Відхилення від заданої глибини обробки, см</td><td>Загр глибини здійснюється в 10 місцях по діагональ площі обробленої ділянки</td><td>±10 До ±2 Більше ±2</td><td>3 2 1</td></tr><tr><td>Вирівненість, см</td><td>Заграти довжину профілю впоперек напрямку обробітку 10-метровим шнуром, відхилення з відомою стрічкою</td><td>не більше 5 не більше 7 більше 7</td><td>3 2 1</td></tr><tr><td>Кришення ґрунту, %</td><td>Відбирати по відношенню маси фракції ґрунок розміром менше 5 см до загальної маси ґрунтового проби</td><td>До 0,5% До 0,1% Більше 0,1%</td><td>2 1 0</td></tr></table>	Показники	Методи визначення	Граничні нормативи	Бали	Відхилення від заданої глибини обробки, см	Загр глибини здійснюється в 10 місцях по діагональ площі обробленої ділянки	±10 До ±2 Більше ±2	3 2 1	Вирівненість, см	Заграти довжину профілю впоперек напрямку обробітку 10-метровим шнуром, відхилення з відомою стрічкою	не більше 5 не більше 7 більше 7	3 2 1	Кришення ґрунту, %	Відбирати по відношенню маси фракції ґрунок розміром менше 5 см до загальної маси ґрунтового проби	До 0,5% До 0,1% Більше 0,1%	2 1 0	Перевірка глибини обробки борозноміром
Показники	Методи визначення	Граничні нормативи	Бали															
Відхилення від заданої глибини обробки, см	Загр глибини здійснюється в 10 місцях по діагональ площі обробленої ділянки	±10 До ±2 Більше ±2	3 2 1															
Вирівненість, см	Заграти довжину профілю впоперек напрямку обробітку 10-метровим шнуром, відхилення з відомою стрічкою	не більше 5 не більше 7 більше 7	3 2 1															
Кришення ґрунту, %	Відбирати по відношенню маси фракції ґрунок розміром менше 5 см до загальної маси ґрунтового проби	До 0,5% До 0,1% Більше 0,1%	2 1 0															

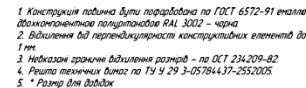
Операційно-технологічна карта на безполицевий основний обробіток

Складальне креслення комбінованого чизельного глибокорозпушувача



1. Фарбувати "Місце строповки" троякратом Т-4 ГОСТ 763-73
2. Якість готового зчеплення чистити паливною відходою тапачкою упродовж 10 хвилин після закінчення роботи 90-4
3. Після закінчення чистки паливний бак повинен бути обмийтий
4. Катки-повертальники паливної відходою вращаются в направлении движения
5. Зусилля заповнення відходою збільшити на найменшу площину
- Р = 24 н/м робочих органів - 16 Н/м
6. Відключення станов чистильних лопат від у вертикальних положенні до 3 - х мм
- 7? Розміри дані додаток.

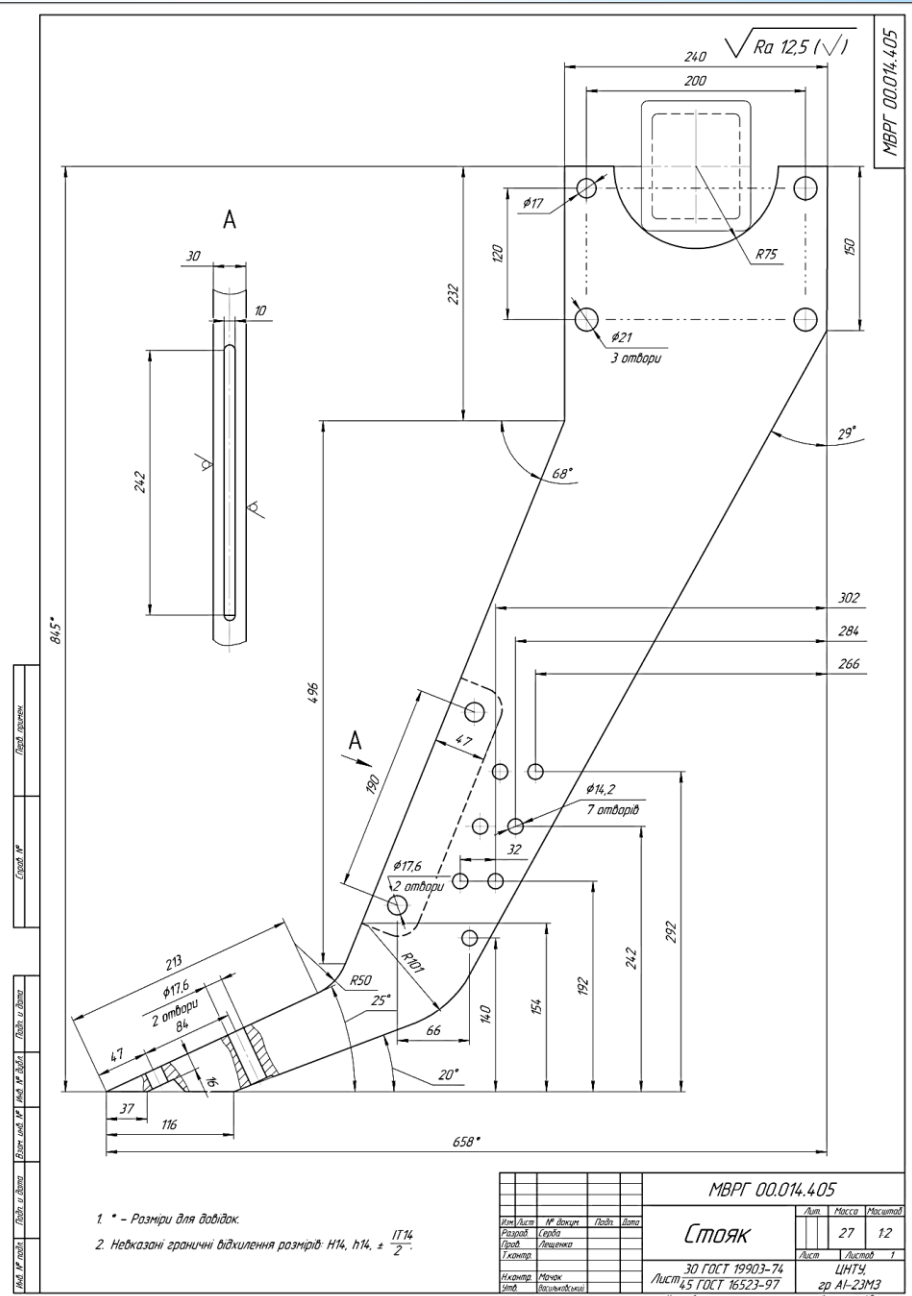
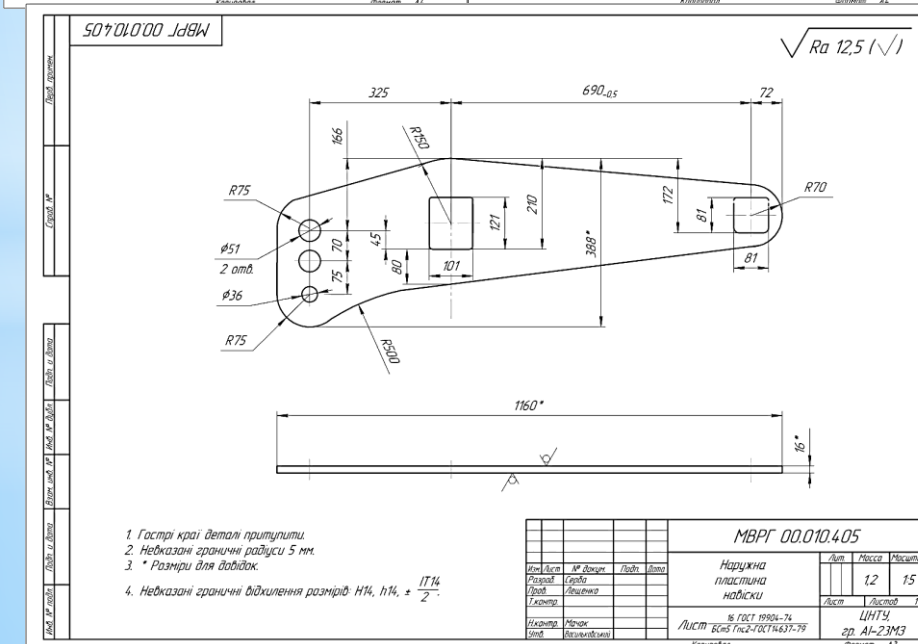
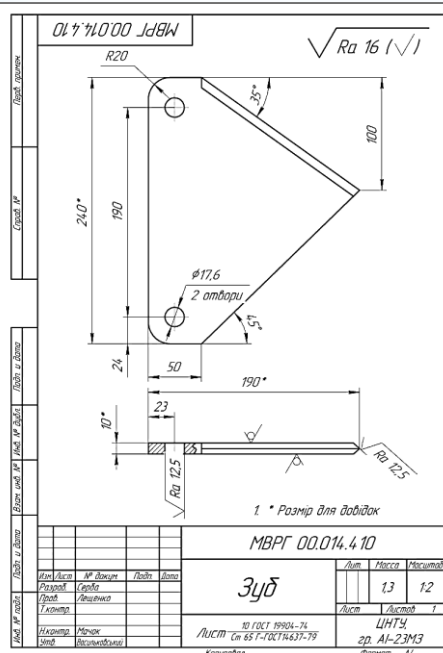
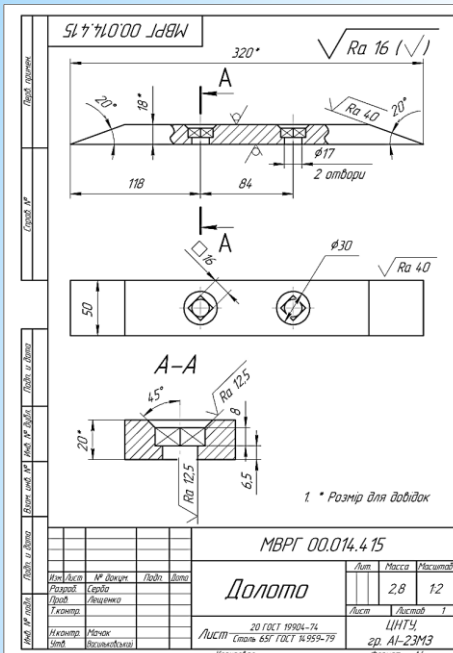
					MBP 00.000 05			
дизайн	М.Авдеев	Зелен	дизайн	Конфигурация чиповых		Автом	Масштаб	Масштаб
Экспорт	Содерж			защитного устройства			1600	110
Экспорт	Экспорт			4H-15		Автом	1.Автом	1
Экспорт	Масштаб			-			1174	
Экспорт	Экспорт						до А1-2343	
				Конфигурация			Автом	Автом



						МВРГ 00.014 СБ		
Страна	№ докум.	Дата	Догов.			Лана		
Российская	100000						36	1/2
Город	Участник							
Город						Акт	Акт	
Участник	Участник					ИИТ4		
Участник	Участник					29 А-23М3		
						Формат А1		
						Комментар		

Складальне креслення вдосконалених елементів конструкції

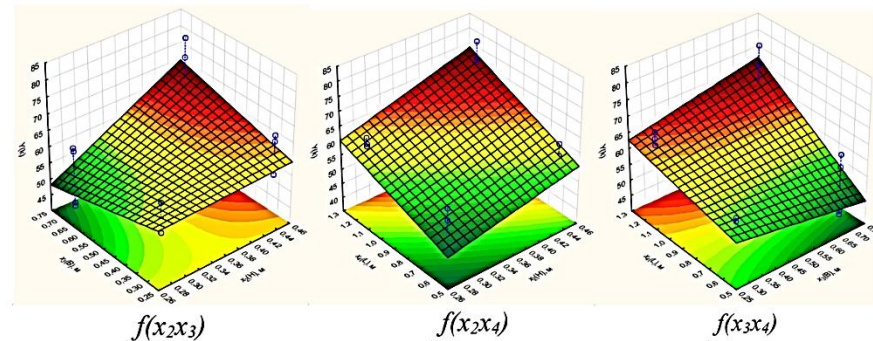
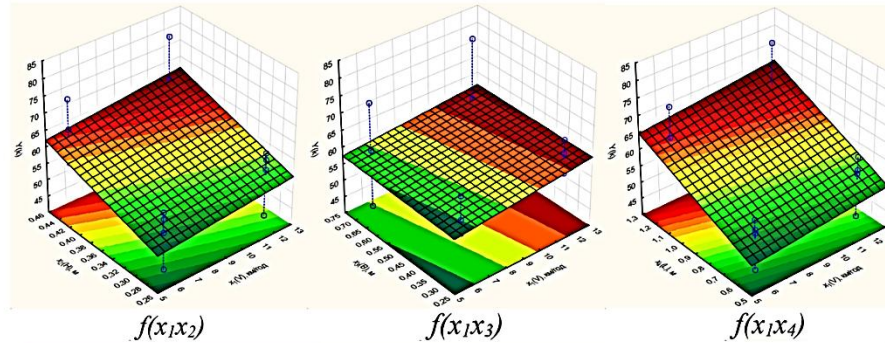
Деталювання комбінованого ґрунтообробного агрегату



Результати експериментальних досліджень

МВРГ 00.001 НЧ

№	Фактори		Рівні варіювання		Інтервал варіювання
	Найменування	Позначення	Нижній (-)	Верхній (+)	
1	Робоча швидкість глибокорозпушувача, V , км/год	x_1	7,0	12,0	2,5
2	Глибина обробітку ґрунту чизельними лапами, H , м	x_2	0,3	0,45	0,075
3	Відстань між слідами чизельних лап, B , м	x_3	0,3	0,7	0,2
4	Відстань між рядами чизельних лап, L , м.	x_4	0,5	1,2	0,35



Рівняння регресії

$$Y = 60,9375 + 1,5625 \cdot x_1 + 4,8125 \cdot x_2 + 0,3125 \cdot x_3 + 6,0625 \cdot x_4 + 0,1875 \cdot x_1x_2 - 0,0625 \cdot x_1x_3 + 0,1875 \cdot x_1x_4 + 3,4375 \cdot x_2x_3 + 0,6875 \cdot x_2x_4 + 2,4375 \cdot x_3x_4$$

Наукова
частина
роботи

МВРГ 00.001 НЧ

МВРГ 00.001 НЧ					
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ					
Автори	№	Вступ	Висновок	Висновок	Висновок
Вступ	Вступ	Вступ	Вступ	Вступ	Вступ
Висновок	Висновок	Висновок	Висновок	Висновок	Висновок
Висновок	Висновок	Висновок	Висновок	Висновок	Висновок

Дякую за увагу!