

Центральноукраїнський національний технічний університет
Агротехнічний факультет
Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”
зав. кафедрою СГМ
к.т.н., доцент
_____Сергій ЛЕЩЕНКО
“ ____ ” _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти
на тему:

«Вдосконалення технології вирощування ріпаку з модернізацією
плуга»

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,
групи AI-21-3ск
ОПП «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія»
_____ Гуцало Андрій Юрійович
« ____ » _____ 20 ____ р.

Керівник проекту
доцент, канд.техн.наук
_____ Сергій ЛЕЩЕНКО
« ____ » _____ 20 ____ р.
Рецензент _____ Олександра БІЛОВОД

м. Кропивницький

Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет Агротехнічний
Кафедра Сільськогосподарського машинобудування
Рівень вищої освіти _____
Галузь знань _____
Спеціальність _____
Освітньо-професійна (освітньо-наукова) програма _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Сергій ЛЕЩЕНКО

«___» _____ 2024 року

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА ПЕРШИМ
(БАКАЛАВРСЬКИМ) 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.....	5
2. Аналіз типової технології вирощування ріпаку в базовому господарстві	6
3. Обґрунтування технології безполицевого основного обробітку ріпаку ...	17
4. Інженерна частина.....	36
5. Охорона праці	47
6. Висновок	48
Список використаної літератури	50
Додатки.....	53

					<i>ТВРП 00.000 ПЗ</i>	Арк.
						4
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

1. ВСТУП

Наша країна має великий потенціал для збільшення обсягів виробництва сільськогосподарської продукції. Особливо важливо нарощувати виробництво стратегічно важливих культур, серед інших виділяється ріпак. Останнім часом у зв'язку із удосконаленням технологічних процесів вирощування ріпаку, збільшенням господарств, що проводять посів якісним насінням, посиленням заходів щодо якісної хімізації процесів, обґрунтованого використання всіх агрохімічних речовин кількість господарств, що вирощують якісний ріпак та й загальна врожайність цієї культури зростає.

Плануючи введення в сівозміни господарств вирощування ріпаку, варто пам'ятати, що ця сільськогосподарська культура потребує проведення максимально якісного як основного так і поверхневого обробітку ґрунту. Як правило, якість підготовки ґрунту для вирощування ріпаку і його загальної врожайності є визначальним фактором, адже ці операції мають створити сприятливі умови для розвитку кореневої системи, що забезпечує гарний розвиток рослин в майбутньому та гарантувати стабільно високий урожай. Підготовка ґрунту до сівби ріпаку, включає комплекс робіт, пов'язаних із розпушуванням ґрунту, подрібненням брил, поліпшенням вологопроникливості властивостей, покращенням водного і повітряного режимів, створення дрібногрудкуватої структури та ін. В світі існує тенденція щодо використання високопродуктивних комбінованих агрегатів на всіх етапах підготовки ґрунту, що являється актуальним і для місцевих виробників продукції рослинництва.

Таким чином, метою даної бакалаврської роботи є поліпшення технології вирощування ріпаку в господарських умовах із вдосконаленням плуга-глибокорозпушувача.

					ТВРП 00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Гуцало				Пояснювальна записка	Літ.	Арк.
Перевір.	Леценко						5
Реценз.						ЦНТУ, гр. АІ-21-Зск	
Н. Контр.	Мачок						
Затверд.	Леценко						

2. АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ РІПАКУ В БАЗОВОМУ ГОСПОДАРСТВІ

2.1. Значення сільськогосподарської культури ріпак і його біологічні особливості

Ріпак є важливою класичною олійною культурою. За своїми характеристиками це корисна сільськогосподарська культура в сівозміні, яка до цього характеризується ще й високою врожайністю. На латині ця культура була відома під назвою *Brassica Napus L*, також зустрічаються назви рапс або кольза. Ріпак є хрестоцвітою олійною культурою, залежно від умов та термінів проведення посіву практикують у господарствах вирощування ярого чи озимого ріпаку. До речі, назву кольза мав саме ріпак ярий. З точки зору організації сівозмін, умов вирощування саме озимий ріпак вважається більш цінним, а собівартість його вирощування є нижчою.

Сьогодні є фактом, що ріпак, як сільськогосподарська культура відома вже давно, а деякі аграрії вважають, що ріпак був відомий людям понад 4000 років до нашої ери. Доведено, що ріпак поширився світом із Середземноморського регіону. Ця культура широко поширилася в Європі в 19 столітті. Саме тоді ріпак почали активно переробляти на ріпакову олію, яка знайшла широке застосування в виробництві харчових продуктів, техніці, медицині, промисловості та інших сферах. У той же час ріпакова олія дала змогу частково компенсувати дефіцит технічних олій, що виник через необхідність збільшення виробництва продукції нафтової промисловості. На полях нашої держави урожай ріпаку кінця XIX – початку XX століття в кілька разів перевищував урожай соняшнику, а ріпак в ті часи був основною олійною культурою аровирбництва.

У середині 20 століття виробництво соняшнику різко зросло, майже повністю витіснивши вирощування ріпаку. Наступним етапом збільшення актуальності вирощування ріпаку та наросування його посівних площ став період пошуку альтернативних джерел енергії, який розпочався у 2000 роках.

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

На сьогодні ріпак залишається однією з найпопулярніших культур для виробництва біопалива. Це спонукає до постійного вдосконалення існуючої технології вирощування ріпаку, посилення окремих аспектів процесу та вдосконалення технічного забезпечення виробництва ріпаку [1...6].

Відомо, що загальна олійність ріпаку складає близько 48...52%. Рослинна олія із ріпака є цінною сировиною, що дуже часто використовується для виробництва мила, лакофарбової продукції, достатньо часто є важливою сировиною для харчової промисловості, із неї виготовляють різні жири та жирозамінники.

Зі сторони біологічних особливостей рослини ріпаку мають круглі, прямі стебла, які є досить високими, в більшості випадків їх висота перебуває в діапазоні 1,5...1,7 м. Стебло рослини на етапі росту і розвитку спрямовується вгору і покривається восковим нальотом по всій довжині, переважно сіро-зеленого кольору (рис. 1). Листя ріпаку, зосереджені переважно в нижній частині рослини, також мають темно-зелений колір і легкий восковий наліт.



Рис. 1. Рослина ріпак, загальний вигляд та характерні ознаки

Рослина ріпак має стрижневу кореневу систему, має чіткі веретеноподібні властивості. На етапі вегетації ріпаку в полі коренева система може потенційно проникати на велику глибину в товщу ґрунту, що може досягати за сприятливих умов до трьох метрів. Поряд із тим, самі корінці рослини ріпак мають слабку здатність до розгалуження, а сумарна кількість мичкуватих коренів незначна.

Якщо в господарстві вирощують озимий ріпак, то після посіву насіння восени молода рослина до настання холодів повинна вирости до дев'яти листків. Стебла озимого ріпаку починають цвісти навесні, після того, як із настанням сприятливих погодних умов відновлюється вегетація.

Суцвіття ріпаку – це волоті, які утворюються вгорі стебла і у більшості випадків такі волоті є нещільними. Центр квітки є найбільш помітним, саме в цій частині китиці під час розвитку рослини ріпак утворюється 20...40 жовтих або яскраво-жовтих квіток. Квітки утворюють невеликі суцвіття, а чашолистки рослини зазвичай дуже вузькі. Кожна квіточка рослини має шість тичинок і чотири пелюстки. Слід зазначити, що в ріпаку тичинки різного розміру – чотири з них за розміром збігаються з маточками, а інші дві є дуже короткі.

Основним плодом, ради якого ріпак вирощують є стручок (рис. 1), який має довжину 6...11 см. Кожен стручок під час дозрівання містить від 18 до 40 насінин. Плоди ріпаку (насіння) є гладкими і мають чітко виражений нерв, за допомогою якого відбувається живлення насіння на різних етапах вегетації. При вирощуванні ріпаку кожна рослина в полі може дати до 400 стручків із насінням. Насіння ріпаку після збирання та звільнення від оболонки (розлускування стручків) має майже правильну круглу форму та темно-коричнєве або чорне забарвлення. Залежно від сорту, який вирощується в господарстві, якості та способів підготовки ґрунту, його вологості, рівня технічного забезпечення технологічних операцій та швидкості їх здійснення,

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

рівня хімічного забезпечення процесів та ряду інших факторів загальна вага 1000 насінин ріпаку може складати 3...7 грам [1...6].

При проектуванні технологічного процесу вирощування ріпаку в господарстві необхідно забезпечити виконання високих вимог цієї рослини щодо вологості, наявності у ґрунті. Адже транспіраційний коефіцієнт у рослини ріпак одним із найвищим серед сільськогосподарських культур і складає 500...750. Відомо, що рослини ріпаку потребують найбільше вологи в два періоди: восени, коли наростає достатня для зими кількість листків, і навесні, коли знову активізуються вегетативні процеси.

Ріпак починає сходити в полі за умов порівняно низьких температур, що можуть бути в зоні насінини. Відомо, що при досягненні температури на рівні $+0,1^{\circ}\text{C}$ ріпак вже починає проростати. Однак, зазначимо, що для того, щоб рослини ефективно росли і розвивалися необхідна температура від 14 до 14°C . Слід пам'ятати, що ріпак є морозостійка рослина і дуже легко ця культура переносить зниження температури повітря до $-12...-14^{\circ}\text{C}$. Під час росту рослин в полі найліпшими температурами для формування достатнього врожаю є $18...20^{\circ}\text{C}$ за умов наявності достатньої кількості вологи. Якщо на полях із посівами ріпаку в господарстві спостерігаються високі температури, а води недостатньо, то рослини починають передчасно в'янути, а стручки не розвиваються повністю, що забезпечує загальне зниження врожайності.

Найвищий урожай ріпаку фермери отримують при вирощуванні цієї культури на сірих лісових ґрунтах та чорноземах звичайних за умови, що рН ґрунтового розчину є в діапазоні $6,0...6,5$. Загальна тривалість вегетації рослин ріпаку становить не більше $290...320$ днів. Обидва види ріпаку, що ярий що озимий є рослинами довгого світлового дня.

2.2. Існуюча технологія вирощування ріпаку

В Центральній Україні ріпак вирощується на великих площах і є важливою культурою для організації сівозмін. Як і для багатьох інших сільськогосподарських культур можливість отримання високого врожаю

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

залежить від якісного посівного матеріалу, застосування передових технологій на всіх етапах вирощування, дотримання стандартів і використання ефективних засобів агрохімії та багатьох інших аспектів.

Проектуючи технологію вирощування ріпаку дуже важливо провести якісний підбір культури-попередника. Високі вимоги, які ріпак як агрокультура висуває до попередника, обумовлені його специфічними потребами, щодо наявності достатньої вологості у ґрунті, достатньої кількості поживних речовин і мікроелементів, гарної аерації ґрунтового середовища, наявності біоти та органічних речовин тощо. Одними із найбільш бажаних попередниками для ріпаку можна обирати багаторічні трави та всі зернові та бобові культури. Варто мати на увазі, що ріпак є культурою з перехресним запиленням, тому при вирощуванні ріпаку в господарстві слід це врахувати і намагатися забезпечити ізоляцію полів один від одного не менше як на 500 метрів від інших посівів.

Відомо, що ріпак є такою сільськогосподарською культурою, яка потребує забезпечення високих вимог не лише до вологості та родючості ґрунту, а й до пористості ґрунту та структури орного шару. Для забезпечення цих вимог на етапі вирощування ріпаку має забезпечуватися якісний обробіток ґрунту та системне поліпшення водно-повітряного балансу. Найважче забезпечити необхідні умови для отримання високого врожаю ріпаку на важких староорних безструктурних ґрунтах. На тих полях і з іншими типами ґрунтів, але які мають ущільнену підорну підшву дуже важко отримати постійну врожайність ріпаку. Це забезпечує умови для недостатнього проходження води в нижній частині горизонту, зокрема в осінньо-зимовий період, що порушує розвиток коренів рослин і призводить до зниження врожаю. Отже, для вирішення перерахованих проблем необхідно ефективно підготувати ґрунт до посіву, забезпечити руйнування чи зрушення підорної підшви ґрунту на етапі основної оранки та забезпечити покращення водопроникності.

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

Аграрії, які багато років займаються вирощуванням ріпаку, підтвердили, що неможливо отримати високий урожай, якщо річна кількість опадів на полі менше 400 мм. Річна кількість опадів від 500 до 600 мм забезпечує задовільні умови для вирощування з точки зору вологозабезпечення; річна кількість опадів від 600 до 700 мм забезпечує хороші умови. Значний вплив на врожайність ріпаку має також розподіл річної кількості опадів протягом року. Найнижча потреба у воді під час вирощування ріпаку у фазі сходів, а для озимого ріпаку води достатньо за умови її еквівалентній половині маси насіння цієї культури, що є достатнім для осінніх сходів.

Якщо на етапі обробітку ґрунту добре підготувати поле під посів ріпаку і вчасно посіяти насіння, то рослини проростуть через 6-8 днів. Якщо в цей період проростання підуть дощі, то сходи молодих рослин ріпаку з'являться раніше.

Фермери, що протягом тривалого часу на своїх полях досягають стабільних урожаїв ріпаку, застосовують інтенсивні технології вирощування цієї культури. Послідовність впровадження інтенсивної технології реалізується при виконанні наступних кроків:

- ретельна організація сівозміни, що має враховувати потребу розміщення посівів ріпаку після чорного чи зеленого парів, різних багаторічних або ж однорічних трав, зернових та бобових культур;
- організація раціональної системи удобрення та проведення всього комплексу заходів щодо забезпечення ґрунтового середовища всім спектром поживних речовин;
- раціональний підхід до організації та комплектування МТА, сільськогосподарських машин, вчасне та ефективне проведення польових робіт, розробка стратегії оновлення машинно-тракторного парку господарства, перевага щодо використання нових продуктивних комбінованих агрегатів, що мають підвищену

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

продуктивність та здатні забезпечити технології ресурсозберігаючого землеробства

- комплексний підхід до організації боротьби із бур'янами, шкідниками та хворобами, систематично впроваджувати нові види агрохімікатів, робити акцент на використання екологічно безпечних засобів, що потенційно є безпечними для людини і довкілля.

Технологія обробітку ґрунту

Основним прийомом першого глибокого обробітку під час вирощування ріпаку в господарстві є класична полицева оранка ґрунту. Перед проведенням полицевої оранки слід провести лушення стерні культури-попередника. Метою цієї операції є злушення стерні попередника, забезпечити умови потрібні для проростання бур'янів, провести заробку пожнивних решток і добрив, розміщених на поверхні поля, створити умови для зниження рівня випаровування вологи з поверхні поля.

Лушення в реальних умовах господарства проводиться агрегатом, який включає трактор Т-150К і дисковий лушильник ЛДГ-15. Важливо, щоб процес лушення був проведений на полі відразу після збирання попередника або ж якомога раніше, щоб уникнути втрату поживних речовин, що залишилися в пожнивних рештках попередника.

З метою підвищення якості обробітку ґрунту під час оранки віддають перевагу до використання комбінованих орних агрегатів. Такі комбіновані агрегати відрізняється від звичайного класичного плуга тим, що мають в своєму складі робочі органи для додаткового обробітку ґрунту. Це можуть бути робочі органи, які вирівнюють поверхню поля, поглиблюють орний горизонт, ущільнюють окремі оброблювані рівні, забезпечують покращене подрібнення або руйнування ґрунтових агрегатів. На практиці основний обробіток проводять плугами типу ПЛН-5-35 в агрегаті з трактором Т-150К із навішеною на плуг зубовою бороною, найчастіше БЗСС-1,0, що дозволяє більш якісно вирівняти поверхню поля за один прохід агрегату.

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

Поверхневий обробіток ґрунту є теж відповідальним і важливим етапом технології вирощування ріпаку, адже з огляду на фізіологічні особливості цієї культури, яка має дуже дрібне за розмірами насіння, потрібно забезпечити виконання ще жорсткіші вимоги щодо підготовки поля, дрібнокомкуватої структури оброблюваного горизонту поля, вирівнювання поверхні тощо. Для підготовки ґрунту до посіву в базовому господарстві проводять послідовно наступні роботи: проведення вирівнювання поверхні поля комбінованим передпосівним агрегатом ВП-8; забезпечення руйнування ущільненої «дощової» кірки ґрунту, якщо така кірка утворилася на полі, для чого використовують легкі зубові борони та одно чи дворазова культивация, яка повинна забезпечити ще й знищення бур'янів. Під час вирощування ріпаку для операцій культивациі перед здійсненням посіву в господарстві проводять трактором МТЗ-82 і культиватором КПС-4, важливо, щоб роботи були проведені на глибину, що на пару сантиметрів більше майбутньої глибини посіву. Якщо ґрунт занадто пухкий і до посіву слід провести його прикочування використовується агрегат до складу якого входить трактор МТЗ-82 та зубчасто-кільчастий коток КЗК-6.

Система удобрення ріпаку в господарстві

Якісно підібрана система удобрення ріпаку може повністю вирішити проблему забезпечення поживними речовинами, причому в достатній їх кількостях, необхідних для отримання стабільних та високих урожаїв. Ця проблема безпосередньо пов'язана з холодостійкістю молодих рослин і здатністю рослини боротися з різними можливими хворобами. Захворювання ріпаку є одним з важливих факторів, який серйозно знижує родючість цієї культури і за певних умов перебігу хвороби може взагалі призвести до повної загибелі рослин.

Відомо, що під час вирощування озимого ріпаку найбільша потреба в елементах живлення буде спостерігатися навесні, після того, як відновлюється

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

фаза активного росту і розвитку рослин і триває ця підвищена потреба до закінчення цвітіння ріпаку.

При проектуванні технологічних процесів вирощування ріпаку слід розуміти, що при вирощуванні цієї культури часто доводиться вносити добрива за низьких температур, адже процес весняного відновлення вегетації ріпаку настає достатньо рано [4]. У господарстві початкову норму добрив вносять в ґрунт поверхневим розкиданням, що проводять перед полицевою оранкою розкидачем МВУ-0,5 і трактором МТЗ-80 за умови якомога швидшої заробки добрив ґрунтообробними знаряддями. Основна доза добрив під ріпак вноситься разом із проведенням посіву цієї культури. Для забезпечення фінішної норми внесення добрив використовують оприскувачі, якими вносять добрива у рідкому стані під час догляду за посівами.

Операції посіву ріпаку в господарстві

Щоб отримати високий врожай ріпаку в господарстві, необхідно забезпечити посів виключно якісного матеріалу. Якщо необхідно підготувати насіння ріпаку самостійно, необхідно знезаразити насіння цієї, щоб знищити внутрішні або поверхневі інфекції та забезпечити захист сходів молодих рослин від корневих гнилей, ґрунтових шкідників тощо. Останнім часом при знезараженні насіння ріпаку почали додавати стимулятори росту, що стимулює появу дружних сходів, підвищує енергію проростання і силу росту рослин, забезпечує доступ рослин до необхідних мікроелементів та елементів живлення, особливо на ранніх етапах розвитку рослин. Насіння ріпаку в польових умовах вирощування обробляють двічі перед посівом (приблизно за 1 місяць до посіву і другий раз за 3-5 днів до посівних робіт).

При посіві важливо створити умови, що забезпечують достатній вегетативний простір для розвитку майбутніх рослин. Зважаючи на дрібнозернистість ріпаку, під час сівби цього дрібного насіння найкраще використовувати пневматичну сівалку СПР-6. У випадку відсутності в господарстві такої сівалки, допускається посів ріпаку проводити агрегатами

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

типу СЗТ, СЗС та СТС. За основною технологією вирощування культури, посів ріпаку в базовому господарстві здійснюється агрегатом у складі сівалки СЗТ-3,6 із енергетичним засобом МТЗ-82. При посіві в полі всі операції проводяться в найкоротші терміни, максимум за 3 дні.

Догляд за посівами ріпаку в господарстві

Після посіву ріпаку на поверхні поля слід провести прикочування посівів, щоб покращити контакт насіння з ґрунтовим середовищем. Це значно прискорює проростання рослин і забезпечує стабільніші умови живлення та доступу до вологи для всього висіяного матеріалу. Прикочування посівів ріпаку в господарстві здійснюється котками ЗКК-6А та в агрегаті з трактором МТЗ-80. Якщо після сівби ріпаку на полях мали місце опади у вигляді дощу, що привело до утворення кірка на поверхні ґрунту, яка ускладнює проростання рослин і сприяє швидкій поверхневій втраті вологи, в господарстві реалізують досходове боронування рослин, що проводять боронами БЗЗТ-1,0. У господарствах, де ріпак вирощують широкорядним способом, практикують проведення догляд за посівами у вигляді міжрядної культивування, для чого використовують просапні культиватори типу УСМК чи КРН.

Захист посівів ріпаку в господарстві

Під час вирощування ріпаку в господарстві, зокрема на самих ранніх етапах його росту, ця культура є надзвичайно залежною від бур'янів. Відомо, що саме в період росту молодих рослин ріпаку навіть не дуже велика кількість бур'янів на полі може дуже сповільнити вегетацію культурних рослин та й взагалі може призвести до повного знищення посівів ріпаку. Отже, в господарських умовах важливо проводити вчасне знищення бур'янів в посівах ріпаку, що реалізують за рахунок використання засобів агротехніки (міжрядний обробіток) або ж за рахунок внесення на посіви гербіцидів направленої дії, переважно під час обприскування посівів.

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

Збирання врожаю ріпаку

Ріпак відноситься до тих сільськогосподарських культур, які достатньо складно збирати на завершальному етапі вирощування. Це пояснюється надто дрібним насінням цієї культури, середні розміри якого не перевищують 0,9...2,2 мм. Загалом, значні проблеми під час збирання цієї культури створює велике розгалуження ріпаку та значна високорослість цієї рослини. Такі біологічні особливості ріпаку створюють умови дуже високої нерівномірності дозрівання як серед рослин на одному полі так і дозрівання стручків на одній рослині, що призводить до високої ймовірності розлускування пересушених стручків на етапі їх збирання навіть при мінімальному контакті із робочими органами збиральних агрегатів.

В умовах базового і сусідніх господарств найкраще ріпак збирати роздільним способом. Цей спосіб передбачає поетапне скошування рослин у валок, для чого використовуються жатки типу ЖВС, ЖРБ, ЖВН та інші подібні. По завершенню звалювання рослин у валок приблизно за кілька днів, коли відбувається підсихання рослин до вологості 10...12% проводять підбирання ріпаку та його обмолот. Підбирання і обмолот ріпаку проводять любими наявними у господарстві зернозбиральними агрегатами, віддаючи перевагу більш сучасним і продуктивним. З метою зменшення кількості втрат через розлускування стручків ріпаку найкраще проводити підбирання ріпаку із валків пізно ввечері або рано вранці.

Пропозиції по вдосконаленню існуючої технології

Ця технологія вирощування ріпаку, яку реалізують в базовому господарстві є традиційною для Центральної України, однак їй характерні і ряд недоліків. Якщо сконцентрувати увагу на доволі жорсткі вимоги ріпаку щодо наявності вологи у ґрунтовому середовищі, характерним системним змінам клімату і кількості опадів в період вегетації рослин в полі чітко прослідковується потреба у тому, щоб під час обробітку ґрунту забезпечити

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

проникнення поверхневої вологи у нижні горизонти та ще й забезпечити зменшення випаровування цієї ґрунтової вологи протягом всього періоду росту і розвитку рослин. Щоб вирішити дану проблему існують рекомендації відносно переходу від класичної полицевої оранки до технологій безполицевого обробітку, що проводять різними за конструкціями глибокорозпушувачами та чизельними плугами [7...10]. Зважаючи на наявність у господарстві плуга чизельного ПЧ, пропонуємо його використовувати на етапі першого глибокого обробітку ґрунту під час вирощування ріпаку.

3. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗПОЛИЦЕВОГО ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ РІПАКУ

Більшість агровиробників нашої держави для основного обробітку ґрунту застосовують полицеві плуги, які вважаються традиційним знаряддям для означених робіт. Поряд з цим, операції полицевої оранки крім того, що є одними із найбільш низкопродуктивних, ще й гарантовано призводять до загострення проявів вітрової і водної ерозій та призводять до погіршення гранулометричного складу того ґрунтового горизонту, що обробляються, до того ще й забезпечують утворення ущільненої підорної підшви [8...12]. Для передових господарств є у пріоритеті впровадження принципів ґрунтозахисного землеробства, а з досвіду провідних світових виробників продукції рослинництва для цієї системи найбільш доцільно проводити основний обробіток у вигляді безполицевого обробітку із поглибленням орного горизонту. Технічне забезпечення операцій глибокого безполицевого обробітку передбачає проведення робіт плугами чизельними, різними за конструкціями глибокорозпушувачами та плоскорізами та ін. ґрунтообробними агрегатами. Саме заміну операції полицевої оранки на глибоке розпушування ґрунту без обертання скиби і пропонується реалізувати у базовому господарстві при реалізації технологічного процесу вирощування ріпаку.

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

Під час впровадження в типові технологічні процеси вирощування продукції рослинництва технології першого глибокого безполицевого обробітку, неважливо яке технічне забезпечення для цього використовується, для всіх операцій є актуальним ряд проблем і недоліків, з якими невинуче доводиться стикатися фермеру [13, 16]. Загальним поширеним недоліком, який має місце при проведенні безполицевого обробітку ґрунту є те, що різні за конструкціями розпушувачі не забезпечують формування рівного дна борозни, оскільки на денній поверхні поля утворюються необроблені конусні зубці, а щоб їх якимось чином зрушити чи обробити виробники розпушувачів встановлюють на свої агрегати різні додаткові елементи. Вагомим недоліком реалізації технологій безполицевого обробітку ґрунту залишається неповне підрізання корневих систем рослин попередників та бур'янів.

Проте використання ґрунтообробної техніки з різними за конструкціями робочими органами для безполицевого обробітку мають багато переваг, одна з яких – це можливість обробітку ущільненого підорного ґрунтового шару безпосередньо долотами лап глибокорозпушувачів та чизельних плугів. Це забезпечує створення умов для проходження і відведення поверхневої вологи в нижні шари горизонту, дозволяючи при цьому накопичити достатню кількість води, яка може бути використана під час вирощування польових культур за умов посух чи недостатньої кількості опадів під час росту рослин в полі. Ще один позитив полягає в тому, що використання ґрунтообробних агрегатів з подібними робочими органами забезпечують скорочення проявів різних за походженням ерозій ґрунту та й взагалі такі агрегати вважаються протиерозійними знаряддями. Крім переліченого, робочі органи чизельних плугів та глибокорозпушувачів сприяють зниженню загального руйнування цінних агрегатів ґрунту та дозволяють захистити мікроорганізми та біоту від механічних пошкоджень. Усі перераховані вище моменти, що дають впровадження технології безполицевого обробітку створюють достатні умови для початку на полях господарств відновлення

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

родючості ґрунту та мають активно впроваджуватися на різних етапах вирощування сільськогосподарських рослин. Підсумовуючи, можна зазначити, що загальна енергоємність процесу безполицевого обробітку ґрунту майже вдвічі менша, ніж при традиційній полицевій оранці, а продуктивність і діапазон ширин захвату різних глибокорозпушувачів є значно вищими [12].

Не зважаючи на значну кількість позитивних моментів при використанні глибокорозпушувачів і чизельних плугів для фермерського господарства в цілому, але адаптація технологій безполицевого обробітку до існуючих технологічних процесів вимагає додаткових поліпшень конструкцій машин і обладнання для такого виду основного обробітку та вирішення ще цілого кола додаткових труднощів. Сьогодні більшість чизельних плугів і глибокорозпушувачів, що реалізуються в Україні переважно виробництва закордонних фірм або ж аналогічні до них конструкції є достатньо дорогими і для придбання і під час їх обслуговування, до того ж, на багатьох полях існує проблема високої забур'яненості орних угідь, і за необхідності вирощувати продукцію рослинництва на таких полях агротехнічний метод боротьби із цими бур'янами є переважаючим методом, а основним обробітком ґрунту під час боротьби із бур'янами залишається класична полицева оранка. Серед іншого, достатньо складно агрегатуються імпортні чизельні плуги і глибокорозпушувачі із вітчизняними тракторами, та й самі ґрунтообробні агрегати зазвичай є недостатньо пристосованими до реальних ґрунтових умов, клімату та специфіки поля. Виходячи з чого, ті агрегати, які використовуються у польових умовах, в тому числі і чизельні плуги ПЧ-4,5, які є в наявності у базовому господарстві вимагають поступового вдосконалення як основних так і додаткових робочих органів, інших елементів конструкції з метою поліпшення розпушування ґрунту, підвищення надійності ґрунтообробних агрегатів, покращення якості обробітку ґрунтів та адаптації робочих органів до реальних умов роботи машин в полі.

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

Агровимоги до роботи чизельного плуга

Одним із основних показників, що мають під час роботи виконувати глибокорозпушувачі та чизельні плуги під час проведення безполицевого основного обробітку ґрунту це забезпечення встановленої глибини обробітку та її рівномірності за всією шириною захвату агрегату, яка не повинна перевищувати ± 1 см. За умови, якщо цього допускає технологія вирощування конкретної культури в господарстві, при проведенні безполицевого основного обробітку ґрунту на поверхні поля має залишатися максимальна кількість стерні попередника, адже за таких умов забезпечується зниження випаровування поверхневої вологи, а цей утворений мульчуючий шар із рослинних решток сприяє сповільненню ще й вітрової та водної ерозій.

Якість проведення безполицевого обробітку ґрунту оцінюється дійсним відхиленням реальної глибини обробітку від встановленої, яка має знаходитися в межах 10%; кількість стерні попередника, що залишається на поверхні поля після проведення глибокого розпушування без обертання скиби, якщо цього передбачали вимоги повинно залишатися біля 85% порівняно із вихідною кількістю стерні; бур'яни, що розміщуються на полі мають бути зрізаними повністю; ґрунтообробний агрегат під час проведення безполицевого обробітку ґрунту має працювати максимально прямолінійно, на рівні ± 20 см; після роботи чизельного плуга висота гребенів і висота западин в межах поля не має бути більшою за ± 5 см.

Найкращі якісні показники роботи чизельного плуга забезпечуються при його роботі на достатньо вологих і не надто пересушених ґрунтах, адже за таких умов, агрегат працюючи найкраще забезпечує подрібнення крупних брил і не виносить їх на денну поверхню поля. Найчастіше чизельні плуги працюють із швидкістю в межах 12 км/год.

Окремі корективи та деякі уточнення агровимог щодо дійсних польових умов роботи вносяться безпосередньо в полі під час реалізації операції безполицевого основного обробітку, при цьому враховується

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

культура попередник, реальні ґрунтові та кліматичні умови роботи, технічне забезпечення та стан техніки із ефективністю комплектування агрегатів для основного обробітку ґрунту і наступних етапів технологій, кваліфікації і досвіду виконання робіт механізаторами, агрономами, операторами, іншим персоналом тощо.

Комплектування чизельного плуга, підготовка його до роботи

На озброєнні у базового фермерського господарства є декілька машин для проведення безполицевого обробітку ґрунту із можливістю поглиблення орного горизонту, серед них чизельний плуг ПЧ-4,5. Враховуючи особливість і роботи техніки і наявних агрегатів для основного безполицевого обробітку ґрунту під ріпак використаємо агрегат у складі якого трактор Т-150К і чизельний плуг ПЧ-4,5.

За чинними рекомендаціями [15...18], підтверджено, що на етапі підготовки агрегату до операцій глибокого безполицевого обробітку ґрунту ще до початку робіт потрібно провести ряд операцій як із трактором так і з чизельним плугом. Після комплектування ґрунтообробного агрегату та його попереднього налаштування в полі роблять контрольний прохід із проведенням комплексної оцінки якості операції розпушування ґрунту, після оцінки якості за наслідками проводять додаткові налаштування і регулювання. При експлуатації агрегату для безполицевого обробітку має забезпечуватися планове щозмінне обслуговування, яке оговорюється заводом-виробником чизельного плуга. При комплектування агрегату в складі чизельний плуг трактор слід максимально повно завантажити ефективну потужність двигуна енергетичного засобу та якнайповніше завантажити його тягове зусилля при цьому продуктивність роботи скомплектованого агрегату не повинна бути нижчою за паспортну продуктивність.

Для того, щоб агрегат для основного безполицевого обробітку був скомплектований вірно слід поетапно виконати наступні роботи:

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

- провести на площадці складання чизельного плуга із правильною розстановкою і закріпленням всіх робочих органів, згідно із тими операціями, яку має реалізувати ґрунтообробний агрегат в полі;
- приєднують чизельний плуг до енергетичного засобу, при цьому забезпечують повне виконання існуючих вимог які висуваються до навішування сільськогосподарської техніки на трактор;
- регулюють і готують скомплектований агрегат до роботи, під час чого проводять розстановку робочих органів, регулюють їх глибину роботи та проводять їх надійну фіксацію, проводять усунення можливих перекосів рами агрегату, регулюють та перевіряють легкість і надійність обертання всіх робочих органів та елементів конструкцій чизельного плуга, що повинні обертатися тощо.

Після того, як всі основні регулювання проведено здійснюють перший пробний робочий хід ґрунтообробного агрегату, після чого агрегат зупиняється і проводиться перевірка якісних показників безполицевого обробітку ґрунту за умови оцінки і загальної продуктивності агрегату в полі. Отримані показники продуктивності і якості співставляються із чинними агротехнічними вимогами та паспортною продуктивністю чизельного плуга і вже тоді, коли є деякі відхилення показників роботи від нормативів агрегат додатково регулюють і підлаштовують під виконання всіх вимог.

Технологічні розрахунки агрегату у складі плуга чизельного ПЧ-4,5 та трактора

Для того, щоб розрахувати основні технологічні показники роботи агрегату для безполицевого обробітку ґрунту у складі трактора Т-150К і чизельного плуга ПЧ-4,5 використовуємо відому стандартну методику та скористаємося деякими довідниковими даними [15...21]. Під час розрахунків врахуємо, що за чинними вимогами терміни проведення безполицевого обробітку ґрунту в господарстві мають бути дуже оперативними і як для одного поля так і для всіх полів господарства, де подібні операції

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

реалізуються, час проведення глибокого рихлення без обертання скиби має бути не більшим за 10 діб [16].

Керуючись довідниковими даними, що наведені в [17] та враховуючи дійсні агротехнічні вимоги, забезпечення показників прохідності скомплектованого ґрунтообробного агрегату та його маневреності, при основному обробітку ґрунту без обертання скиби рекомендована швидкість проведення операцій дорівнює $V_{дон} = 7...10$ км/год. Такий швидкісний режим роботи трактор Т-150К може досягати при його роботі на 2 і 3 робочій передачі [22]. Слід відмітити, що реальна швидкість роботи енергетичного засобу Т-150К на вище наведених передачах має наступні показники номінальних тягових зусиль на гаку трактора:

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

Якщо врахувати стан поля, то можемо використовуючи відому формулу знайти тягове зусилля трактора, що розвивається на кожній із передач його роботи

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

де $P_{гак}^n$ – згідно із довідниками номінальне тягове зусилля енергетичного засобу на його гаку для кожної із робочої передачі, яке представлено вище, кН;

$G_{тр}$ – вага трактора за інформацією заводу-виробника, так для енергетичного засобу Т-150К [21], вага складає $G_{тр} = 76$ кН;

i – коефіцієнт, який характеризує нахил поля, і вказується у долях від одиниці, який загалом враховує максимальні кути підйому або спуску в межах одного поля, приймаємо для розрахунків, $i = 0,03$.

Можемо підставити цифрові значення у наведену вище формулу і отримаємо для кожної із робочих передач наступне:

$$P_{гак}^{II} = 33,2 - 76 \cdot 0,03 = 30,92 \text{ кН};$$

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

$$P_{\text{зак}}^{\text{III}} = 28,4 - 76 \cdot 0,03 = 26,12 \text{ кН.}$$

Шляхом розрахунків є можливість використовуючи значення тягових зусиль агрегату на обраних робочих передачах визначити розрахункове максимальне значення ширини захвату ґрунтообробного агрегату для безполицевого обробітку ґрунту. Враховуючи відомі залежності [12], значення максимально допустимої ширини захвату чизельного плуга може бути розрахована за залежністю:

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

де K_v – значення питомого опору ґрунту, який враховує існуючу поправку на швидкість роботи чизельного плуга.

Для визначення розміру питомого опору ґрунту маємо використати відому формулу:

$$K_v = K_0 \cdot \left[1 + 0,006 \cdot (V_p^2 - V_0^2) \right],$$

де K_0 – питомий опір ґрунту, який обробляється безполицевим знаряддям, із врахуванням величини нульової (початкової) швидкості чизельного плуга. Так як початкова швидкість дорівнює $V_0 = 5$ км/год, та використовуючи дані наведені в [25] можемо прийняти, що $K_0 = 8$ кН/м;

V_p – значення робочої швидкості безполицевого обробітку ґрунту чизельним плугом із врахуванням польових умов роботи ґрунтообробного агрегату, км/год.

Щоб визначити робочу швидкість ґрунтообробного агрегату скористаємося відомою формулою:

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

де V_m – швидкість руху енергетичного засобу (теоретична), яка враховує реальні робочі передачі трактора, що вже обрані раніше, км/год;

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

δ – коефіцієнт пробуксовування приводних рушіїв трактора, який обирається на основі відомих даних [18]. Доведено, що за нормальних умов роботи на полі для трактора Т-150К $\delta = 12\%$.

В результаті підстановки цифрових значень і розрахунків маємо:

$$V_p^{II} = 8,53 \cdot \left(1 - \frac{12}{100}\right) = 7,5 \text{ км/год};$$

$$V_p^{III} = 10,08 \cdot \left(1 - \frac{12}{100}\right) = 8,9 \text{ км/год}.$$

Використовуючи розрахункові дані можна знайти розрахункове значення питомого опору ґрунту, яке створюється під час роботи ґрунтообробного агрегату на встановленій передачі трактора. Це відповідно у цифровому вираженні має вигляд:

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

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

Далі, ми маємо розрахувати додатковий опір ґрунту, який з'являється під час роботи чизельного плуга під час безполицевого обробітку ґрунту за умови, що агрегат рухається на підйом. У символічному вигляді це описується такою формулою:

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

де G_m – вага сільськогосподарської машини, кН., враховуючи, що в нас агрегат працює із чизельним плугом ПЧ-4,5, який обладнаний всіма необхідними робочими органами, для базового плуга ця вага $G_m^{\bar{o}} = 4,2 \text{ кН/м}$, такий же чизельний плуг ПЧ-4,5, після проведення вдосконалень, які представлені в інженерній частині, дозволили зменшити його вагу і після модернізації вага чизельного плуга складає $G_m^M = 3,9 \text{ кН/м.};$

B_k – значення конструктивної ширини захвату чизельного плуга, м.

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

Відомо, що для базового чизельного плуга ПЧ-4,5, конструктивна ширина його захвату складає $B_{\kappa}^{\delta} = 4,1$ м. Тоді як за результатами модернізації плуга чизельного конструктивна ширина захвату зросла і складає $B_{\kappa}^{\mathcal{M}} = 4,5$ м.

Таким чином, враховуючи представлені вище залежності можемо розрахувати додатковий опір ґрунту, який створюється під час безполицевого обробітку ґрунту до вдосконалення чизельного плуга:

$$R_i^{\delta} = \frac{4,2 \cdot 0,03}{4,1} = 0,03 \text{ кН.}$$

І відповідно аналогічний додатковий опір чизельного плуга після того, як внесені певні зміни в його конструкцію становить:

$$R_i^{\mathcal{M}} = \frac{3,9 \cdot 0,03}{4,5} = 0,026 \text{ кН.}$$

Таким чином, враховуючи здійснені розрахунки та прийняті величини можна порахувати максимально допустиму ширину захвату ґрунтообробного агрегату для безполицевого обробітку ґрунту, який працюватиме на обох робочих передачах. Враховуючи це, для базового плуга чизельного отримаємо:

$$B_{\max}^{II \delta} = \frac{30,92}{8,12 + 0,03} = 3,79 \text{ м;}$$

$$B_{\max}^{III \delta} = \frac{26,12}{8,19 + 0,03} = 3,18 \text{ м.}$$

Подібним чином знайдемо максимальну ширину захвату чизельного плуга після того, як були внесені певні зміни в його конструкцію для обох робочих передач. Враховуючи це отримаємо:

$$B_{\max}^{II \mathcal{M}} = \frac{30,92}{8,12 + 0,026} = 4,79 \text{ м;}$$

$$B_{\max}^{III \mathcal{M}} = \frac{26,12}{8,19 + 0,026} = 4,1 \text{ м.}$$

Визначимо тяговий опір скомплектованого агрегату для безполицевого обробітку ґрунту, що проведемо за формулою:

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

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

Використовуючи приведені вище формули визначимо тяговий опір чизельного плуга під час його роботи на конкретних передачах для базового агрегату, отримаємо:

$$R_{agr}^{II\delta} = (8,12 + 0,03) \cdot 4,1 \cdot 1 = 23,41 \text{ кН};$$

$$R_{agr}^{III\delta} = (8,19 + 0,03) \cdot 4,1 \cdot 1 = 26,7 \text{ кН}.$$

За аналогічними формулами визначимо розрахункове значення тягового опору чизельного плуга після його вдосконалення, маємо:

$$R_{agr}^{II\mu} = (8,12 + 0,026) \cdot 4,5 \cdot 1 = 24,66 \text{ кН};$$

$$R_{agr}^{III\mu} = (8,19 + 0,026) \cdot 4,5 \cdot 1 = 24,97 \text{ кН}.$$

З метою оцінки коефіцієнту використання тягового зусилля енергетичного засобу під час виконання ним безполицевого обробітку ґрунту чизельним плугом маємо скористатися відомою формулою [23]:

$$\eta = \frac{R_{agr}}{P_{зак}}.$$

Таку оцінку коефіцієнту використання тягового зусилля енергетичного засобу проведемо для базового агрегату без його вдосконалень та після модернізації чизельного плуга для всіх обраних передач із якими працюватиме трактор. Отже, для агрегату із базовим чизельним плугом отримаємо:

$$\eta^{II\delta} = \frac{23,41}{30,92} = 0,75;$$

$$\eta^{III\delta} = \frac{26,7}{26,12} = 1,02.$$

Для агрегату із вдосконалим чизельним плугом, коефіцієнт використання тягового зусилля складає:

$$\eta^{II\mu} = \frac{24,66}{30,92} = 0,8;$$

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

$$\eta^{III.м} = \frac{24,97}{26,12} = 0,96.$$

Отже, розрахунки, які проведені вище підтверджують, що найбільш ефективним відносно використання тягового зусилля енергетичного засобу буде скомплектований машинно-тракторний агрегат до складу якого входить трактор Т-150К та чизельний плуг ПЧ-4,5. Найповніше скомплектований агрегат для безполицевого обробітку ґрунту буде використовувати тягове зусилля енергозасобу на III робочій передачі. Саме за наведених умов роботи прогнозований коефіцієнт використання тягового зусилля ґрунтообробного агрегату наближається до 1, що практично в польових умовах роботи досягти достатньо складно. Підтверджено розрахунками, що до того, поки у базову конструкцію чизельного плуга внесені зміни, ґрунтообробний агрегат на III робочій передачі енергетичного засобу працювати не міг, через те, що розрахований коефіцієнт використання тягового зусилля був більшим за 1. Отже, базовий агрегат у складі трактора Т-150К та чизельного плуга ПЧ-4,5 працював на полі господарства на II робочій швидкості енергозасобу.

Щоб визначити продуктивність роботи чизельного плуга слід знайти змінну продуктивність. Ця змінна продуктивність агрегату для безполицевого обробітку ґрунту може визначитися із відомої формули:

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

де B_p – робоча ширини захвату чизельного плуга ПЧ-4,5, за даними наданими

заводом-виробником, та із врахуванням запропонованих вдосконалень відповідна змінена ширина захвату модернізованого чизельного плуга, м;

V_p – робоча польова швидкість обробітку ґрунту, під час проведення безполицевого обробітку чизельним плугом, км/год;

T_p – тривалість зміни роботи агрегату для безполицевого обробітку ґрунту, год.

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

Щоб розрахувати розрахункову ширину захвату ґрунтообробного агрегату потрібно врахувати коефіцієнт ефективності використання ширини захвату. З математичної точки зору цю розрахункову ширину захвату чизельного плуга можна описати залежністю:

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

де B_m – ширина захвату сільськогосподарської машини, в нашому випадку – чизельного плуга, м;

β – коефіцієнт, що показує ефективність використання ширини захвату ґрунтообробного агрегату, для агрегату, що проводить безполицевий основний обробіток ґрунту, $\beta = 0,98...1,0$.

Таким чином, визначимо ширину захвату базового чизельного плуга підставивши числові значення, маємо:

$$B_p = 4,1 \cdot 1,0 = 4,1 \text{ м.}$$

Аналогічним чином визначимо ширину захвату вдосконаленого чизельного плуга, врахувавши після внесених змін збільшення ширини його захвату, отримаємо:

$$B_p = 4,5 \cdot 1,0 = 4,5 \text{ м.}$$

За відомою і загальноприйнятою методикою [18], можемо елементарно розрахувати тривалість робочої зміни в полі, яка є функцією тривалості зміни та нормативного коефіцієнта використання часу зміни:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau,$$

де $T_{зм}$ – тривалість часу зміни під час проведення основного безполицевого обробітку ґрунту в господарстві чизельним плугом, $T_{зм} = 7$ год;

τ – нормативний коефіцієнт використання часу зміни, для безполицевої оранки, $\tau = 0,83$

$$T_p = 7 \cdot 0,83 = 5,81 \text{ год.}$$

Якщо врахувати наведені вище дані та розраховані числові величини показників обробітку ґрунту, розрахуємо змінну продуктивність агрегату для

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

обробітку ґрунту без обертання скиби чизельним плугом ПЧ-4,5 серійної конструкції, що в числовому вигляді для обраних робочих передач дорівнює:

$$W_{зм}^{II\delta} = 0,1 \cdot 4,1 \cdot 7,5 \cdot 5,81 = 17,87 \text{ га/зм};$$

$$W_{зм}^{III\delta} = 0,1 \cdot 4,1 \cdot 8,9 \cdot 5,81 = 22,75 \text{ га/зм}.$$

Аналогічно визначаємо змінну продуктивність вдосконаленого чизельного плуга ПЧ-4,5, який використовується в господарстві для проведення основного безполицевого обробітку ґрунту під час його роботи на визначених робочих швидкостях, отримаємо:

$$W_{зм}^{II\mu} = 0,1 \cdot 4,5 \cdot 7,5 \cdot 5,81 = 19,61 \text{ га/зм};$$

$$W_{зм}^{III\mu} = 0,1 \cdot 4,5 \cdot 8,9 \cdot 5,81 = 23,27 \text{ га/зм}.$$

З метою визначення розрахункових витрат пального на роботу скомплектованого агрегату під час проведення ним безполицевого обробітку теж можемо використати відому формулу [20]:

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

де Q_p , Q_x , Q_z – затрати пального на етапі години робочого ходу агрегату,

затрати пального за години холостого ходу та затрати пального, що припадають на годину зупинок агрегату із запуском двигуном відповідно, що приймається відповідно до існуючих довідникових даних, кг/год;

T_p , T_x , T_z – час здійснення робочого ходу агрегату для безполицевого обробітку ґрунту, тривалість холостого ходу цього ж агрегату та час простою ґрунтообробного агрегату із запуском двигуном трактора, год.

Відомо, що загальна тривалість холостого ходу і тривалість простою агрегату із запуском двигуном є приблизно однаковими і дорівнюють:

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

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

$$T_x = T_z = \frac{7 - 5,81}{2} = 0,6 \text{ год.}$$

Отже, можемо підставити описані вище дані в залежності для визначення витрат пального і розрахувати значення витрат пального для різних робочих передач під час роботи базового ґрунтообробного агрегату для безполицевого обробітку ґрунту у складі трактора Т-150К і чизельного плуга ПЧ-4,5. У числовому вираженні отримаємо:

$$Q_{га}^{IIб} = \frac{27,5 \cdot 7 + 11,7 \cdot 0,6 + 2,5 \cdot 0,6}{17,87} = \frac{192,5 + 7,02 + 1,5}{17,87} = 11,25 \text{ кг/га};$$

$$Q_{га}^{IIIб} = \frac{27,5 \cdot 7 + 11,7 \cdot 0,6 + 2,5 \cdot 0,6}{22,75} = \frac{192,5 + 7,02 + 1,5}{22,75} = 8,84 \text{ кг/га.}$$

За аналогічним принципом визначаємо відповідні розрахункові витрати пального ґрунтообробним агрегатом для безполицевого обробітку ґрунту після вдосконалення конструкції чизельного плуга ПЧ-4,5 і його роботи на визначених передачах трактора Т-150К

$$Q_{га}^{II} = \frac{27,5 \cdot 7 + 11,7 \cdot 0,6 + 2,5 \cdot 0,6}{19,61} = \frac{192,5 + 7,02 + 1,5}{19,61} = 10,25 \text{ кг/га};$$

$$Q_{га}^{III} = \frac{27,5 \cdot 7 + 11,7 \cdot 0,6 + 2,5 \cdot 0,6}{23,27} = \frac{192,5 + 7,02 + 1,5}{23,27} = 8,64 \text{ кг/га.}$$

Отже, проведені розрахунки і обґрунтування засвідчують, що в результаті вдосконалення чизельного плуга створюються умови для можливості роботи ґрунтообробного агрегату на підвищеній швидкості у порівнянні з серійним ґрунтообробним агрегатом, що дозволяє підвищити продуктивність роботи агрегату у полі та дозволяє створити умови для зниження витрат пального на даний процес.

Підготовка поля до операцій безполицевого обробітку

Для правильної організації роботи агрегату для безполицевого обробітку ґрунту слід після комплектування агрегату та налаштування його на роботу провести операції по підготовці поля до проведення даного виду робіт,

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

вірно вибрати і правильно організувати шляхи під'їзду і від'їзду агрегату, здійснити усунення всіх перешкод, що ускладнюють процес, а якщо їх усунути неможливо, то потрібно відповідним чином позначити їх на полі, шляхом встановлення міток чи огорож, що дозволить ці перешкоди зробити більш помітними для механізатора під час обробітку ґрунту. Якщо в господарстві під час основного обробітку не використовується GPS навігація, а водіння агрегату в полі здійснюється за традиційним способом, то поле розбивають на загінки, відмічаючи спеціальними вішками зони руху ґрунтообробного агрегату. Встановлені вішки мають бути висотою від 2,5 до 3 метрів, а їх розміщення має проводитися таким чином, щоб вони крім того, що мають бути добре видимі з кабіни трактора, ще й одночасно в полі зору механізатора має перебувати не менше трьох із них.

Якщо ґрунтообробний агрегат працює на полі, де неможливо проводити виїзди із нього щоб агрегат міг вільно розвернутися, потрібно знову використати вішки для розмітки поворотних смуг. Якщо вірно скористатися існуючими методиками і рекомендаціями [17], то можна вибрати найбільш вірний напрямок робочого ходу ґрунтообробного агрегату, що використовується на етапі проектування операційно-технологічної карти для операції основного безполицевого обробітку ґрунту. В більшості випадків, напрямок здійснення робочого ходу агрегату, якщо це дозволяють існуючі перешкоди чи немає відповідних вимог відносно рельєфу, обирається вздовж тієї сторони гону поля, яка є коротшою. Враховуючи це, на полі господарства де вирощується ріпак ця сторона гону складає $L = 1000$ м.

З метою розрахунку кінематичних характеристик ґрунтообробного агрегату за стандартним підходом спочатку проведемо розрахунок кінематичної довжини цього агрегату, що можемо провести за відомою формулою:

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

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

де l_{mp} – кінематична довжина енергетичного засобу, для трактора Т-150К, використовуючи [19], $l_{mp} = 2,4$ м;

l_m – кінематична довжина сільськогосподарської машини, у випадку чизельного плуга ПЧ-4,5, використовуючи дані [26], $l_m = 2,8$ м.

Розрахуємо після підстановки наведених числових даних у формулу і знайдемо кінематичну довжину агрегату для безполицевого обробітку ґрунту, отримаємо:

$$L_k = 2,4 + 2,8 = 5,2 \text{ м.}$$

Маємо змогу розрахувати ширину поворотної смуги скомплектованого ґрунтообробного агрегату. Для цього слід врахувати обраний спосіб його роботи в полі, враховуючи те, що чизельний плуг працює гоновим способом руху із петльовими поворотами в кінці гонів, запишемо відому залежність [18] для розрахунку ширини поворотної смуги:

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

де $R_{\min}$ – мінімальний радіус повороту скомплектованого агрегату для безполицевого обробітку ґрунту, м;

e – необхідний виїзд скомплектованого агрегату, для здійснення розвороту, м.

Цілком логічно, що на рівні із показниками маневреності енергетичного засобу на мінімальний радіус повороту агрегату чинить високий вплив фактична ширина захвату чизельного плуга, який працює в агрегаті із вказаним трактором. Використовуючи залежність можемо визначити цей мінімальний радіус повороту:

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

Після підстановки наведених вище цифр отримаємо:

$$R_{\min} = 1,2 \cdot 4,5 = 5,4 \text{ м.}$$

Тоді розрахунковий виїзд ґрунтообробного агрегату, щоб можна було провести розворот визначається за відомою залежністю [17]:

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

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

$$e = 0,5 \cdot 5,2 = 2,6 \text{ м.}$$

Проведені розрахунки дозволяють визначити розрахункове значення поворотної смуги, яку слід забезпечити для ефективної роботи ґрунтообробного агрегату

$$E_p = 3 \cdot 5,4 + 2,6 = 18,8 \text{ м.}$$

Для того, щоб у господарстві можна було практично забезпечити знайдену ширину поворотної смуги, слід узгодити її розмір із дійсною шириною захвату ґрунтообробного агрегату. На цьому етапі слід врахувати, що ширина поворотної смуги повинна бути кратною ширині захвату агрегату, що дозволить на завершальному етапі робіт цю смугу обробити. Враховуючи це маємо залежність:

$$E = K \cdot B_p,$$

де K – вибрана кратність проходів ширині захвату ґрунтообробного агрегату, яку потрібно округлити до найближчого більшого числа.

Враховуючи наведену інформацію маємо:

$$K = \frac{E_p}{B_p} = \frac{18,8}{4,5} = 4,5, \text{ або маємо } - K = 5.$$

Уточнимо значення ширини поворотної смуги на полі, враховуючи обрану кількість проходів ґрунтообробного агрегату яку будуть здійснювати під час обробки цієї смуги. Отримаємо:

$$E = 5 \cdot 4,5 = 22,5 \text{ м.}$$

Щоб можна було визначити ширину заїмки, яку слід створити на полі для проведення безполицевого обробітку ґрунту можна використати відому формулу [14]:

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

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

де $W_{зм}$ – знайдена раніше змінна продуктивність ґрунтообробного агрегату, який використовується для безполицевого обробітку ґрунту в господарстві, га/зм;

L – середня довжина заїмки на обраному полі, $L = 1000$ м.

Підставивши цифрові значення отримаємо:

$$C = \frac{10^4 \cdot 2 \cdot 23,27}{1000} = 465,4 \text{ м.}$$

Для того, щоб знайти потрібну кількість заїмок на конкретному полі під час проведення на ньому основного безполицевого обробітку використаємо формулу:

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

де F – фактична площа поля, на якому планується вирощувати ріпак та яке потребує проведення безполицевого обробітку ґрунту, га.

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 130}{1000 \cdot 465,4} = \frac{1300000}{465400} = 2,79 \text{ шт.}$$

Отже, проведені розрахунки дозволили визначити, що для якісної роботи агрегату у складі трактора Т-150К і чизельного плуга ПЧ-4,5 слід на полі під час безполицевого обробітку зробити 3 заїмки, дві із яких мають ширину $C = 465,4$ м, а остання заїмка дорівнює $C = 1300 - (465,4 \cdot 2) = 369,2$ м.

Відомо, що саме вірно обраний спосіб руху агрегату для безполицевого обробітку по полю дозволяє забезпечити встановлені якісні та енергетичні показники роботи, незважаючи на те, що основний обробіток відноситься до самих енергозатратних робіт. Під час вибору раціонального способу руху агрегату в полі крім стандартних підходів [18...25] потрібно врахувати фактичний стан речей в господарстві, а саме – дійсні розміри поля, його рельєф, існуючі ґрунтово-кліматичні умови під час обробітку ґрунту, навиків, кваліфікацію механізатора тощо. Під час проведення в господарствах

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

безполицевого основного обробітку ґрунту [18...25], найбільш часто реалізують гоновий човниковий спосіб руху агрегату із грушеподібними розворотами в кінці гонів (рис. 2). Такий же спосіб руху будемо проводити і для обробітку поля чизельним плугом ПЧ-4,5 в базовому господарстві.

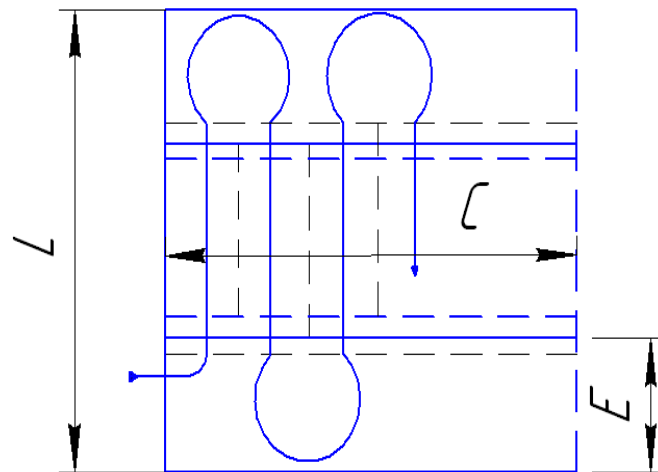


Рис. 2. Схема гонового човникового способу руху агрегату:

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

З метою проведення оцінки якості реалізації в полі безполицевого обробітку ґрунту чизельним плугом ПЧ-4,5 в наведеній у графічній частині операційно-технологічній карті наведено методи і прилади, які використовуються для контролю і перевірки глибини здійснення операції, її рівномірності, якості подрібнення монолітів ґрунту, нерівностей поверхні поля після операції, наявності та кількості стерні попередника на поверхні та інших пожнивних решток, що залишаються на поверхні поля.

4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

4.1. Загальний опис чизельного плуга ПЧ-4,5 та пропозиції вдосконалення його конструкції

Машиною для проведення операцій глибокого безполицевого обробітку ґрунту в господарстві під посів ріпаку є чизельний плуг ПЧ-4,5 [26]. Серійний чизельний плуг ПЧ-4,5 (рис. 3) є просторовим агрегатом із зварною рамою у формі складної просторової ферми, що зварюється із металевих труб

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

квадратного перерізу. Саме рама чизельного плуга є несучим базовим елементом для фіксації на ній всіх основних та допоміжних робочих органів і елементів. До основних робочих органів чизельного плуга відносяться лапи чизельні, які виготовляються із прямолінійними стояками. Основними допоміжними робочими органами чизельного плуга є механізм навіски, механізм регулювання глибини обробітку, опорні колеса, зубчастий коток тощо.



Рис. 3. Чизельний плуг ПЧ-4,5 загальний вигляд

Безпосередньо процес обробітку ґрунту, а саме сколювання необроблених монолітів, їх зрушення і перемішування проводить чизельна лапа. Крім зазначеного ця ж лапа забезпечує перерізання та руйнування коріння бур'янів і інших рослин, за рахунок перемішування горизонтів проводить часткову заробку добрив і рослинних решток, що є на поверхні поля в ґрунт та фактично руйнує, хоч іноді і частково ущільнену підорну підшву.

На базовому серійному чизельному плугові ПЧ-4,5, що використовується у господарстві, встановлюється класична за конструкцією чизельна лапа на прямому стояку зі встановленим на лобовій частині цього стояка долота найбільш простої плоскої форми. Більш пізні за випуском

чизельні плуги, до прикладу плуги типу ПЧ-4,5 «SVAROG» додатково обладнувалися зафіксованими на прямих стояках різними активаторами у вигляді крил, що мають теж у більшості випадків пласку форму. Подібні крила створюють сприятливі умови для більш якісного підрізання коріння всіх рослин, що розміщуються на полі та забезпечують суцільну глибину чизельного обробітку.

Як зазначалося вище, під час обробітку ґрунту, основну роботу по сколюванню і наданню руху монолітам ґрунту виконує долото, яке фіксується за допомогою швидкоз'ємного шплінта на нижній частині прямолінійного стояка. Вгорі сам прямолінійний стояк за допомогою скоб і гайок та кронштейнів закріплюється на рамі чизельного плуга. Відомо, що на стояках багатьох подібних агрегатів, в тому числі і глибокорозпушувачів закордонних виробників [10, 17, 22] майже завжди на передній частині стояка закріплюють різні інтенсифікатори у вигляді ножів різних конструкцій, що можуть мати різну геометричну форму і конструкцію. Ці ножі виконують функцію відведення або ж перерізання рослинності, що під час обробітку ґрунту підводиться до стояка, за рахунок цього забезпечується підвищення терміну експлуатації самого стояка та забезпечується зниження робочого органу чизельної лапи під час обробітку ґрунту. На серійних чизельних лапах плугів ПЧ-4,5 в передній зоні стояка фіксують обтікаємий сталевий пруток [26], який за відгуками практиків та інформацією наданою виробниками дозволяє виконати всі функції, що покладаються на подібні інтенсифікатори, в тому числі ефективно захистити стояк від пошкоджень.

В чизельному плугові, як зазначалося вище всі робочі органи і елементи мають бути надійно зафіксованими до просторової рами ґрунтообробного агрегату. Несуча рама чизельного плуга має зварну конструкцію, а її міцність забезпечується шляхом встановлення заданої кількості перемичок і боковин, що теж приварюються до квадратних труб. З метою того, щоб правильно розставити чизельні лапи на рамі плуга та

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

виключити можливість забивання цих лап рослинними рештками просторова рама виготовляється трикутної форми. По бокам рами чизельного плуга встановлюються опорні колеса у вигляді пневматичних шин, що встановлюються на шарнірних стояках. Зміна положення цих шарнірів в просторі за рахунок зміни довжини гвинта гвинтової стяжки забезпечує зміну положення опорних коліс відносно лап та і є регулюванням глибини обробітку ґрунтообробного агрегату.

Для уникнення можливого перекосу рами плуга ПЧ-4,5 у вертикальній площині та забезпечення необхідності роботи чизельних лап на однакову глибину важливо, щоб регулювальні гвинти глибини обробітку по бокам агрегату були встановлені на однакову довжину. У іншому випадку перекошування рами плуга буде гарантовано забезпечувати такі умови, коли чизельні лапи будуть розпушувати ґрунт на різну глибину за шириною захвату машини. В передній частині рами чизельного плуга виготовляється механізм автонавіски, який дозволяє проводити навішування ґрунтообробного агрегату на енергетичний засіб, переважно трактор Т150К або ж К-700, без участі додаткового допоміжного працівника.

Чизельний плуг ПЧ-4,5 в полі працює за кластичною схемою, а перебіг процесу роботи наступний. Після навішування чизельного плуга на енергетичний засіб і проведення всіх необхідних регулювань, агрегат гідросистемою трактора переводиться в плаваюче робоче положення, після чого в процесі руху агрегату по полю відбувається безполицевий обробіток ґрунту. Під час руху агрегату в робочому положенні по полю (із опущеними чизельними лапами), чизельні лапи під власною вагою плуга заглиблюються на глибину, яка обмежується опорними колесами. Рухаючись в товщі ґрунтового середовища, на обмеженій колесами глибині плоске долото сколює і приводить в рух необроблені ґрунтові моноліти та забезпечує подальший рух і перемішування часток ґрунту. Інтенсивність того наскільки буде відбуватися сколювання та перемішування часток ґрунту як і інші показники обробітку

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

напрямую залежать від конструктивних параметрів і режимів роботи чизельних лап і окремих їх елементів, таких як долото, додаткові інтенсифікатори та ін.

Після аналізу існуючих протоколів випробування базового чизельного плуга ПЧ-4,5 та відгуків фермерів, що тривалий час цей агрегат використовують відомо, що якість обробітку ґрунту цим чизельним плугом є приблизно однаковою із якістю роботи більшості інших агрегатів для безполицевого обробітку ґрунту, в тому числі і агрегатів виробництва знаних закордонних виробників. Разом із тим, можна відмітити, що якщо серійний чизельний плуг починає працювати в полі із складними умовами роботи, до прикладу, якщо на полі сформована надто потужна підорна підшва чи ця підшва розміщується надто близько до поверхні поля або ж поле є дуже пересушеним чи перезволоженим, якісні показники роботи дуже різко погіршуються та агротехнічні вимоги до безполицевого обробітку не забезпечуються.

Таким чином, проведення робіт по поліпшенню конструкції чизельного плуга ПЧ-4,5, а саме – обґрунтування параметрів чизельної лапи для інтенсифікації кришення ґрунту та часткового зниження її тягового опору із загальним зменшенням нерівностей на дні борозни є сьогодні актуальним практичним завданням, вирішення якого дозволить розширити можливості використання чизельних робочих органів аналогічних конструкцій.

4.2. Конструкторські розрахунки чизельного плуга ПЧ-4,5

Основну роботу по обробітку ґрунту у чизельному плузі виконує лапа, а це значить, що її конструктивні параметри та режими роботи в товщі ґрунту будуть визначаючими у забезпеченні заданої якості подрібнення і розпушування монолітів ґрунту. При визначенні конструктивних особливостей чизельної лапи, аналогічно як і для інших ґрунтообробних робочих органів машин і знарядь робочу поверхню лапи на етапі моделювання представляють у вигляді класичного двогранного клина, що рухається у товщі ґрунту на певній глибині.

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

Витрати енергії на процес безполицевого обробітку ґрунту чизельним плугом залежать не лише від конструкції самих чизельних лап а й від їх розміщення на рамі ґрунтообробного агрегату, швидкості проведення глибокого обробітку ґрунту, глибини розпушування, реальних умов роботи в полі, кількості та типу рослинних решток та ін.

Є відомим фактом, що для зниження витрат енергії при роботі чизельної лапи має забезпечуватися така глибина розпушування, яка б загалом не була більшою за критичну глибину обробітку чизельної лапи H (рис. 4). За умов, коли наведена вище вимога не виконується має місце різке зростання пластичних деформацій у ґрунтовому середовищі що є запорукою суттєвого підвищення енерговитрат. Окрім наведеного, під час роботи долота в товщі ґрунту в зоні контакту його леза із необробленими монолітами має місце певне ущільнення, що теж сприяє погіршенню кришення та знову ж підвищує витрати енергії на процес обробітку ґрунту.

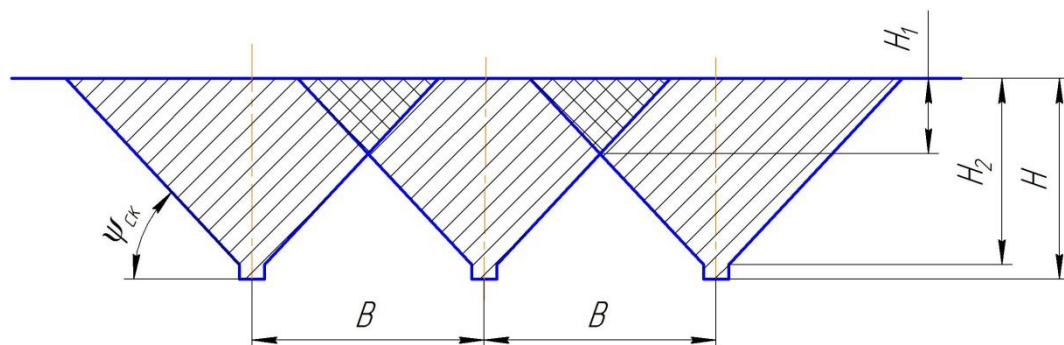


Рис. 4. Схема ґрунтового профілю при роботі чизельного плуга

Щоб визначити основні параметри чизельної лапи потрібно мати на увазі, що фактичний кут сколювання ґрунту $\psi_{ск}$ має прямий зв'язок із критичною глибиною обробітку ґрунту лапою H (рис. 4). Для розрахунку теоретичного кута сколювання ґрунту найкраще підходить відома формула [15], яка пов'язує згаданий кут із іншими кутами, що задають середовище і має наступний вигляд:

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

де β – кут кришення ґрунту, який обирається залежності від дійсних умов поля господарства, та знаходиться в діапазоні значень $\beta = 25^\circ \dots 30^\circ$;

γ – кут тертя ґрунту по поверхні робочого органу, враховуючи, що матеріал чизельної лапи є сталь, то кут тертя ґрунту по сталі складає $\gamma = 22^\circ$.

Тоді після підстановки цифрових значень маємо:

$$\psi_{ск} = 90^\circ - (25 + 22) = 43^\circ.$$

Наступним важливим показником за яким оцінюють якість технологічного процесу безполицевого обробітку є глибина суцільного розпушування ґрунту H_1 (рис. 4), яку в змозі забезпечити чизельний плуг в дійсних умовах роботи. Це пов'язано з тим, що глибина суцільного обробітку ґрунту H_1 є тим фактором, що визначає можливість проведення на полі наступних операцій із забезпеченням заданої стійкості руху робочих органів, до того ж значення цієї глибини має як мінімум на кілька сантиметрів перевищувати глибину майбутнього посіву.

Використовуючи реальні фізико-механічними властивості ґрунту в господарстві на полі, де планується вирощувати ріпак, глибина проведення суцільного основного безполицевого обробітку H_1 має прямий зв'язок із глибиною роботи чизельних лап H та їх розстановкою на рамі знаряддя, а саме – відстанню між слідами чизельних лап B , із якою працює чизельний плуг. Керуючись стандартними рекомендаціями [16...19], та маючи на увазі що наступною операцією після основного обробітку є суцільна передпосівна культивування, реальна суцільна глибина рихлення ґрунту чизельними знаряддями повинна бути близькою до $H_1 = 12 \dots 15$ см.

Керуючись приведеними міркуваннями відносно суцільної глибини обробітку чизельними робочими органами можемо визначити відстань між слідами чизельних лап у даному ґрунтообробному агрегаті. Це можна провести використавши відому формулу [7]:

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

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

Підставивши цифрові значення отримаємо величину міжсліддя

$$B = 2(400 - 150) \operatorname{ctg} 45 = 510 \text{ мм.}$$

Проведені розрахунки дозволяють визначити розрахунковим методом максимально можливу відстань під час розстановки чизельних лап на рамі ґрунтообробного агрегату. За умови, коли лапи будуть розміщуватися на ближчій відстані вдається забезпечити збільшення глибини суцільного обробітку чизельними знаряддями. Якщо зважити на те, що іноді чизельний плуг має працювати на глибину меншу за 40 мм в цілях забезпечення суцільного розпушування відстань між слідами робочих органів на етапі їх початкової розстановки на рамі знаряддя зменшимо до $B = 500$ мм.

Сколювання і розпушування необробленого ґрунту при русі чизельної лапи у товщі ґрунту на певній глибині відбувається за рахунок того, що в певний момент часу відбувається виникнення тріщин попереду чизельної лапи при її русі на заданій глибині H (рис. 5).

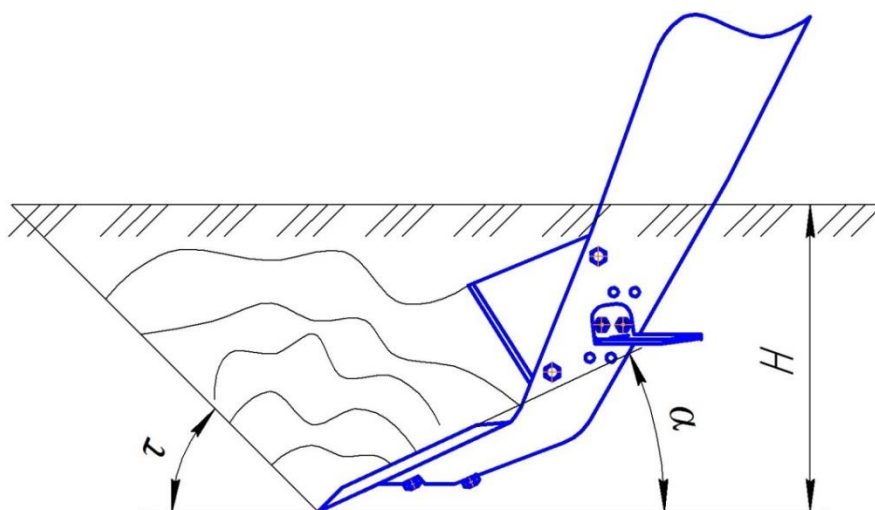


Рис. 5. Схема сколювання ґрунту чизельною лапою із прямим стояком у фронтальній площині

При роботі лапи на глибині H долото, що працює з кутом α відносно дна борозни сколює необроблені моноліти ґрунту із цим-же кутом сколювання часток α . Є традиційним, що за умов роботи подібного робочого органу в ґрунтовому середовищі утворюються тріщини під кутом τ . За класичною

методикою, під час розрахунку ґрунтообробних робочих органів можемо прийняти, що кут тертя ґрунту по поверхні долота і кут кришення є однаковими. Враховуючи це, можемо записати залежність для визначення кута сколювання ґрунту чизельною лапою, яка має вигляд:

$$\tau = 90^\circ - (\alpha + \varphi + \varphi_1) / 2.$$

Наведена залежність після врахування рівності кутів кришення і тертя зводиться до наступної:

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

де α – дійсний кут нахилу долота лапи, або ж кут кришення ґрунту, що для лапи плуга ПЧ-4,5 складає $\alpha = 25^\circ$;

φ_1 – кут внутрішнього тертя оброблюваного ґрунту, для більшості ґрунтів Центральної України можемо прийняти, $\varphi_1 = 50^\circ$.

Знайдемо цифрове значення кута сколювання ґрунту долотом лапи після проведення підстановки цифрових значень і обчислень отримаємо:

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

В сторони (по бокам) від прямолінійного стояка розповсюджується поздовжні деформації, що проводять сколювання ґрунту на відстань, яка дорівнює C від чизельних лап. Для пошуку величини бокового сколювання ґрунту можна скористатися традиційною для таких випадків формулою:

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

Якщо підставити знайдені раніше цифрові значення і провести обчислення отримаємо:

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

З ціллю уникнення можливих забивань робочих органів рослинними рештками та фрунтом, чизельні лапи розміщуються на рамі чизельного плуга

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

в декілька рядів. Щоб розрахувати відстань між рядами лап чизельного плуга L використаємо умову, яка повинна забезпечуватися і має такий вигляд:

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

Підставивши наведені раніше величини маємо:

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

Ця нерівність показує, що мінімально допустима відстань між рядами чизельних лап ґрунтообробного агрегату складає 952 мм, однак якщо чизельний плуг буде використовуватися за більш складних умов роботи, як то обробіток переущільнених ґрунтів чи обробіток полів із надто великою кількістю рослинних решток на поверхні поля, з метою зниження ймовірності забивань робочих органів ця відстань між рядами чизельних лап має бути якнайбільшою. До цього агрегат для безполицевого обробітку ґрунту, в даному випадку – чизельний плуг повинен давати змогу виробникам сільськогосподарської продукції проводити основний обробіток ґрунту, залежно від їх потреб в широкому діапазоні значень глибин, що як правило складає 30...50 см. Це значить, що і підвищення глибини обробітку чизельними лапами теж вимагає для забезпечення стабільності їх роботи збільшувати відстань між рядами робочих органів на ґрунтообробного агрегату. Тому, керуючись наведеними міркуваннями приймаємо відстань між рядами чизельних лап на агрегаті ПЧ-4,5 на рівні $L = 1100$ мм.

Таким чином, проведені вище розрахунки дозволяють обґрунтувати окремі параметри чизельного плуга, які здатні забезпечити якісну роботу ґрунтообробного агрегату в дійсних господарських умовах на глибину обробітку до 45 см.

З метою перевірки дійсної ширини захвату машини для безполицевого обробітку ґрунту, з врахуванням умов у яких доводиться працювати агрегату маємо використати формулу:

$$B_i = \eta \cdot P_m / q,$$

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

де η – коефіцієнт, що показує наскільки повно використовується тягове зусилля енергетичного засобу, за [15], для трактора Т-150К під час проведення основного безполицевого обробітку ґрунту $\eta = 0,85$;

P_m – значенням тягового зусилля енергетичного засобу під час операції на обраній робочій передачі, використовуючи дані розрахунків, що проведені раніше, трактор Т-150К на III робочій передачі розвиває тягове зусилля, що складає $P_m = 26,12$ кН;

q – питомий опір ґрунту, що припадає на одиницю ширини захвату ґрунтообробного агрегату, кН/м.

Значення питомого опору ґрунту напряду залежить від дійсних умов роботи агрегату в полі та набору робочих органів, причому як основних так і додаткових, якими комплектується агрегат під час обробітку. Якщо прийняти результати раніше проведених досліджень і скористатися довідниковими даними [10, 12, 15], з високою точністю для умов Кіровоградщини можемо прийняти, що під час роботи чизельного плуга ПЧ-4,5 питомий опір ґрунту дорівнює $q = 4,85$ кН/м.

Якщо підставити знайдені величини тримаємо:

$$B_q = 0,85 \cdot 26,12 / 4,85 = 4,58 \text{ м.}$$

Із врахуванням обґрунтованої відстані між слідами робочих органів на ґрунтообробному агрегаті та виходячи із інструкції по експлуатації чизельного плуга приймемо ширину захвату агрегату, яка дорівнює $B_q = 4,5$ м. Вище було доведено, що з ціллю унеможливлення забивання робочих органів їх необхідно розставляти на рамі знаряддя у два ряди, а враховуючи те, що під час роботи чизельного плуга ПЧ-4,5 потрібно ще й розпушити сліди після опорних коліс, виділяється ще й третій ряд для встановлення чизельних лап, які будуть обробляти зазначені зони. Отже, з врахуванням відстані між чизельними лапами можемо розрахувати необхідну їх кількість для забезпечення роботи чизельного плуга, що можна провести за формулою:

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

$$n = \frac{B_q}{B},$$

де B_q – паспортна ширина захвату чизельного плуга ПЧ-4,5, мм;

B – відстань між слідами робочих органів (чизельних лап) у вертикальній площині (рис. 4), яка обґрунтована раніше, мм.

Далі підставимо числові значення та розрахуємо потрібну кількість чизельних лап для нормальної роботи агрегату:

$$n = \frac{4500}{500} = 9 \text{ шт.}$$

Таким чином, під час інженерних розрахунків і деяких обґрунтувань було обґрунтовано можливість повноцінної роботи чизельного плуга ПЧ-4,5 із шириною захвату агрегату 4,5 м при роботі 9 чизельними лапами, що мають запропоновану конструкцію.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Чизельний плуг ПЧ-4,5 як і інші ґрунтообробні агрегати подібного призначення повинен відповідати вимогам щодо безпеки, що викладені в ДСТУ 2189-93. Варто відмітити, що робота агрегату для основного безполицевого обробітку ґрунту має бути повністю безпечною та зручною, а виготовлення, налагодження та умови експлуатації чизельного плуга мають відповідати дійсним вимогам охорони праці [28, 29].

При підготовці чизельного плуга до роботи, при його налаштуванні в полі та безпосередньо при здійсненні технологічного процесу обробітку ґрунту на обслуговуючий персонал діють ряд небезпечних та шкідливих виробничих чинників. За умови безпосереднього виконання технологічного процесу обробітку ґрунту, це в більшості випадків шкідливі і небезпечні виробничі чинники фізичного походження. Серед чинників, що мають місце найчастіше зустрічатися під час безполицевого обробітку ґрунту чизельним плугом виділимо такі. Це надмірна запиленість або загазованість робочого простору біля агрегату або в зоні роботи механізатора, велика кількість

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

рухомих та/або обертаючих робочих органів чизельного плуга чи енергетичного засобу, підвищений шум, наявність вібрації в органах керування або під час виконання механізатором робіт з обслуговування агрегату, наявність шкідливих газів у робочій зоні, підвищена задимленість повітря, значні відхилення від допустимого діапазону температур, підвищена або знижена вологість повітря в робочій зоні, наявність протягів і швидке переміщення повітряних мас у робочій зоні, велика кількість незахищених гострих кромek елементів конструкцій ґрунтообробного агрегату та ін.

Щоб зменшити вплив цих та інших можливих шкідливих або небезпечних факторів на організм механізатора та оточуючих людей, необхідно розробити спеціальні заходи для забезпечення безпечної роботи чизельного плуга.

6. ВИСНОВОК

В ході виконання даної роботи вивчалась потреба у вирощуванні такої рослини як ріпак та аналізувалися сфери використання та цінність вирощеного врожаю. Проаналізовано існуючу технологію вирощування ріпаку в фермерському господарстві та розроблені напрямки інтенсифікації існуючої технології вирощування цієї культури. З ціллю покращення основного обробітку ґрунту та зменшення енергетичних витрат на цей найбільш енергоємний процес запропоновано замінити традиційний основний обробіток плугом на основний обробіток без обертання скиби, що пропонується проводити чизельним плугом ПЧ-4,5. Проведені технологічні розрахунки та рекомендації доводять, що практичне впровадження в технологічний процес технологію основного безполицевого обробітку ґрунту вдосконаленим чизельним плугом дозволить в господарстві реалізувати ґрунтозберігаючу систему землеробства із ознаками ресурсозбереження.

В інженерній частині проведено огляд базового чизельного плуга ПЧ-4,5, наведено його основні характеристики і описано принцип роботи. Встановлені проблемні моменти, які запропоновано вдосконалити та

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

окреслені подальші напрямки інтенсифікації роботи подібних чизельних плугів. Під час розрахунків доведено, що чизельний плуг здатен під час обробітку забезпечувати робочу ширину захвату 4,5 м якщо він одночасно працюватиме дев'ятьма чизельними лапами, що мають вдосконалену конструкцію та обґрунтовано порядок розміщення основних робочих органів на рамі ґрунтообробного агрегату. В рамках виконання вдосконалень проведено необхідні проектні розрахунки що дозволяють підтвердити працездатність удосконаленого агрегату в господарських умовах. Зроблено висновок, що проведені заходи забезпечують підвищення якості виконання безполицевого обробітку ґрунту за умов підвищення продуктивності роботи чизельного плуга та зниження енерговитрат на процес основного обробітку ґрунту.

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

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Статистичний збірник «Рослинництво України за 2020 рік» – К.: Державний комітет статистики України, 2020. – 196 с.
2. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України / За ред. М.В. Зубця. – К.: Аграрна наука, 2010. – 986 с.
3. Інноваційні ресурсозберігаючі технології: ефективність в умовах різного фінансового стану агроформувань: [монографія] / За ред. Професора Г.Є. Мазнева. – Харків: Вид-во «Майдан», 2015. – 592 с.
4. Технології вирощування зернових і технічних культур в умовах Лісостепу України / За ред. П.Т. Саблука, Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. – [2-е вид., доп.]. – К.: ННЦ ІАЕ, 2008. – 720 с.
5. 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.
6. 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.
7. Гаврилюк М.М. Олійні культури в Україні: Навчальний посібник / М.М. Гаврилюк, В.Н. Салатенко, А.В. Чехов, М.І. Федорчук / за редакцією В.Н. Салатенко. – 2-ге видання перероблене і доповнене. – К.: Основа, 2008. – 420с.
8. Цветок солнца (основы биологии и агротехники подсолнечника): монография /И.Д. Ткалич, Ю.И. Ткалич, С.Г. Рычик // под ред. док-ра с.-х. наук, проф. И.Д. Ткалича. – Днепропетровск, 2011.– 172 с.
9. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В.І. Пастухова – Харків: Веста, 2001. – 347 с.
10. Машины для обработки грунта та внесения удобрений. 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.

					ТВРП 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

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. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.
13. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: Підруч. у 2 т: Т. 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; за ред. А.В. Рудя. – К. Агроосвіта, 2012. – 434 с.
14. Кравчук В.І., Мельник Ю.Ф. Машини для обробітку ґрунту та сівби/ МІНАПК України, Дослідницьке, – 2009. – 288 с.
15. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування, Книга 1. Машини для рільництва / за ред. Черновола М.І. – К. Урожай, 2001. – 384 с.
16. Механізація технологічних процесів в землеробстві: Навчально-методичний комплекс: навч. посіб. / С.М. Грушецький, І.М. Бендера, Т.Д. Іщенко та ін.. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2011. – 352 с.
17. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с.
18. Ільчук М.М., Зрібняк Л.Я., Мельник С.І. Організація і планування сільськогосподарського виробництва: Підручник - К.: Вища освіта, 2013. – 535 с.
19. Експлуатація машин і обладнання: Навчальний посібник / Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617 с.
20. 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.

					ТВРП 00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

21. Фортуна В.Й., Миронюк С.К. Технологія механізованих сільськогосподарських робіт. – К.: Вища школа, 1991. – 316 с.
22. Лімонт А.С., Мельник І.І., Малиновський А.С. і ін. Практикум із машиновикористання в рослинництві: Навчальний посібник /. За ред. І.І. Мельника. – Київ: Кондор. – 2004. – 284 с.
23. Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник. – Київ: «Кондор», 2007. – 332 с.
24. Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко І.І. та ін. Довідник сільського інженера / За ред. В.Д. Гречкосія. – 2-е вид., перероб. і доповнене. – К.: Урожай, 1991. – 400 с.
25. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини// За ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2004. 544 с.
26. 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.
27. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т.1 (частина1). Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. – Харків: ОКО, 2001. – 444 с.
28. Пістун І.П., Хом'як Й.В., Хом'як В.В. Охорона праці в галузі сільського господарства: Навчальний посібник. – Суми: Університетська книга, 2009. – 365 с.
29. Основи охорони праці: Підручник / М.С. Одарченко, А.М. Одарченко, В.І. Степанов, Я.М. Черненко. – Х.: Стиль-Издат, 2017. – 334 с.
30. Методичні рекомендації до оформлення кваліфікаційної роботи здобувачів першого (бакалаврського) освітнього рівня за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / Укл.: В.М. Сало, Д.І. Петренко, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський. – Кропивницький: ЦНТУ, 2019. – 58 с.

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

ДОДАТКИ

Центральноукраїнський національний технічний університет

Презентація графічної частини кваліфікаційної
роботи бакалавра на тему:

Вдосконалення технології вирощування ріпаку з модернізацією плуга

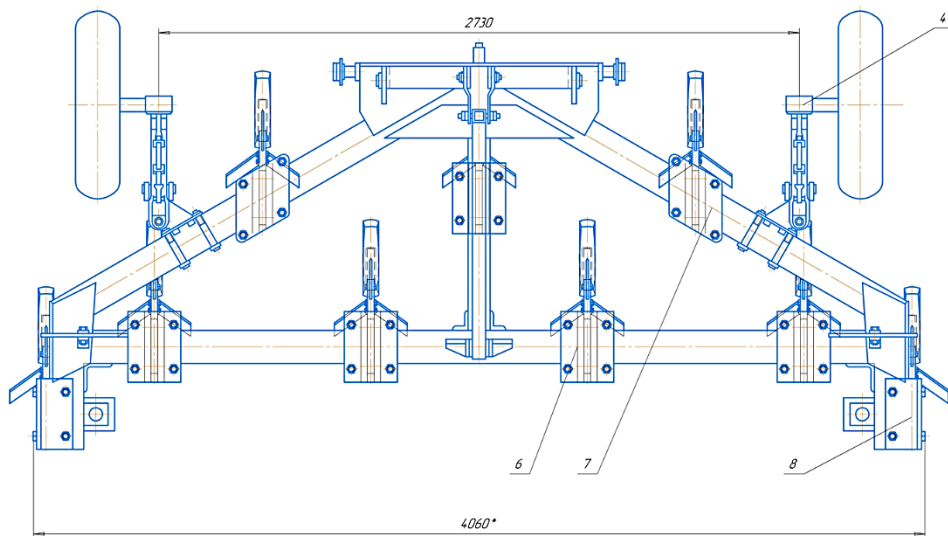
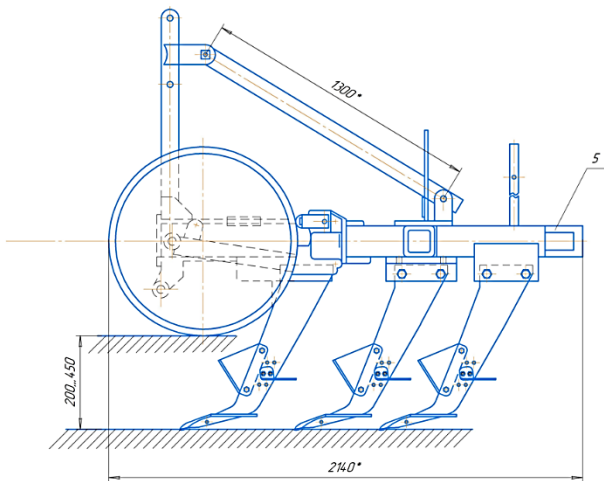
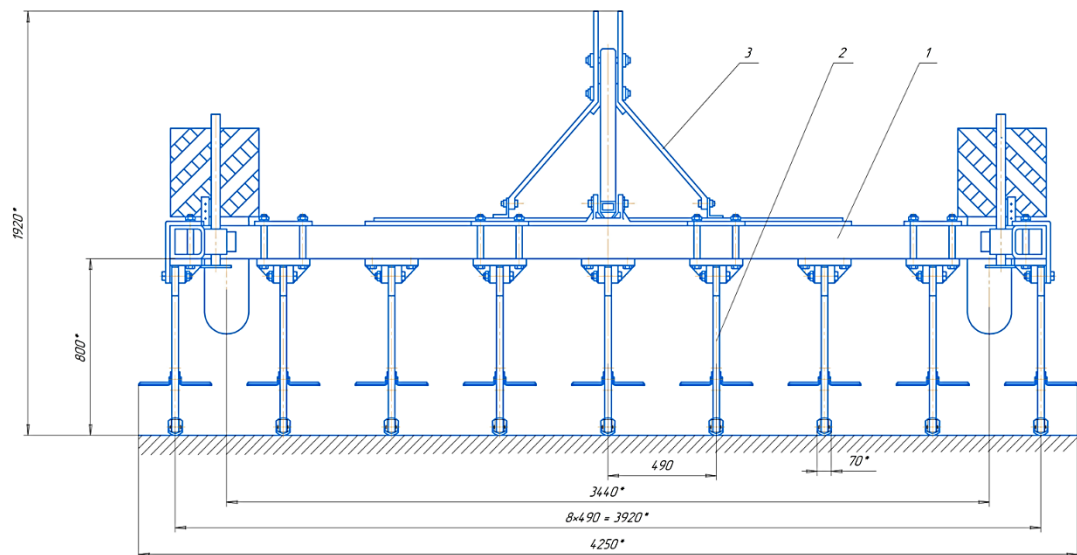
Виконав: ст. гр. АІ-21-Зск Гуцало Андрій Юрійович

Керівник роботи: доц. Сергій ЛЕЩЕНКО

Кропивницький, 2024 р.

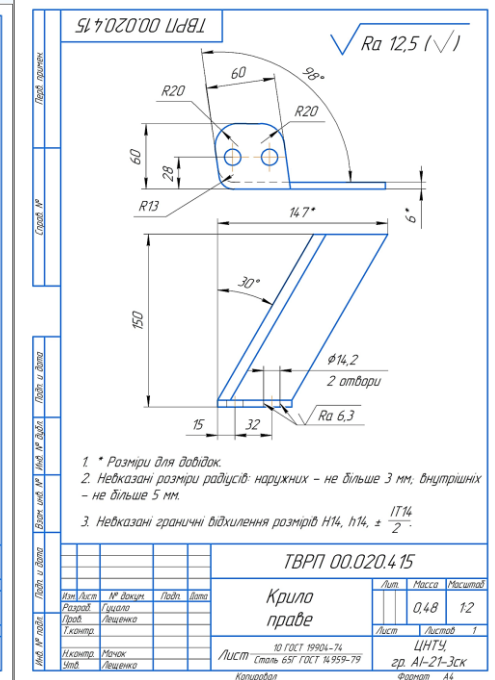
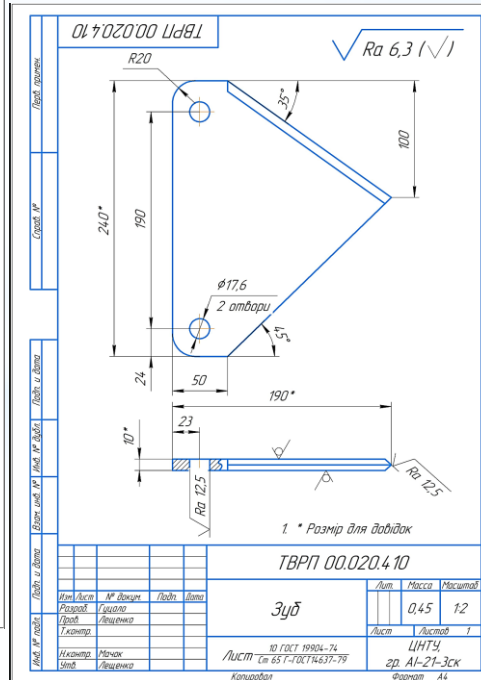
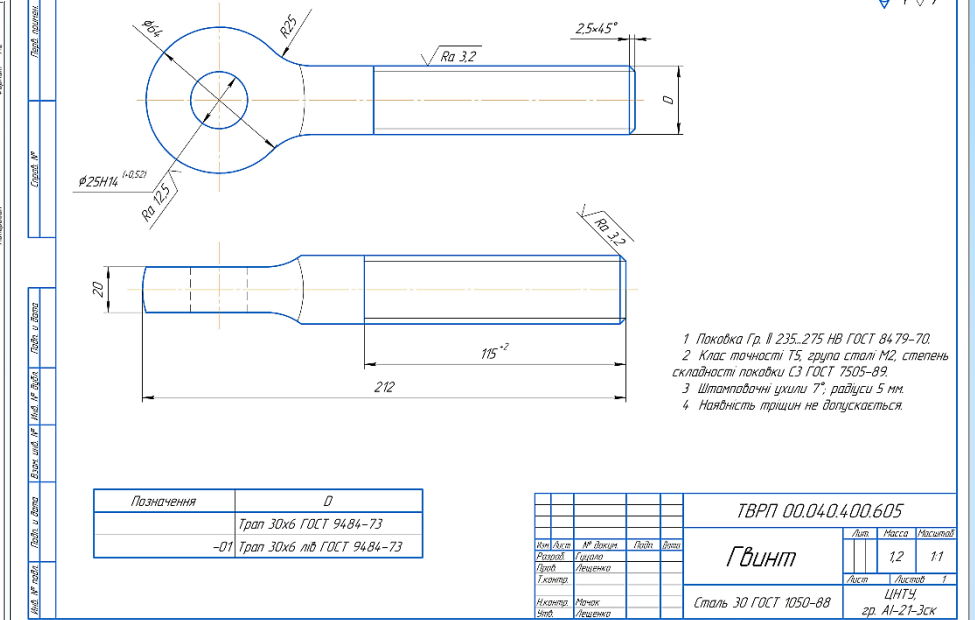
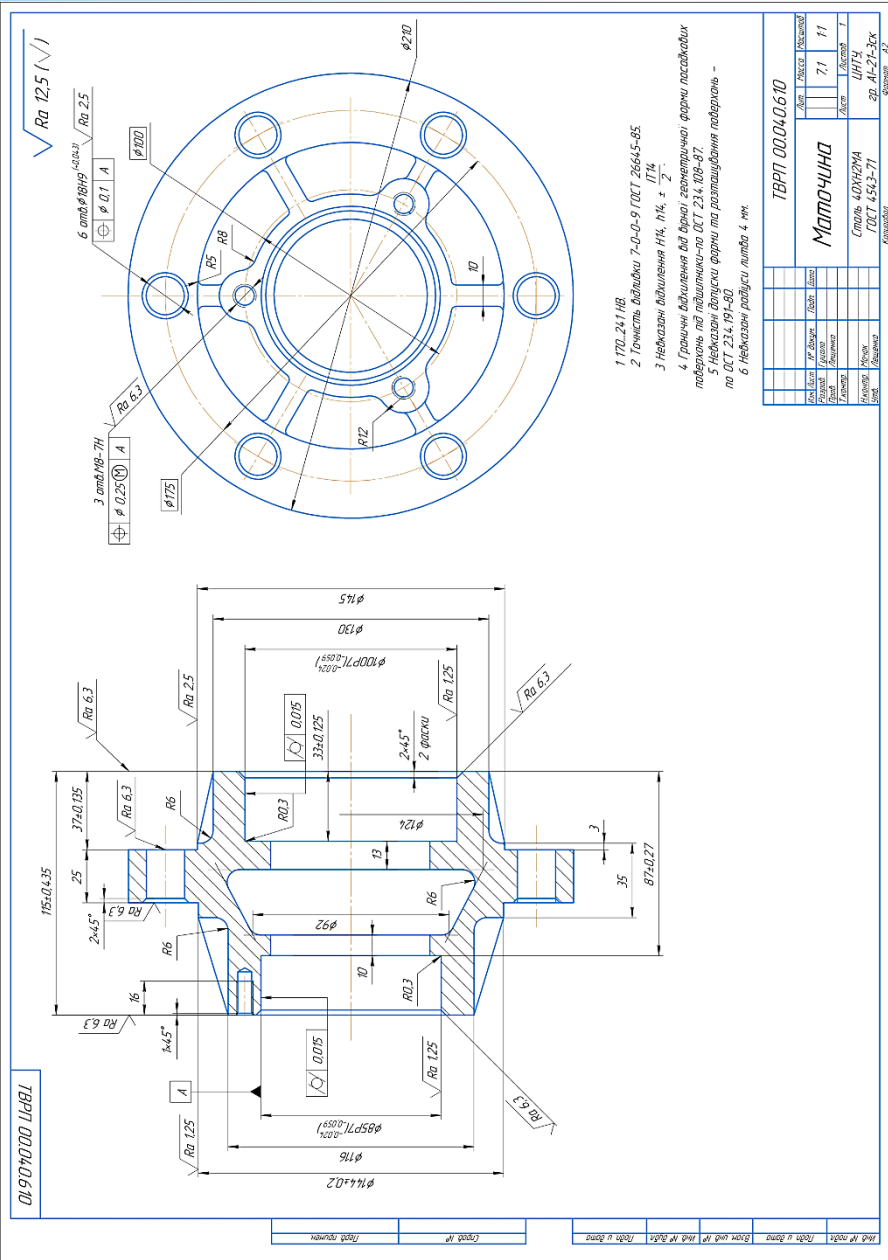
TBP7 00.001 T4

						ТВРП 00.001 Т4					
Имя	Фамилия	Город	Дата	Операционно-технологическая карта на безопыльный образец					Авт.	Масштаб	Максимум
Имя	Фамилия	Город	Дата							-	-
Имя	Фамилия	Город	Дата						Авт.	Масштаб	Максимум
Имя	Фамилия	Город	Дата						ИТУ дд АИ-21-Эк		
Имя	Фамилия	Город	Дата						Курсовое Формат А1		



1. Фарбувати "Місје страловки" трафаретом Т-4 ГОСТ 14763-73.
2. Якість готового зібраного чизельного плуга повинна відповідати технічним умовам на плуг ПЧ-4,5.
3. Після збирання чизельний плуг повинен пройти обкатку.
4. Машина поставляється у максимальному зібраному стані.
5. Зусилля затягування доповних з'єднань на навісному пристрої $P = 24 \text{ Н/м}$, робочих органів – 16 Н/м .
6. Відхилення стояків чизельних лоп у вертикальній площині до 3-х мм.
- 7* Розміри для довідок.

ТВРП 00.000 СБ						Лист		Масштаб
Мм	Дюйм	№ докум.	Годн.	Лист		Плуг чизельний ПЧ-4,5		1795 1:10
Розроб.	Бухарін					Лист		Листов 1
Зроб.	Александр					ЦНТУ		
Експерт						за АІ-21-3ск		Формат А1
Наказ	Мічак					Копія		
Знак	Александр							



Дякую за увагу!