

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

Зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

« ____ » _____ 2023 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

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

**«Вдосконалення технології вирощування ріпаку з дослідженням
комбінованого ґрунтообробного агрегату»**

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,
групи AI-22M(1,4)

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Лубцов Костянтин Іванович

« ____ » _____ 2023 р.

Керівник проекту

доцент, канд. техн. наук

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

« ____ » _____ 2023 р.

Рецензент

доцент, кандидат техн. наук

_____ Іван СКРИННІК

« ____ » _____ 2023 р.

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет Агротехнічний
Кафедра Сільськогосподарського машинобудування
Рівень вищої освіти магістр
Галузь знань 20 «Аграрні науки та продовольство»
Спеціальність 208 «Агроінженерія»
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«__» _____ 2023 року

**ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗА ДРУГИМ
(МАГІСТЕРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ
ОСВІТИ**

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи (проекту)

2. Керівник роботи (проекту)

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

3. Строк подання роботи до захисту _____

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи (проекту) _____

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Дата видачі завдання

«___» _____ 20__ р.

Підпис керівника

_____ (прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 20__ р.

Підпис здобувача

_____ (прізвище та ініціали)

Зміст

1. Вступ.....	6
2. Технологічна частина	8
3. Наукова частина	34
4. Охорона праці.....	52
5. Економічна частина	55
6. Висновок	57
Список використаної літератури	58
Додатки.....	61

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

1. Вступ

Україна є світовим лідером з вирощування цілого ряду сільськогосподарських культур. Незважаючи на війну, ряд економічних проблем, нестабільність ринку збуту сільськогосподарської продукції та інші негаразди, аграрний сектор держави тримається на плаву та навіть має деякі ознаки щодо його відновлення. Як і в довоєнний період, в галузі рослинництва гострою залишається проблема збереження родючості ґрунту. Останнім часом сільськогосподарські виробники концентрують увагу на нарощуванні валового збору продукції агропромислового комплексу, при цьому досить часто для досягнення високих врожаїв технологічні процеси супроводжує високий рівень хімізації виробництва. Такий підхід призводить до забруднення як ґрунтів так і навколишнього середовища що в своїй сукупності прискорюють процеси обезструктурення та виснаження ґрунтів. Ще одним фактором, що прискорюють процеси втрати гумусу та обезструктурення ґрунтів є використання ерозійно небезпечних знарядь, дуже важкої сільськогосподарської техніки, вирощування на одному і тому ж полі фактично однієї культури тощо.

Поряд із означеними вище проблемами і тенденціями в ряді регіонів України є господарства, що можна віднести до прогресивних господарств. Такі господарства крім забезпечення сівозмін, намагаються провести вдосконалення технологічних процесів вирощування сільськогосподарських культур та окремих операцій у технологіях, відмовляються від ерозійно небезпечних сільськогосподарських машин і агрегатів, намагаються загалом перейти до ґрунтозахисних, енергозберігаючих технологічних процесів вирощування продукції рослинництва.

					ВРДГ 00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Лубцов				Пояснювальна записка	Літ.	Арк.
Перевір.	Леценко						6
Реценз.						ЦНТУ, гр. АІ-22М(1,4)	
Н. Контр.	Мачок						
Затверд.	Леценко						

Одним із проблемних етапів технологічних процесів вирощування сільськогосподарських культур є основний обробіток ґрунту. Проведення цієї операції класичним методом полицевої оранки є однією із найбільш енергозатратною до того ж і ерозійно небезпечних робіт. Існуючі дослідження та практичні рекомендації, в тому числі і закордонних фермерів і дослідників рекомендують поступовий перехід від полицевої оранки до глибокого розпушування ґрунту без його обертання. Такі операції хоч і не є новими, втім залишаються перспективними і впроваджуються в нашій державі відносно повільно. Тому вивчення можливості впровадження в технології вирощування польових культур та розробка рекомендацій щодо технічного забезпечення процесів безполицевого обробітку ґрунту є цікавою і актуальною задачею, яка підлягає практичному вирішенню в ході виконання даної роботи.

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

2. Технологічна частина

2.1. Ріпак як сільськогосподарська культура, його народногосподарське значення та технологія вирощування

Загальна характеристика ріпаку

Ріпак – це олійна однорічна культура, яка останнім часом зайняла досить вагоме місце серед культур, що вирощуються на території України. Латинню назва ріпак звучить як *Brassica Napus L*, до цих пір зустрічаються і альтернативні назви цієї сільськогосподарської культури такі як кольза або рапс. Зі сторони цінності цієї культури у сівозміні більш корисним є озимий ріпак, а тому більшість господарств культивують саме озимі сорти цієї культури. Ще ріпак характеризується стабільним ціонутворенням, а тому його виробництво в господарських умовах стає ще більш доцільним і фінансово вигідним.

Ріпак, як сільськогосподарська культура відома давно. Деякі агрономи мають думку, що це взагалі одна із перших культур, яка була відома більше чотирьох тисячоліть до нашої ери. За переконанням агровиробників і дослідників походить ріпак із країн Середземномор'я. Найширшого розповсюдження ріпак мав у ХІХ столітті, коли його обсяги вирощування в Європі були максимальними через попит на цю культуру, що було обумовлено інтенсивним розвитком техніки. В цей час ріпакова олія стала дуже популярною сировиною і продуктом. Саме тоді виробництво технічних олив не перекривало попиту і відчувався дефіцит таких олив і саме ріпакова олія дозволила вирішити цю проблему.

На полях України була подібна ситуація, яка мала місце в кінці ХІХ на початку ХХ століття, коли посіви ріпаку користувалися популярністю. Саме тоді посіви ріпаку перевищували посіви соняшнику, а отже тоді ріпак був основною олійною культурою, яка вирощувалася в ті часи [1...4]. В середині ХХ століття соняшник майже повністю витіснив ріпак, а господарства які його вирощувалися зустрічалися дуже рідко.

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

Виток нового розвитку технологій та нарощування обсягів виробництва ріпаку припадає на початок ХХІ століття, коли постало питання відновлення сівозмін та пошук джерел альтернативної енергії. Сьогодні ріпак є однією із головних культур, яка використовується у виробництві біопалива, що є основним фактором, який обумовлює популярність цієї культури.

Ріпак є класичною олійною культурою, вміст олії у насінні якого дорівнює 48...52%. Цю олію найчастіше використовують у виробництві лакофарбових виробів, миловарінні, харчовій промисловості, наприклад для виробництва цілого ряду жирів, жирозамінників маргаринів тощо.

З біологічної точки зору рослина ріпаку (рис. 1) характеризується високим стеблом висотою до 1,5...1,7 м, що має розгалуження у верхній частині, на якому і формується суцвіття. Рослина ріпак під час вегетаційного періоду на всіх етапах росту вкривається восковим нальотом сизо-зеленого кольору [2].



Рис. 1. Біологічні особливості ріпаку



Рис. 2. Загальний вигляд суцвіття, стручків та насіння ріпаку

Листкова маса на рослині ріпаку теж вкрита густим восковим нальотом і більшість листків ростуть в нижній частині рослин. Самі листки ріпаку можна поділити на прикореневу листову масу, це листки, що ростуть найнижче і мають ліроподібну форму а їх поверхня вкрита волосками білого кольору; середню листову масу – на стеблі рослин таких листків значно менше, а їх форма може бути як видовжено-списоподібною так і ліроподібною та верхню листову масу, яких на стеблах рослин найменше а за формою такі листки безчерешкові, видовжені та мають розширену основу, що охоплюють поверхню стебла [3].

Ріпак має стрижневу кореневу систему, яка є веретеноподібною, та за дослідженнями агрономів, під час росту коріння ріпаку проникає в ґрунт на глибину до 2,5...3 м. Корінець кожної рослини є слабкорозгалуженим а на його поверхні дуже мало мичкуватих корінців. Якщо в господарстві культивують озиму форму ріпаку, то під час сівби восени до початку зимових холодів, рослина має сформувати розетку та випустити 6...9 повноцінних листки. Повноцінна вегетація озимого ріпаку відновлюється весною, а після повного відновлення росту рослина випускає стебло. Ріпак на завершальній стадії росту формує вгорі рослини суцвіття, яке має китиці із квітками золотого чи яскраво жовтого забарвлення, а самі китиці є нещільними. Найактивніше в рослині розвивається центральна китиця, на якій

розміщується близько 20...40 квіточок. Самі квіточки ріпаку є дрібними а чашолистки квіток є макимально вузькими. Кожна квітка має чотири сформовані пелюстки а в центральній частині квітки розміщується шість тичинок. Чотири тичинки квіток – довгі із маточкою, а дві інші тичинки – зовсім короткі.

Плоди, задля яких вирощується ріпак є довгі стручки (довжина від 6 до 11 см) (рис. 1, рис. 2). У кожному стручку виростає в середньому від 18 до 40 насінин ріпаку. Кожна зернівка цієї культури має гладеньку поверхню та один явно помітний головний нерв, яким забезпечується живлення зернівок під час їх росту. Кожен стручок ріпаку має на кінці загострений носик, довжина якого дорівнює 10...20 мм. Потенційно кожна рослина здатна сформувати до 200...400 стручків. Після виділення із стручка насіння ріпаку в більшості має правильну округлу форму та є чорним або ж темно-коричневим за забарвленням. Залежно від існуючою технології вирощування сортності ріпаку, погодних умов, системи удобрення та стану і родючості ґрунту, сумарна вага 1000 насінин може коливатися в широких межах від 3 до 7 гр. [1...4].

До недоліків ріпаку та складності забезпечення стабільності врожаю відноситься висока вимогливість цієї культури до вологи. Відомо, що транспіраційний коефіцієнт ріпаку дорівнює 500...750, що є достатньо високим коефіцієнтом серед сільськогосподарських культур. Слід зазначити, що найбільше води рослини ріпаку потребують восени, коли потрібно, щоб сформувалося достатньо листків для вдалої перезимівлі та весною, в період відновлення інтенсивної вегетації. Проте ріпак є достатньо морозостійкою культурою і починає проростати за умови, що температура в зоні насінини знаходиться на рівні $+0,1^{\circ}\text{C}$. Однак достатня сила росту та максимальна енергія проростання спостерігається на полях за умови температури навколишнього середовища $+14...+17^{\circ}\text{C}$. Ще однією особливістю ріпаку є його здатність легко переживати низькі температури до -17°C . Найкращою

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

температурою для формування достатнього врожаю цієї культури є діапазон температур в межах +18...+20°C. Варто пам'ятати, що при вирощуванні ріпаку за дуже високих температур та дефіциту вологи відбувається занадто раннє висихання стручків, що призводить до зниження врожаю та отримання більш дрібних і щуплих насінин.

Найкраще ріпак вирощувати на класичних чорноземах, темно сірих та сірих лісових ґрунтах, за умови якісної підготовки ґрунту під посів та реакції ґрунту 6,0...6,5 PH. Період росту ріпаку від моменту сходження до збирання врожаю складає близько 290...320 діб. Всі сорти ріпаку є рослинами довгого дня [7].

Аналіз базової технології вирощування ріпаку в господарстві та пропозиції по її вдосконаленню

В базовому фермерському господарстві ріпак є цінною культурою сівозміни, що в своїй сукупності вирощується на близько 15% посівних площ. Виходячи з цього, питання стабільності отримання врожаю цієї культури, вдосконалення окремих етапів технологічного процесу та технологій вирощування ріпаку в цілому, обґрунтоване та раціональне використання техніки для реалізації технологічних процесів, обґрунтований та раціональний рівень удобрення та хімізації процесів, інші особливості та наукові підходи до вирощування ріпаку дозволять підвищити валовий збір, знизити собівартість та скоротити ймовірності втрати врожаю чи пошкодження рослин або ж зібраного збіжжя. Відомо, що рослина ріпак є вибагливою до часу проведення конкретних операцій під час його вирощування, а отже роботи мають реалізовуватися в обґрунтовані агротехнічні терміни, адже в своїй сукупності це частково дозволить вплив на загальну врожайність несприятливих факторів, в тому числі і природніх. Крім цього, суттєво на вартість готової продукції впливає технічне забезпечення окремих етапів технологій та вірність комплектування агрегатів і режимів їх роботи, підготовка поля до роботи тощо, а отже в господарствах є потенціал і можливості для

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

нарощування обсягів вирощування ріпаку та зниження собівартості готового врожаю.

Якщо якісно і ефективно застосувати досвід господарств, що реалізують раціональні технології вирощування ріпаку, послідовно та якісно реалізовувати кожний етап технологічного процесу, застосовувати максимально ефективні агрегати та якісний насіннєвий матеріал і засоби агрохімії, то можна гарантовано отримати стабільний врожай і частково знизити вплив несприятливих факторів вирощування. На початковому етапі реалізації вирощування ріпаку слід визначитися із культурою попередником, оскільки висока чутливість ріпаку до наявності та кількості ґрунтової вологи та наявності в достатній кількості поживних речовин робить бажаними попередниками майже всі зернобобові культури, багаторічні трави. Під час розміщення ріпаку на кожному конкретному полі варто врахувати його можливості перехресного запилення. Тому для продуктивного вирощування ріпаку в господарстві найбільш доцільно його ізолювати від інших перехресно запилювальних культур на відстань більше 0,5 км.

Ще однією особливістю вирощування ріпаку, на рівні із вимогами до наявності вологи, є потреба у гарній підготовці ґрунту до вирощування цієї культури, що виражається не лише у якісному обробітку ґрунту та руйнування ущільненої підшви, а й забезпечення гарного повітряного режиму ґрунтового середовища. Виходячи з цього, достатньо легко створити необхідні умови для вирощування ріпаку на перелічених вище лісових ґрунтах та чорноземах, в той час, як на ґрунтах важких за складом, переущільнених, засмічених бур'янами і вироджених створити потрібні умови для ефективного росту цієї культури майже неможливо. За таких умов рослини недоотримують необхідної кількості води і поживних речовин, розвиваються кволо і неоднорідно та часто можуть навіть загинути повністю. Щоб частково забезпечити потрібні умови для вирощування ріпаку за ускладнених умов і не на повністю придатних ґрунтах можна в технологічні процеси його вирощування впровадити операції

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

глибокого розпушення. Це дозволить поліпшити інфільтраційні властивості ґрунту, зруйнувати ущільнену підшву та в поєднанні із іншими агрозаходами дозволить частково знизити вплив негативних факторів на кінцевий врожай ріпаку.

Той факт, що ріпак, як сільськогосподарська культура є дуже чутливою до наявності в полі достатньої кількості води підтверджений неодноразово. Більшість практиків наголошують, що якщо на полі, де вирощується ріпак, річна сума опадів перебуває на рівні 600...700 мм в такому випадку створюються найбільш сприятливі умови для розвитку рослин за цим показником, якщо річна сума опадів не перевищує 500...600 мм то створюються задовільні умови, хоча вести мову про високий врожай не доводиться, за умов, що річна сума опадів є меншою за 400 мм, то стабільний врожай отримати взагалі неможливо, навіть при вирощуванні умовно водостійких сортів цієї культури.

Окрім суми опадів протягом року, на врожайність ріпаку має прямий вплив розподіл цих опадів протягом всього періоду вегетації рослин. Доведено, що найменше опадів потрібно на етапі проростання ріпаку, якщо вирощується озимий ріпак, то це спостерігається в осінній період, і саме в цей час для проростання вистачає $\frac{1}{2}$ сухої маси насіння ріпаку. Якщо організована гарна підготовка ґрунту під посів і операцію проведено вчасно у потрібні агротехнічні терміни, то рослини починають сходити вже на 6...8 добу. За умови, якщо в цей період на полі випадають опади, то процес сходження має тенденцію до прискорення.

Доведено, що в господарствах України найбільш бажаною є інтенсивна технологія вирощування ріпаку [6, 7], яка в своїй сукупності включає наступне:

- раціональне розміщення ріпаку в сівозміні після бажаного попередника, зокрема такого як пар (чорний чи зелений), зернові чи зернобобові культури, багаторічні або ж однорічні трави;

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

- забезпечення достатнього рівня удобрення як органічними так і якісними мінеральними добривами з метою надання рослинам повного спектру потрібних поживних речовин;
- науково-обґрунтоване та раціональне комплектування агрегатів, пошук найкращих кінематичних показників використання скомплектованих агрегатів, вірна організація роботи агрегати в полі, підготовка полів до операцій та ін. заходи, що дозволять проводити операції вчасно із мінімальними затратами та шкоди для ґрунту і потенційного врожаю;
- ретельний підхід до вибору і використання найбільш дієвих і безпечних засобів агрохімії для боротьби із бур'янами і хворобами, знищення шкідників;
- практичне впровадження інтенсивних технологій, поліпшення та інтенсифікація кожного із етапів робіт, вдосконалення і оптимізація системи оплати праці, оновлення парку сільськогосподарських машин і тракторів тощо.

Технології обробітку ґрунту під час вирощування ріпаку

Якщо в господарстві реалізується інтенсивна технологія вирощування ріпаку, то вона передбачає в умовах Центральної України проведення традиційного обробітку ґрунту. Висока дрібнзернистість насіння ріпаку висуває досить високі вимоги до якості вирівнювання поверхні поля та дрібновомкуватості структури оброблюваного горизонту на етапі проведення операцій із підготовки ґрунту до посіву.

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

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

провести прикочування ґрунту під час вирощування ріпаку використовується коток ЗКК-6А.

Всі технологічні прийоми при вирощуванні ріпаку починаються із лущення стерні попередньої культури. Ці операції призначені для того, щоб спровокувати бур'яни дружньо прорости, заробити рослинні рештки і добрива на приблизно однакову глибину та зменшити поверхнєве випаровування вологи. Терміни проведення лущення стерні мають фактично співпадати із операціями збирання культури-попередника і проводитися якомога швидше після таких робіт. Для лущення найкраще використовувати дискові лущильники типу ЛДГ-15, що працюють у парі із енергетичним засобом Т-150К.

Класичну полицеву оранку на полях господарства проводять на початку серпня. Інтенсивна технологія вирощування ріпаку передбачає, що разом із операцією полицевої оранки відбувається і використання додаткових знарядь, наприклад для вирівнювання ґрунту, його ущільнення, додаткового кришення, руйнування ущільненого дна борозни і т.д. У господарстві під час технології вирощування ріпаку оранку проводять плугами ПЛН-5-35 із енергетичними засобами Т-150К.

Удобрення поля під час вирощування ріпаку

Вірно підібрана система удобрення ріпаку створює сприятливі умови живлення. За рахунок внесення добрив у ґрунті поповнюються недостаючі поживні речовини у ґрунтового середовищі та забезпечується підведення цих поживних речовин до кореневої системи рослин у доступному для них стані. Крім того, система внесення добрив має безпосередній вплив на морозостійкість рослин ріпаку та їх хворобостійкість. Технологічний процес вирощування ріпаку характеризується тим, що найбільша кількість поживних речовин із ґрунтового середовища рослини споживають весною, після відновлення активної вегетації та триває ця фаза активного споживання поживних речовин до завершення фази цвітіння. На різних етапах

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

проектування технологічних процесів вирощування ріпаку варто врахувати, що ефективне внесення добрив під ріпак достатньо часто доводиться вносити за низьких температур, що пов'язане із дуже раннім відновленням періоду розвитку рослин після зимівлі [5].

В більшості випадків стартову дозу внесення добрив проводять способом поверхневого розкидання. Для цього в базовому фермерському господарстві використовують розкидач добрив МВУ та проводять подальше заорювання добрив на етапі основного обробітку чи лущення стерні. Крім стартової норми під час вирощування ріпаку практикують припосівне внесення добрив, яке проводять під час посіву цієї культури. Та завершальне підживлення рослин проводять на етапі догляду за посівами.

Проведення посіву ріпаку в базовій технології

Для ефективного вирощування ріпаку посівний матеріал потрібно підготувати до проведення посівних операцій. Процес підготовки насіння до посіву включає проведення обеззаражування насіннєвого матеріалу. Призначення цієї операції – пригнічення або ж повне знищення інфекцій як поверхневих так і внутрішніх, повноцінний захист як посівного матеріалу так і молодих рослин після сходження від уражень кореневими гнилями та ушкоджень різними шкідниками. За останні роки під час обеззараження насіннєвого матеріалу ріпак ще додатково обробляють різними стимуляторами росту, що призводить до поліпшення показників польової схожості рослин. Посівний матеріал ріпаку має оброблятися перед посівом у два заходи. Перший раз – приблизно за місяць до посіву та вдруге – за 5...8 діб до проведення посівних робіт.

Враховуючи високу дрібнозернистість ріпаку, найбільш доцільно використовувати для посіву пневматичну сівалку СПР-6. В більшості господарств для посіву ріпаку все ж використовують більш традиційні посівні агрегати, такі як СТС, СЗТ, СЗС та ін. У базовому фермерському господарстві ріпак сіють агрегатом у складі трактора МТЗ-82 та сівалки зернотрав'яної

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

СЗТ-3,6. Важливо, щоб посівні роботи виконувалися швидко, а в межах одного поля всі посівні операції виконувалися протягом 1...2 днів.

Операції догляду за посівами ріпаку

Після посіву поле із ріпаком потрібно обробити котками для того, щоб поліпшити контакт дрібних насінин ріпаку із частками ґрунту. Така операція дозволяє вплинути на сходження рослин, а саме – прискорити це сходження та забезпечити більш однакові умови живлення кореневої системи ріпаку. В господарстві прикочування посівів ріпаку проводять котками ЗКК-6А. Досить часто, після проходження опадів на поверхні поля із посіяним ріпаком утворюється ущільнена кірка, яка прискорює випаровування капілярної вологи і ускладнює сходження рослин. Для руйнування такої ущільненої кірки в господарстві проводять боронування боронами БЗЗТ-1. За умови, що ріпак у господарстві вирощують широкорядним способом, система догляду за посівами передбачає проведення міжрядного обробітку. Для цих операцій використовується культиватор УСМК-5,4 в агрегаті із енергетичним засобом МТЗ-80.

Особливістю вирощування ріпаку є те, що на початкових етапах росту ця культура є дуже чутлива до бур'яну, а наявність високої забур'яненості може привести навіть до загибелі культурних рослин або ж до суттєвого пригнічення рослин ріпаку. Тому традиційна технологія вирощування ріпаку передбачає застосування агротехнічних прийомів для знищення бур'яну у поєднанні із внесенням гербіцидів для знищення однорічних бур'янів.

Збирання врожаю ріпаку

На етапі збирання врожаю ріпаку базове господарство має певні труднощі через те, що ця культура є дрібнозерниста, а середні розміри насіння не перевищують 0,9...2,2 мм. Крім того, достатньо складно збирати цю культуру і через її високорослість та високе розгалуженням стручків за вистою рослин, додають проблем і нерівномірність дозрівання, занадто швидко

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

розлускування дуже сухих стручків при мінімальному контакті із робочими органами тощо. Слід відмітити, що висока нерівномірність дозрівання може спостерігатися як в межах одного поля так і на одній рослині ріпаку.

Якщо в господарстві проваджується двофазна технологія збирання ріпаку, то рослину у валок скошують як правило жатками ЖРБ-4,2А, ЖВС-6, ЖСБ-4,2, ЖВН-6 та ін. По проходженню кількох днів після скошування ріпаку у валок, відбувається підсихання насіння, та за умови, що його вологість досягає 10...12%, проводять підбір валків та їх обмолот комбайнами Славутич, Лан, John Deere, CLAAS та ін. Щоб зменшити втрати насіння в результаті розлускування стручків під час їх підбирання ці роботи рекомендується проводити рано вранці чи пізно ввечері.

При реалізації в господарстві технологій прямого комбайнування ріпаку потрібно перед початком операцій дочекатися технологічної стиглості рослин, тобто коли вологість ріпаку не знаходиться в діапазоні 11...15%. За умови, що на полі має місце висока неоднорідність дозрівання, пряме комбайнування проводити заборонено, так як за вологості 9% і нижче, насіння ріпаку дуже швидко осипається, що призводить до різкого зростання втрат.

За умови прямого комбайнування ріпаку в господарстві для зменшення втрат насіння на комбайни встановлюють подовжений різальний апарат, чи як його ще називають – ріпаківий стіл. Використання такого пристосування скорочує втрати за рахунок того, що насіння із стручків, які розлускалися через контакт із робочими органами спрямовуються на цей ріпаківий стіл і далі не осипається на ґрунт а потрапляє на жатку. З ціллю зменшити травмування насіння ріпаку і скорочення ймовірності розлускування стручків цієї культури, частота обертання молотарки комбайна під час підбирання із валку має становити приблизно 600 об/хв, а при прямому комбайнуванні цієї культури частота обертання молотарки може збільшуватися до 800 об/хв. Так як насіння ріпаку надто дрібне, то під час його обмолоту комбайном неминуче

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

в зібране збіжжя потрапляє велика кількість різних домішок, а тому дуже необхідно провести ефективну післязбиральну обробку зібраного врожаю.

Післязбиральне очищення ріпаку

Післязбиральне очищення насіння ріпаку, що проводиться в господарстві передбачає проведення попереднього очищення, первинне очищення та сушіння зібраного врожаю.

Попереднє очищення проводиться з ціллю максимально швидко із зібраного ріпаку видалити домішки. Відомо, що разом із зібраним врожаєм в насіннєвий ворох потрапляє велика кількість різних домішок, причому значна їх частина є суттєво вологішою за насіння основної культури, а отже ці домішки є джерелом псування, пліснявіння насіння ріпаку. В базовому фермерському господарстві очищення ріпаку на токах проводять стаціонарними машинами, такими як ЗАВ-10, ЗВС-20 тощо. Поряд із стаціонарними зерноочисними комплексами для попереднього очищення використовується і самохідна зерноочисна машина ОВС-25, за умови її переобладнання під очищення дрібнозернових культур. При реалізації операцій попереднього очищення із загальної маси має бути виділено не менше 50% від загальної кількості домішок, що були у вихідному воросі. При цьому регламентовано, що втрати повноцінного зерна у відходи не повинно бути більшим за 2%. Агрегати для попереднього і первинного очищення ріпаку в господарстві є однаковими.

Для вторинного очищення ріпаку в господарстві використовують зерноочисну машину ОВП-20А. Після цієї операції якість очищення ріпаку є найвищою та фактично чистота отриманого збіжжя є ідентичною за вимогами із чистотою посівного матеріалу.

Сушіння ріпаку в господарстві є однією із завершальних етапів технології вирощування цієї культури. Варто відмітити, що ріпак така культура, в якій між вологістю насіння основної культури і олійністю ріпаку є яскраво виражена обернено пропорційна залежність. Тому є досить складна

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

задача визначитися до якої вологості ріпак слід висушити, адже чим вологість нижче, тим зібраний врожай краще зберігається, але для ріпаку – чим нижча вологість насіння, тим нижча його олійність. Таким чином, операції сушіння, що в господарстві проводяться каскадними зерносушарками RIELA, мають ретельно підбирати вологоз'єм насіння з ціллю забезпечення нормальних умов для зберігання ріпаку без суттєвих втрат його олійності.

2.2. Обґрунтування вдосконалення технології вирощування ріпаку

Після ретельного аналізу існуючої технології вирощування ріпаку очевидно, що вона є типовою для фактично кожного із господарств Центральної України. Варто виділити і найбільш проблемний етап технології вирощування ріпаку в господарстві, і це – етап основного обробітку ґрунту. Як відомо, класична полицева оранка є не тільки найбільш енергозатратною операцією, а й ерозійно небезпечним знаряддям, що призводить до переущільнення та обезструктурення орного горизонту. Зважаючи на високу вимогливість ріпаку до повітряного і водного режиму ґрунту, найбільш доцільно класичну полицеву оранку замінити на операції безполицевого обробітку, що можна проводити різними комбінованими ґрунтообробними агрегатами, зокрема чизельними. Такі комбіновані агрегати дозволяють зруйнувати ущільнену підорну підшову, знизити енерговитарит на процес та пришвидшити проведення робіт по першому глибокому обробітку ґрунту, знизити ймовірність ущільнення ґрунту, створити сприятливі умови для розвитку біоти та ін. Так як в базовому фермерському господарстві є кілька комбінованих ґрунтообробних агрегатів для подібних робіт, проведемо відповідні обґрунтування використання таких технологій обробітку ґрунту.

Технологічний розрахунок основного обробітку ґрунту під час вирощування ріпаку

Для проведення обґрунтування доцільності безполицевого обробітку ґрунту та порівняння нової технології з технологією класичної полицевої

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

оранки розрахуємо режими існуючого агрегату для основного обробітку ґрунту у господарстві, а саме – трактора Т-150К та лемішного плуга ПЛН-6-35 та агрегату для модернізованої технології безполицевого основного обробітку ґрунту, для чого пропонуємо разом із базовим трактором Т-150К використовувати комбінований ґрунтообробний агрегат ЧН-3,5.

На етапі розрахунку приймемо, що класична оранка та основний безполицевий обробіток комбінованим ґрунтообробним агрегатом буде проводитися приблизно в однаковому діапазоні робочих швидкостей $V_p = 7...10$ км/год [10]. Із наведеною робочою швидкістю енергетичний засіб Т-150К буде рухатися на II та третій передачі, при цьому на цих передачах теоретична швидкість агрегату та відповідне тягове зусилля становить:

$$\begin{aligned} V_m^{II} &= 8,53 \text{ км/год}; & P_{\text{зак}}^{II} &= 33,2 \text{ кН}; \\ V_m^{III} &= 10,08 \text{ км/год}; & P_{\text{зак}}^{III} &= 28,4 \text{ кН}. \end{aligned}$$

Існуючі польові умови та стан сільськогосподарської машини будуть впливати на тягове зусилля на гаку трактора, що можна знайти за відомою залежністю:

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

де $P_{\text{зак}}$ – тягове зусилля на гаку енергетичного засобу (розрахункове), кН;

$P_{\text{зак}}^n$ – номінальне значення тягового зусилля на конкретній робочій передачі, що може розвиватися енергетичним засобом, кН;

$G_{\text{тр}}$ – паспортне значення ваги трактора, для трактора Т-150К за [12] приймемо $G_{\text{тр}} = 80$ кН;

i – прийняте для розрахунку значення кута підйому чи спуску скомплектованого агрегату, приймемо $i = 3\%$.

Підставимо цифрові значення у наведену вище формулу, отримаємо для обох робочих передач наступні значення:

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

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

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

Розрахуємо максимально допустиму розрахункову ширину захвату скомплектованого ґрунтообробного агрегату за наступною формулою:

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

де B_{max}^n – розрахункове значення допустимої максимальної ширини захвату ґрунтообробного агрегату на конкретній робочій швидкості, м;

$P_{\text{зак}}$ – розрахункове значення тягового зусилля на трактора на робочій передачі, кН;

K_v – питомий опір ґрунтообробного агрегату (швидкісний), що враховує збільшення робочої швидкості відносно швидкості нульової, $V_0 = 5$ км/год. Цей питомий швидкісний опір знаходиться за відомою формулою

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

де K_0 – питомий опір агрегату за його швидкості роботи $V_0 = 5$ км/год., цей опір складає $K_0 = 8,0$ кН/м;

V_p – робоча швидкість агрегату під час основного обробітку ґрунту, км/год. Ця робоча швидкість пов'язана із теоретичною швидкістю агрегату, що описується рівнянням

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

де V_m – значення теоретичної швидкості роботи агрегату в полі на конкретній робочій передачі, км/год;

δ – значення коефіцієнту буксування енергетичного засобу, що для розрахунків приймається $\delta = 12\%$.

Таким чином, розрахункове значення комбінованого ґрунтообробного агрегату на обраних робочих швидкостях дорівнює:

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

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

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

Наступний етап розрахунків – розрахунок значення питомого опору, враховуючи вище наведені дані маємо:

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

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

У тому випадку, коли комбінований ґрунтообробний агрегат буде працювати на підйом виникає додатковий опір, що визначається залежністю:

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

де G_m – вага конкретного сільськогосподарського агрегату на метр ширини захвату, якщо за базовою технологією ґрунт обробляємо плугом ПЛН-6-35, то $G_m = 12,2 \text{ кН/м}$, за вдосконаленою технологією основний обробіток проводять комбінованим агрегатом ЧН-3,5, то $G_m = 11,4 \text{ кН/м}$;

B_k – значення конструктивної (паспортної) ширини захвату сільськогосподарської машини, так для плуга $B_k = 2,1 \text{ м}$, тоді як для комбінованого ґрунтообробного агрегату $B_k = 3,5 \text{ м}$.

Тоді розрахуємо додатковий опір, що виникає під час робочого ходу орного агрегату, який рухається на підйом. В числовому вираженні це має вигляд:

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

В свою чергу, додатковий опір, який виникає під час робочого ходу на підйом комбінованого ґрунтообробного агрегату становить:

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

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

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 базового агрегату (енергетичний засіб Т-150К та плуг ПЛН-6-35) на кожній із робочих швидкостей отримаємо

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

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

- для модернізованого агрегату (енергетичний засіб Т-150К та комбінований ґрунтообробний агрегат ЧН-3,5) на кожній із робочих швидкостей маємо:

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

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

Знайдемо максимально можливу кількість ґрунтообробних агрегатів, що здатні працювати із обраним енергетичним засобом на робочих швидкостях за формулою:

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

де $B_{\max}$ – значення розрахункової вище максимально допустимої ширини захвату ґрунтообробного знаряддя, м;

B_k – паспортна конструктивна ширина захвату ґрунтообробного агрегату, м.

Таким чином, для орного агрегату маємо наступну розрахункову кількість машин, що може за тяговим зусиллям працювати із обраним трактором на робочих передачах

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

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

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

Для комбінованого ґрунтообробного агрегату, що виконує безполицевий обробіток ґрунту розрахункова кількість машин, що може працювати із обраним енергетичним засобом на робочих передачах становить

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

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

Знайдемо розрахункове значення тягового опору ґрунтообробних машин, якими проводять основний обробіток ґрунту як для базової так і для модернізованої технології за відомою формулою:

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

Таким чином, тяговий опір для базової технології основного обробітку ґрунту класичним полицевим плугом маємо:

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

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

Відповідно, тяговий опір для вдосконаленої технології, під час роботи комбінованим ґрунтообробним агрегатом дорівнює:

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

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

Знайдемо розрахункове значення коефіцієнту використання тягового зусилля енергетичного засобу під час основного обробітку ґрунту за залежністю:

$$\eta = \frac{R_{agr}}{P_{зак}}.$$

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

Для базової технології розрахункові значення коефіцієнту тягового зусилля дорівнюють:

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

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

В свою чергу, розрахункові значення коефіцієнту тягового зусилля на робочих передачах за вдосконаленою технологією становить:

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

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

Таким чином, після проведених розрахунків і обґрунтувань є очевидним, що запропонований за вдосконаленою технологією ґрунтообробний агрегат у складі комбінованого глибокорозпушувача ЧН-3,5 та енергетичного засобу Т-150К найбільш ефективно працюватиме на II передачі, оскільки двигун на цій передачі є максимально завантаженим. В той же час на III робочій передачі, зокрема під час робочого ходу агрегату на підйом з великою ймовірністю виникне ситуація, що тягового зусилля буде недостатньо і механізатор буде вимушений переводити трактор на нижчу передачу. Отже, на основі розрахунків можна вважати, що основною робочою передачею запропонованого агрегату Т150К + ЧН-3,5 є II передача.

Щоб розрахувати змінну продуктивність під час основного обробітку ґрунту можемо використати відому формулу [15]:

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

де $W_{\text{зм}}$ – розрахункове значення змінної продуктивності ґрунтообробного агрегату, га/зм;

B_p – робоча ширина захвату агрегату для основного обробітку ґрунту, м;

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

V_p – розрахована вище робоча швидкість агрегату для основного обробітку ґрунту, км/год;

T_p – час роботи ґрунтообробного агрегату для основного обробітку ґрунту, год.

В довідниковій літературі вказано [12], що робоча ширина захвату агрегату для основного обробітку ґрунту може бути знайдена за виразом:

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

де B_m – значення паспортної ширини захвату агрегату для основного обробітку ґрунту, м;

β – довідниковий коефіцієнт [12], який вказує на використання ширини захвату ґрунтообробного агрегату, $\beta = 0,98 \dots 1,0$.

Після підстановки величин для базової полицевої оранки маємо робочу ширину захвату агрегату:

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

Аналогічним чином, знайдемо для вдосконаленої технології безполицевого обробітку комбінованим агрегатом робоча ширина захвату дорівнює:

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

Щоб розрахувати тривалість робочого часу зміни можемо використати відому залежність [13]:

$$T_p = T_{zm} \cdot \tau,$$

де T_{zm} – тривалість зміни, під час проведення польових робіт в господарстві приймаємо, що $T_{zm} = 8$ год;

τ – коефіцієнт використання часу зміни, для агровиробництва приймаємо $\tau = 0,82$.

Після підстановки отримаємо тривалість робочого часу:

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

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

Таким чином, розрахункова змінна продуктивність базового орного агрегату на робочих швидкостях дорівнює:

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

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

Аналогічно знайдемо змінну продуктивність для агрегату, що реалізує безполицевий обробіток ґрунту, отримаємо:

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

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

Щоб провести розрахунок витрат пального на основний обробіток ґрунту можна використати залежність:

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

де Q_p – витрати палива за годину роботи агрегату для основного обробітку ґрунту, кг/год;

Q_x – витрати палива, що потрібні для здійснення холостих ходів ґрунтообробного агрегату, кг/год;

Q_z – витрати палива під час проведення зупинок ґрунтообробного агрегату, кг/год;

T_p, T_x, T_z – час основної роботи ґрунтообробного агрегату, час здійснення холостих ходів та час зупинок агрегату із працюючим двигуном відповідно, год.

За існуючими методиками [11, 12, 13] можна прийняти, що

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

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

Таким чином, розрахункові значення витрат палива під час реалізації полицевої оранки на обраних швидкостях роботи становлять:

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

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

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

Підготовка поля та агрегату до основного безполицевого обробітку ґрунту

Перед початком безполицевого обробітку ґрунту для досягнення заданої якості робіт потрібно провести ряд підготовчих заходів безпосередньо на полі. Перед початком робіт слід ретельно оглянути поле та проаналізувати його стан і провести усунення всіх перешкод, що можуть заважати чи сповільнити проведення операцій обробітку ґрунту. Потім необхідно провести розмітку поля, тобто відбивають загінки, поворотні смуги тощо. Для проведення розмітки поля за класичною методикою використовуються вішки, висота яких не менше 1,5 м із яскравим забарвленням, причому під час робіт механізатор має бачити відразу 3 і більше міток. Якщо ж в господарстві використовується система точного землеробства, а для водіння по полю використовується GPS навігація, потрібно в навігатор забити відповідні координати поля, що показують межі поворотних смуг та загінок.

Для проведення розрахунків приймемо, що ріпак вирощується на полі розміром 1000 м на 1400 м, площею 140 га. Для того, щоб робота на етапі основного обробітку ґрунту була максимально продуктивною, потрібно щоб скомплектований ґрунтообробний агрегат рухався по довшій стороні поля, в даному випадку, це вздовж сторони поля, що дорівнює 1400 м.

Проведемо розрахунок кінематичної довжини ґрунтообробного агрегату для безполицевого обробітку ґрунту. Для цього скористаємося відомою формулою, враховуючи те, що агрегат працює без зчіпки маємо:

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

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

де l_{mp} – кінематична довжина енергетичного засобу, для трактора Т-150К, за [15] кінематична довжина дорівнює $l_{mp} = 2,4$ м;

l_m – кінематична довжина комбінованого ґрунтообробного знаряддя, $l_m = 3,1$ м.

Після підстановки даних маємо кінематичну довжину ґрунтообробного агрегату для безполицевого обробітку ґрунту:

$$L_k = 2,4 + 3,1 = 5,5 \text{ м.}$$

Загальноприйнято, що під час основного безполицевого обробітку ґрунту комбінованим агрегатом найкраще по краям загінок проводити петльові повороти, ширину смуги для здійснення якого можна розрахувати за формулою [12]:

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

де $R_{\min}$ – значення мінімального радіусу повороту ґрунтообробного агрегату, м;

e – значення довжини виїзду ґрунтообробного агрегату до початку його повороту, м.

Варто зазначити, що значення мінімального радіусу повороту скомплектованого агрегату має враховувати дійсну ширину захвату комбінованого ґрунтообробного знаряддя. Це має наступний символічний вигляд:

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

Після підстановки маємо:

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

Далі, враховуючи кінематичну довжину ґрунтообробного агрегату можна розрахувати довжину його виїзду перед початком маневру

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

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

					ВРДГ 00.000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таким чином, після проведених розрахунків знайдемо розрахункове значення ширини поворотної смуги:

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

Відомо, що ширина поворотної смуги повинна обов'язково бути узгодженою із шириною захвату комбінованого ґрунтообробного агрегату, що дозволить уникнути пропусків та огріхів під час операції. Тоді дійсна ширина поворотної смуги має бути кратною ширині захвату комбінованого ґрунтообробного агрегату, що можна записати так:

$$E = K \cdot B_p,$$

де K – значення кратності ширини захвату ґрунтообробного знаряддя із округленням до найближчого цілого більшого числа.

Підставивши дані отримаємо:

$$K = \frac{E_p}{B_p} = \frac{15,66}{3,43} = 4,56, \text{ проведемо округлення та приймемо } K = 5.$$

Уточнимо за прийнятою кратністю проходів ґрунтообробного агрегату під час обробітку поворотної смуги її дійсну ширину

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

Щоб розрахувати параметри загінки в полі знайдемо її ширину за відомою залежністю [12]:

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

де $W_{зм}$ – значення змінної продуктивності ґрунтообробного агрегату, га/зм;

L – фактична довжина загінки на полі де буде вирощуватися ріпак,
 $L = 1400 \text{ м.}$

Підставимо цифрові значення отримаємо:

$$C = \frac{10^4 \cdot 2 \cdot 16,87}{1400} = 241 \text{ м.}$$

Знайдемо значення розрахункової кількості загінок на полі за формулою:

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

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

де F – площа поля на якому в господарстві буде вирощуватися ріпак,
 $F = 140$ га.

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 140}{1400 \cdot 241} = \frac{1400000}{337400} = 4,15 \text{ шт.}$$

Після проведених розрахунків можемо вибрати, що на полі, де вирощується ріпак під час безполицевого обробітку буде оброблятися чотири загінки по 241 м та одна та одна – 36 м.

Далі проведемо вибір раціонального способу, яким ґрунтообробний агрегат буде здійснювати робочий хід на полі. Варто зазначити, що за рахунок вірного вибору способу руху агрегату для безполицевого обробітку ґрунту можна забезпечити підвищення тривалості чистої роботи за час проведення робіт, що дозволяє ще й знизити витрати часу на допоміжні операції та здійснення холостих проходів. В більшості випадків під час безполицевого основного обробітку найкраще в полі працювати гоновим човниковим способом руху, схема якого наведена на рис. 3.

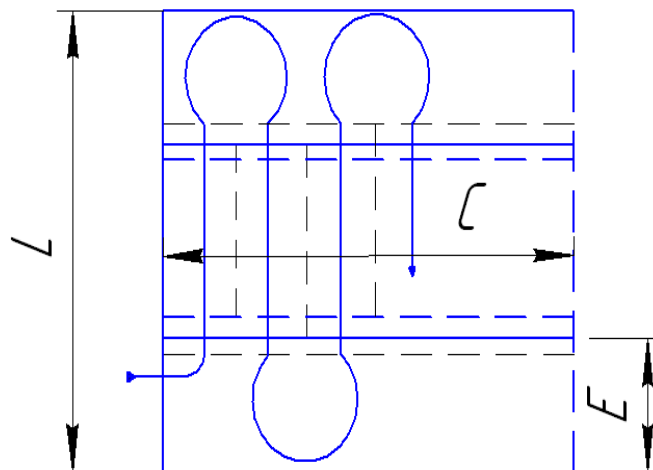


Рис. 3. Загальна схема човникового способу руху:

L – довжина поля; C – його ширина; E – ширина поворотної смуги

3. Наукова частина

Опис об'єкту розробки та вдосконалення базового ґрунтообробного агрегату

Після проведення ретельного дослідження машин для проведення безполицевого обробітку, вивчення існуючих конструкцій та їх недоліків і переваг на кафедрі сільськогосподарського машинобудування ЦНТУ були проведені певні вдосконалення комбінованого ґрунтообробного агрегату для основного безполицевого обробітку ґрунту. Основним робочим органом, який встановлюється на комбінований агрегат і проводить безпосередньо розпушування ґрунту виступає чизельна лапа із прямим стояком та закріпленими на цьому стояку долота, зубі та крил (рис. 4). Крила, що встановлюються на стояку мають біонічну форму, що в профільній площині відображається у вигляді дельфінячого хвоста.

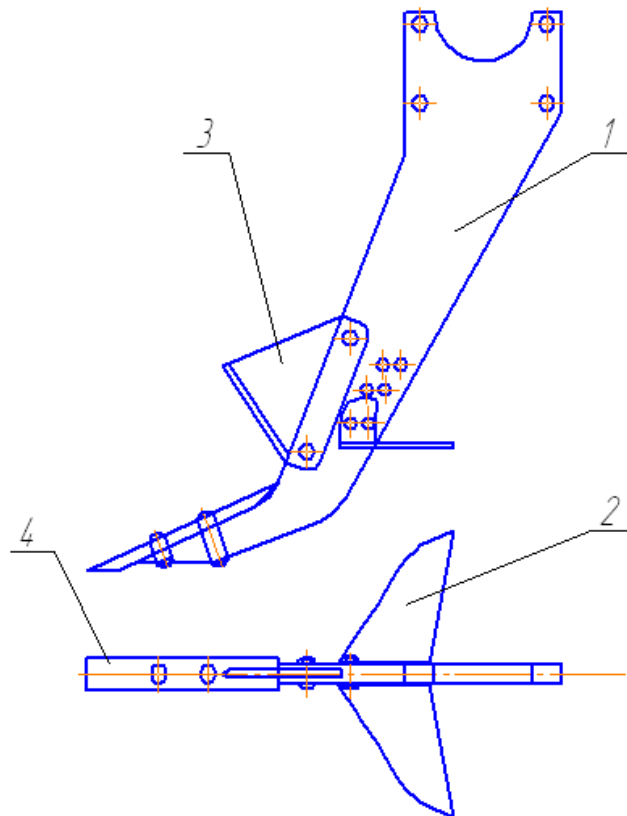


Рис. 4. Основний робочий орган комбінованого ґрунтообробного агрегату для безполицевого обробітку ґрунту:

1 – стояк; 2 – крила біонічної форми; 3 – зуб; 4 – долото

Запропоновані робочі органи (рис. 4) можуть встановлюватися на комбіновані ґрунтообробні агрегати типу ЧН (рис. 5), та в залежності від засобу агрегатування можуть компонуватися у кілька рядів. Загальний вигляд вдосконаленої розпушувальної лапи із крилами біонічної форми наведено на рис. 6.



Рис. 5. Комбінований ґрунтообробний агрегат для основного безполіцевого обробітку ґрунту ЧН-3,5



Рис. 6. Зображення вдосконаленої лапи із крилами біонічної форми типу дельфінячий хвіст

Запропоновані лапи із біонічними додатковими робочими органами (рис. 4, 6) легко адаптуються і добре працюють із всім сімейством комбінованих глибокорозпушувачів типу ЧН (рис. 5). Такі ґрунтообробні агрегати під час роботи в полі заглиблюються в ґрунт та розпушують його на глибину руху вдосконалених чизельних лап. Лапи в ґрунт заглиблюються під власною вагою розпушувача, а сама лапа, під час руху в товщі ґрунту відколює необроблені моноліти долотом та направляє сколений ґрунт на подальшу обробку. Додаткові крила біонічної форми можуть змінюватися по глибині встановлення відносно дна борозни, та можуть або ж більш якісно обробляти поверхневий шар та перерізати коріння бур'яну, або ж більш ефективно вирівнювати дно борозни при їх наближення до долота. Попереду стояка в верхній частині руху лапи встановлюється зуб, загострена частина якого виконує функцію відведення рослинних решток та коріння рослин від стояка та захищає більш дорогий елемент лапи – стояк від пошкоджень. У найбільш складних умовах працює долото, яке сколює необроблений ґрунт, а тому найшвидше зношується. Для продовження терміну його служби на внутрішню частину кромки леза долота наплавляють більш зносостійкий матеріал, наприклад сормайт або інші тверді сплави. Це дозволяє створити ефект самозаточування леза долота. Крім того, долото виконується двосторонній то ж після його зношування з однієї сторони, долото перевстановлюється навпаки і може продовжити працювати.

Під час роботи комбінованого ґрунтообробного агрегату відбувається глибоке розпушування із інтенсивним перемішуванням та подрібненням зрушених монолітів ґрунту. Долото, рухаючись на дні борозни, виконує основну роботу по сколюванню необробленого ґрунту та підйманню грудок, в наслідок ковзання по його поверхні догори. Грудки, що рухалися вздовж долота притискаються та підіймаються стояком, при цьому відбувається кришення і розпушування цих грудок. Загострений зуб, зафіксований в передній частині стояка відводить тверді частки від лапи та перерізає рослинні

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

рештки, що можуть забивати стояк, це дозволяє захистити робочий орган від вимілювання та продовжує термін експлуатації всієї чизельної лапи. По бокам від стояка фіксуються додаткові крила біонічної форми у вигляді дельфінячого хвоста. Ці крила можуть встановлюватися на різній глибині відносно долота, що забезпечуються шляхом перестановки гвинтів по додаткових отворах на стояку. Якщо крила встановлюються у верхній зоні розпушування, їх форма дозволяє інтенсифікувати кришення поверхневого шару ґрунту та поліпшує перерізання коріння рослин у цьому ж шарі. Якщо ж ці біонічні крила встановлюються максимально глибоко, то відбувається зрушення необроблених зубців на дні борозни, що дозволяє частково вирівняти дно борозни під час роботи комбінованого ґрунтообробного агрегату.

Позаду основного агрегату на рамі встановлено спарений зубчастий коток, що виконує функцію додаткового робочого органу та опорну функцію, оскільки саме котком регулюється глибина руху основних чизельних лап в товщі необробленого ґрунту. Як додатковий робочий орган, спарений зубчастий коток під час обертання кожного свого котка захоплює зубцями грудки, розбиває їх і переміщує коріння рослин, рослинні рештки на глибині до 10...15 см. Зубці на батареї котків встановлені зі зміщенням на півкроку, що дозволяє проводити автоматично очищення котків від забивань в результаті взаємного руху зубів між собою. В конструкції додаткових робочих органів передбачено і регулювання кута атаки спарених зубчастих котків.

Таким чином, оскільки ґрунтообробний агрегат під час своєї роботи виконує кілька операцій і містить ряд як основних так і додаткових робочих органів він і є класичним представником комбінованих ґрунтообробних агрегатів.

Інженерні розрахунки комбінованого ґрунтообробного агрегату

Відомо, що на якість обробітку ґрунту комбінованим ґрунтообробним агрегатом та на енергетику процесу найбільш вагомий вплив мають конструктивні параметри та режим роботи долота та стояка. За відомою

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

методикою [12, 13] на етапі технологічного розрахунку стояка можна прийняти, що долото буде впливати на ґрунт таким же чином як і звичайний двогранний клин.

Для якісного обробітку ґрунту потрібно, щоб глибина обробітку ґрунтообробним знаряддям не перевищувала можливу критичну глибину обробітку ґрунту $H_{кр}$. У тому випадку, якщо умова наведена вище не буде виконуватися, неминуче буде відбуватися зменшення зони кришення ґрунту. Крім цього, буде мати місце різкого зростання зон пластичної деформації робочими органами та різко зростуть витрати енергії на безполицевий обробіток. Варто зазначити, що все перелічене ще й додатково буде призводити до надто сильного ущільнення ґрунту в зоні руху долота комбінованого ґрунтообробного агрегату.

Раніше доведено [12, 13, 14, 15] взаємозв'язок критичної глибини обробітку ґрунту з кутом його сколювання (рис. 7), що в символічному вираженні має вигляд:

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

де β – кут кришення ґрунту, для розрахунків приймаємо $\beta = 25...30^\circ$;

γ – значення кута тертя ґрунту по поверхні робочого органу (зовнішнього тертя), приймемо для матеріалу лапи сталі $\gamma = 22^\circ$.

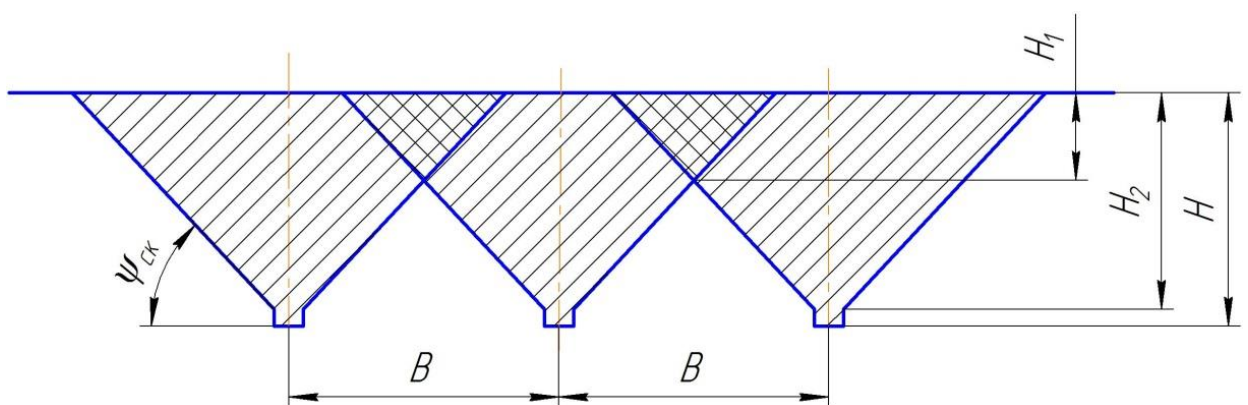


Рис. 7. Розрахункова схема встановлення чизельних робочих органів на рамі комбінованого агрегату

Проведемо розрахунок кута сколювання ґрунту за наведеною вище формулою. Після підстановки наведених даних отримаємо:

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

Так як комбінований чизельний агрегат проводить в полі основний безполицевий обробіток, ще одним показником за яким оцінюється якість його роботи окрім ефективності кришення є суцільна глибина обробітку поля H_1 (рис. 7). Цей показник є дуже важливим, адже ця мінімальна глибина суцільного безполицевого обробітку повинна бути не меншою за глибину проведення посівних робіт. Виходячи із наведеної схеми (рис. 7), суцільна глибина обробітку чизельними лапами має прямий зв'язок із глибиною обробітку лапами H , відстанню між слідами чизельних лап B та фактичним кутом сколювання ґрунту під час обробітку $\psi_{ск}$. Крім узгодження із глибиною посіву культури, що буде вирощуватися на даному полі, слід дотримуватися умови, щоб ця глибина суцільного обробітку була не меншою, а краще трішки більшою за наступні операції поверхневого обробітку. Для вирощування ріпаку глибина поверхневого обробітку складає близько $H_1 = 12...15$ см.

Для розрахунку відстані міжсліда між чизельними лапами потрібно скористатися відомою залежністю:

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

де H – значення глибини розпушування чизельною лапою, мм

H_1 – фактична глибина суцільного обробітку ґрунтообробним знаряддям (рис. 7), мм;

$\psi_{ск}$ – величина кута сколювання ґрунту, що вибирається із інформації наведеної вище град.

Після підстановки цифрових значень маємо:

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

					ВРДГ 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Отримане розрахункове значення відстані між слідами лап – це величина, що є максимально допустимою для проведення суцільного обробітку на глибину $H_1 = 150$ мм. Виходячи із необхідності обробляти комбінованим агрегатом на різну глибину, знайдену відстань зменшимо, а отже конструктивно приймемо $B = 500$ мм.

У випадку роботи чизельної лапи в необробленому ґрунті, попереду неї відбувається сколювання ґрунту долотом під кутом τ (рис. 8).

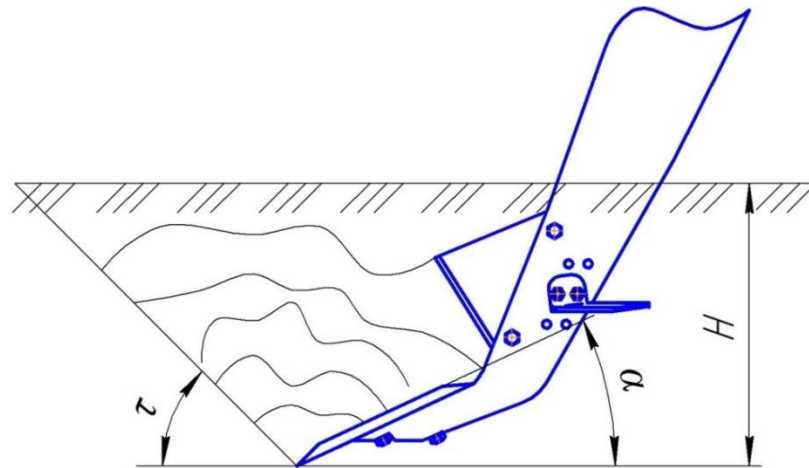


Рис. 8. Схемо до визначення параметрів чизельної лапи у вертикальній площині

Відомо, що під час обґрунтування параметрів ґрунтообробних робочих органів [14] зазвичай приймають, що кут встановлення долота α та кут тертя ґрунту по долоту φ є рівними між собою $\alpha = \varphi$. Враховуючи наведену інформацію можемо записати наступні рівняння:

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

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

де α – значення кута кришення ґрунту, для класичного чорнозему приймемо $\alpha = 25^\circ$;

φ_1 – значення кута внутрішнього тертя ґрунту, можемо прийняти $\varphi_1 = 50^\circ$.

Із врахуванням даних, які наведені вище після підстановки маємо:

					ВРДГ 00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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

Чизельна лапа під час розпушування ґрунту забезпечує розповсюдження деформації в напрямку руху перед собою. Це відбувається на відстань C . Для того, щоб знайти розрахункове значення цієї величини скористаємося залежністю, що встановлює взаємозв'язок цього параметру із глибиною обробітку ґрунту та характерними кутами. В символічному вигляді це має вигляд:

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

Якщо провести підстановку у попередню формулу раніше наведених даних отримаємо:

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

Під час основного безполицевого обробітку ґрунту подібними комбінованими агрегатами існує висока ймовірність забивання чизельних лап рослинними рештками, ґрунтом та ін. Таким чином, під час проектування такого комбінованого агрегату варто встановити мінімальну відстань між рядами встановлення чизельних лап L , що дозволить уникнути подібних забивань. Щоб розрахувати мінімальну відстань між рядами лап глибокорозпушувача можна скористатися нерівністю:

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

Після підстановки наведених даних у останню нерівність у числовому вигляді отримаємо відстань між рядами лап на знарядді становить:

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

На етапі проведення компоновки та проектування комбінованого ґрунтообробного агрегату, потрібно враховувати, що іноді йому доведеться працювати на полі із великою кількістю рослинних решток, в тому числі і високостебельних. Це призводить до забивання стояків чизельних лап, та їх

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

поступового виглиблення і втрати стійкості обробітку ґрунту. До того ж комбінований агрегат може бути задіяний і в інших операціях обробітку ґрунту, коли глибина розпушування може бути більшою, а за деяких умов доводиться розпушувати ґрунт на глибину 500...600 мм. Отже, враховуючи наведену вище інформацію, конструктивно приймемо відстань між рядами встановлення чизельних лап на рівні $L = 1100$ мм.

Крім наведених вище параметрів, маємо забезпечити стійкий рух чизельних лап на визначеній глибині обробітку, що вимагає виконати долото таким чином, щоб його задній кут різання становив приблизно $\varepsilon \geq 10^\circ$ (рис. 9). Оскільки долото комбінованого чизельного агрегату потрібно виготовляти із матеріалу Сталь 45, що дозволить забезпечити певний робочий ресурс цього елемента конструкції, потрібно загострити це долото на кут $i = 12^\circ \dots 15^\circ$ (рис. 9).

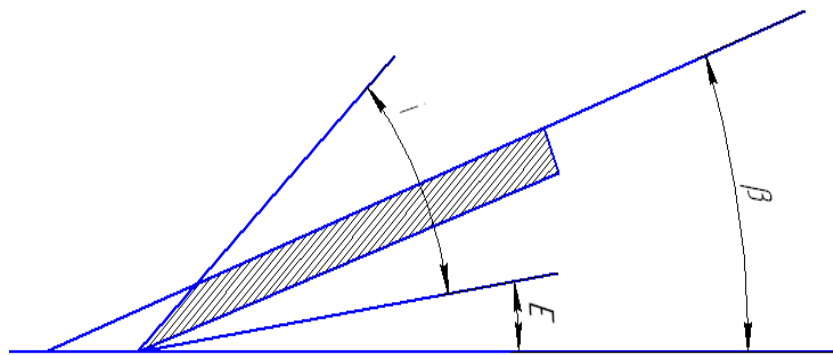


Рис. 9. Характерні кути загострення долота чизельної лапи

Аналіз рис. 9 дозволяє знайти розрахункове значення кута різання долота комбінованого ґрунтообробного агрегату за формулою:

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

де ε – фактичний кут між внутрішньою кромкою долота (нижньою) та дном утвореної борозни, град.

Підставивши наведені вище дані в останню формулу отримаємо:

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

З метою розрахунку робочої ширини захвату комбінованого ґрунтообробного агрегату скористаємося відомою залежністю:

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

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

де η – фактичний коефіцієнт використання тягового зусилля енергетичного засобу, для роботи ґрунтообробного агрегату під час основного безполицевого обробітку ґрунту прийmemo $\eta = 0,85$;

P_m – тягове зусилля трактора, в технологічних розрахунках вище знайдено, що під час роботи комбінованого ґрунтообробного агрегату разом із трактором Т-150К тягове зусилля становить 30,8 кН;

q – питомий опір необробленого ґрунту на метр ширини захвату сільськогосподарської машини. Оскільки запропонований в роботі ґрунтообробний агрегат працює із додатковими робочими органами такими як спарений зубчастий коток, то приймаємо, що $q = 7,5$ кН/м.

Після підстановки наведених вище значень у останню формулу маємо:

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

Маємо врахувати, що розрахована відстань встановлення між собою чизельних лап комбінованого агрегату забезпечує фактичну ширину захвату агрегату на рівні $B_q = 3,5$ м.

Доведено, що для якісної роботи потрібно чизельні лапи на рамі знаряддя розмістити в два ряди. Щоб розрахувати необхідну кількість лап, що забезпечать знайдену ширину захвату агрегату скористаємося формулою:

$$n_{ч.агр} = \frac{B_q}{B},$$

де B_q – обґрунтована раніше конструктивна ширина захвату комбінованого ґрунтообробного агрегату, м;

B – фактична ширина захвату кожної розробленої лапи (рис. 7), м.

Підставимо цифрові значення і отримаємо:

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

					ВРДГ 00.000 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Варто зазначити, що під час проведених розрахунків і обґрунтувань запропоновано вдосконалену конструкцію чизельної лапи комбінованого ґрунтообробного агрегату, його компоновка та деякі конструктивні особливості. Можна стверджувати, що розроблений комбінований ґрунтообробний агрегат зможе повністю забезпечити агротехнічні вимоги до основного безполицевого обробітку ґрунту та забезпечити на етапі обробітку ґрунту практичне впровадження технології збереження родючості ґрунтів, підтримуючи при цьому принципи ресурсозбереження.

*Експериментальні дослідження комбінованого ґрунтообробного агрегату
для основного безполицевого обробітку ґрунту*

Для проведення експериментальних досліджень оцінки впливу розробленого агрегату на якість проведення безполицевого обробітку ґрунту розроблено експериментальну установку, що фактично є повноцінним комбінованим ґрунтообробним агрегатом із трьома запропонованими за конструкцією чизельними лапами, що можуть змінювати своє положення на рамі знаряддя як одна між одною по ширині захвату, так і між рядами лап. Загальну схему експериментального комбінованого ґрунтообробного агрегату та його загальний вигляд наведено на рис. 10.

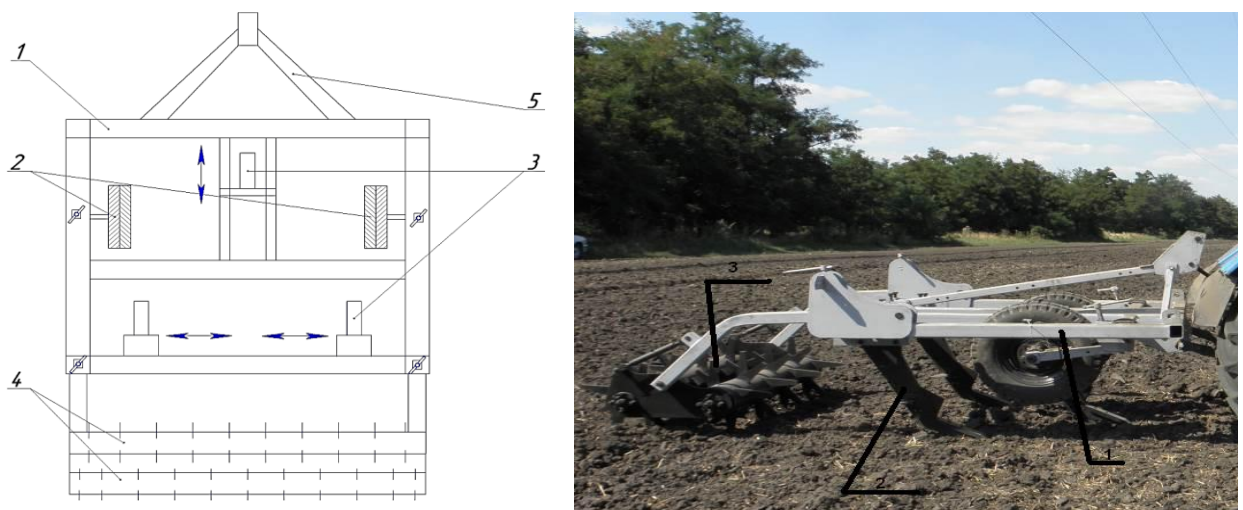


Рис. 10. Схема та загальний вигляд комбінованого ґрунтообробного агрегату:

- 1 – просторова рама; 2 – колеса опорні; 3 – лапи розпушувальні (чизельні);
4 – додаткові робочі органи (спарений коток); 5 – механізм навіски

Якість обробітку ґрунту після проведення експериментів оцінювали за гранулометричним складом обробленого горизонту, що фактично визначалося практичним ваговим вмістом часток ґрунту конкретного розміру. Стандартним методом відбору проб з використанням металевого ящика розмірами 40×30×30 см. у якого відсутнє дно відбирали шляхом його втискання до дна борозни зразок ґрунту, та фіксували відібраний об'єм зсувним металевим дном. Далі відібрану навіску розділяли на фракції ручним решітним класифікатором та зважували вагу кожної із розмірних фракцій і оцінювали її відсотковий вміст. Сумарний коефіцієнт якості обробітку ґрунту (коефіцієнт кришення) розраховували за відомою формулою [20]:

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

де A – вага відібраного до оцінки ґрунту, гр;

B – вага часток ґрунту, розміри яких є більшими за 50 мм., гр.

Використовуючи стандартну методику планування багатофакторного експерименту [22, 23] у програмі STATISTICA 12 обробляли результати експерименту та досліджували вплив деяких факторів на якість основного безполицевого обробітку ґрунту. До найбільш впливових факторів віднесено: швидкість проведення операції V_p , км/год; глибина обробітку ґрунту, H , м; відстань між міжсліддями чизельних лап, B , м та відстань між рядами лап на рамі знаряддя, L , м. Значення факторів, що досліджувалися та їх інтервали змін представлено в таблиці 1.

Зазначимо, що під час досліджень вивчали вплив чотирьох факторів на ефективність обробітку ґрунту, отже під час досліджень реалізували статистичну математичну модель Бокса-Хантера, яка має наступну кількість дослідів $n = 2^4 = 16$. Безпосередньо зображення вікна планування досліджень представлена на рис. 11.

					ВРДГ 00.000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1

Значення та рівні змін факторів під час дослідження ефективності роботи
комбінованого ґрунтообробного агрегату

№	Фактори		Рівні варіювання		Інтервал варіювання
	Найменування	Позна- чення	Нижній (-)	Верхній (+)	
1	Робоча швидкість комбінованого агрегату, V , км/год	x_1	6,0	12,0	3,0
2	Глибина обробітку ґрунту лапами, H , м	x_2	0,28	0,45	0,085
3	Відстань між міжсліддями чизельних лап, B , м	x_3	0,3	0,7	0,2
4	Відстань між рядами лап на рамі знаряддя, L , м.	x_4	0,6	1,2	0,3

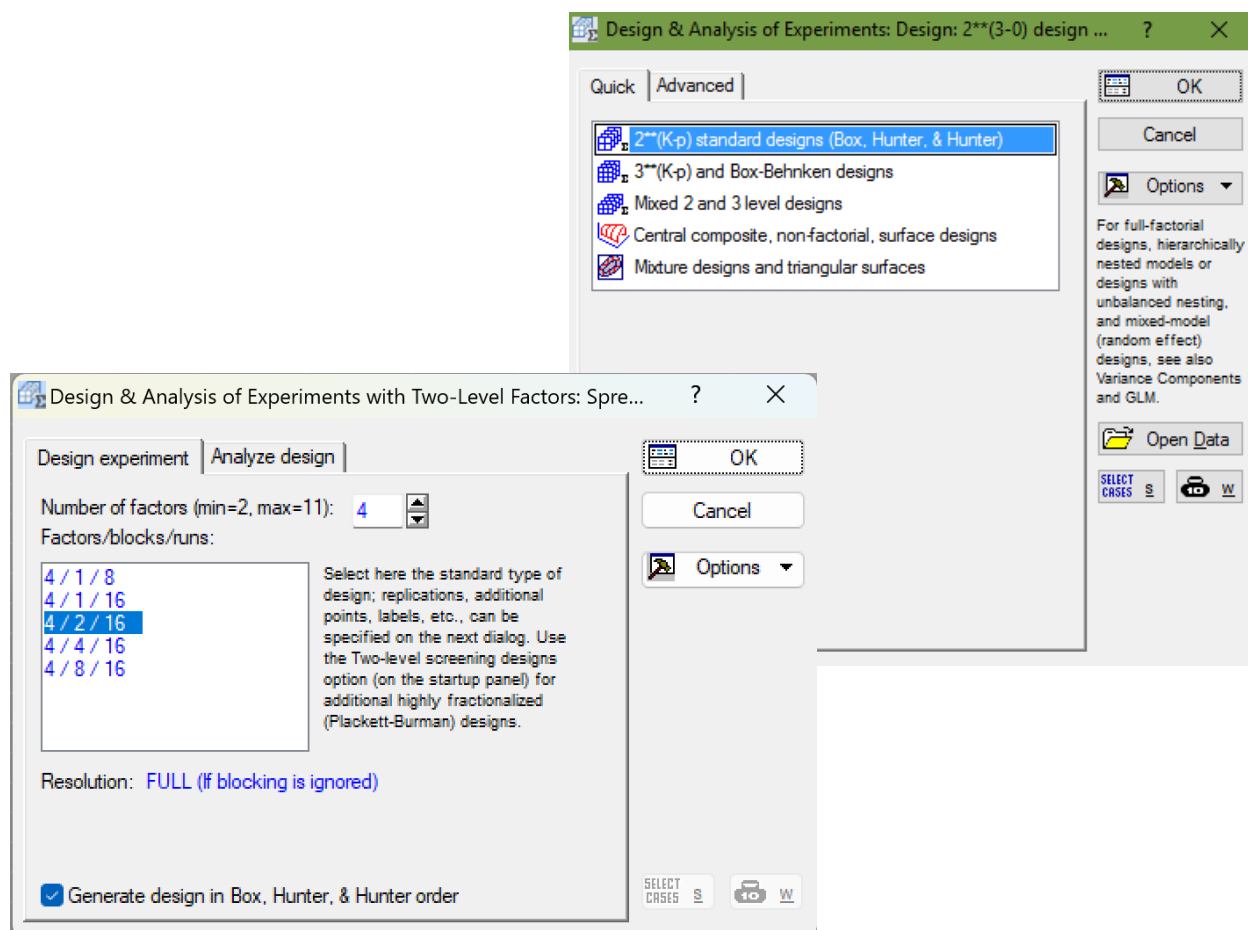


Рис. 11. Вікно реалізації плану статистичної моделі Бокса-Хантера під час
дослідження якості роботи комбінованого ґрунтообробного агрегату

Наступний етап роботи – в отриманому вікні потрібно ввести значення та рівні змін факторів, що наведені в табл. 1 (Рис. 12). Система STATISTICA 12 після цього згенерує матрицю планування досліджень із заданою до виконання послідовністю реалізації кожного із дослідів. Залишається додати до отриманої таблиці п'яту колонку, в яку потрібно ввести середнє значення, що отримане в результаті триразового проведення кожного із досліджень, коефіцієнту кришення ґрунту, розрахованого за залежністю наведеною вище. Кінцевий вигляд матриці експериментальних досліджень із оцінки впливу якості роботи комбінованого ґрунтообробного агрегату наведено на рис. 13.

Factor	Factor Name	Low Value	Low Label	High Value	High Label	C/Q Cont or Qual.
A (1)	V	6	Low	12	High	3,0
B (2)	H	0,28	Low	0,45	High	0,365
C (3)	B	0,3	Low	0,7	High	0,5
D (4)	L	0,6	Low	1,2	High	0,9

Рис. 12. Рівні варіювання факторів в пакеті програм STATISTICA 12

Програма STATISTICA 12 під час обробки результату експериментальних досліджень, які вводяться в систему для обробки у вигляді таблиці (рис. 13), дозволяє отримати результати у табличному вигляді (рис. 14), у вигляді Парето-карти (рис. 15), тримірних графіків (рис. 16) та графіків профілю бажаності (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	6,0	0,28	0,3	0,6	53
2	12,0	0,28	0,3	0,6	57
3	6,0	0,45	0,3	0,6	54
4	12,0	0,45	0,3	0,6	56
5	6,0	0,28	0,7	0,6	42
6	12,0	0,28	0,7	0,6	43
7	6,0	0,45	0,7	0,6	57
8	12,0	0,45	0,7	0,6	61
9	6,0	0,28	0,3	1,2	57
10	12,0	0,28	0,3	1,2	62
11	6,0	0,45	0,3	1,2	64
12	12,0	0,45	0,3	1,2	66
13	6,0	0,28	0,7	1,2	59
14	12,0	0,28	0,7	1,2	60
15	6,0	0,45	0,7	1,2	73
16	12,0	0,45	0,7	1,2	79

Рис. 13. Результати та результати планування багатфакторного експерименту по дослідженню впливу факторів на ефективність роботи комбінованого ґрунтообробного агрегату

Effect Estimates; Var.:Y(k); R-sqr=.98565; Adj.:.95695 (Spreadsheet7.sta) 2**(4-0) design; MS Residual=3,7625 DV: Y(k)											
Factor	Effect	Std.Err.	t(5)	p	-95,% Cnf.Limit	+95,% Cnf.Limit	Coeff.	Std.Err. Coeff.	-95,% Cnf.Limit	+95,% Cnf.Limit	
Mean/Interc.	58,93750	0,484929	121,5384	0,000000	57,69095	60,18405	58,93750	0,484929	57,69095	60,18405	
(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. Результати обробки експерименту у вигляді таблиці

Із наведеного табличного результату експериментальних досліджень можемо записати статистичну модель у математичному вигляді, яка має наступний вигляд:

$$Y = 58,9375 + 1,5625 \cdot x_1 + 4,8125 \cdot x_2 + 0,3125 \cdot x_3 + 6,0625 \cdot x_4 + 0,1875 \cdot x_1 x_2 - 0,0625 \cdot x_1 x_3 + 0,1875 \cdot x_1 x_4 + 3,4375 \cdot x_2 x_3 + 0,6875 \cdot x_2 x_4 + 2,4375 \cdot x_3 x_4$$

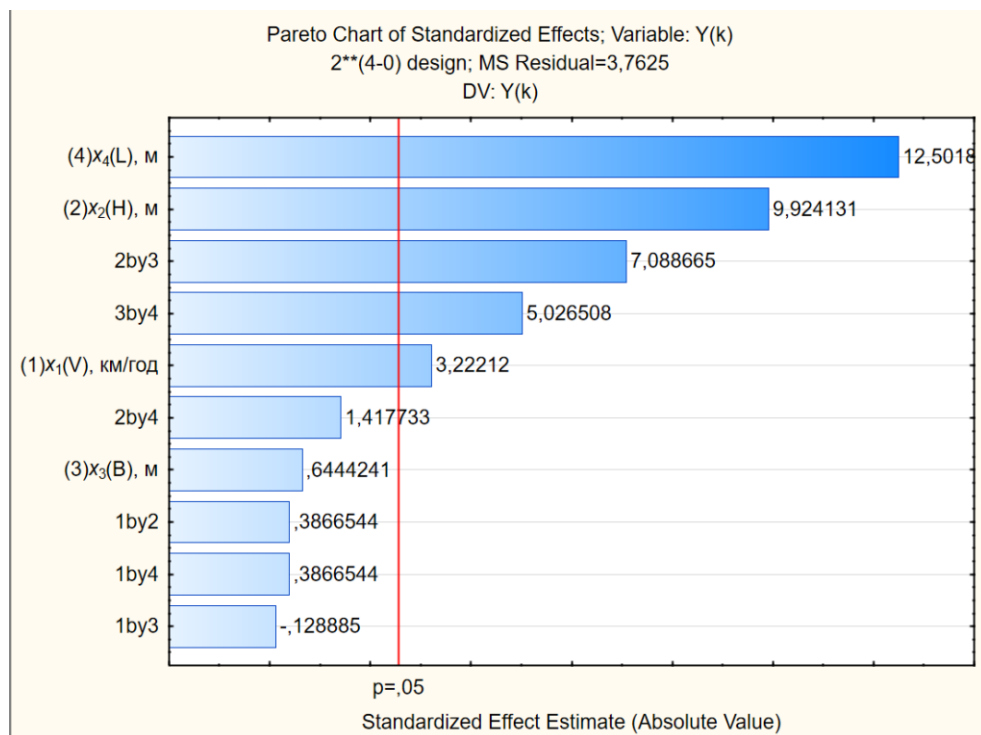
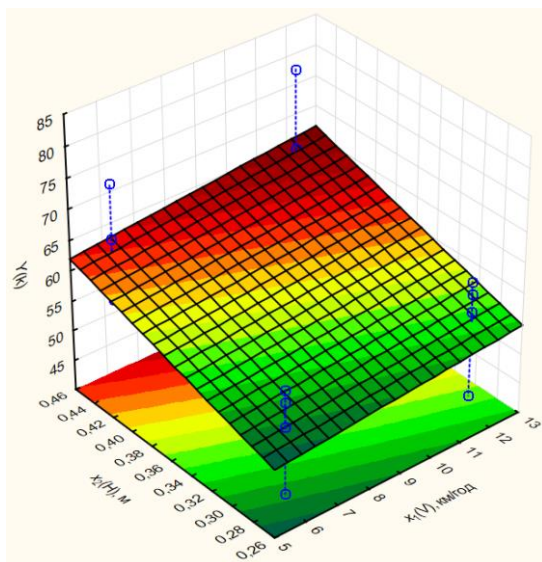
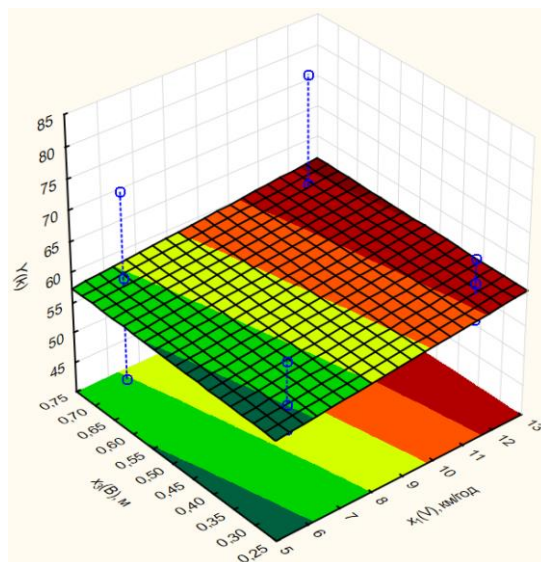


Рис. 15. Стандартизована Парето-карта по визначенню значимості коефіцієнтів рівняння регресії

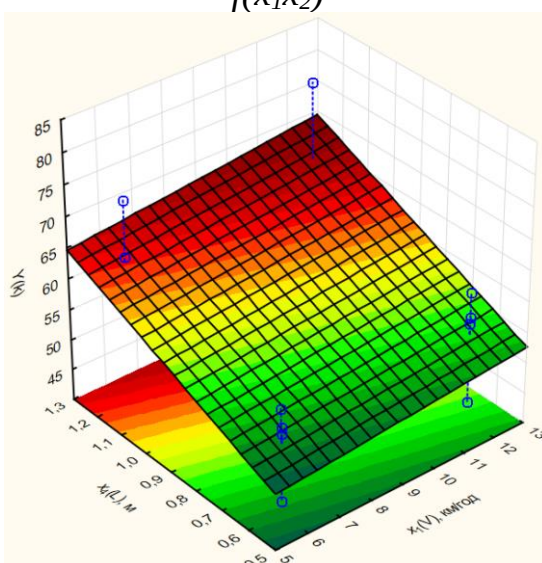
В результаті проведених експериментів можна зробити висновок, що в наведеному діапазоні значень факторів найбільший вплив на якість безполицевого обробітку чинять відстань між рядами лап на рамі знарядді L , глибина обробітку ґрунту лапами H , попарний вплив глибини обробітку ґрунту лапами H і відстані між міжсліддями чизельних лап B , попарний вплив відстані між міжсліддями чизельних лап B і відстані між рядами лап на рамі знарядді L та робоча швидкість комбінованого агрегату V . Очевидно, що під час мілкового обробітку ґрунту фактор x_3 (відстань між міжсліддями чизельних лап B) буде мати одне із вирішальних значень, адже за певних умов відбувається не суцільний обробіток ґрунту, а обробіток окремими полосами. Однак, підвищення глибини обробітку до певних меж буде при решті рівних умов сприяти поліпшенню якості обробітку ґрунту. Робоча швидкість агрегату x_1 має позитивний вплив на показники якості, втім зростання цього фактору обмежується тяговим зусиллям енергетичного засобу на конкретній передачі та маневровими властивостями скомплектованого агрегату.



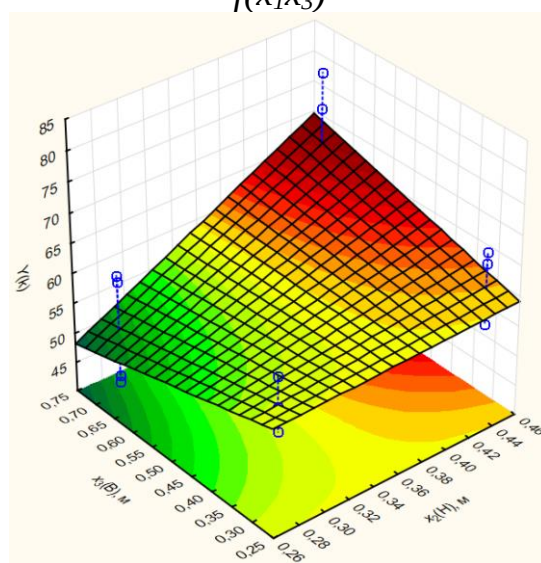
$f(x_1x_2)$



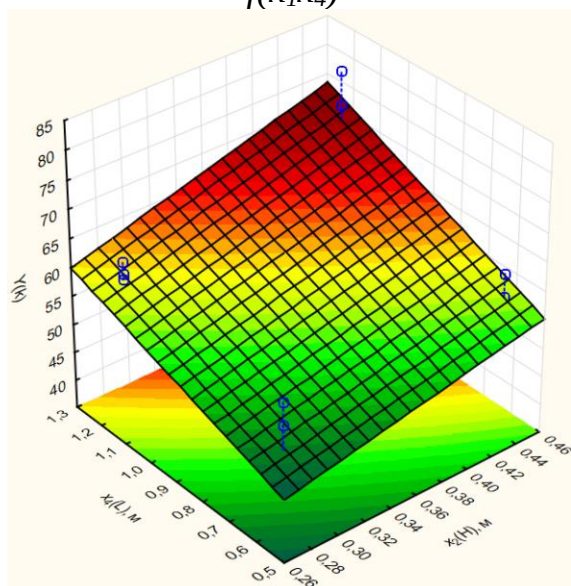
$f(x_1x_3)$



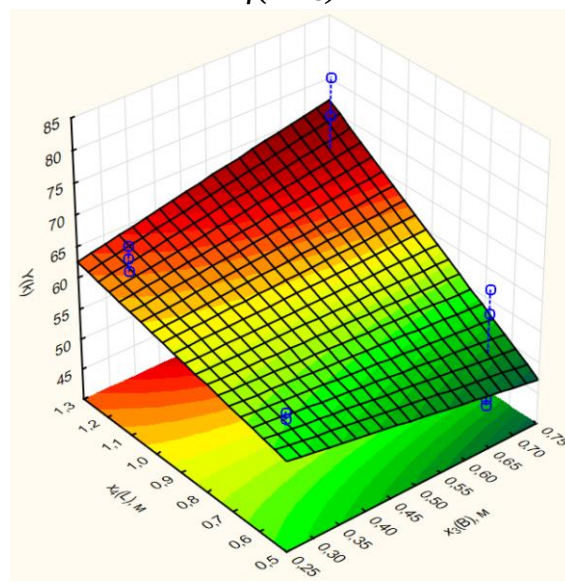
$f(x_1x_4)$



$f(x_2x_3)$



$f(x_2x_4)$



$f(x_3x_4)$

Рис. 16. Тримірні графіки попарного впливу факторів на якість обробітку ґрунту

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ВРДГ 00.000 ПЗ

Арк.

50

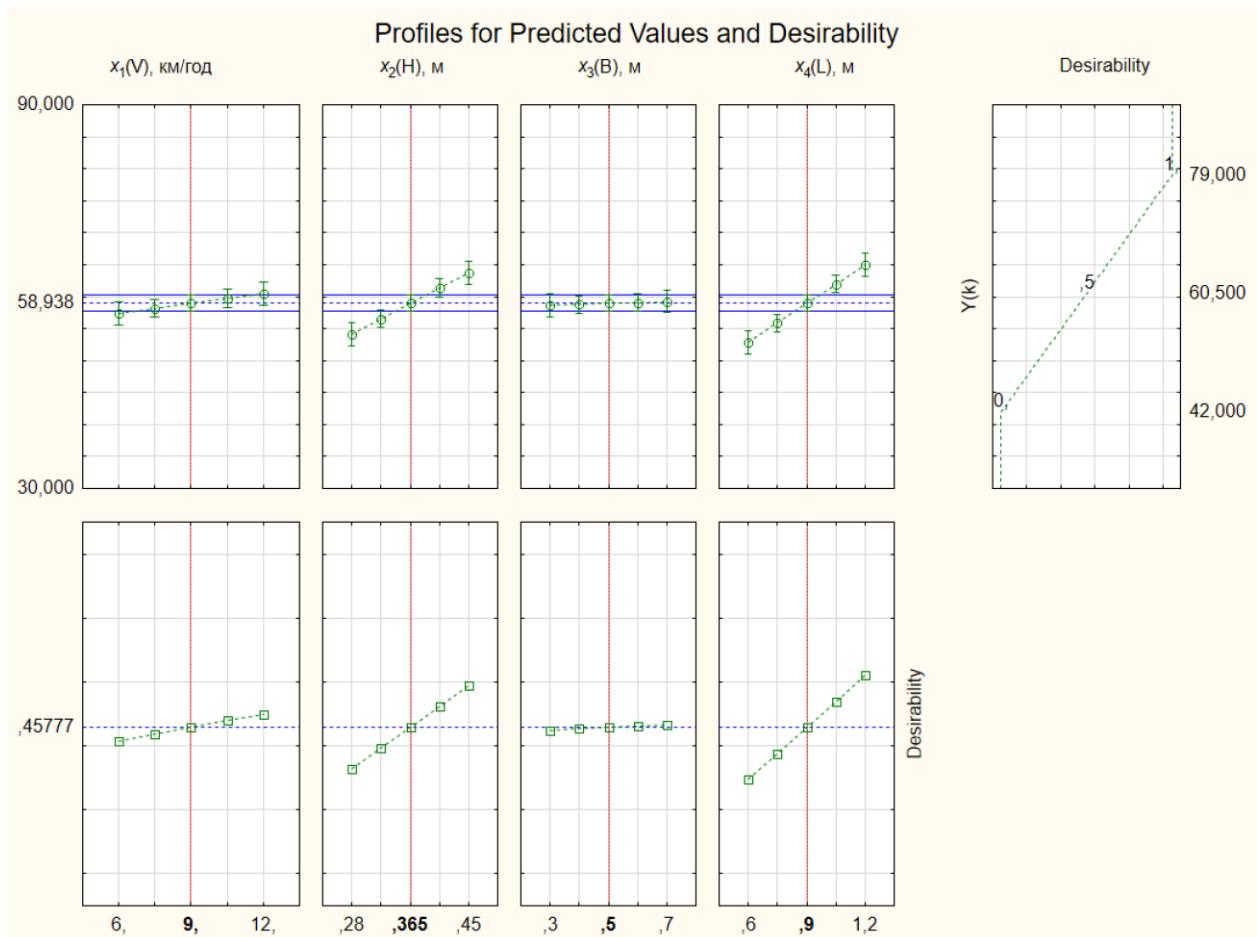


Рис. 17. Профілі бажаності факторів та критерій оптимізації, отримані під час дослідження якості обробітку ґрунту комбінований агрегатом

Таким чином, в результаті виконання розділу, проведення інженерних розрахунків та вдосконалень комбінованого ґрунтообробного агрегату та проведення експериментальних досліджень із пошуку раціональних значень досліджуваних факторів встановлено, що при швидкості руху ґрунтообробного агрегату на рівні $V = 10 \dots 11$ км/год, глибині обробітку ґрунту лапами $H = 0,36 \dots 0,4$ м, відстані між міжсліддями чизельних лап $B \approx 0,5$ м та відстані між рядами лап на рамі знаряддя $L = 1 \dots 1,1$ м досягається якість обробітку ґрунту агрегатом на рівні 70...75%. Отримані якісні показники роботи забезпечують чинні агротехнічні вимоги до операцій безполицевого обробітку ґрунту, а обґрунтовані параметри можуть бути рекомендовані до впровадження під час виробництва і вдосконалення комбінованих агрегатів із чизельними робочими органами із прямим стояком.

4. Охорона праці

При використанні в полі комбінованого ґрунтообробного агрегату для безполіцевого обробітку ґрунту процес роботи супроводжують шкідливі та небезпечні чинники, які для подібних агрегатів є типовими [17]. Серед фізичних шкідливих та небезпечних виробничих чинників виділяються наступні:

- наявність певної кількості рухомих елементів агрегату та його рух в полі;
- висока ймовірність підвищеної запиленості під час обробітку ґрунту;
- надто низька чи надто висока температура в кабіні трактора під час обробітку ґрунту;
- високий рівень шуму і вібрацій під час роботи в полі комбінованого ґрунтообробного агрегату;
- відхилення від нормативної вологості в кабіні енергетичного засобу під час безполіцевого обробітку ґрунту;
- підвищена швидкість руху повітряних мас в зоні виконання робіт;
- погіршена освітленість робочої зони та місця механізатора, може проявлятися у вигляді недостатчі чи відсутності природнього освітлення, незадовільна робота штучних джерел світла, зокрема в темну пору доби, засліплення в наслідок відбивання світлових променів від поверхні трактора чи агрегату тощо;
- наявність виступаючих елементів та гострих кромek агрегату, присутність задирок на елементах конструкцій, більша за нормативну шорсткість поверхні окремих елементів агрегату чи трактора;
- розміщення місць обслуговування агрегату та робочого місця механізатора високо відносно поля;
- висока небезпека виникнення пожеж під час виконання обробітку ґрунту.

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

Окремо можна виділити хімічні шкідливі та небезпечні виробничі фактори, найбільш характерні з них під час основного обробітку ґрунту:

- прямий чи непрямий контакт під час виконання робіт із подразнюючими, отруйними чи іншими шкідливими речовинами, випарами, рідинами. Серед таких речовин виділяються відпрацьовані гази двигуна трактора, технічні рідини, що супроводжують процес (пальне, мастильні матеріали), всі без виключення агрохімікати, підвищений рівень пилу та хімічних речовин у повітрі робочої зони та ін.

До психофізіологічних небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що можуть виникати на етапі ґрунтообробки виділяються:

- перевантаження нервово-психічні, це може проявлятися у вигляді потреби проводити циклічні роботи чи висока монотонність праці тощо;
- надто високі фізичні навантаження при роботі із комбінованим ґрунтообробним агрегатом такі фізичні перевантаження можуть бути як статичними так і динамічними.

Працюючи із комбінованим ґрунтообробним агрегатом його переведення із транспортного положення в робоче і навпаки відбувається за рахунок гідроприводу трактора. З'єднання енергетичного засобу і ґрунтообробного агрегату повинна здійснюватися виключно розривними муфтами, які дозволяють уникнути протіканню мастила на етапі під'єднання та від'єднання та є безпечними під час роботи. Конструктивно ґрунтообробний агрегат має бути виконаний таким чином, щоб основні регулювання можна було провести з кабіни енергетичного засобу, а ті, що проводяться поза кабіни мають виконуватися на зупиненому і заглушеному агрегаті. Під час виконання технологічного процесу скомплектований агрегат не повинен обмежувати огляд під час руху і зміну напрямків руху, має бути забезпечений постійний візуальний контакт тих елементів скомплектованого агрегату, що повинні бути під наглядом. Для зручності доступу

					ВРДГ 00.000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обслуговуючого персоналу до механізмів регулювань та під час обслуговування агрегату на ньому виконані спеціальні підніжки, рукоятки та поручні.

Комбінований ґрунтообробний агрегат у своєму комплекті повинен мати необхідне додаткове обладнання і інструмент на кшталт спеціальних чистиків для очищення робочих органів від налипань ґрунту рослинних решток тощо. Комбінований ґрунтообробний агрегат виготовляється із механізмом автозчіпки, що дозволяє проводити його навішування на трактор одним механізатором без залучення додаткових працівників. Допустимі зусилля на всі регулювальні механізми, в тому числі і механізми регулювання глибини повинні не перевищувати сумарне навантаження 200 Н. Під час обробітку ґрунту комбінованим агрегатом, робоче місце механізатора повинно бути захищеним від пилу, бруду, шуму вібрацій та ін.

Під час виробництва агрегату його колір повинен бути підібраний таким чином, щоб він був контрастним до фону, на якому виконуються роботи. Крім того, небезпечні елементи конструкції, такі як самі робочі органи, механізми передач, інші рухомі елементи мають бути пофарбовані в колір, який виділяється на фоні загального кольору агрегату, таким же чином фарбують всі додаткові захисні огорожі, щитки, рукоятки керування та ін. На окремих частинах комбінованого ґрунтообробного агрегату, де в цьому є потреба, встановлюють стандартні таблички і знаки із інформацією про приховані небезпеки та загрози. Окремо на агрегаті встановлюються інформаційні наліпки із показником місць стропування та перелік основних регулювань та обслуговувань.

Таким чином, ґрунтообробний комбінований агрегат, який використовується для безполицевого обробітку ґрунту має відповідати всім чинним вимогам охорони праці, пожежної безпеки та техніки безпеки, які є стандартними та висуваються до всіх сільськогосподарських агрегатів подібного призначення.

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

5. Економічна частина

Ціллю даної роботи є вдосконалення технології вирощування ріпаку з дослідженням комбінованого ґрунтообробного агрегату для здійснення безполицевого обробітку ґрунту і обґрунтування раціональних параметрів такого агрегату. Варто зазначити, що порівнювали технологію безполицевого обробітку ґрунту із класичною полицевою оранкою, тобто тією технологією обробітку ґрунту, яка для базового господарства є основною.

Основні економічні показники базової та проектної технологій зведені в табл. 2.

Таблиця 2

Основні економічні показники базової та проектної технологій вирощування ріпаку в господарстві

№ п/п	Показники	Одиниці вимірювання	Технологія	
			Базова	Проектна
1.	Площа поля, на якому вирощується ріпак	га	140	140
2.	Врожайність	ц/га	36	36
3.	Витрати палива	кг/га	27,3	18,8
4.	Валовий збір	ц	5040	5040
5.	Продуктивність	га/год	12,03	16,87

Оцінку економічної ефективності, що може бути досягнута в результаті впровадження технології безполицевого обробітку ґрунту комбінованим агрегатом проводилася за стандартною методикою [27, 28] а отримані дані зведені до таблиці 3.

Таким чином, можна підтвердити, що запропонована технологія безполицевого обробітку ґрунту комбінованим агрегатом є більш ефективною з точки зору економічних показників її здійснення у порівнянні із технологією класичної полицевої оранки.

До основних переваг вдосконаленої технології обробітку ґрунту під ріпак можна віднести:

1. Значно менші витрати на проведення всього комплексу робіт із обробітку ґрунту.

2. Сумарна собівартість робіт складає: для вдосконаленої технології цей показник – 64890,2 грн., тоді як для базової технології обробітку ґрунту – 87287,7 грн.

Таблиця 11

Техніко-економічні показники ефективності використання проектної технології

Показник	Одиниці виміру	Технології		Відхилення	
		базова	проектна	+,–	%
Площа	га	140	140	–	–
Врожайність	ц/га	36	36	–	–
Валовий збір	ц	5040	505	–	–
Продуктивність праці	га/зм	10,6	12,7	+2,1	+16,53
Собівартість робіт	грн.	87287,7	64890,2	–22397,5	–34,5

Отже, модернізована технологія обробітку ґрунту під час вирощування ріпаку в господарстві дозволяє лише на одному полі площею 140 га досягти економії на рівні 22397,5 грн., що підтверджує економічну ефективність впровадження запропонованих розробок.

6. Висновок

Таким чином, під час виконання даної роботи ретельно оглянуто господарське значення такої сільськогосподарської культури як ріпак, її цінність у сівоzmіні та сфери використання вирощеного врожаю ріпаку, вивчено існуючу технологію вирощування ріпаку в господарстві та підкреслено існуючі переваги та недоліки окремих етапів робіт, які можуть вплинути на врожай і родючість ґрунту в цілому. Окремо ретельно розглянуто технологію першого глибокого обробітку ґрунту та запропоновано замінити класичну оранку на безполицевий обробіток, що пропонується реалізовувати в господарстві комбінованим ґрунтообробним агрегатом ЧН-3,5. В розділах вище проведені відповідні технологічні розрахунки та порівняння базової технології і запропонованої та доведена загальна технологічна доцільність її впровадження.

Під час виконання наукової частини роботи проаналізовано конструкцію, регулювання та переваги і недоліки комбінованого ґрунтообробного агрегату, який планується використовувати в господарстві для глибокого безполицевого обробітку ґрунту. Проведені певні інженерні розрахунки агрегату та запропоновано в якості основних робочих органів використовувати чизельну лапу із прямим стояком. В ході проведення експериментів за класичною методикою планування факторних експериментів із використанням комп'ютерної техніки отримані рівняння регресії та графічні результати, що дозволяють встановити раціональні значення певних параметрів модернізованого ґрунтообробного агрегату. Так, експериментально доведено, що при швидкості руху ґрунтообробного агрегату на рівні $V = 10 \dots 11$ км/год, глибині обробітку ґрунту лапами $H = 0,36 \dots 0,4$ м, відстані між міжсліддями чизельних лап $B \approx 0,5$ м та відстані між рядами лап на рамі знаряддя $L = 1 \dots 1,1$ м досягається якість обробітку ґрунту агрегатом на рівні 70...75%.

					ВРДГ 00.000 ПЗ	Арк.
						57
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.

					ВРДГ 00.000 ПЗ	Арк.
						58
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.

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

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.

ДОДАТКИ

Центральноукраїнський національний технічний університет

Презентація графічної частини магістерської
кваліфікаційної роботи на тему:

Вдосконалення технології вирощування ріпаку з дослідженням комбінованого ґрунтообробного агрегату

Виконав: ст. гр. АІ-22М(1,4) Лубцов Костянтин Іванович

Керівник роботи: доц. Лещенко С.М.

Кропивницький, 2024 р.

Операційно-технологічна карта на безполицевий основний обробіток

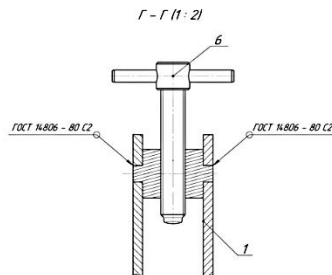
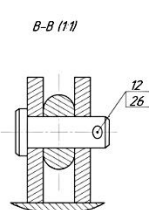
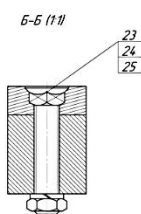
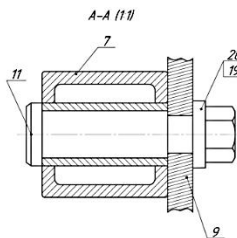
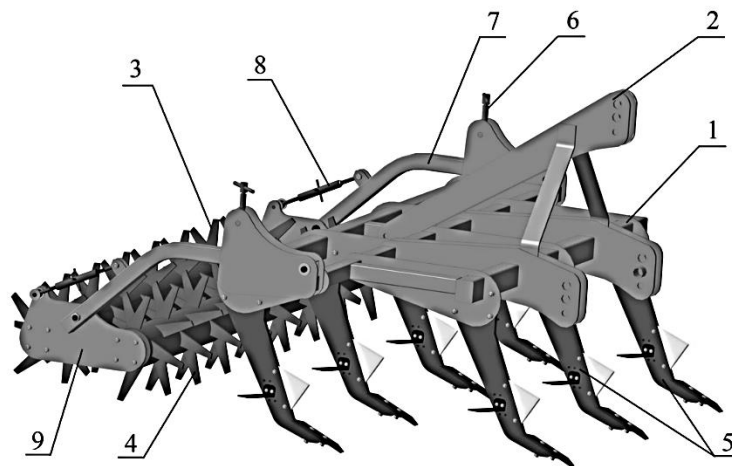
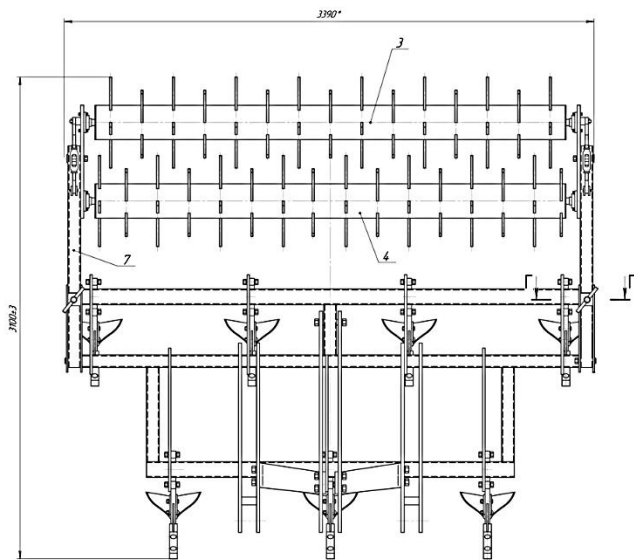
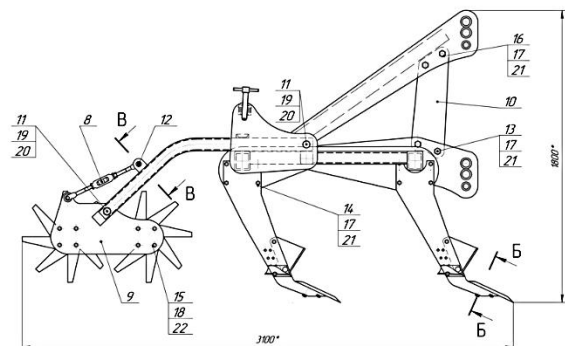
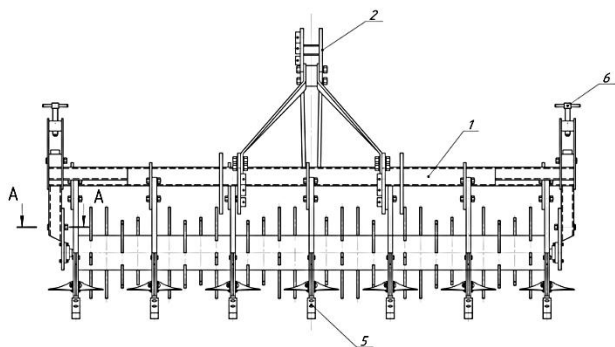
ВРДГ 00.001 Т4

Назва груп показників	Параметри, вимоги, нормативи	Схеми																
Умови роботи	Площа – 50 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; Збереження 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 4Н-3,5. Робоча ширина захвату – 3,5м; 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 																
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.																	
Швидкість руху	Робоча передача – II (друга) робоча швидкість – $V_p=8,53$ 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 зміну – 26 цикл/зм. 5. Витрати палива на 1 га – 18,8 кг/га. 6. Витрати палива за зміну – 150,4 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>Загнати глибину здійснюється в 10 місцях по довжину площі обробленої ділянки</td><td>±10 До ±2 Від ±2</td><td>3 2 1</td></tr><tr><td>Врівноваженість, см</td><td>Загнати довжину профілю фланцем паркету обробити 10-метровим шнуром, з'єднаним з відцентровим стрижнем</td><td>не більше 5 не більше 7 Від 7</td><td>3 2 1</td></tr><tr><td>Кришення ґрунту, %</td><td>Відсортувати по відношенню маси фракції ґрунту розміром менше 5 см до загальної маси ґрунтового проби</td><td>До 0,5% До 0,1% Від 0,1%</td><td>2 1 0</td></tr></table>	Показники	Методи визначення	Граничні нормативи	Бали	Відхилення від заданої глибини обробки, см	Загнати глибину здійснюється в 10 місцях по довжину площі обробленої ділянки	±10 До ±2 Від ±2	3 2 1	Врівноваженість, см	Загнати довжину профілю фланцем паркету обробити 10-метровим шнуром, з'єднаним з відцентровим стрижнем	не більше 5 не більше 7 Від 7	3 2 1	Кришення ґрунту, %	Відсортувати по відношенню маси фракції ґрунту розміром менше 5 см до загальної маси ґрунтового проби	До 0,5% До 0,1% Від 0,1%	2 1 0	Перевірка глибини обробки доразміром
Показники	Методи визначення	Граничні нормативи	Бали															
Відхилення від заданої глибини обробки, см	Загнати глибину здійснюється в 10 місцях по довжину площі обробленої ділянки	±10 До ±2 Від ±2	3 2 1															
Врівноваженість, см	Загнати довжину профілю фланцем паркету обробити 10-метровим шнуром, з'єднаним з відцентровим стрижнем	не більше 5 не більше 7 Від 7	3 2 1															
Кришення ґрунту, %	Відсортувати по відношенню маси фракції ґрунту розміром менше 5 см до загальної маси ґрунтового проби	До 0,5% До 0,1% Від 0,1%	2 1 0															

Операційно-технологічна карта на безполицевий основний обробіток

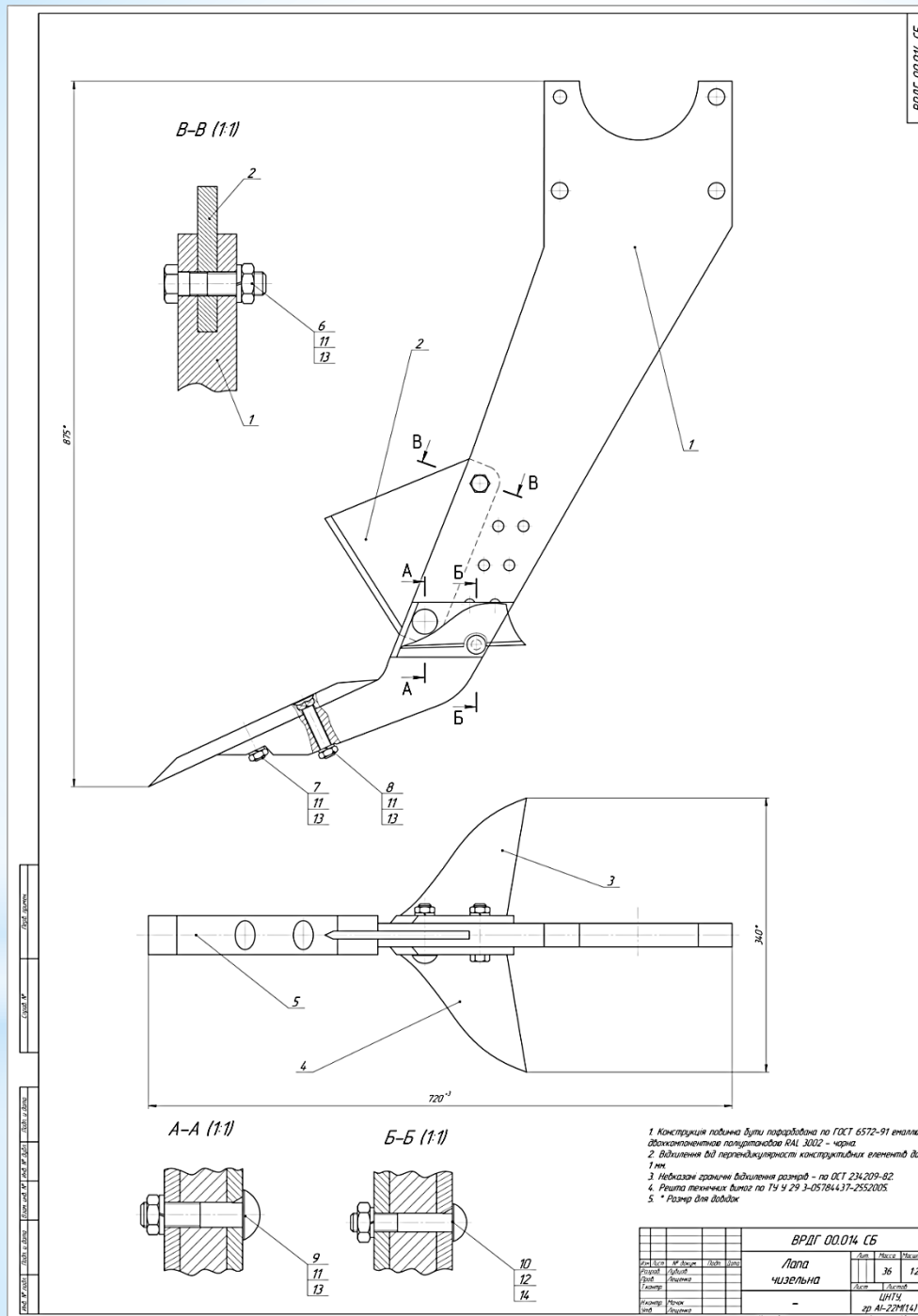
Складальне креслення комбінованого глибокорозпушувача

BPAT 00.000 05



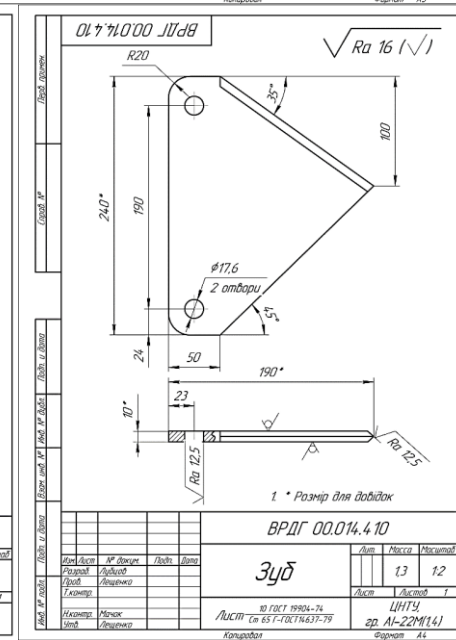
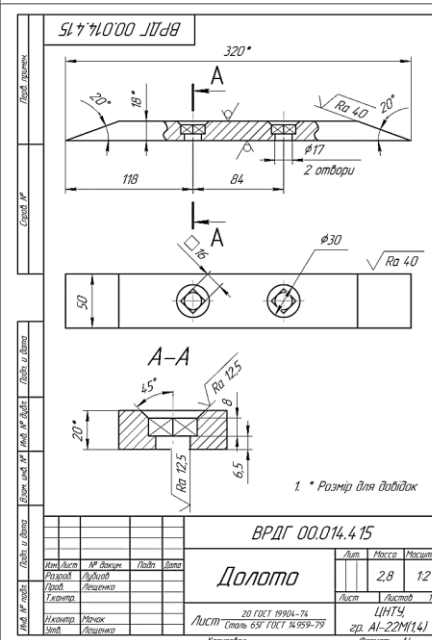
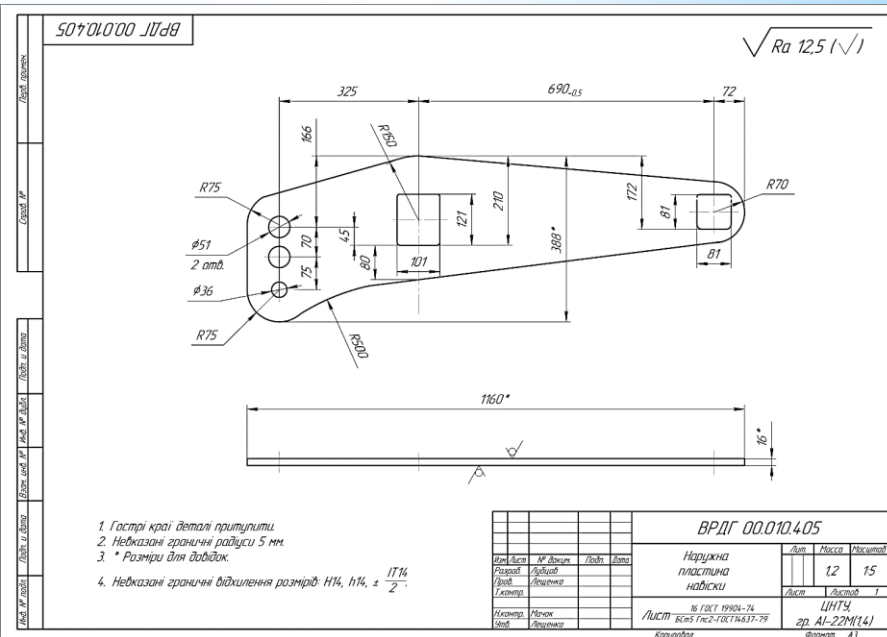
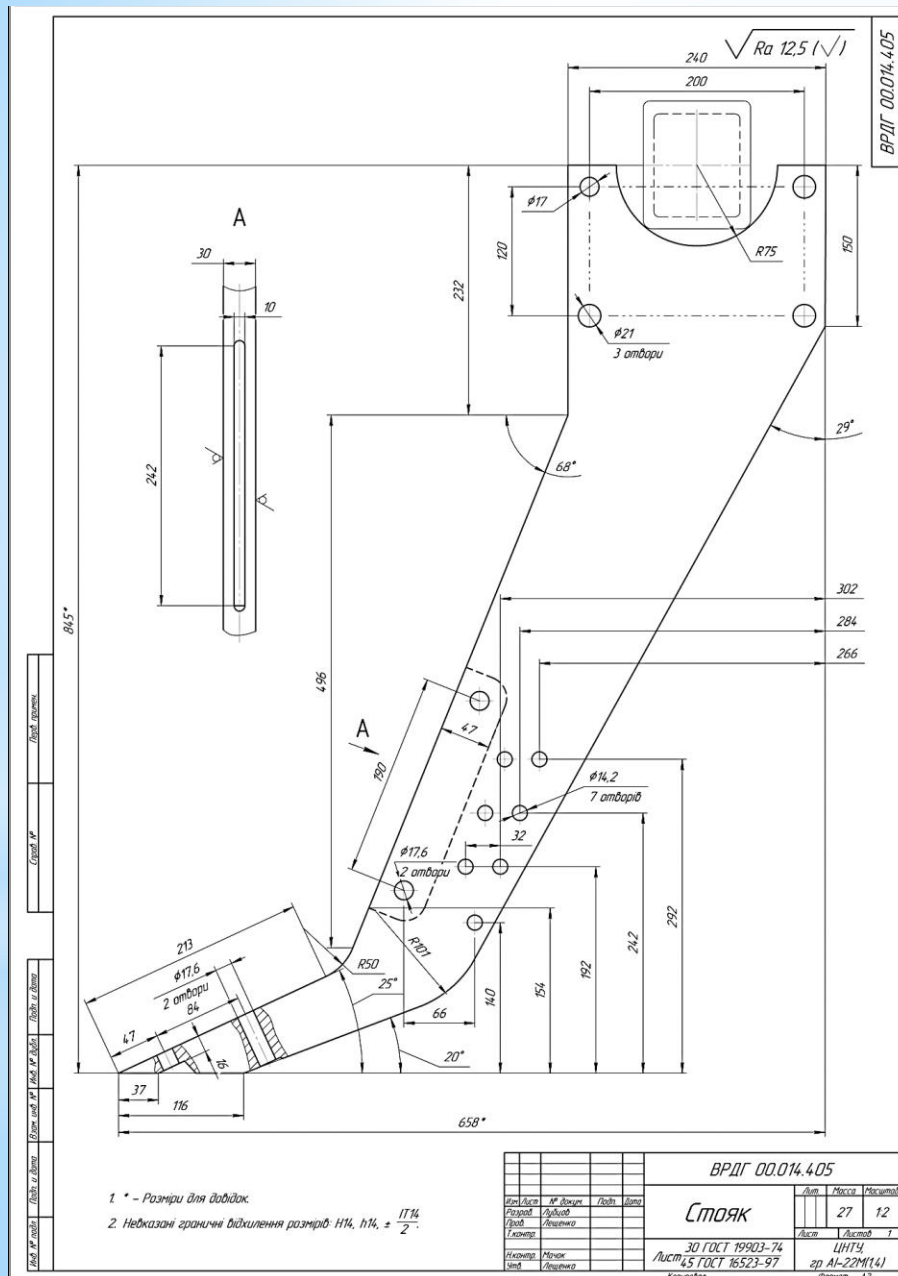
- [illegible]

[illegible]



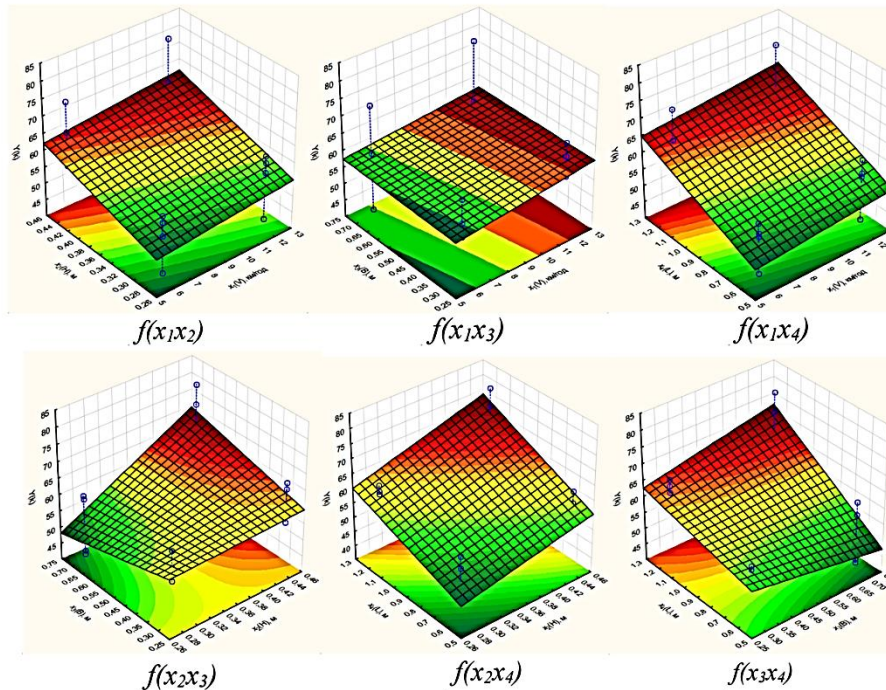
Складальне креслення вдосконалених елементів конструкції

Деталювання комбінованого ґрунтообробного агрегату



ВРДГ 00.001 НЧ

№	Фактори		Рівні варіювання		Інтервал варіювання
	Найменування	Позна-чення	Нижній (-)	Верхній (+)	
1	Робоча швидкість комбінованого агрегату, V , км/год	x_1	6,0	12,0	3,0
2	Глибина обробітку ґрунту лапами, H , м	x_2	0,28	0,45	0,085
3	Відстань між міжсліддями чизельних лап, B , м	x_3	0,3	0,7	0,2
4	Відстань між рядами лап на рамі знаряддя, L , м.	x_4	0,6	1,2	0,3


$$Y = 58,9375 + 1,5625 \cdot x_1 + 4,8125 \cdot x_2 + 0,3125 \cdot x_3 + 6,0625 \cdot x_4 + 0,1875 \cdot x_1 x_2 - 0,0625 \cdot x_1 x_3 + 0,1875 \cdot x_1 x_4 + 3,4375 \cdot x_2 x_3 + 0,6875 \cdot x_2 x_4 + 2,4375 \cdot x_3 x_4$$

						ВРДГ 00.001 НЧ								
гос. зап.	М. докум.	защ.	инт.	Результаты экспериментальных исследований							Авт.	Место	Масштаб	
Музей	Зубов												-	-
Фонд	Бухарин										Листы	Анотация		
Таблицы														
Книжки	Мечен			-							ИЧНУ гр. А-22M14			
карты	Бухарин													

Наукова частина роботи

Дякую за увагу!