

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
«ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

ЯМПОЛЬСЬКИЙ ІЛЛЯ ОЛЕГОВИЧ

**ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ МІЖРЯДНОГО
ОБРОБІТКУ ПРОСАПНИХ КУЛЬТУР**

**Кваліфікаційна робота
за спеціальністю 015.37 «Професійна освіта»
освітньо-професійна програма «Аграрне виробництво, переробка
сільськогосподарської продукції та харчові технології»**

Особистий підпис – _____ І. О. Ямпольський

Науковий керівник –  _____ к.т.н., доцент, Д. В. Савенок
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

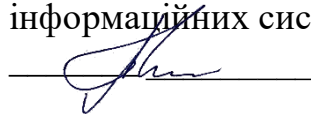
Зав. кафедри –  _____ к.п.н., доцент, В. В. Бурдун
(підпис) (посада, науковий ступінь,
наукове звання, ініціали, прізвище)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
 ДЕРЖАВНИЙ ЗАКЛАД
 «ЛУГАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
 ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА»
 ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ
 РЕСТОРАННОГО І ТУРИСТИЧНОГО БІЗНЕСУ

Затверджую:

Декан факультету технологій та
 інформаційних систем

 Могильний Г.А.

**Індивідуальний план здобувача вищої освіти
 щодо виконання кваліфікаційної роботи**

1. Ямпольський Ілля Олегович
 (прізвище, ім'я, по батькові здобувача)
2. Факультет технологій та інформаційних систем
3. Спеціальність «Професійна освіта. Аграрне виробництво, переробка сільськогосподарської продукції та харчові технології»
4. Кафедра професійної освіти ресторанного і туристичного бізнесу
5. Науковий керівник Савенок Дмитро Валерійович, к.т.н., доцент
 (прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
6. Тема кваліфікаційної роботи
Оптимізація параметрів культиватора для міжрядного обробітку просапних культур
7. Термін подання роботи на кафедру 08.05.2026 р.

<i>№</i>	<i>Заходи</i>	<i>Термін виконання</i>	<i>Відмітка про виконання</i>
1.	Вибір теми кваліфікаційної роботи, вивчення наукової літератури, затвердження теми й керівника.	10.10.2025	
2.	Розробка плану роботи, визначення мети, завдань, об'єкту, предмету, методів дослідження.	14.11.2025	
3.	Робота над теоретичною частиною кваліфікаційної роботи, аналіз літературних джерел.	05.12.2025	

4.	Подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи для першого читання науковим керівником.	19.12.2025	
5.	Усунення зауважень, урахування рекомендацій наукового керівника, подання теоретичної частини кваліфікаційної роботи на друге читання.	16.01.2026	
6.	Розробка технологічної і конструкторської частин роботи. Поетапний аналіз та обговорення результатів дослідної роботи.	30.01.2026	
7.	Подання першого варіанта дослідної частини кваліфікаційної роботи на перевірку науковому керівникові.	20.02.2026	
8.	Урахування рекомендацій наукового керівника, збагачення роботи додатковими дослідженнями, проведеними під час практики, підготовка варіанта роботи до попереднього захисту роботи на кафедрі.	06.03.2026	
9.	Попередній захист роботи на кафедрі.	20.03.2026	
10.	Доопрацювання кваліфікаційної роботи з урахуванням рекомендацій після попереднього захисту роботи на кафедрі.	03.04.2026	
11.	Подання кваліфікаційної роботи науковому керівникові та рецензентові на підготовку відгуку й рецензії.	17.04.2026	
12.	Подання на кафедру остаточного варіанта кваліфікаційної роботи, підписаного випускником, науковим керівником і рецензентом.	08.05.2026	

Здобувач вищої освіти _____ **Ямпольський І. О.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи  _____ **Савенок Д. В.**
 (підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему: «Оптимізація параметрів культиватора для міжрядного обробітку просапних культур» виконана на 69 сторінках пояснювальної записки з використанням 20 літературних джерел.

У роботі розглянуто питання:

- основні тенденції і агротехнічні вимоги міжрядного обробітку ґрунту просапних культур;
- проведено оцінку ефективності застосування просапних культиваторів;
- проаналізовано ефективність використання просапних культиваторів та конструктивні особливості їх робочих органів;
- розроблено конструкцію робочого органу просапного культиватора.

В умовах сучасного сільського господарства підвищення ефективності обробітку ґрунту є одним із ключових чинників забезпечення високої врожайності просапних культур. Одним із важливих елементів у вирощуванні просапних культур є міжрядний обробіток ґрунту, який сприяє покращенню умов живлення рослин, зниженню забур'яненості посівів та збереженню вологи у ґрунті.

Культиватори для міжрядного обробітку є основними технічними засобами, що виконують дані операції. Від їх конструкції, параметрів робочих органів та режимів роботи залежить якість розпушування ґрунту, ефективність знищення бур'янів і, відповідно, рівень урожайності культур. Тому питання оптимізації параметрів культиваторів з метою підвищення їх продуктивності, зниження енерговитрат та забезпечення високої агротехнічної якості обробітку є надзвичайно актуальним.

Ключові слова: агротехніка, культиватор, просапні культури, робочі органи, агрегати для обробітку ґрунту.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ I ТЕОРЕТИЧНИЙ	7
1.1 Значення та агротехнічні вимоги до міжрядного обробітку ґрунту просапних культур	7
1.2 Аналіз способів міжрядного обробітку просапних культур	9
1.3 Оцінка ефективності застосування просапних культиваторів.....	15
Висновки до розділу I.....	29
РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНИЙ.....	30
2.1. Конструкції робочих органів культиваторів для міжрядного обробітку	30
2.2. Розрахунок гвинтового механізму регулювання глибини ходу робочих органів розпушувача	36
2.3 Розробка операційно-технологічної карти.....	38
Висновки до розділу II.....	50
РОЗДІЛ III РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	51
3.1 Розробка конструкції робочого органу просапного культиватора	51
3.2 Визначення параметрів системи підвіски робочих органів	53
3.3 Удосконалення конструкції просапного культиватора та його робочих елементів.....	54
Висновки до розділу III	58
РОЗДІЛ IV ОХОРОНА ПРАЦІ.....	59
4.1 Загальні вимоги до охорони праці у сільськогосподарському виробництві	59
4.2 Правила техніки безпеки під час роботи з культиватором	61
4.3 Правила безпечного виконання робіт при міжрядній обробці просапних культур.....	65
Висновки до розділу IV	66
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	67
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	68

ВСТУП

У сучасних умовах аграрного виробництва підвищення ефективності вирощування просапних культур є одним із пріоритетних напрямів розвитку сільського господарства. Це зумовлено як потребою в зростанні врожайності сільськогосподарських культур, так і необхідністю раціонального використання ресурсів. Одним із важливих факторів, що впливають на продуктивність агротехнологій, є якість обробітку ґрунту.

Зубові розпушувачі займають важливе місце серед знарядь для міжрядного обробітку, оскільки дозволяють ефективно розпушувати ущільнений шар ґрунту без пошкодження кореневої системи культурних рослин. Водночас, їхня ефективність значною мірою залежить від конструктивних параметрів – таких як кут установки зубів, глибина обробітку, відстань між робочими органами тощо. Невідповідність цих параметрів специфічним умовам поля може призводити до зниження якості розпушування, пошкодження рослин або перевитрати енергії.

Таким чином, актуальність теми полягає в необхідності наукового обґрунтування оптимальних параметрів зубового розпушувача для підвищення ефективності міжрядного обробітку при вирощуванні просапних культур. Визначення раціональних параметрів дозволить не лише підвищити продуктивність обробітку ґрунту, але й зменшити витрати пального, знизити зношування робочих органів та покращити агрофізичні показники ґрунту.

Метою даної кваліфікаційної роботи є визначення оптимальних конструктивно-технологічних параметрів зубового розпушувача, що забезпечують якісне розпушування міжрядь без пошкодження рослин і з мінімальними енерговитратами. Отримані результати можуть бути використані при модернізації сільськогосподарської техніки та впровадженні енергоощадних технологій у виробництво.

РОЗДІЛ І ТЕОРЕТИЧНИЙ

1.1 Значення та агротехнічні вимоги до міжрядного обробітку ґрунту просапних культур

Міжрядний обробіток ґрунту є однією з ключових агротехнічних операцій у вирощуванні сільськогосподарських культур. Він полягає у розпушуванні ґрунту між рядами рослин після їх проростання і спрямований на підтримку оптимальних умов для росту і розвитку культур.

Основна мета цієї операції полягає у підвищенні аерації ґрунту, знищенні бур'янів, збереженні вологи та поліпшенні доступу поживних речовин до кореневої системи рослин.

Перш за все, міжрядний обробіток сприяє механічному видаленню бур'янів, що дозволяє значно зменшити конкуренцію за світло, воду та поживні речовини. Особливо важливим це стає у період інтенсивного росту культур, коли бур'яни можуть суттєво знижувати врожайність (рис. 1.1).

Другою важливою функцією є поліпшення водного режиму ґрунту. Після дощу або зрошення верхній шар ґрунту часто ущільнюється, що ускладнює надходження кисню до коренів.

Міжрядний обробіток розпушує ґрунт, підвищуючи його водопроникність та аерацію, що створює сприятливі умови для кореневої системи.



Рис. 1.1. Міжрядний обробіток просапних культур кукурудзи та цукрового буряка.

Крім того, міжрядний обробіток відіграє важливу роль у регулюванні температурного режиму ґрунту. Під час міжрядного обробітку поверхневий шар ґрунту розпушується, що сприяє зменшенню ущільнення, підвищенню аерації та зменшенню теплопровідності (рис. 1.2).

Це забезпечує більш ефективне прогрівання ґрунту під дією сонячного випромінювання в ранньовесняний період, прискорює проростання насіння та активує мікробіологічні процеси. Також зниження поверхневого ущільнення зменшує випаровування вологи, що є критично важливим у посушливих регіонах.



Рис. 1.2. Вплив міжрядного обробітку на якість ґрунту.

Міжрядний обробіток також важливий з точки зору підвищення ефективності внесення добрив. Розпушування ґрунту сприяє рівномірному розподілу поживних речовин, покращує їх доступність для коренів рослин та підвищує засвоєння азоту, фосфору і калію.

Не менш важливою є роль міжрядного обробітку у зменшенні розвитку шкідників та хвороб. Розпушування ґрунту порушує середовище існування багатьох шкідливих організмів, знижує ймовірність поширення інфекційних захворювань рослин, що значно підвищує загальну біологічну стійкість посівів.

Відповідно, місце міжрядного обробітку в технологічній системі вирощування сільськогосподарських культур можна визначити як ключовий

етап після сходів рослин і до фази активного росту, що поєднує в собі функції захисту, живлення та оптимізації фізичних властивостей ґрунту.

Сучасні міжрядні обробітки виконуються за допомогою спеціальної техніки, такої як міжрядні культиватори, тракторні навісні або причіпні агрегати з робочими органами різної конструкції, що дозволяє одночасно виконувати декілька операцій, включаючи розпушування, підгортання та знищення бур'янів.

1.2 Аналіз способів міжрядного обробітку просапних культур

Виділяють дев'ять основних способів боротьби з бур'янами:

- провокація їх проростання (створення умов, що сприяють масовим сходам);
- механічне знищення (підрізання бур'янів робочими органами машин);
- виснаження (систематичне зрізання вегетативних частин рослин);
- удушення (подрібнення підземних органів для погіршення їх живлення);
- присипання шаром ґрунту;
- висушування (вплив сонячного проміння на подрібнені корені);
- виморожування (витягнення підґрунтових органів багаторічних бур'янів на поверхню наприкінці осені);
- хімічне знищення за допомогою гербіцидів; а також біологічне придушення (використання рослин, комах, грибів або бактерій, що пригнічують чи знищують бур'яни). Додатково можливе спалювання бур'янів і їх насіння.

Із зазначених дев'яти способів лише три належать до механічних методів боротьби підрізання, подрібнення та витягнення. Аналіз існуючих способів і технічних засобів механізації боротьби з бур'янами дає змогу виокремити головні чинники, що визначають ефективність цього процесу:

1. обрана технологія знищення бур'янів;
2. конструкція робочого органу, який реалізує певний спосіб або їх комбінацію.

Під час вирощування просапних культур боротьба з бур'янами найчастіше здійснюється механічними методами підрізанням, подрібненням і пригніченням у процесі міжрядного обробітку, а також шляхом застосування хімічних засобів. Однак використання гербіцидів, попри їхню ефективність, є дорогим і супроводжується низкою негативних екологічних наслідків.

Гербіциди тривалої дії, внесені на поверхню ґрунту до сівби, потребують обов'язкового загортання у насіннєве ложе. Цей процес вимагає додаткових культивацій, які, своєю чергою, спричиняють пересушування або руйнування структури насіннєвого ложа. Ефективність таких препаратів значною мірою залежить від рівня вологості ґрунту та кількості опадів, що випали після їх застосування. У разі сухої весни вони не забезпечують належного рівня захисту рослин. Тому при вирощуванні просапних культур гербіциди післядії зазвичай намагаються не використовувати.

Контактні та післядіючі гербіциди вибіркової дії, які застосовуються після появи сходів бур'янів, є основним елементом системи догляду за посівами. Проте їхня ефективність обмежується певними видами бур'янів, що зумовлює необхідність застосування сумішей різних препаратів. Водночас деякі хімічні речовини є несумісними, оскільки при змішуванні можуть викликати небезпечні реакції займання, вибухи чи утворення токсичних сполук, що забруднюють довкілля.

Варто також зазначити, що хімічні засоби малоефективні у боротьбі з окремими шкідниками (наприклад, нематодами) та хворобами (зокрема, килою капусти *Plasmodiophora brassicae*).

Найрезультативнішим методом хімічного контролю бур'янів нині вважається поєднання досходового внесення гербіцидів із післясходовим (часто – багаторазовим) обприскуванням. Проте такий підхід спричиняє поступове накопичення пестицидів у ґрунті, рослинах і навколишньому

середовищі, що негативно впливає на здоров'я людей, особливо працівників сільського господарства [2, 8].

З огляду на це все більшого поширення набувають екологічно безпечні механічні методи боротьби з бур'янами. Їх застосування не лише знижує хімічне навантаження на екосистему, а й покращує водно-повітряний режим ґрунту, стимулює формування додаткових коренів і сприяє підвищенню врожайності культур.

Існує значна кількість рекомендацій щодо виконання міжрядного обробітку просапних культур [5, 6]. Догляд за ними передбачає проведення кількох таких обробітків, кількість яких залежить від виду культури, частоти поливу, типу ґрунту та рівня засміченості поля. Оскільки кожен міжрядний обробіток має свої завдання, протягом вегетаційного періоду зазвичай здійснюють від трьох до п'яти проходів [13, 15, 20].

Під час першого міжрядного обробітку більшості просапних культур на секціях культиваторів зазвичай встановлюють стрілчасті універсальні лапи та односторонні плоскорізальні лапи-бритви (рис. 1.3). За такої схеми розташування робочих органів обробіток виконується лише до меж захисних зон, унаслідок чого 25...40% площі міжрядь залишаються необробленими.

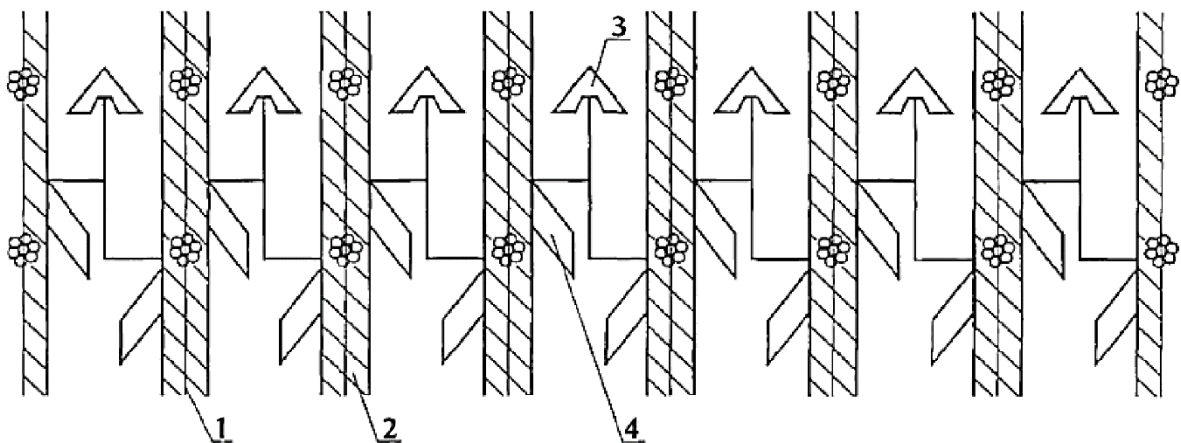


Рис. 1.3. Розміщення робочих органів при першому міжрядному обробітку просапних культур: 1 – рядок рослин; 2 – захисна зона; 3 – універсальна стрілчаста лапа; 4 – плоскоріжуча лапа-бритва.

На цих ділянках швидко проростають бур'яни та формується ґрунтова кірка, що сприяє інтенсивному випаровуванню вологи. Крім того, під час роботи плоскорізальних лап у міжряддях залишаються невеликі пластини ґрунту з проростками бур'янів, які після поливу закріплюються [7]. Це призводить до пригнічення культурних рослин і, відповідно, до зниження врожайності.

Бажання зменшити розміри захисної зони викликало необхідність розробки додаткових робочих органів, які встановлюють на секціях культиваторів разом з основними (рис. 1.4, 1.5).

Одна секція культиватора містить від чотирьох до семи робочих органів. Тобто, окрім стрілчастої лапи та двох лап-бритв, на неї додатково встановлюють або два спарені голчасті диски (рис. 1.4), або одну прополювальну борінку (рис. 1.5).

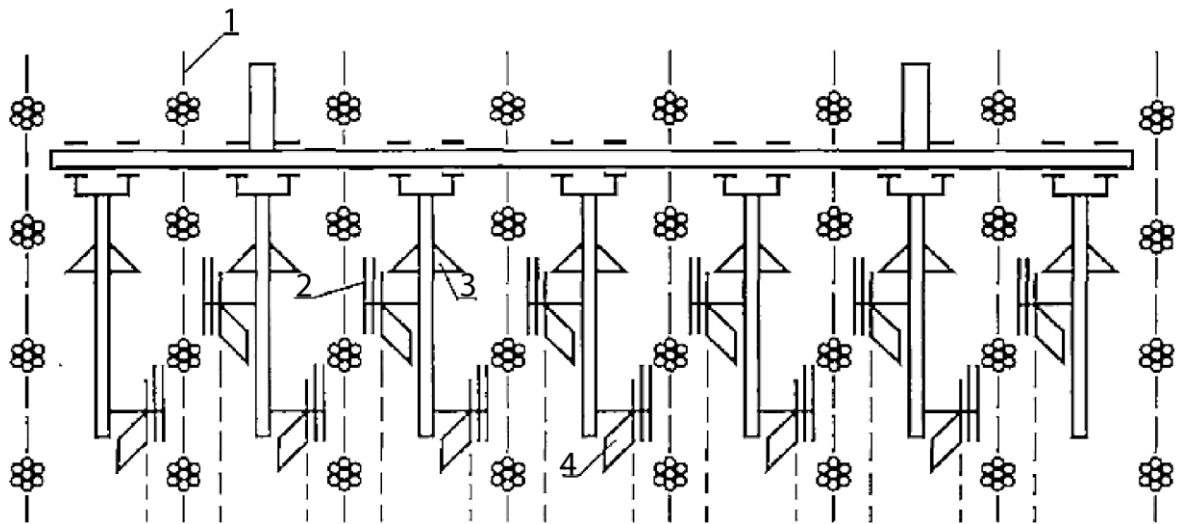


Рис. 1.4. Розстановка робочих органів культиватора КРН-4,2 при використанні спарених голчастих дисків: 1 – рядок рослин; 2 – захисна зона; 3 – універсальна стрілчаста лапа; 4 – плоскоріжуча лапа-бритва; 5 – прополювальна борінка.

Робочі органи розміщують на відстані 25-30 мм від осі рядка і заглиблюють не більше ніж на 15-20 мм, щоб уникнути пошкодження культурних рослин та їх кореневої системи. На практиці подібну схему

розташування робочих органів застосовують рідко, оскільки її ефективне використання вимагає високої точності посіву (посадки) та значної кваліфікації механізатора.

У разі відхилення від прямих рядків існує ризик пошкодження або знищення культурних рослин. Крім того, агрегат із такою конструктивною схемою характеризується підвищеним тяговим опором, меншою маневреністю та, відповідно, нижчою продуктивністю.

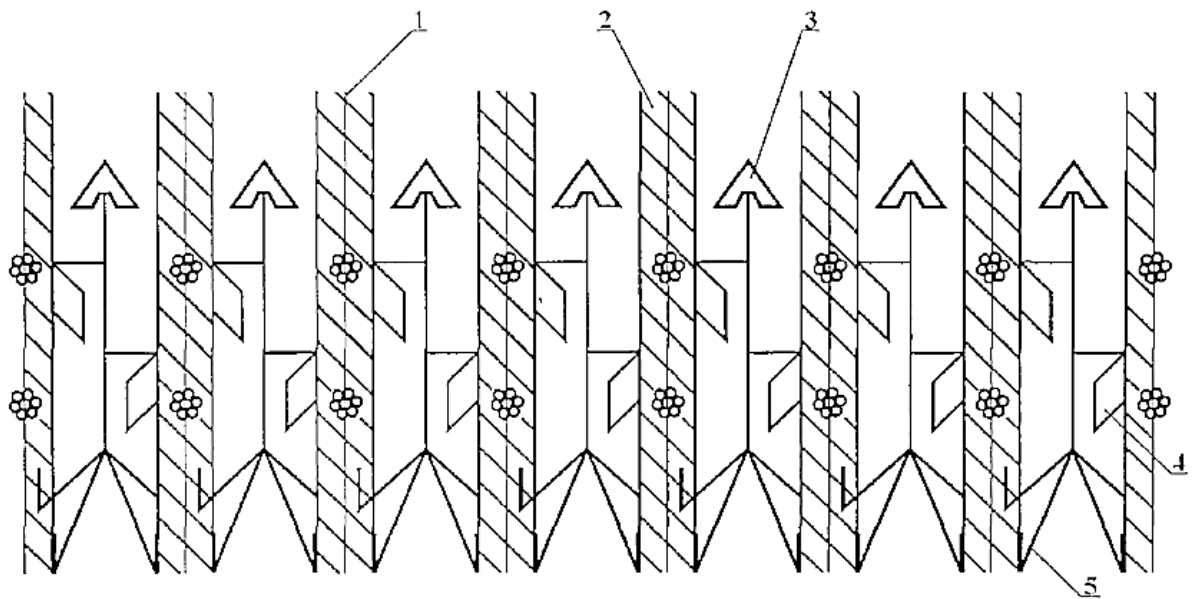


Рис. 1.5. Розстановка робочих органів на секції культиватора при одночасному обробітку захисних зон: 1 – рядок рослин; 2 – захисна зона; 3 – універсальна стрілочаста лапа; 4 – плоскорізальна лапа-бритва; 5 – прополювальна борінка.

При наступних обробках міжрядь просапних культур, як правило, застосовують долотоподібні лапи або підживлювальні ножі (рис. 1.6). За такої схеми розміщення робочих органів міжряддя обробляються лише до меж захисних зон. Оскільки ширина захисної зони культурних рослин становить не менше ніж 0,15 м, приблизно 35-40% площі міжрядь залишаються необробленими.

Підгортання є завершальним етапом міжрядного обробітку просапних культур. Його виконують для розпушування ґрунту в міжряддях і

підвалювання його до рядка рослин. У процесі підгортання стебла фіксуються у вертикальному положенні, створюються сприятливі умови для формування додаткових коренів.

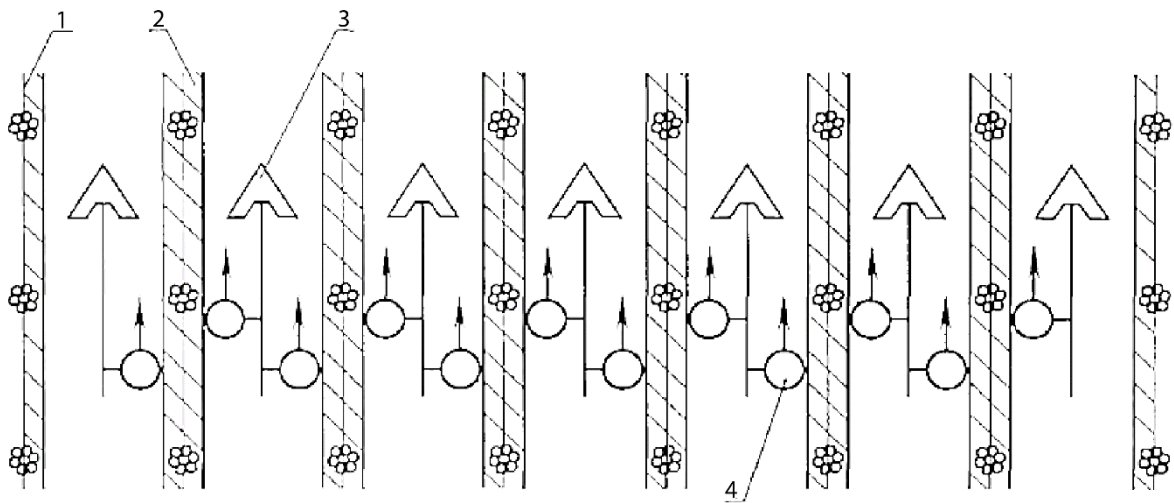


Рис. 1.6. Розстановка робочих органів на секції культиваторів типу КРН, КОР при наступних міжрядних обробтках просапних культур: 1 – рядок рослин; 2 – захисна зона; 3 – універсальна стрілчаста лапа; 4 – ніж підживлювальний.

Зазвичай підгортання проводять, коли рослини досягають висоти близько 20 см. Якщо в цей період у міжряддях з'являються сходи бур'янів, вони можуть почати випереджати культурні рослини у рості.

Робочі органи, що використовуються під час підгортання, здатні насипати до рослин досить товстий шар ґрунту. Через це застосовувати підгортання як метод боротьби з бур'янами під час першого, другого і навіть третього міжрядного обробітку недоцільно, оскільки це може призвести до засипання культурних рослин землею, що негативно вплине на їхній розвиток.

Останнім часом у міжрядному обробітку просапних культур усе ширше застосовуються лапи-полиці. Як зазначають Паламар І.М. [4] та Бойко Н.С., використання лап-полиць під час розпушування міжрядь капусти істотно зменшує витрати ручної праці на прополювання. Аналіз сучасних способів міжрядного обробітку просапних культур показує, що основними його

завданнями є руйнування ґрунтової кірки та знищення бур'янів у міжряддях до межі захисних зон.

Водночас простежується чітка тенденція до вдосконалення робочих органів, призначених для обробітку саме захисних зон рослин, а також для знищення бур'янів, що ростуть у цих зонах, шляхом їх присипання шаром ґрунту.

Під час обробітку важких, ущільнених або перезволожених ґрунтів зазвичай застосовують активні робочі органи фрезерних культиваторів, які сприяють поліпшенню агрофізичних властивостей ґрунту, створенню сприятливих умов для росту і розвитку рослин, що, своєю чергою, забезпечує підвищення врожайності.

Проте навіть машини з активними робочими органами здійснюють обробіток лише до межі захисних зон. Тому для ефективної обробки захисних зон і знищення бур'янів, що там зростають, необхідно додатково застосовувати спеціальний комплект робочих органів.

1.3 Оцінка ефективності застосування просапних культиваторів

До робочих органів просапних культиваторів відносять різноманітні лапи, підгортальні та борознонарізувальні корпуси, підживлювальні ножі, голчасті диски, зуби борін, роторів, ножі дисків тощо. Залежно від призначення лапи поділяють на прополювальні, розпушувальні і підгортальні.

До прополювальних лап належать однобічні (лапи-бритви), стрілчасті плоскорізальні лапи і стрілчасті універсальні, до розпушувальних – долотоподібні або наральникові, а до підгортальних – підгортальні лапи та підгортальні корпуси.

При обробці міжрядь просапних культур широкого розповсюдження отримали робочі органи, виконані у вигляді лап. В залежності від призначення вони поділяються на такі групи:

1. Лапи підрізання – стрілкової форми, односторонні лапи або бритви (рис. 1,7 а, б).

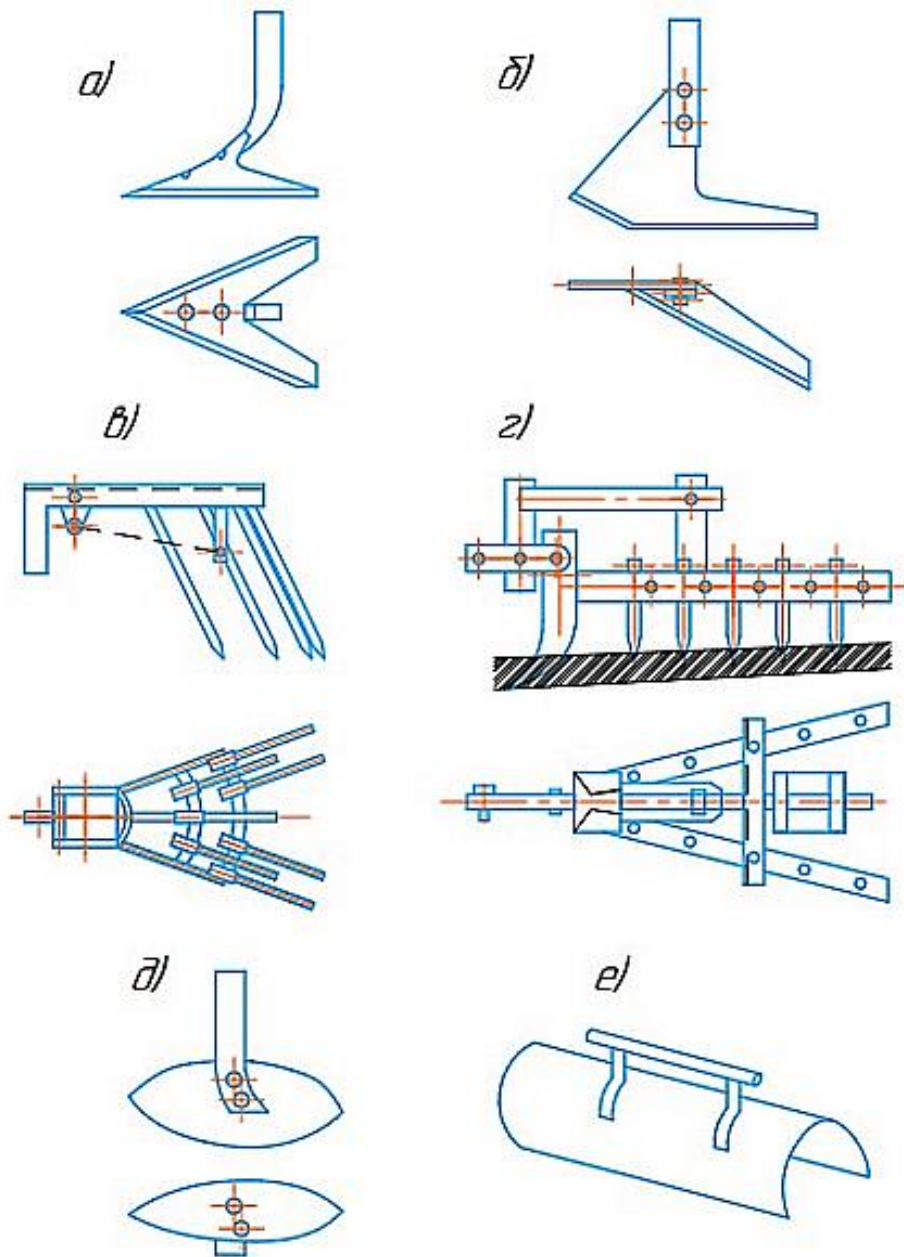


Рис. 1.7. Схеми пасивних робочих органів просапних культиваторів.

Однобічні плоскорізальні лапи призначені для підрізування бур'янів і розпушування ґрунту на глибину до 6 см. Лапа складається із стояка, горизонтальної частини з лезом та щоки. Щока запобігає присипанню ґрунтом рослин. Бувають праві і ліві лапи. Перші встановлюють із правого боку рядка, а другі – з лівого. Лезо лап заточують зверху під кутом 8-10°. Товщина леза повинна бути не більше 0,5 мм.

При переміщенні лапи в ґрунті її лезо перерізує коріння бур'янів, підрізує шар ґрунту, який переміщується по робочій поверхні лапи, подрібнюється і частково переміщується. Ширина захвату лап може становити 85, 120, 150, 165 і 250 мм.

Стрілчасті плоскорізальні лапи застосовують для обробітку ґрунту на невелику глибину (до 6 см) і незначного його розпушення. Використовують лапи з шириною захвату 145, 150 і 260 мм. Стрілчасті універсальні лапи підрізують бур'яни та інтенсивно розпушують ґрунт на глибину до 12 см, їх застосовують для обробітку ґрунту в міжряддях.

2. Лапи розпушувальні – вузькі (долота), широкі для грубого і середнього розпушування [9].

Розпушувальні долотоподібні лапи застосовують для розпушування міжрядь зв'язних і щільних ґрунтів на глибину до 16 см. Нижня частина лапи загнута вперед і має загострений носок у вигляді долота шириною 20 мм. Така лапа досить добре заглиблюється у ґрунт і при переміщенні деформує й розпушує ґрунт на всю глибину без винесення вологого шару на поверхню поля.

Підгортальні лапи призначені для підгортання рослин, підрізування бур'янів у міжряддях та присипання бур'янів у захисних зонах рядка. Лапа складається із стояка, двобічної полиці з розсувними крилами і носка-наральника, загостреного з обох боків. При роботі носок-наральник підрізує ґрунт і переміщує його на ліву та праву робочі поверхні полиці, які спрямовують його в зону рядка, утворюючи гребінь. Висота гребеня ґрунту регулюється переміщенням крил за висотою.

Підгортальний корпус з решітчастою полицею має в нижній передній частині замість наральника стрілчасту лапу, а в крилах полиць – вирізи. Стрілчаста лапа корпусу підрізує ґрунт у міжрядді і подає його на полиці. Частина ґрунту розсипається через проміжки між лапою і передньою частиною полиць та падає на дно борозни. Пальці крил полиць розпушують боки гребеня і стінки борозни. Дно борозни стає розпушеним. Для

нарізування невеликих гребенів використовують однобічні підгортальні корпуси (глибина обробітку – до 16 см, висота гребеня – до 25 см).

Борознонарізувальний корпус призначений для нарізування поливних борозен на глибину до 20 см з одночасним внесенням мінеральних добрив. Корпус має наральник, двосторонню полицю, крила, лійку для добрив і стояк.

Підживлювальний ніж використовують для розпушування міжрядь та загортання в ґрунт добрив на глибину до 16 см. Він має вигляд розпушувальної долотоподібної лапи, до якої позаду прикріплена лійка для подачі добрив на дно борозни.

Пружинні зуби застосовують для розпушування ґрунту у захисних зонах і міжряддях. Рамку з пружинними зубами прикріплюють шарнірно до тримача просапного культиватора. Ротаційні голчасті диски використовують для руйнування ґрунтової кірки і знищення бур'янів. Вони мають загнуті в один бік загострені зуби. Діаметр дисків – 350, 450 і 520 мм. Під час руху дисків у міжряддях і захисних зонах зуби заглиблюються в ґрунт на глибину до 9 см, розпушують його, знищують бур'яни.

Лапи-полічки застосовують для підрізування бур'янів, розпушування ґрунту і присипання бур'янів ґрунтом у захисній зоні рядка. Лапа складається із стояка та криволінійної полиці лівого або правого обертання. Лапи-полічки встановлюють із лівого та правого боку рядка на відстані 25-27 см від його осі. Глибина обробітку – до 8 см.

Прополювальні борінки – це пружинні зуби, що закріплені на рамці. Вони призначені для розпушування ґрунту в міжряддях та захисних зонах. Встановлюють борінки на просапних культиваторах, шарнірно прикріплюючи їх до кронштейна тримача секції культиватора з метою кращого копіювання рельєфу ґрунту.

Широкозахватна плоскорізальна лапа підрізує бур'яни і розпушує ґрунт у міжряддях. Кут кришіння лапи – 10°. Лапи бувають шириною 250 і 360 мм. На кінці лапи кріпиться прополювальний диск з ножами. Під час

роботи диск обертається, ножі підрізують бур'яни і розпушують ґрунт. Глибина обробітку – 60-80 мм.

Сьогодні існують більш досконалі конструкції плоскоріжучих робочих органів для диференціальної обробки міжрядь. Дані робочі органи створені з регульованим кутом установки, який забезпечує змінну глибини розпушування по ширині міжряддя. При цьому кут нахилу змінється поворотом лапи зі знімним носком на необхідну величину і її фіксації.

Диференційована обробка міжрядь з використанням вдосконалених лап забезпечує створення мульчуючого шару достатньої глибини, дозволяє до мінімуму скоротити травмування кореневої системи, сприяє поліпшенню водного режиму ґрунту. В результаті чого складаються більш сприятливі умови для зростання і розвитку рослин [2].

З аналізу розглянутих робочих органів випливає, що пасивні робочі органи порівняно прості за конструкцією і надійні в роботі, але вони не повністю задовольняють агротехнічні вимоги. Так, при обробці важких ґрунтів і засмічених міжрядь забезпечується недостатнє подрібнення пласта, утворюються великі грудки, в яких бур'яни залишаються непошкодженими, в результаті ґрунт швидко осушується, а бур'яни у захисній зоні не знищуються.

Промисловість багато років випускає як додаткове пристосування до просапних культиваторів прополювальні борінки КРН-3,8, (рис. 1.7, в), призначені для обробки захисних зон і міжрядь високо стеблових просапних культур. Вони встановлюються на культиваторі після плоскоріжучих робочих органів [9].

Відстань між зубами становить 160 мм, а між слідами 40...50мм, щоб уникнути забивання борінок пожнивними залишками зуби розріджують глибину ходу зубів регулюють зміною ступеня стиснення пружин. Оптимальний тиск на кожен зуб становить 18 Н. На твердих ґрунтах його збільшують до 25-30 Н. Найбільша глибина обробки – 6 см.

Найбільш ефективним, досить простим способом знищення бур'янів в рядках і в захисній зоні є присипання їх ґрунтом за допомогою загортачів. Останнім часом в сільськогосподарській практиці нашої країни застосовуються загортачі різних конструкцій, але всі вони можуть бути віднесені до трьох основних типів: дискових, відвальних і скребкових.

Відвальні загортачі, випускаються промисловістю в комплекті з просапними культиваторами і призначені для боротьби з бур'янами методом присипання (рис. 1.7, д) [13].

Вони не роблять глибокої борозни, а знімають тонкий шар ґрунту з міжряддя і переносять його в рядок, засипаючи дрібні бур'яни. Лапи-відвали бувають праві і ліві і встановлюються замість лап-брить по обидва боки ряду під кутом 20° до його осі. Дискові загортачі ефективніші відвальних, так як вони на 10...15 % більше знищують бур'янів на тих же режимах роботи. Їх встановлюють під кутом 30° до напрямку руху агрегата на відстані 20 см від осі рядка, з глибиною ходу 5...6 см, при цьому валик з ґрунту досягає висоти 7...8 см.

Застосування робочих органів типу загортачів доцільне, в більшості областей України. Встановлено, що, використовуючи загортачі, можна знищити біля 65% однорічних, і деяких багаторічних бур'янів висотою до 10 см [9, 13].

Однак оцінка цього агротехнічного прийому, рекомендації щодо місця і часу застосування загортача суперечливі. Так, присипання бур'янів ґрунтом сприяє висушуванню її верхнього шару і одночасно з бур'янами загортачем присипають близько 15...20 % культурних рослин в фазі 3...4 листочків.

Аналізуючи зазначені твердження, можна відзначити, що застосування загортачів, при нестачі вологи не дає задовільних результатів, тобто не повністю виконуються основні агротехнічні вимоги, що висувуються до міжрядного обробітку просапних культур.

Для роботи на підвищених швидкостях, як додаткове обладнання до просапних культиваторів, застосовують щитки КРН-2,9 (рис. 1.7, е).

Вони виготовляються з листової сталі товщиною 2...2,5 мм і кріпляться за допомогою, вигнутого квадратного валу на гряділях так, щоб прикривали робочі органи, встановлені для обробки міжрядь ці щитки застосовуються для захисту культурних рослин від присипання ґрунтом при роботі агрегату на підвищених швидкостях руху, коли надземна частина культурних рослин не перевищує 15...20 см.

У процесі дослідження встановлено, що при роботі культиватора з відбивними щитками вдається знизити кількість присипаних рослин до 0,5 %. При цьому нижня кромка відбивача знаходиться на висоті 2,5 см від поверхні ґрунту, Поступальна швидкість агрегату становить близько 3 м/с [2].

З викладеного випливає, що захисні пристосування дозволяють підвищити швидкість агрегату а, отже, при цьому зростає його продуктивність. Однак, поряд з перевагами, у таких робочих органів є і недоліки: збільшується ширина необхідної захисної зони, зменшуються якісні показники обробки, висушується поверхню міжряддя [2, 9].

Загальними недоліками всіх перерахованих вище пасивних робочих органів і пристосувань є: неповне розпушування ґрунту і знищення бур'янів у захисній зоні, пошкодження культурних рослин, значне висушування поверхні ґрунту, металоємність і енергоємність більшості з них дуже високі, і тому кожен з відомих пристосувань має обмежену сферу застосування.

В якості робочого органу для міжрядної обробки застосовуються зубові ротаційні розпушувачі, що кріпляться як додаткове пристосування до просапного культиватора, в міжряддях встановлюються жорсткі прямі зуби круглого перерізу. Прикладом використання таких борін є культиватор КОН -2,8 (рис. 1.8).

Культиватор-окучник КОН-2,8 ПМ навісний призначений для міжрядної обробки чотирирядних посадок картоплі з міжряддями 70см.

Залежно від встановлених робочих органів виконує такі операції:

- суцільне досходове та післясходове боронування з одночасною культивацією або підгортанням;

- міжрядну обробку ґрунту (лапами односторонніми, стрілочастими, ротаційними боронами);
- розпушування ґрунту в міжряддях (лапами розпушувачами, долотоподібними);
- підгортання рослин;
- підживлення рослин з одночасним розпушуванням ґрунту та підгортанням [12].

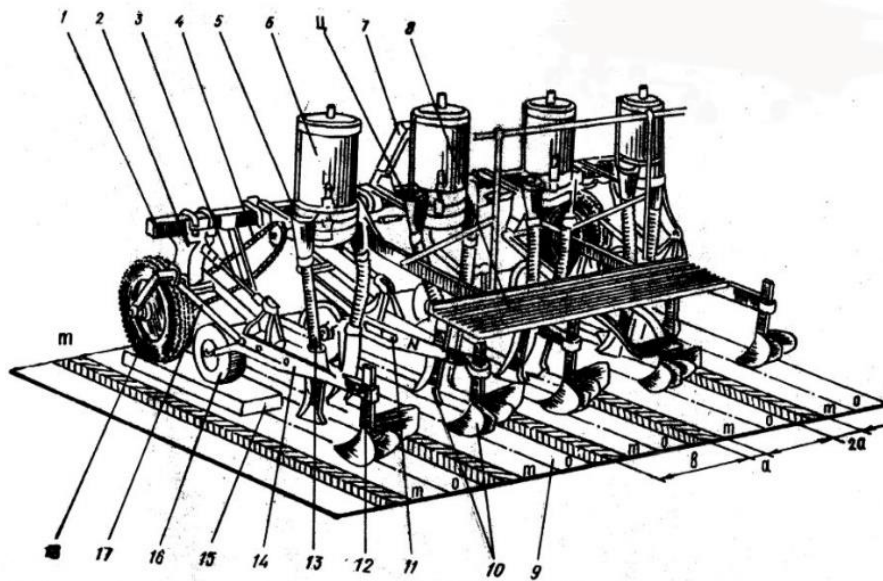


Рис. 1.8. Культиватор окучник КОН – 2.8 ПМ: 1 – брус-рама; 2 – кронштейн; 3 – верхня ланка; 4 – передача; 5 – регулятор; 6 – туковисіваючий апарат; 7 – замок автозчеплення; 8 – підніжна дошка; 9 – розміточна плита; 10 – робочі органи; 11 і 12 – тримачі; 13 – тукопровід; 14 – грядиль; 15 – брусок; 16 і 18 – колеса; 17 – нижня ланка.

Секція просапних культиваторів (рис. 1.9) включає: чотириланковий паралелограмний механізм, що складається з переднього 1 і заднього 5 кронштейнів, рамки 3, стяжної ланки 4 з лівим і правим різьбленням; копіюючого опорного колеса 10, грядильних планок 6, поперечного тримача робочих органів 7 із запобіжними болтами та заднього тримача 9. У тримачах закріплюються робочі органи 8, що складаються зі стійки та лапи.

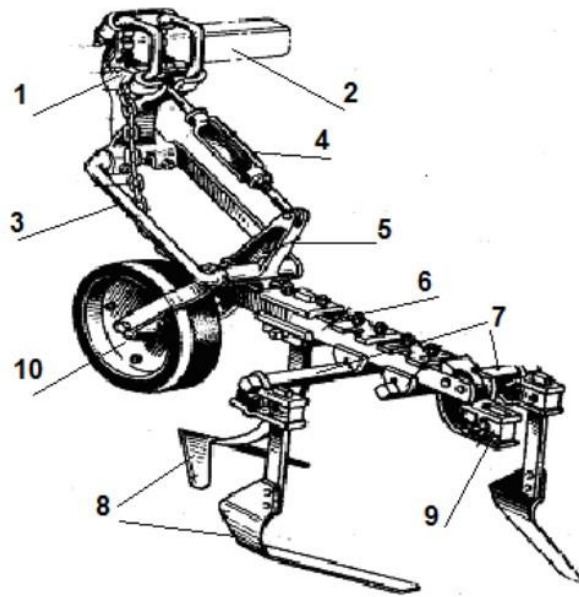


Рис. 1.9. Секція робочих органів культиватора-окучника КОН-2,8 ПМ.

Шарнірний чотиризвінник і колесо, що копіює, дозволяють робочим органам при нерівному рельєфі поля зберігати сталість глибини ходу робочих органів. Наявність стяжної гайки з правим і лівим різьбленням дозволяє змінити кут входження лап у ґрунт. На кожній секції можна кріпити від одного до чотирьох робочих органів.

Загальним недоліком зубових просапних борінок і пристосувань є: забивання секцій робочих органів рослинними і пожнивними залишками, застосовуються тільки в першій і в другій міжрядній обробках, збільшується ступінь пошкодження культурних рослин, обмежена висота оброблюваних культур.

Культиватор-рослинопідживлювач просапний КПр-5,6 призначений для міжрядного обробітку із шириною міжрядь 70 см, руйнування ґрунтової кірки, глибокого розпушення ґрунту в міжряддях, підгортання та одночасного внесення гранульованих мінеральних добрив (рис. 1.10).



Рис. 1.10. Культиватор-рослинопідживлювач просапний КТР-5,6.

Культиватори серії «Альтаір» (рис. 1.11) модифікації «Альтаір-4,2», «Альтаір-5,6-02», «Альтаір-5,6-04», «Альтаір-5,6-06» належать до типорозмірного ряду культиваторів, які різняться між собою шириною захвата та базовою комплектацією робочих органів. Культиватори призначені для міжрядного обробітку ґрунту із різною шириною міжрядь та одночасного внесення гранульованих мінеральних добрив. Агрегатуються із тракторами потужністю від 65 до 80 к.с.



Рис. 1.11. Культиватор серії «Альтаір-5,6-06».

У конструкції використано: паралелограмну підвіску секцій робочих органів, що забезпечує копіювання рельєфу ґрунту; шини атмосферного

тиску опорно-привідних коліс та вкриті гумою котки культиватора, які сприяють їхньому самоочищенню від налиплого ґрунту. Передбачений варіант використання культиватора для суцільної культивації з лапами-бритвами, а також для підгортання. Лапи культиватора виготовлені зі сталі 65 Г та мають різальні крайки, наплавлені сормайттом, а якісні сталеві тримачі стійок лап пристосовані до витримування різких навантажень.

У туковому бункері встановлено пластикові втулки, які запобігають просипанню мінеральних добрив. Для видалення залишків мінеральних добрив передбачено розвантажувальний люк. Норму висіву добрив встановлюють із допомогою механізмів передач із натяжними роликками, які приводяться у рух опорно-привідними колесами. На замовлення користувачів культиватор комплектують підгортачами, борозноутворювачами, захисними дисками.

Культиватор просапний КМ-5,6 (рис. 1.12) призначений для міжрядного обробітку високостеблових технічних культур: соняшнику, кукурудзи, сорго тощо. Його використовують за змінної ширини міжрядь, а також для розпушення верхнього шару ґрунту на задану глибину.



Рис. 1.12. Культиватор просапний КМ-5,6.

Особливість культиватора полягає в тому, що в його конструкції використано посилену перетином 150x140x10 мм раму та зміцнені секції, які витримують максимально допустимі навантаження на ущільнених ґрунтах.

Безступінчасте регулювання глибини обробітку досягається копіювальними колесами секцій культиватора. Підпружинені стрічасті лапи із регулюваннями висоти встановлення, нахилу і горизонту обробляють максимально допустиму ширину міжряддя. Передбачено можливість установалення односторонніх плоскорізальних лап.

Наявні у комплекті захисні щитки оберігають рослини від засипання під час роботи, що забезпечує належну якість роботи просапного культиватора на швидкості понад 10 км/год. Секції кріпляться до рами з допомогою паралелограмного механізму, а робочі органи виготовлені з високоміцної боровмісної сталі.

Аналіз вищерозглянутих конструкцій машин для міжрядного обробітку ґрунту, дозволяє зробити висновок, що в більшості сучасних конструкцій використовуються запобіжні механізми робочих органів, за допомогою яких можна зробити налаштування машин на певні умови роботи (по питомому тяговому опору). Індивідуальні пристрої забезпечення вібрації в таких машинах широкого поширення не отримали через великі металоємності і складності технологічного процесу. Ефект вібрації цих машин часто забезпечується пружними елементами запобіжних систем.

Тому оптимальна настройка даних машин неможлива, так як зводиться до вибору пріоритету між ефектом вібрації (для економії палива), підтриманням заданої глибини (для забезпечення якості) і запасом ходу запобіжника необхідного для виглиблення робочого органу (для надійності роботи). Провести компромісну настройку, досягши одночасного максимального забезпечення трьох цих факторів на практиці, не вдається.

Виходячи з проведеного огляду і аналізу ґрунтообробних машин можна зробити висновок, що в більшості конструкцій навісних і причіпних машин для поверхневої і передпосівної обробки ґрунту однакова глибина обробки робочими органами підтримується системою навішування з опорними колесами і додатково застосовуваними модулями котків, що дозволяє рамі рухатись паралельно опорній поверхні.

Механічний спосіб регулювання глибини обробітку за допомогою просвердлених в стійках опорних коліс отворів, або гвинтових механізмів або гідроциліндрів встановлених на опорних колесах дозволяє встановлювати раму паралельно оброблюваної поверхні. Однак, при значних значеннях нахилу (більше 80°) і нерівностях рельєфу оброблюваної ділянки це не гарантує рівномірності глибини ходу робочих органів під час роботи (не гарантує однакової відстані від дна борозни до поверхні на всій оброблюваній площі).

Серед усього їх різноманіття конструкцій, кріплення робочих органів до рами може бути жорстким, пружним, одношарнірним (грядільним), багатшарнірний (паралелограмним). При цьому жорстке кріплення часто застосовують для робочих органів на жорстких стійках іноді оснащуються запобіжником у вигляді зрізних болтів. Жорстке кріплення пружинних стійок дозволяє робочим органам обходити перешкоди, однак при цьому спостерігається непостійна глибина обробки, що для культивації є великим недоліком.

Одношарнірне кріплення робочих органів має певний недолік: під час копіювання рельєфу поверхні поля кут нахилу леза лапи (робочого органу) відносно горизонту змінюється. Для запобігання заглибленню лапи цей кут повинен залишатися позитивним лезо стрілочастих лап має бути розташоване горизонтально або з невеликим підняттям п'яток на 1-1,5 см відносно носка. З цією метою лапу спочатку встановлюють під незначним кутом до горизонту, враховуючи, що під час копіювання місцевості цей кут буде змінюватися. Проте така установка призводить до збільшення кута кришіння, що є небажаним, оскільки під час культивації не допускається надмірне висушування ґрунту.

Багатшарнірні, або паралелограмні кріплення секції забезпечує сталість кута установки лап незалежно від глибини обробітку [5]. За результатами проведеного огляду та аналізу, що найбільш часто

зустрічаються в конструкціях культиваторних секцій стійок і запобіжних механізмів, їх можна розділити на пружні стійки і жорсткі стійки (рис. 1.13).

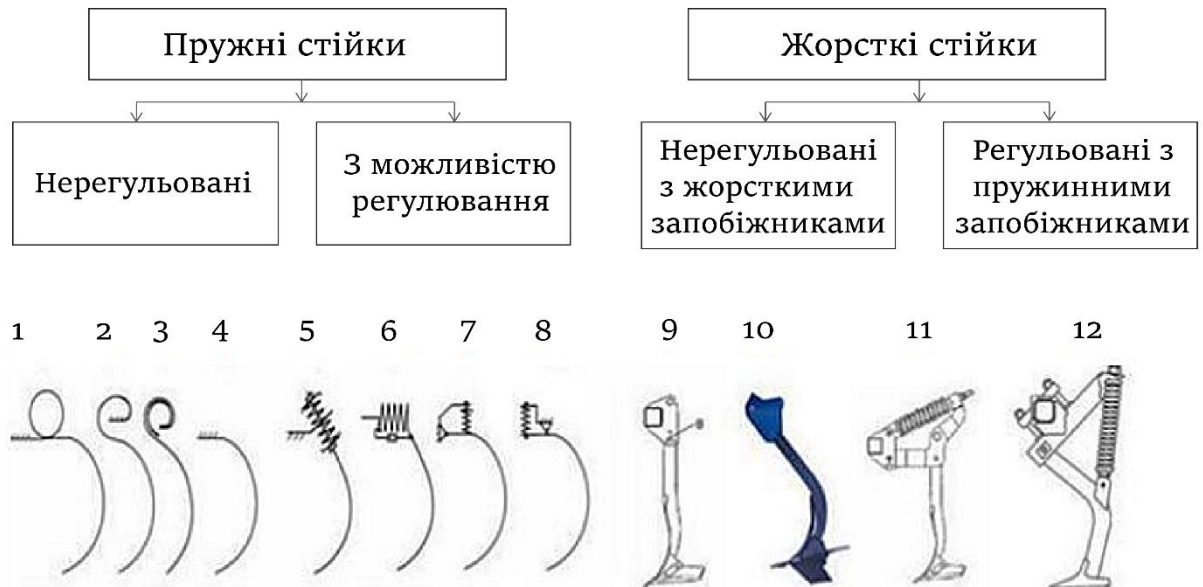


Рис. 1.13. Основні типи культиваторних стійок: 1 – Väderstad, КОБРИН 1,2,3 – S-подібні стійки Magnum, Vibro Flex; 4 – С-подібні стійки; 5 – УС-2; 6 – УС-3, УС-4, УС-5М; 7,8 – С-подібні стійки з пружними запобіжниками; 9 – КЛД-2.0, Regent (Австрія); 10 – Farnet (Чехія); 11 – Synkro S(Pottinger); 12 – ОП-8.

При цьому серед них зустрічаються нерегульовані і з можливістю регулювання. До першого типу можна віднести пружні стійки на зразок стійок Väderstad, КОБРИН 1, S-подібні стійки Magnum, Vibro Flex, стійки культиваторів КБМ, і стійки вітчизняних культиваторів С-подібної форми або жорсткі стійки культиваторів КЛД, Regent (Австрія), Farnet (Чехія). До типу стійок з можливістю регулювання можна віднести пружні стійки С-подібної форми секцій культиваторів зарубіжних фірм, таких як John Deere, Glencoe, Farnet, Case IH, Bourgault, Kverneland CLC/CLD і вітчизняних конструкцій КПЕ-3,8; КПС-4ПМ, КТ-10, КНК. До них також відносяться пружні стійки УС2, УС-3, УС-4, УС-5М розроблені для експлуатації на

сильнозасмічених камінням ґрунтах і жорсткі стійки з запобіжниками культиваторов АПН-6, Syncro-S фірми Pottinger (Австрія), ОП-8.

Таким чином, можна стверджувати, що для максимальної настройки робочих органів, регулювання коефіцієнта жорсткості (пружності) стійки повинна бути окрема від регулювання запобіжника.

Тобто натяжка запобіжника на зусилля спрацьовування (тяговий опір) не повинна бути на шкоду процесу коливань стійки в ґрунті (амплітуді і частоті при якій досягається максимальне енергозбереження) і на шкоду якості роботи (рівномірності ходу робочого органу по глибині).

Висновки до розділу I

У розділі розглянуто основні тенденції та агротехнічні вимоги до міжрядного обробітку ґрунту просапних культур. До головних вимог цього процесу належать своєчасне виконання робіт, точне дотримання заданої глибини розпушування, запобігання пошкодженню кореневої системи рослин і забезпечення належної якості розпушування ґрунту.

У розділі проведено обґрунтований аналіз способів міжрядного обробітку просапних культур, що дозволив встановити особливості, переваги та недоліки кожного з них. Визначено, що ефективність міжрядного обробітку значною мірою залежить від типу робочих органів, глибини та швидкості обробітку, а також від агротехнічних вимог до конкретної культури.

Проведено оцінку ефективності застосування просапних культиваторів при міжрядному обробітку ґрунту. Встановлено, що використання сучасних конструкцій культиваторів забезпечує якісне розпушування ґрунту, ефективне знищення бур'янів та збереження вологи в кореневмісному шарі.

Оптимальні режими роботи машин сприяють покращенню аерації ґрунту, активізації мікробіологічних процесів і створенню сприятливих умов для росту та розвитку культурних рослин.

РОЗДІЛ II ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

2.1. Конструкції робочих органів культиваторів для міжрядного обробітку

З метою вивчення питання якісного та продуктивного обробітку міжряддя кормового буряку, та визначення перспективного напрямку вдосконалення конструкцій робочих органів слід провести аналіз роботи та застосування робочих органів культиваторів для міжрядного обробітку [14].

На культиваторах установлюють такі робочі органи (рис. 2.1):

- прополювальні лапи (рис. 2.1. а – в)
- розпушувальні (рис. 2.1. г – є).

Однобічні плоскорізальні лапи (рис. 2.1. а) призначені для підрізування бур'янів, проріджування культурних рослин, розпушування ґрунту на глибину до 6 см у міжряддях. Лапи є правими і лівими. Завдяки вертикальній частині лапи, яка запобігає присипанню рядка ґрунтом, можна здійснювати обробіток з малими захисними зонами. Лезо заточують зверху під кутом 8-10°. Завтовшки лезо має бути не більш як 0,5 мм. Лапи, що їх поставляють з культиваторами, мають ширину захвату 85, 120, 150, 165 і 250 мм.

Стрілчасті плоскорізальні лапи (рис. 2.1. б) призначені також для підрізування бур'янів, коли потрібні невелика глибина обробітку (до 6 см) і незначне зміщення ґрунту. Лапи виготовляють з кутом розхилу 60 або 70°, і шириною захвату 145, 150, 260 мм. Лезо лап заточують зверху і знизу під кутом 8-12°. Товщина кромки леза не має бути більше як 0,3 мм.

Стрілчасті універсальні лапи (рис. 2.1. в) одночасно з підрізуванням бур'янів розпушують ґрунт. Кут розкришування у цих лап $\beta = 28...30^\circ$, тобто більше, ніж у стрілчастих плоскорізальних лап, цим і пояснюється їх розпушувальна здатність.

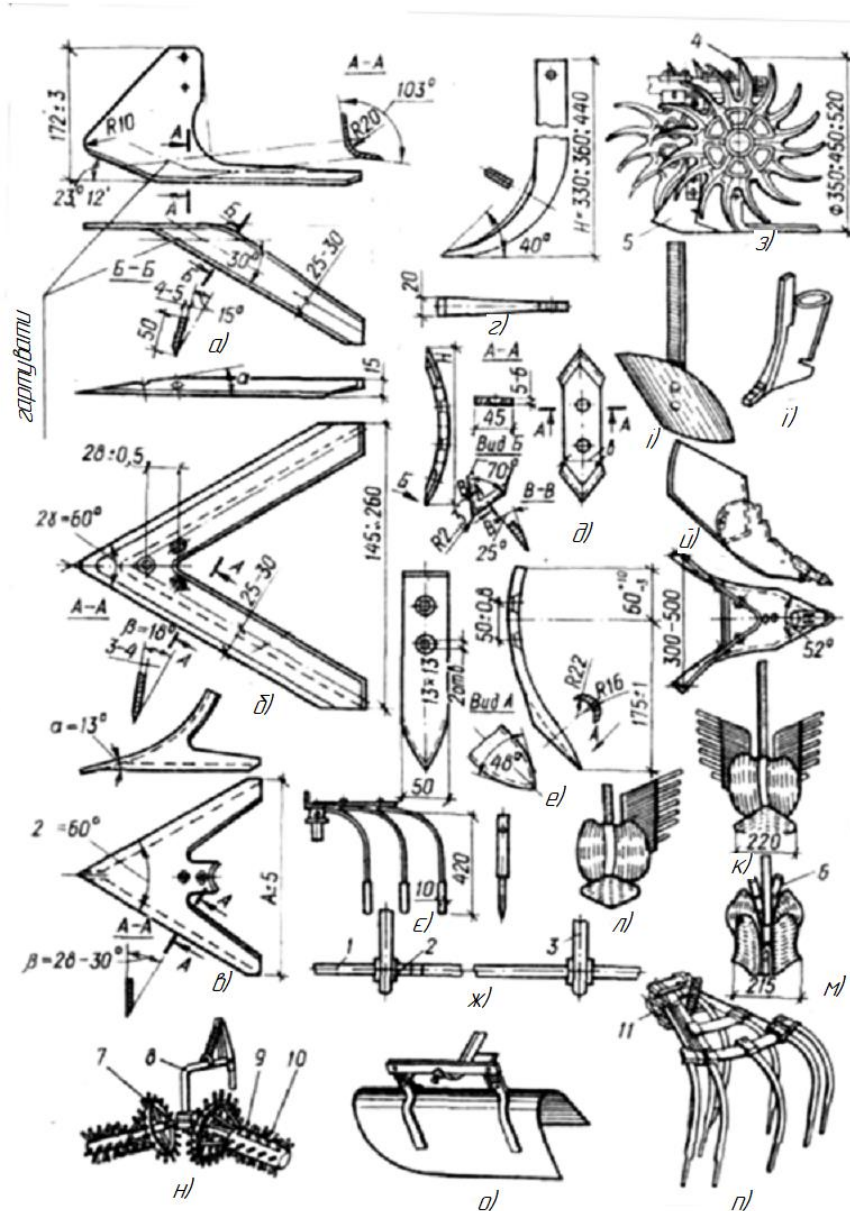


Рис. 2.1. Робочі органи культиваторів: а – однобічна плоскорізальна прополювальна лапа (бритва); б – стрілчаста плоскорізальна прополювальна лапа без хвостовика; в – стрілчаста лапа з хвостовиком; г – розпушувальний зуб (долотоподібна лапа); д – оборотна розпушувальна лапа; е – списоподібна розпушувальна лапа; ж – штанговий робочий орган; з – розпушувальні голчасті диски; і – лапа-поличка; ї – підживлювальний ніж; й – підгортальний корпус з угнутою циліндричною поверхнею; к – підгортальний корпус з універсальною лапою і пальчастими полицями; л – те саме, з однією полицею; м – аричник борозноарізувач; н – ротаційна борінка; о – щиток-домик; п - прополювальна борінка; 1 – штанга; 2 – підшипник; 3 – гряділь; 4 – голчастий диск; 5 – прополювальна плоскорізальна лапа; 6 – воронка для тукопроводу; 7 – вісь; 8 – держак; 9 – зуби; 10 – барабан; 11 – пружини.

Лапи з хвостовиком і кутом $\beta=28^\circ$ застосовують для суцільної культивування і міжрядного обробітку високостеблових культур на глибину до 10 см. Лапи без хвостовика (з меншою борозноутворювальною здатністю) використовують для передпосівного обробітку ґрунту під цукрові буряки. Лапи з кутом розкрашування $\beta=30^\circ$ застосовують у культиваторах-розпушувачах для роботи на глибині до 14 см. Виготовляють лапи з кутом розхилу 65° (ширина захвату 220, 270, 330 мм) і 60° (ширина захвату 250, 330 і 330 мм), заточують лапи знизу під кутом $13-17^\circ$. Прополювальні лапи рекомендується наплавляти з тильного боку леза твердим сплавом завтовшки 0,3-0,5 мм. Через швидке спрацювання основного матеріалу лезо самозагострюється і лапа тривалий час добре підрізає бур'яни без заточування.

Розпушувальні зуби (рис. 2.1.г) використовують для розпушування міжрядь зв'язних і щільних ґрунтів на глибину до 15 см без винесення вологого шару на поверхню. Виготовляють їх у вигляді загнутого загостреного зуба (долота) шириною захвату 20 мм.

Оборотні лапи (рис. 2.1. д) на жорстких стояках застосовують у культиваторах-розпушувачах для обробітку ґрунту на глибину до 22-25 см. Ці самі лапи на пружинних стояках використовують у парових культиваторах, а також для розпушування ґрунту в міжряддях на глибину 10-12 см з вибісуванням кореневищних бур'янів. Лапи на пружинних стояках добре розпушують ґрунт, але не забезпечують однакової глибини обробітку. Оборотна лапа має два заточених зверху кінці. Якщо затупиться один кінець, лапу повертають. Після заточування товщина леза має бути не більше 1 мм. Ширина захвату лапи 45–60 мм.

Списоподібні лапи (рис. 2.1. е) використовують у парових культиваторах для знищення кореневищ багаторічних бур'янів. Один кінець лапи загострений у вигляді наконечника списа. Лезо лапи заточують зверху. Завтовшки лезо має бути не більше 1 мм.

Пружинні зуби (рис. 2.1. є) застосовують у просапних культиваторах для розпушування ґрунту в захисних зонах і міжряддях. Рамку із зубами прикріплюють шарнірно до кронштейна тримача. Таке кріплення дає змогу зубам копіювати рельєф ґрунту незалежно від секції культиватора.

Штанговий робочий орган (рис. 2.1. ж) призначений для суцільного обробітку ґрунту, знищення бур'янів, розпушування ґрунту на парах, а також передпосівної культивації в районах недостатнього зволоження і там, де ґрунти піддаються вітровій ерозії. Робочим органом є сталевий стрижень (штанга) квадратного перерізу (сторона квадрата 22-25 мм). Переміщуючись у ґрунті на глибині до 10 см і обертаючись у напрямку, зворотному напрямку обертання ходових коліс культиватора, штанга вириває бур'яни і виносить їх на поверхню. Завдяки обертанню штанги не забивається і залишає вирівняним дно борозни і поверхню поля. Частота обертання штанги становить у середньому один оберт на 1,1 м шляху. Довжина штанги 2,8-3,75 м.

Голчасті диски (рис. 2.1. з) застосовують у культиваторах і обертових мотиках для знищення ґрунтової кірки і бур'янів, які слабо вкоренилися, в рядках і захисних зонах. Під час роботи голки дисків рухаються захисними зонами рядків, заглиблюючись у ґрунту на відстань до 9 см і зсуваючи його поверхневий шар приблизно на 1-2 см. При цьому відбувається розпушування кірки, що призводить до розривання коренів і в'янення бур'янів. Диски виготовляють трьох діаметрів – 350, 450 і 520 мм, завширшки 2-15 мм їх встановлюють загнутими зубами за ходом знаряддя (або проти ходу) на відстані 68 мм один від одного (диски діаметром 450 і 520 мм) або на відстані 56 мм (диски діаметром 350 мм).

Лапи-полички (рис. 2.1. і) використовують для боротьби з бур'янами способом присипання ґрунтом. Лапа-поличка, рухаючись у ґрунті, знімає його тонкий шар у міжрядді і зсуває у рядок, засипаючи дрібні бур'яни.

Підживлювальний ніж (рис. 2.1. ї) становить собою розпушувальну долотоподібну лапу з лійкою для туків, через яку вони надходять на дно

борозни на глибину до 16 см. Ножі мають змінні наконечники. Для загортання борозни, утвореної ножем, установлюють розпушувальні або прополювальні лапи.

Підгортальні корпуси (рис. 2.1. й) призначені для підгортання рослин, знищення бур'янів на дні борозни і засипання її ґрунтом. Підгортальний корпус складається з нерознімного корпусу із стояком, змінного носка і крил. Носок має двобічне заточування. На крилі передбачено паз, який дає змогу залежно від росту рослин регулювати висоту вала землі, утворюваного підгортальником. Підгортальний корпус, показаний на рисунку 2.1.к і л, має в нижній частині носок у вигляді стрілчастої лапи. Між носком і полицею є щілина-просвіт, через яку ґрунт просипається на дно борозни, де утворюється розпушений шар на глибину до 10 см. Щоб мати невеликі гребені, застосовують однобічні корпуси. Підгортальні корпуси встановлюють на глибину до 16 см. Висота гребенів досягає 25 см.

Аричник-борознонарізувач (рис. 2.1. м) призначений для нарізування поливних борозен з одночасним внесенням добрив на глибину до 20 см.

Ротаційну борінку (рис. 2.1. н) застосовують для вирівнювання вершин гребенів, досходового розпушування ґрунту і знищення бур'янів на посівах коренеплодів і посадках картоплі, вирощуваних на грядках. Робочими органами є два барабани 10 з конічною і циліндричною поверхнями, на яких закріплено зуби 9 заввишки 55 мм. Барабани обертаються на осях 7, закріплених у тримачі 8.

Щиток-домик (рис. 2.1. о) призначений для захисту рослин від присипання ґрунтом за першої культивації.

Прополювальні борінки (рис. 2.1. п) застосовують для розпушування ґрунту і знищення бур'янів у захисних зонах і міжряддях при культивації високостеблових просапних культур. Під час обробітку міжрядь на рамі кріплять дев'ять зубів, а під час обробітку захисних зон - шість. Заглиблення в ґрунту регулюють пружиною 11.

Розглядаючи конструктивні особливості робочих органів культиваторів слід звернути увагу на культиватор-розпушувач КР-4,5, який призначений для основного та передпосівного суцільного розпушення ґрунту на глибину до 16 см та обробітку чорних парів. Робоча швидкість до 2,4 м/с. Агрегатується з тракторами тягового класу 3 [16].

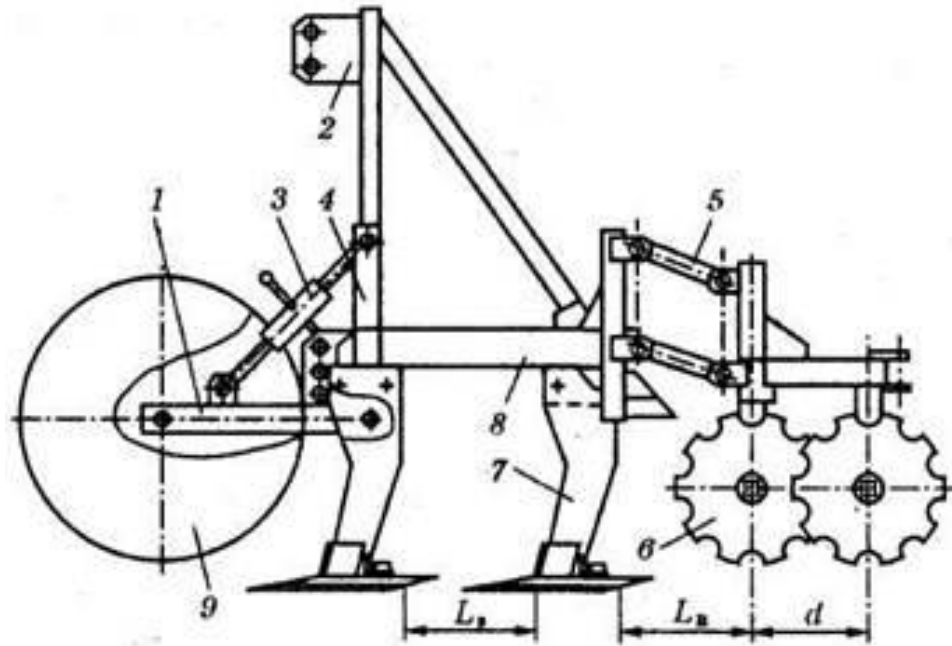


Рис. 2.2. Культиватор-розпушувач КР-4,5: 1 – повінець колеса; 2 – начіпний пристрій; 3 – регулювальний механізм; 4 – стояк; 5 – повінець дискового розпушувача; 6 – батарея дисків; 7 – плоскорізна лапа; 8 – рама; 9 – опорне колесо.

Технологічний процес роботи культиватора-розпушувача має істотні особливості. Під час роботи на глибину 5...8 см стабілізаторами глибини обробітку є стрічасті лапи. Культиватор працює на забур'янених полях, а також по попередньо обробленому агрофону (оранці чи розпушенню), в умовах підвищеної вологості та на пересушених ґрунтах. У разі роботи на попередньо розпушених фонах, у процесі виконання заключних операцій перед сівбою до дискового подрібнювача приєднують зубові борони.

Роботу культиватора-розпушувача КР-4,5 приймаємо до уваги за основу при проектуванні пристрою для міжрядного обробітку [13].

2.2. Розрахунок гвинтового механізму регулювання глибини ходу робочих органів розпушувача

Механізм регулювання глибини ходу робочих органів розпушувача складається з основних елементів: труби, до якої приварені дві втулки з різьбами протилежного напрямку (ліва та права), а також двох гвинтів.

Кріплення механізму до рами розпушувача здійснюється за допомогою з'єднувальних пальців. Для виконання розрахунку з'єднання складається розрахункова схема (рис. 2.3).

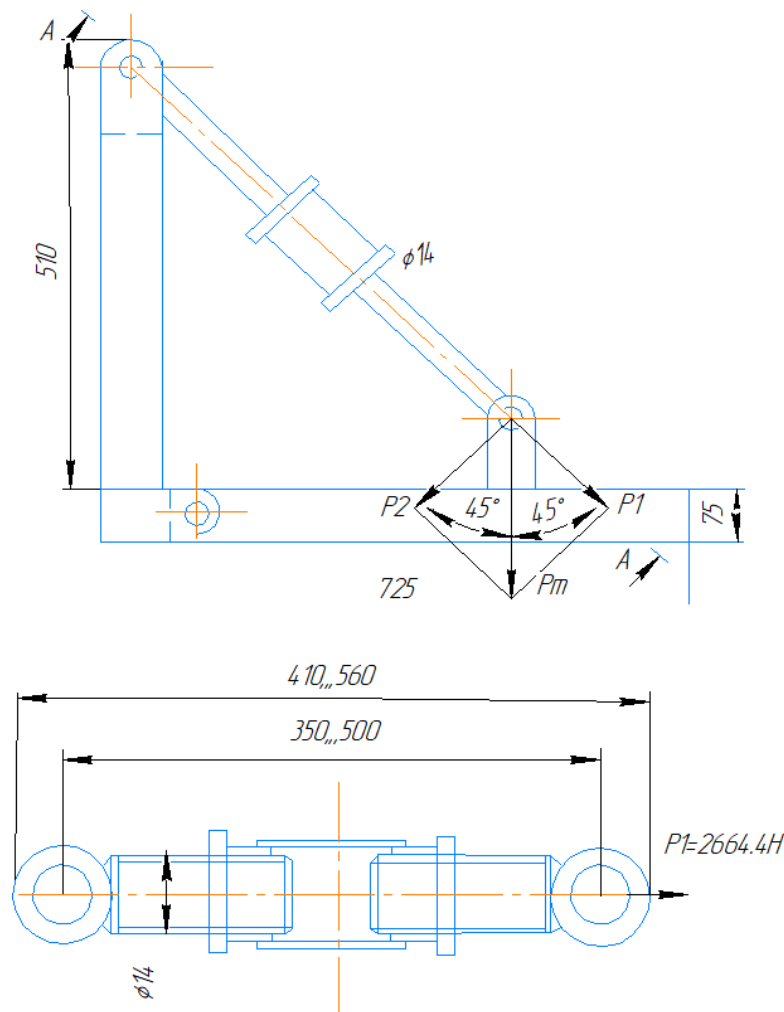


Рис. 2.3. Розрахункова модель гвинтового з'єднання механізму, що забезпечує регулювання глибини занурення робочих органів розпушувача.

На гвинтове з'єднання механізму, що забезпечує регулювання глибини ходу робочих органів, діє сила P_M , величина якої відповідає масі розпушувача. Цю силу P_M розкладаємо на дві складові P_1 і P_2 .

Слід зазначити, що під час руху агрегату по нерівній поверхні сила P_1 спричиняє роботу гвинтового з'єднання на розрив. Складові сили P_1 та P_2 визначаються за такими формулами:

$$P_1 = P_M \cdot \cos \alpha ; \quad P_2 = P_M \cdot \sin \alpha ,$$

де P_M це розтягувальна сила, що утворюється під дією маси розпушувача. Її величину можна визначити конструктивним шляхом, підсумувавши масу всіх складових частин розпушувача. Конструктивна маса становить 350 кг, а кут $\alpha = 45^\circ$. У такому разі:

$$P_1 = 3500 \cdot \cos 45^\circ = 2661,4 \text{ Н};$$

$$P_2 = 3500 \cdot \sin 45^\circ = 2273 \text{ Н}.$$

Визначаємо діаметр гвинта з умови міцності на розтяг:

$$\sigma_p = \frac{4P}{\pi \cdot d^2} \leq [\sigma_p] ,$$

де $[\sigma_p]$ – допустиме напруження на розтяг для матеріалу гвинта, яке визначаємо за формулою:

$$[\sigma_p] = \sigma_T / k ,$$

де σ_T – межа текучості для матеріалу Ст.3, що становить $\sigma_T = 200$ МПа [3];

k – коефіцієнт запасу міцності з'єднання, який визначається залежно від точності виготовлення та умов навантаження. Згідно з рекомендаціями [13], його значення знаходиться в межах $k = 5 \dots 7,5$. У даному випадку приймаємо $k = 6,5$.

$$[\sigma_p] = 200 / 6,5 = 30,7 \text{ Мпа}.$$

Діаметр гвинта визначаємо за формулою:

$$d > \sqrt{\frac{4P_M}{\pi \cdot [\sigma_p]}} .$$

Підставивши дані, одержимо:

$$d > \sqrt{\frac{4 \cdot 3500}{3,14 \cdot 30,7}} = 12,05 \text{ мм.}$$

Приймаємо діаметр гвинта $d = 14$ мм. [13]. Виконуємо перевірку умови міцності гвинтового з'єднання на розтяг відповідно до наведеної формули.

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot 3500}{3,14 \cdot 14^2} = 22,7 \text{ МПа} < 90,7 \text{ МПа.}$$

Міцність гвинтового з'єднання, що використовується для регулювання глибини робочих органів, забезпечується відповідними умовами.

2.3 Розробка операційно-технологічної карти

Операційно-технологічна карта при міжрядному обробітку просапних культур описується як послідовність взаємопов'язаних технологічних процесів, що забезпечують ефективне розпушення ґрунту між рядами, знищення бур'янів та збереження вологи. Вона включає дані про строки проведення обробітку, використання сільськогосподарської техніки, норми витрати пального, режим роботи агрегатів, а також вимоги до якості виконання операцій.

Операційно-технологічна карта забезпечує:

- підвищення ефективності обробітку ґрунту міжрядь;
- зниження енергетичних витрат за рахунок раціонального вибору машин і режимів роботи;
- покращення умов росту культур за рахунок знищення бур'янів та покращення аерації ґрунту;
- можливість адаптації до різних типів просапних культур та ґрунтово-кліматичних умов.

Міжрядний обробіток починається після появи сходів культури і проводиться декілька разів упродовж вегетаційного періоду.

При цьому застосовуються культиватори з міжрядними робочими органами, іноді з додатковим обладнанням для внесення добрив. Глибина

обробітку поступово зменшується в міру розвитку рослин, щоб не пошкодити кореневу систему.

Операційно-технологічна карта враховує характеристики ґрунту, особливості культури (наприклад, кукурудза, соняшник або буряк), погодні умови, а також забезпечує оптимальне поєднання механізмів та трудових ресурсів для зниження витрат та підвищення продуктивності.

Щоб правильно організувати виробництво сільськогосподарської продукції слід детально за операціями продумати технологію. При розробці технології необхідно ретельно вивчити умови виробництва, існуючі способи механізації робіт.

Найменування операції – заносимо операції технології, що виконуються в певній нами послідовності. При цьому перелік виконуваних операцій розроблений з урахуванням передового досвіду, зональної технологічної карти і умов господарства.

Обсяг робіт в фізичних одиницях – заносимо обсяг робіт, який виконується при проведенні тієї чи іншої операції в га, т, т·км і т.д.

При розробці технології обробітку кормових буряків виконано підбір засобів механізації для усунення недоліків існуючої технології. При цьому пропонуються такі зміни в існуючу технологію [16]:

- підібрати нові сорти кормових буряків з високою врожайністю;
- підібрати кращого попередника, що дає можливість здійснювати якісну осінню обробку і заправку ґрунту добривами;
- запропонувати спосіб більш якісної підготовки ґрунту з використанням розробленого ґрунтообробного знаряддя;
- розробити і запровадити в використання конструкція зубного розпушувача.
- розробити і обґрунтувати система добрив;
- підібрати раціональний склад машинно-тракторних агрегатів для кожної операції.

Повний перелік операцій і використовуваних сільськогосподарських машин для їх виконання наведено в технологічній карті.

Календарні строки виконання робіт прийняли, виходячи з існуючого досвіду передових підприємств України та зональної технологічної карти.

Змінну норму виробітку визначали виходячи з продуктивності агрегатів за годину змінного часу [12] і довідника по нормуванню ручних робіт в рослинництві.

Кількість нормозмін в обсязі робіт:

$$n_{зм} = \frac{\Omega}{W_{зм}}$$

де $n_{зм}$ – кількість нормо-змін в загальному обсязі робіт на даній операції;

Ω – обсяг робіт у фізичному вираженні, га, т, т·км;

$W_{зм}$ – змінна норма виробітку в фізичному вираженні, га, т, км.

Обсяг робіт в умовних еталонних гектарах:

$$\Omega_{у.е.} = n_{зм} \cdot \kappa_q \cdot T_{зм}$$

де $\Omega_{у.е.}$ – обсяг робіт на даній операції в у. е. га;

κ_q – годинна еталонна вироблення трактора, у. е. га;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год.

Кількість осіб необхідних на виконання змінної норми визначили виходячи з кількості людей, одночасно обслуговують агрегат, якщо робота механізована.

Витрати праці механізаторів, допоміжних робітників на весь обсяг робіт:

$$T = n_{год} \cdot T_{зм} \cdot n_{зм}$$

де T – затрати праці механізаторів і допоміжних робітників у всьому обсязі операції, люд-год;

$n_{зм}$ – число осіб, що одночасно виконують операцію.

Витрата палива і мастильних матеріалів витрачаються різними агрегатами при виконанні ними роботи в 1 у.е. га визначили з [17].

Загальний обсяг палива і мастильних матеріалів при виконанні кожної операції:

$$V_{ПММ} = \frac{Q_{ПММ} \cdot \Omega_{у.е.}}{100}$$

де $V_{ПММ}$ – обсяг палива і мастильних матеріалів у фізичному вираженні, необхідний для конкретної роботи, ц;

$\Omega_{у.е.}$ – витрата ПММ конкретним трактором при виконанні роботи в 1 у.е.га.

Проведемо розробку операційно-технологічної карти на вирощування цукрового буряка.

При міжрядному обробку буряка ставляться такі вимоги: [17].

Допустима швидкість руху агрегату – 4...6 км/год.

Повинна бути забезпечена сувора прямолінійність руху агрегату, рослини не повинні завалюватися землею.

Відхилення глибини розпушування ґрунту допустимі не більше ніж на 15% від заданої. Поверхня розпушування міжрядь повинна бути рівною, нижній шар не повинен вивертатися на поверхню ґрунту.

Бур'яни повинні бути повністю підрізані. Пошкодження і засипання культурних рослин землею не допускаються.

Ширина захисної зони в залежності від виду культур, розвитку рослин і стану ґрунту змінюється в межах 4...15 см. Відхилення від заданої ширини захисної зони допускається не більше ± 2 см [11, 23].

Розпушування міжрядь доцільно поєднувати з одночасною підгодівлею рослин добривами. Добрива при підгодівлі вносять рівномірно в усі рядки з відхиленням по масі не більше $\pm 8\%$ на глибину від 5 до 16 см і збоку від рядка на відстані 10...15 см, в залежності від розвитку рослин відхилення від заданої глибини допускається в межах ± 2 см.

Число обробок має бути таким, щоб забезпечити утримання ґрунту в рихлому і чистому від бур'янів стані.

При міжрядній обробці глибина розпушування не повинна відхилятися від заданої більш ніж на 1 см.

Огріхи і пропуски при культивації не допускаються.

Комплектування і підготовка агрегату до роботи. Перед початком роботи оглядають машину і перевіряють наявність та кріплення всіх вузлів. Змащують підшипники згідно карти мащення. Регулюють глибину обробітку. Перевіряють перекриття робочих органів. Трактор Т-70С із культиватором УСМК-5,4 може працювати на 2-й та 3-й передачах при $V_p = 6 \dots 9$ км/год [13]. Визначаємо питомий тяговий опір сільськогосподарської машини для 3-й передачі:

$$K_M = K_0 \cdot [1 + \Pi \cdot (V_p - V_0)] \text{ [кН / м]},$$

де K_0 – питомий тяговий опір машини при швидкості $V = 5$ км/год.

Для дискової борони $K_0 = 0.7 \dots 2.3$ кН/м. Приймаємо $K_0 = 2$ кН/м [9];

V_p – робоча швидкість, яка складає 8,2 км/год на 3-й передачі [15];

V_0 – початкова швидкість, яка складає $V_0 = 5$ км/год [10];

Π – приріст питомого опору агрегату при збільшенні робочої швидкості на 1 км/год, % - $\Pi = 4 \dots 6$ %. Приймаємо $\Pi = 5\%$ [9].

$$K_M = 2 \cdot [1 + 0,05 \cdot (8,2 - 5)] = 2,16 \text{ (кН / м)}$$

Визначаємо максимально можливу ширину захвату:

$$B_{\max} = \frac{P_{\text{тяг}}}{K_M + g_M \cdot \left(\lambda \cdot f_{mp} + \frac{i}{100} \right)} \text{ [м]}$$

де $P_{\text{тяг}}$ – тягова сила на гаку, кН;

g_M – вага агрегату, що припадає на 1 м ширини захвату, кН/м;

i – похил місцевості, $i = 3\%$.

λ – коеф. довантаження трактора – (1.1-1.5). Приймаємо $\lambda = 1.3$

$$g_M = \frac{G_M}{B_K} \text{ [кН / м]}$$

де B_k – конструктивна ширина захвату, $B_k=5,4$ [14];

G_m – вага машини, 44,3 кН [15];

$$g_m = \frac{44,3}{5,4} = 8,2 \text{ (кН / м)}$$

Сила тяги на гаку:

$$P_{тяг} = P_{руш} - P_f - P_a \text{ [кН]},$$

де $P_{руш}$ – рушійна сила, кН;

P_f – сила опору перекочування трактору, кН;

P_a – сила опору підйому, кН.

Рушійну силу $P_{руш}$ знаходять порівнянням числових значень номінальної дотичної сили P_d і номінальної сили зчеплення P_z (на передачах з урахуванням умов ґрунту). Рушійна сила $P_{руш}$ дорівнює меншій з них:

$$P_d \geq P_{руш} \leq P_z$$

Дотична сила:

$$P_{дот} = \frac{10 \cdot N_e \cdot i_{mp} \cdot \eta_m}{n_H \cdot r_k} \text{ [кН]},$$

де N_e – номінальна потужність двигуна трактора, яка складає

$$N_e = 51,5 \text{ кВт}$$

n_H – номінальна частота обертання колінчастого вала, яка складає $n_H=2100$ об/хв. [15];

r_k – радіус перекочування, м;

$i_{доп}$ – передаточне число трансмісії, $i_{mp} = 56,4$ [15];

η_m – механічний коефіцієнт трансмісії, $\eta_m = 0,91 \dots 0,92$ [10].

$$r_k = r_o + h \cdot \lambda \text{ [м]},$$

де $r_{зірочки} = 0,326 \text{ м}$ [15];

Отже,

$$P_{дот} = \frac{10 \cdot 51,5 \cdot 0,92 \cdot 56,4}{2100 \cdot 0,326} = 39 \text{ (кН)}$$

Сила зчеплення:

$$P_z = \mu \cdot G_z \text{ [кН]},$$

де μ – коефіцієнт зчеплення ведучого механізму з ґрунтом, $\mu = 0,7 \dots 0,8$;

G_3 – вага трактора, $G_3 = 44,3$ кН.

$$P_3 = 0,7 \cdot 44,3 = 31 \text{ (кН)}$$

Отже,

$$P_{\text{доп}} = 39 \text{ (кН)} \geq P_3 = 31 \text{ (кН)}$$

$$P_{\text{руш}} = P_{\text{зчеплення}} = 31 \text{ (кН)}$$

Сила опору перекочування трактора

$$P_f = f_{mp} \cdot G_{mp} \text{ [кН]},$$

де f_{mp} – коефіцієнт опору перекочування трактора. Для стерні цей коефіцієнт дорівнює $f_{mp} = 0,06 \dots 0,08$;

G_{mp} – вага трактора, $G_{mp} = 44,3$ кН.

$$P_f = 0,06 \cdot 44,3 = 2,658 \text{ (кН)}$$

Сила опору руху на підйом:

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

де G – вага трактора, $G = 44,3$ кН [15];

i – величина схилу, $i = 3\%$.

$$P_\alpha = 44,3 \cdot \frac{3}{100} = 1,33 \text{ (кН)}$$

Робоча швидкість руху:

$$V_p = 0,377 \cdot \frac{n_n \cdot r_k}{i_{mp}} \left(1 - \frac{\delta}{100} \right) \text{ [км / год]},$$

де δ – коефіцієнт буксування, приймаємо $\delta = 6\%$ [15]

$$V_p = 0,377 \cdot \frac{2100 \cdot 0,326}{56,4} \left(1 - \frac{6}{100} \right) = 8,6 \text{ (км / год)}$$

Отже,

$$B_{\text{max}} = \frac{27}{2,16 + 8,2 \cdot \left(1,3 \cdot 0,06 + \frac{3}{100} \right)} = 9 \text{ (м)}$$

Визначаєм кількість машин:

$$n = \frac{B_{\max}}{B_{\kappa}} = \frac{9}{5,4} = 1,66.$$

Визначаємо тяговий опір одномашинного причіпного агрегату:

$$R_a = B_{\kappa} \cdot K_M + G_M \left(\lambda \cdot f_{mp} + \frac{i}{100} \right) [\kappa H]$$

$$R_a = 5,4 \cdot 2,16 + 44,3 \left(1,3 \cdot 0,06 \cdot \frac{3}{100} \right) = 16,5 (\kappa H)$$

Визначаємо тягову потужність агрегату:

$$N_T = \frac{R_a \cdot V_p}{3,6} [\kappa Bm]$$

$$N_T = \frac{16,5 \cdot 8,6}{3,6} = 40 (\kappa Bm)$$

Визначаємо тяговий коефіцієнт корисної дії:

$$\eta_{\text{тяг}}^{KKД} = \frac{N_T}{N_e}$$

$$\eta_{\text{тяг}}^{KKД} = \frac{40}{51,5} = 0,765$$

Підготовка поля до роботи. Очистити поле від перешкод, які можуть погіршити якість виконання робіт, знизити продуктивність агрегату, та створювати аварійні ситуації. Визначити послідовність обробітку поворотних смуг, та основного масиву поля [8].

Якість виконання технологічних операцій суттєво залежить від способу руху. Тому для дискування приймаємо човниковий спосіб руху (рис. 2.3).

Визначаємо радіус повороту:

$$\rho = 0,9 \cdot B_p [\text{м}],$$

де B_p – робоча ширина захвату машини, $B_p = 5,4$ м [14].

$$\rho = 0,9 \cdot 5,4 = 4,86 \text{ м}$$

Кінематичну довжину агрегату визначаємо із залежності:

$$L_{\kappa} = l_T + l_M [\text{м}],$$

де l_T , – кінематична довжина трактора, $l_T = 1,85$ м;

l_M – кінематична довжина машини, $l_M = 1,45$ м.

Отже, кінематична довжина агрегату буде рівна:

$$L_k = 1,85 + 1,45 = 3,3 \text{ м}$$

Довжина виїзду агрегату:

$$e = (0,1 \dots 0,2) L_k = 0,15 \cdot L_k \text{ [м]},$$

$$e = 0,15 \cdot 3,3 = 0,5 \text{ м}$$

Визначимо розрахункову та фактичну ширину поворотної смуги.

У нашому випадку приймаємо петльовий поворот (рис. 2.5) [10].

Отже, робоча ширина поворотної смуги:

$$E_p = 3 \cdot \rho + e \text{ [м]}$$

$$E_p = 3 \cdot 4,86 + 0,5 = 15,1 \text{ м}$$

Фактичне значення ширини поворотної смуги визначається із умови:

$$E_\phi = n \cdot B_p > E_p \text{ [м]},$$

де n – коефіцієнт кратності ($n = 1, 2, 3, \dots$)

$$E_\phi = 4 \cdot 5,4 = 21,6 \text{ м} > 15,1 \text{ м.}$$

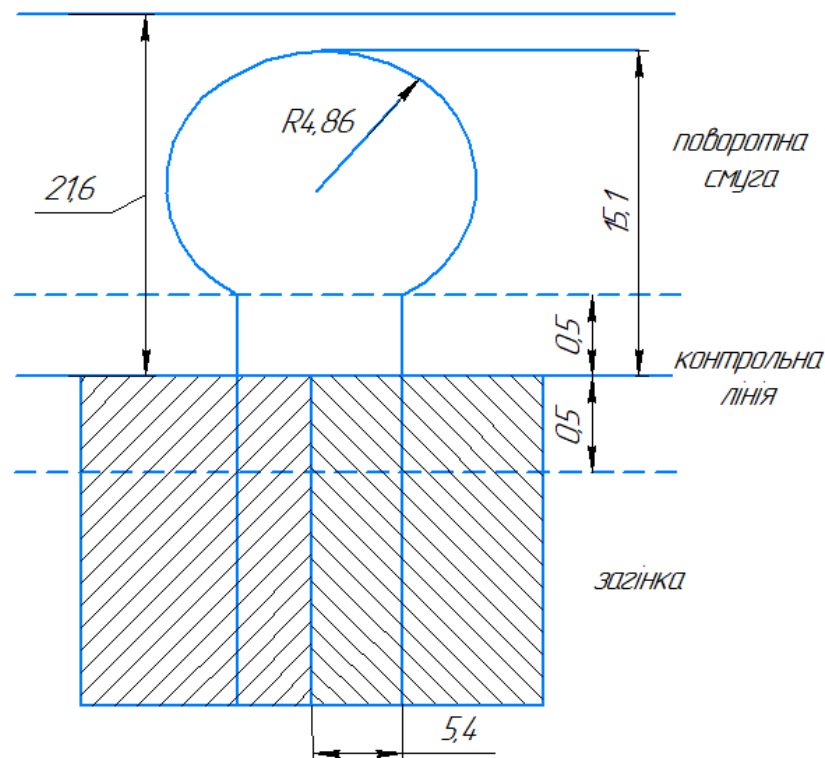


Рис. 2.3. Схема повороту агрегату

Визначаємо довжину робочого ходу агрегату:

$$L_p = L_d - 2E_\phi \text{ [м]},$$

де L_d – довжина гону, $L_d=1000$ м.

$$L_p=1000-2 \cdot 21,6=956,8(\text{м})$$

Визначаємо оптимальну ширину загінки:

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{16 \cdot \rho^2 + 2L_p \cdot B_p} \text{ [м]}$$

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{16 \cdot 4,86^2 + 2 \cdot 956,8 \cdot 5,4} = 103,5 \text{ м}$$

Фактичне значення ширини загінки уточнюємо за формулою:

$$C_{\phi} = n \cdot 2 \cdot B_p > C_{\text{опт}} \text{ [м]},$$

де n – коефіцієнт кратності ($n = 1, 2, 3 \dots$)

$$C_{\phi} = 10 \cdot 2 \cdot 5,4 = 108 \text{ м} > 103 \text{ м}$$

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів:

$$\varphi = \frac{S_p}{S_p + S_x},$$

де S_p – сумарна довжина робочих ходів,м;

S_x – сумарна довжина холостих ходів,м.

Сумарна довжина робочих ходів:

$$S_p = \frac{L_d \cdot C_{\phi}}{B_p}$$

$$S_p = \frac{1000 \cdot 103}{5,4} = 19074 \text{ м}$$

Сумарна довжина холостих ходів:

$$S_x = \frac{L_x \cdot (C_{\phi} + 2E_{\phi})}{B_p}$$

де L_x – довжина холостого ходу за один прохід агрегату:

$$L_x = 6\rho + 2e$$

$$L_x = 6 \cdot 4,86 + 2 \cdot 0,5 = 30,16 \text{ м}$$

Тоді,

$$S_x = \frac{30,16 \cdot (103 + 2 \cdot 21,6)}{5,4} = 816,55 \text{ м}$$

Коефіцієнт робочих ходів буде рівний:

$$\varphi = \frac{19074}{19074 + 816,55} = 0,95$$

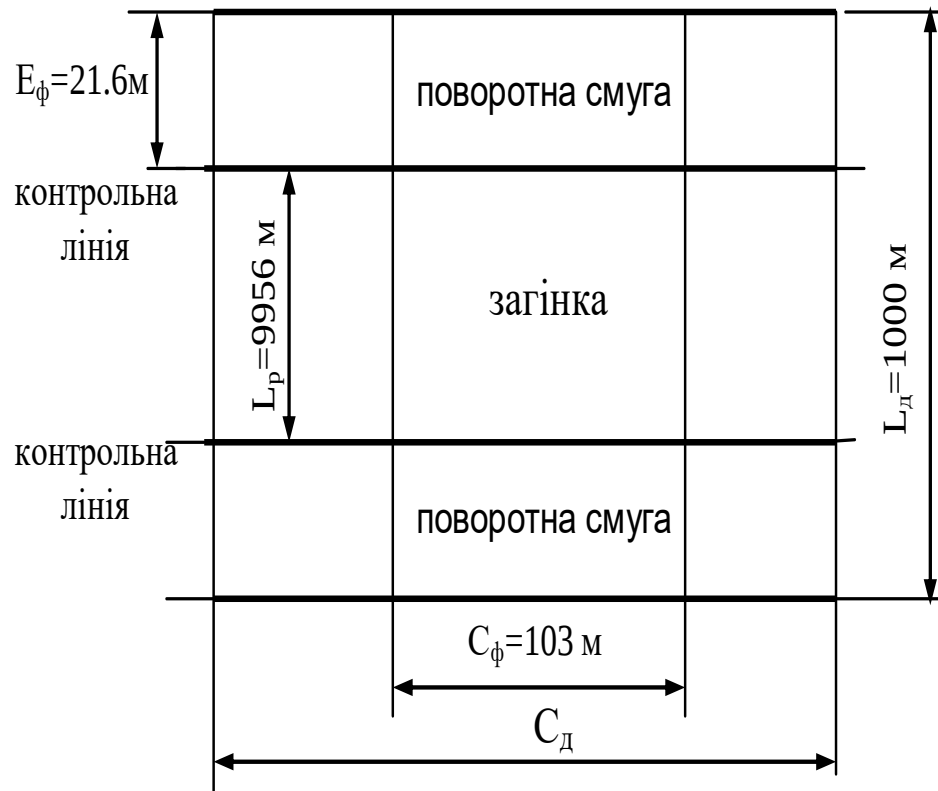


Рис. 2.4. Схема робочої ділянки.

Організація роботи агрегату у загінці. Вибирають швидкісний режим руху агрегату. На першому проході агрегату, проїхавши 30-40 м, потрібно зупинити агрегат, та перевірити якість виконання операції. [14].

Якість роботи перевіряють по значенням показників, наведених у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Оцінка і контроль якості виконання технологічної операції міжрядного обробітку

Показник	Норматив	Бал	Метод визначення
Відхилення від заданої глибини обробки	Відсутнє Не більше допустимого Більш допустимого	1 2 3	Замір глибини в трьох місцях по діагоналі на всю ширину захвату агрегату
Відхилення від заданої рівності дна розпушена шару, см	Відсутнє Не більше 2 Більше 2	1 2 3	Так само

продовження таблиці 2.1

Гребенястість поверхні (висота гребенів)	Не більше 2-3 см Більше 3	1 2 3	Так само
Підрізання бур'янів в міжряддях	Підрізані повністю Не більше одного на 50 м ² Більше одного на 50 м ²	1 2 3	Підрахунок в чотирьох місцях по діагоналі по довжині в 20 м до по всій ширині захоплення
Ступінь пошкодження культурних рослин %	Не більше 1 1-3 Більше 3	1 2 3	Так само
Відхилення від заданої ширини захисної зони, см	Відсутнє Не більше 2 Більше 2	1 2 3	Замір в 4-5 місцях по діаноналі на всю ширину захвату агрегату
Вивертання брил і нижчих шарів ґрунту на поверхню	Відсутнє Брил нема, вивертання місцями Є брили, вивертання чисте	1 2 3	Огляд поля по діагоналі
Огріхи і пропуски	Відсутні Поодинокі Часті	1 2 3	Огляд поля по діагоналі і краях
Відхилення від заданої норми внесення добрив,%	Відсутнє Не більше 5 Більше 5	1 2 3	Визначення витрати добрив на дану площу

Періодично, при необхідності очищують робочі органи, від налипання ґрунту та рослинних рештків.

Після завершення роботи чистять робочі органи від ґрунту та рослинних залишків [11].

Наявність огріхів і пропусків, вивертання брил і нижніх вологих шарів ґрунту на поверхню встановлюють шляхом огляду поля при проходженні по діагоналі і по краях. Огріхи обробляють додатково.

Висновки до розділу II

В розділі проведено технічне обґрунтування конструкцій робочих органів культиваторів для міжрядного обробітку ґрунту. Встановлено, що ефективність роботи культиваторів значною мірою залежить від типу, форми та розташування робочих органів, які визначають якість розпушування, знищення бур'янів і збереження структури ґрунту.

Проведено розрахунок гвинтового механізму регулювання глибини ходу робочих органів розпушувача. Отримані результати можуть бути використані при проектуванні та удосконаленні розпушувачів з підвищеною ефективністю роботи й точністю налаштування глибини обробітку.

Розроблено операційно-технологічну карту міжрядного обробітку просапних культур, що дало змогу систематизувати та оптимізувати виконання технологічних операцій.

Проведений аналіз технологічних операцій дозволив оптимізувати послідовність виконання робіт, підібрати раціональні режими роботи техніки та визначити основні технічні засоби для забезпечення якісного виконання міжрядного обробітку.

РОЗДІЛ ІІІ РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

3.1 Розробка конструкції робочого органу просапного культиватора

На основі проведеного аналізу літературних джерел та патентної інформації щодо просапних культиваторів, а також з урахуванням агротехнічних вимог до міжрядного обробітку ґрунту, було розроблено конструкцію просапного культиватора КРН-4,2. Загальний вигляд культиватора КРН-4,2, у якому впроваджено механізм начіпки та замінено розпушувальні лапи на дисковий розпушувальний борінки, представлено на рисунку 3.1.

Таке конструктивне рішення дозволяє суттєво знизити енергомісткість технологічного процесу, мінімізувати пошкодження культурних рослин та, відповідно, зменшити втрати біологічного врожаю.

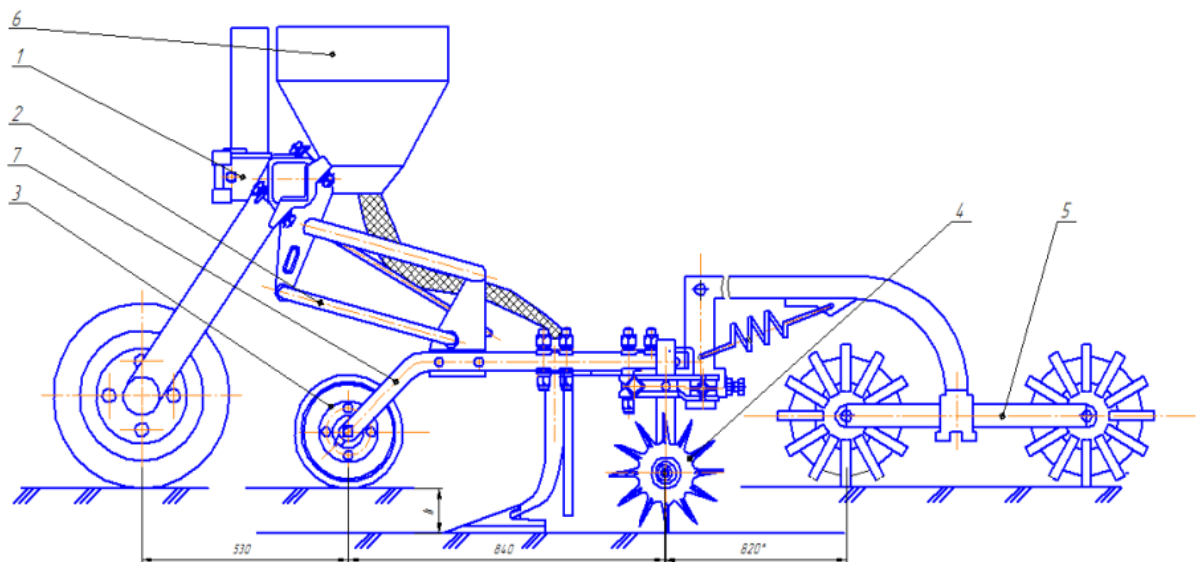


Рис. 3.1. Загальний вигляд культиватора КРН-4,2: 1 – рама культиватора; 2 – паралелограмна підвіска; 3 – опорне колесо секції; 4 – дисковий робочий орган; 5 – секція пруткових котків; 6 –туковисівний апарат; 7 – грядінь.

Оснащення культиватора КРН-4,2 запропонованим механізмом навіски покращує якісні та експлуатаційні характеристики агрегату, забезпечує скорочення трудових витрат приблизно на 15 % і дозволяє зекономити до 20 % матеріальних ресурсів. Технологічний процес міжрядного обробітку модернізованим культиватором КРН-4,2 здійснюється таким чином. Під час руху агрегату вздовж рядків посівів опорний коток 3, з'єднаний із кронштейном і сектором, шарнірно прикріплений до гряділя та зафіксований у плаваючому положенні відносно нього.

Така конструкція забезпечує точне копіювання робочими органами рельєфу поверхні ґрунту. Лаповий сошник разом з обладнанням 5 дозволяє одночасно з міжрядним обробітком здійснювати внесення мінеральних добрив. Дискові розпушувальні борінки 4 рівномірно розпушують ґрунт у міжряддях, при цьому їх конструктивні особливості запобігають пошкодженню культурних рослин і забезпечують збереження мінімальної захисної зони.

Загальний вигляд запропонованих дискових розпушувальних борінок наведено на рисунку 3.2.

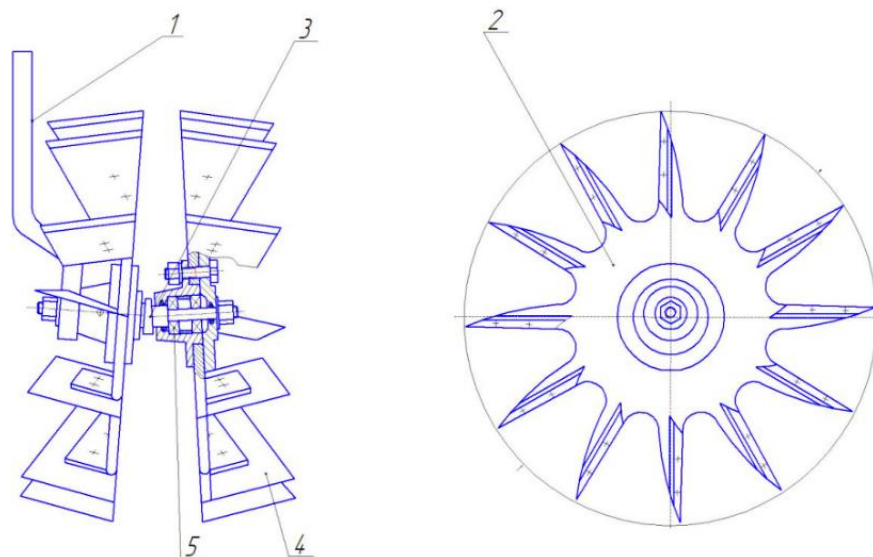


Рис. 3.2. Загальний вид запропонованих робочих органів: 1 – стійка; 2 – диск основний; 3 – вісь; 4 – ножі-лопаті; 5 – підшипниковий вузол.

3.2 Визначення параметрів системи підвіски робочих органів

У конструкції борінок передбачено встановлення розпушувальних лопаток, розташованих на маточині на визначеній відстані. Завдяки їхньому похилому розміщенню при міжлопатковому інтервалі 150 мм забезпечується мінімальна захисна зона. Діаметр розпушувальної борінки становить 450 мм.

Після проходження розпушувальних борінок для вирівнювання та ущільнення ґрунту встановлюються пруткові котки 5 на пружному кронштейні, що забезпечує подрібнення залишків непроробленого ґрунту.

Враховуючи потребу у вдосконаленні механізму підвіски робочих органів запропонованого культиватора для підвищення стабільності їхнього ходу за глибиною обробітку, нами розроблено новий варіант механізму навіски. Суть модернізації полягає у зміні окремих параметрів ланок паралелограмного механізму, коригуванні точки кріплення стійки опорного колеса та встановленні додаткової штанги змінної довжини.

Ця штанга забезпечує регулювання положення гряділя відносно поверхні поля під час транспортування. При зміні довжини штанги відповідна ланка повертається навколо шарніра, що викликає поворот ланки з гряділем на такий самий кут. У результаті гряділь встановлюється паралельно до поверхні поля.

Згинальна сила - це сила, яка впливає на робочий орган, тобто визначається питомим опором ґрунту:

$$F = R_{xz} = q_{\text{пер}} \cdot \beta_{\text{пер}} \cdot \cos 25 = 5,05 \cdot 330 \cdot 0,906 = 1511 \text{ Н}$$

Матеріалом для виготовлення стійки є сталь марки 45. Допустиме значення напруги для цієї сталі становить $\sigma_{\text{и}} = 220 \text{ МПа}$

Умова міцності для шнека:

$$\sigma_{\text{и}} = \frac{M_{\text{изг}}}{W_x} \leq [\sigma],$$

де F - сила, що діє на робочий орган, $F = 1511 \text{ Н}$

$$W_x = J_x / y_{\text{max}}$$

Для круглого перетину:

$$J = \pi D_x \cdot 4/64, \quad y_{max} = D/2, \quad W = \pi D_x \cdot 3/32 \approx 0,1D^3,$$

оскільки стійка трубчаста, то:

$$W_x = \frac{\frac{\pi D^4}{64} - \frac{\pi d^4}{64}}{\frac{D}{2}}$$

$$D = 138 \text{ мм } d = 130$$

$$W_x = \frac{\frac{3,14 \cdot 138^4}{64} - \frac{3,14130^4}{64}}{\frac{138}{2}} = 54796,36746 \text{ мм}^2 = 0,000055 \text{ м}^2$$

$\sigma_{изг}$ - допустиме напруження на вигин.

$$\sigma_{изг} = \frac{679,95}{0,000055} = 12,3627 \text{ МПа}$$

$$[\sigma_{зг}] = \frac{\sigma}{S} = \frac{220}{2} = 110 \text{ МПа}$$

де S - допустимий коефіцієнт запасу міцності, який приймається рівним $S = 2$.

$$\sigma_{изг} = 12,3627 \text{ МПа} < 110 \text{ МПа} = [\sigma_{зг}]$$

3.3 Удосконалення конструкції просапного культиватора та його робочих елементів

Для забезпечення ефективного самоочищення робочого органу та розширення його технологічних можливостей було розроблено робочий орган для міжрядного обробітку ґрунту. Конструкція включає стрілчасту лапу 2, встановлену на стояку 1 (рис. 3.3, 3.4), а також переставні крила 4, які можна регулювати по висоті та ширині захвату за допомогою пластини 3 і гвинтового з'єднання.

Крила 4 виконані у вигляді правого та лівого бритвених лез і закріплені на стояку 1 з можливістю зміни кута атаки завдяки пластині 5, що має по колу отвори 6. Кріплення крил у необхідному положенні здійснюється

гвинтами. Стрілчаста лапа 2 шарнірно з'єднана зі стояком 1 за допомогою шарніра 7 і спирається на пружні елементи 8, виготовлені, наприклад, із гуми.

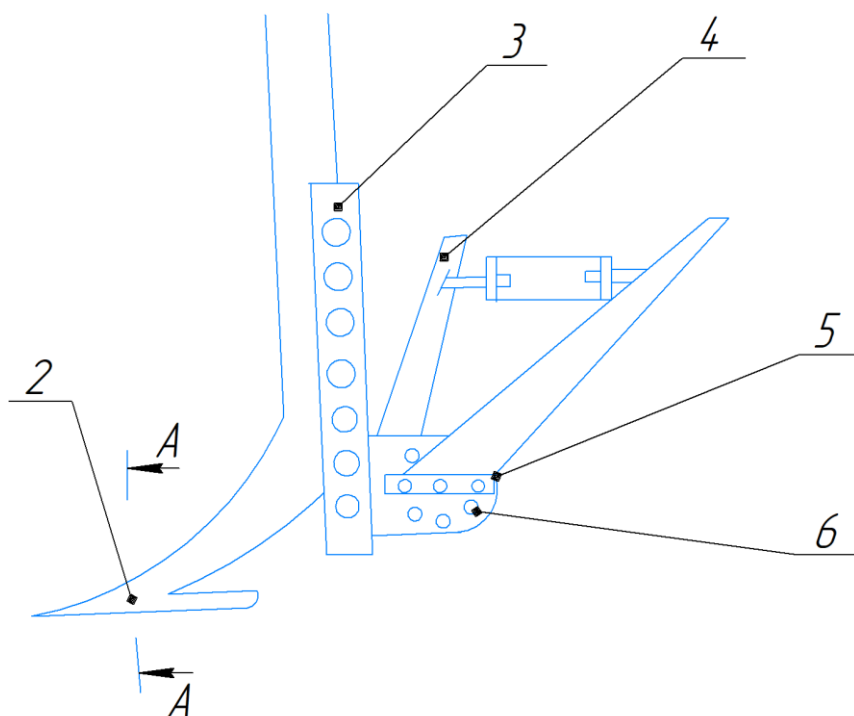


Рис. 3.3. Робочий орган для міжрядного обробітку ґрунту, вид збоку

Стрілчаста лапа 2 встановлена на пружних елементах 8, що дає їй змогу змінювати своє положення під дією підвищених навантажень на крила. У випадку, коли одне з крил через обгортання бур'янами зустрічає значно більший опір ґрунту, ніж інше, відбувається поворот робочого органу.

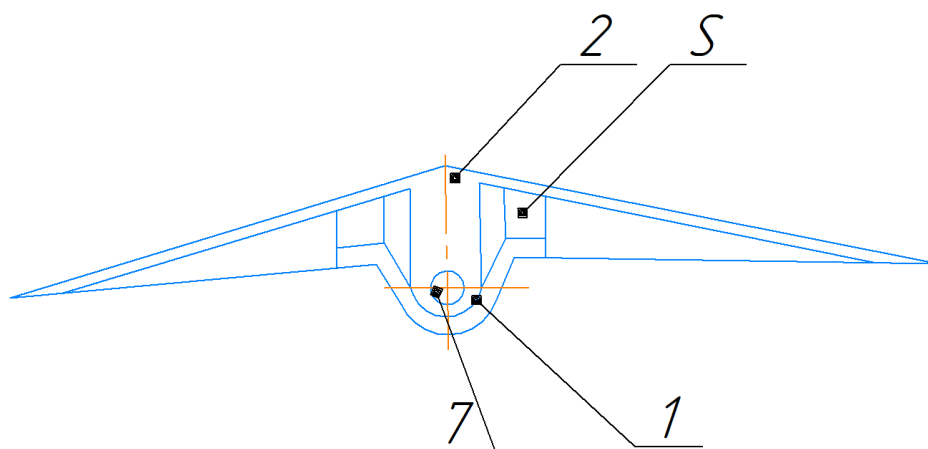


Рис. 3.4. Переріз А-А на рис. 3.3.

Долаючи опір пружних елементів, лапа повертається доти, доки крило не звільниться від рослинних решток і опір не зменшиться. Після цього робочий орган автоматично повертається у вихідне положення. Таким чином, завдяки відхиленню крил від середнього положення забезпечується самоочищення лапи від налиплих рослинних решток.

З метою забезпечення стабільності роботи культиватора за глибиною та шириною захвату було розроблено вдосконалений робочий орган, який складається з важеля 1 (рис. 3.5), закріпленого у верхній частині поворотної стійки 2, та пружин 3. У нижній частині стійки, симетрично відносно важеля 1, встановлено лапу 4, оснащену двома крилами 5 і 6.

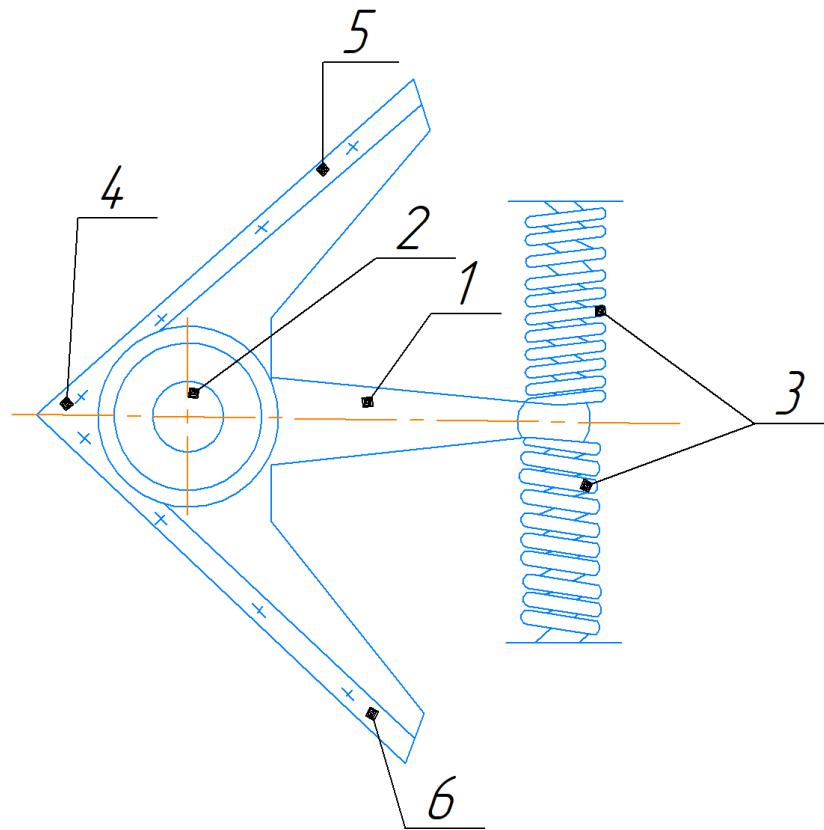


Рис. 3.5. Робочий орган культиватора, вид зверху.

Лапа вступає в роботу, перебуваючи у положенні, близькому до середнього. У цьому стані сили опору ґрунту на обох її крилах є приблизно рівними, завдяки чому лапа 4, здійснюючи вібраційні рухи, утримується у середньому положенні.

Якщо ж одне з крил унаслідок обгортання бур'янами зазнає значно більшого опору, ніж інше, відбувається поворот робочого органу. Цей поворот триває доти, доки крило не звільниться від рослинних решток і опір не зменшиться. Після цього лапа автоматично повертається у початкове положення. Таким чином, завдяки відхиленню крил від середнього положення забезпечується самоочищення лапи від рослинних залишків, що водночас сприяє зниженню тягового опору культиватора та скороченню простоїв, пов'язаних із ручним очищенням робочих органів.

Для підвищення стабільності ходу по глибині та зменшення тягового опору було розроблено вдосконалений робочий орган культиватора [16], який оснащено криволінійним лезом (рис. 3.6). Його форма виконана у вигляді кривої лінії, кривизна якої поступово зростає від початку до кінця леза, при цьому кут між дотичною до леза та напрямком руху поступово зменшується. На кожному крилі 1 встановлено диски 2 з ріжучими кромками 3, закріплені на вісях 4.

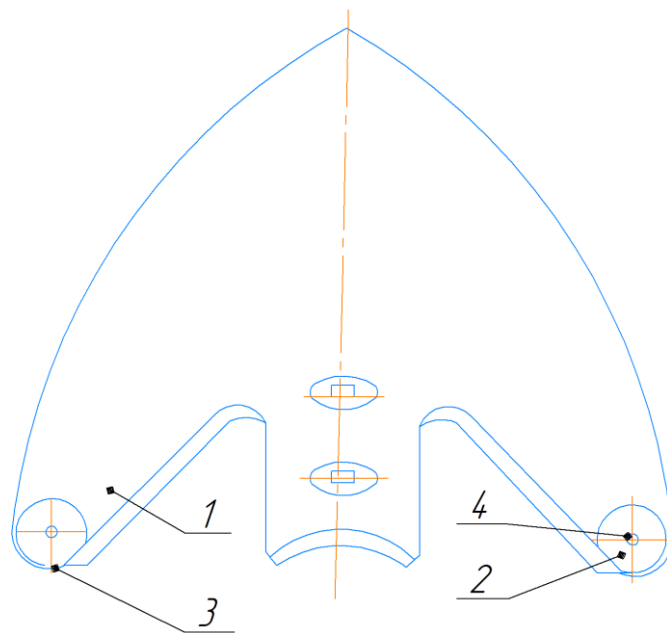


Рис. 3.6. Робочий орган культиватора , вид зверху.

Під час роботи культиватора підрізані або вирвані лапою бур'яни потрапляють на лезо, де під дією потоку розпушеного ґрунту переміщуються від початку до кінця леза.

Оскільки на крилах встановлені диски 2, які вільно обертаються на вісях 4, взаємодія з ґрунтом і стінками борозни змушує їх обертатися. Це обертання сприяє сходженню бур'янів із кінців леза та додатково знижує тяговий опір знаряддя.

Висновки до розділу III

В розділі розроблено конструкцію робочого органу просапного культиватора. Розроблений робочий орган забезпечує якісне розпушування ґрунту, ефективне знищення бур'янів у міжряддях і мінімальне пошкодження культурних рослин. Обґрунтовано створення конструкторської розробки робочого органу просапного культиватора.

Здійснено визначення основних параметрів системи підвіски робочих органів. Отримані результати можуть бути використані для подальшої оптимізації конструкцій культиваторів і вдосконалення їх експлуатаційних властивостей.

Розглянуто напрями вдосконалення конструкції просапного культиватора та його робочих органів. Запропоновані технічні рішення спрямовані на підвищення ефективності міжрядного обробітку просапних культур, покращення якості розпушування ґрунту та зниження енергозатрат.

РОЗДІЛ IV ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні вимоги до охорони праці у сільськогосподарському виробництві

Охорона праці в сільськогосподарському виробництві є комплексом заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у процесі їхньої трудової діяльності. Вона охоплює широкий спектр вимог, що стосуються як організації виробничих процесів, так і умов праці на робочих місцях [1].

Однією з ключових вимог є забезпечення безпечного стану виробничих об'єктів, обладнання та інструментів. Це включає регулярні технічні огляди, своєчасне обслуговування та ремонт, а також використання тільки справного та сертифікованого обладнання. Особлива увага приділяється машинам і механізмам, що становлять підвищену небезпеку, таким як трактори, комбайни та інша сільськогосподарська техніка.

Основною задачею заходів і засобів по охороні праці в сільському господарстві є, як зазначалося, створення для працівників здорових і безпечних умов праці, попередження та профілактика виникнення професійних захворювань, нещасних випадків і аварій, пов'язаних з виробничими процесами сільському господарстві, тобто захист працюючих від впливу шкідливих і небезпечних факторів – фізичних, хімічних, біологічних та психофізіологічних.

При цьому сільськогосподарське виробництво характеризується цілим рядом структурних, організаційних, технологічних особливостей, що впливають на рівень виробничих ризиків і роблять цю галузь однією з найбільш травмонебезпечних. Агропромислове виробництво характеризується наявністю цілого ряду негативних факторів, які вже стали традиційними:

- старіння основних фондів, зростаюча кількість фізично зношеного та морально застарілого обладнання, машин та механізмів, не відповідність безпечним умовам праці;
- постійний збільшення кількості робочих місць, що не відповідають вимогам нормативно правових актів з охорони праці, не забезпечення працюючих засобами індивідуального захисту.

Роботи в рослинництві пов'язані із застосуванням пестицидів та мінеральних добрив; боротьба з бур'янами, шкідниками та хворобами рослин, приготування робочих розчинів, протруювання насіння, обпилювання, обприскування, фумігація рослин, ґрунту та приміщень, приготування і розкидання протруєної приманки, підкормка рослин, внесення мінеральних добрив.

Більшість пестицидів та мінеральних добрив являються токсичними для організму людини. Потрапляючи в організм людини такі речовини можуть викликати порушення його нормальної життєдіяльності та бути причиною гострих та хронічних інтоксикацій. Високий рівень небезпеки мають і механізовані роботи в рослинництві, так як працівники підпадають тривалій дії підвищеного рівня шуму, вібрації, підвищених температурі в кабіні тракторів та комбайнів, нервовим перевантаженням, що призводить до високого показника виробничого травматизму серед трактористів-машиністів сільськогосподарського виробництва.

Обов'язковим є забезпечення працівників засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) відповідно до характеру виконуваних робіт. Це можуть бути спецодяг, спецвзуття, захисні окуляри, респіратори, рукавиці та інші засоби, що запобігають впливу шкідливих та небезпечних виробничих факторів [1].

У сучасному сільськогосподарському виробництві постійно зростає кількість технологічних процесів, різних речовин, генетично-модифікованих організмів, що представляють небезпеку для життя і здоров'я працівників сільського господарства, і саме врахування цих нових небезпечних та шкідливих факторів з метою розробки ефективних заходів і засобів з охорони

праці і їх закріплення на законодавчому рівні є основою для підвищення рівня безпеки сільського господарства як однієї з основних галузей економіки країни.

Крім того, законодавство передбачає проведення попередніх та періодичних медичних оглядів працівників сільськогосподарського виробництва з метою виявлення можливих професійних захворювань на ранніх стадіях та запобігання їхньому розвитку. Дотримання всіх цих загальних вимог є запорукою створення безпечних і здорових умов праці в сільськогосподарському виробництві, зниження рівня травматизму та професійної захворюваності, а також збереження найціннішого ресурсу – людського здоров'я [1].

4.2 Правила техніки безпеки під час роботи з культиватором

Сільськогосподарські агрегати з колісними еногразасобами повинні мати навантаження на керовані колеса не менше 0,2 від експлуатаційної маси енергозасобу.

Зміщення центру тиску відносно середини поверхні опорної гусениці на базі гусеничного енергозасобу не повинно перевищувати 0,2 довжини опорної поверхні гусениць [3].

Для забезпечення повздовжньої стійкості і необхідного навантаження на керовані колеса допускається встановлення баластових вантажів, маса кожного не повинна перевищувати 20 кг.

Причіпні, напівпричіпні машини у відчепленому стані повинні зберігати стійкість при застосуванні до тих зусиль не менше 200 Н. Одноосні причіпні машини повинні мати регульовану опору на спиці. Вимоги до габаритів агрегатів згідно з ГОСТ 12.2.019.

Агрегати, ширина яких перевищує габарити енергозасобу, обладнують світлоповертачами; задні світлоповертачі повинні бути червоного кольору, передні – білого кольору. Допускається замість світлоповертачів нанесення

на елементи конструкції кругів, трикутників або прямокутників червоного, чи білого кольорів, вписаних у коло діаметром 100 мм.

Допускається також нанесення на елементи конструкції машини чергування червоних та білих або жовтих та чорних смуг під кутом 45° до вертикалі, які чергуються з відстанню між ними 50 мм. Вони можуть наноситися також на сигнальні щитки розміром не менше 250x250 мм. Смуги та фігури повинні бути виконані із світловідбивних матеріалів (фарба, плівка).

Причіпні та напівпричіпні машини повинні мати жорсткі причіпні пристрої.

Машини, які при агрегуванні з енергозасобом, закривають прилади світлової сигналізації цього енергозасобу, повинні бути обладнані власними приладами світлової сигналізації [3, 5].

Агрегати та робочі органи повинні бути обладнані механічними фіксаторами, які утримують їх у транспортному положенні. Елементи конструкції агрегатів повинні забезпечувати безпечний та зручний підхід до них при монтажі, технічному обслуговуванні та ремонті. Елементи конструкції агрегатів не повинні обмежувати оператору огляд з робочого місця об'єктів постійного спостереження.

При розташуванні точок змащування у важкодоступних місцях повинні бути застосовані пристрої дистанційного, централізованого подання мастила або забезпечене одноразове змащення підшипників на весь міжремонтний термін роботи вузла. Місця розташування точок змащення повинні бути позначені кольоровими покажчиками, які відрізняються від загального кольору агрегату. Машини повинні бути забезпечені комплектом інструменту, що відсутній у комплекті енергозасобу, відповідно з нормативно-технічною документацією, та мати спеціальний ящик або сумку для його зберігання.

Причіпні машини повинні бути укомплектовані противідкатними упорами під колеса. Кольорове оформлення та фарбування агрегатів має відповідати таким вимогам [1, 5]:

- загальний фон кольору машини повинен відрізнятися від основного фону, на якому вона експлуатується (кольору приміщення, площадок, перероблюваних технологічних матеріалів та ін.);
- кольори частин машин, поверхні панелей, пульта та поста керування, органів керування та елементів, які повинні знаходитися у полі зору операторів, повинні бути контрастними до іншого фону;
- зовнішні поверхні машин, які у процесі експлуатації повинні постійно знаходитися у полі зору операторів з їх робочих місць, потрібно покривати фарбою з матовою або з напівматовою фактурою, яка виключає появу відбитих відблисків на робочих місцях.

Для загальної безпеки роботи слід дотримуватись наступних правил та вимог роботи [1, 5]:

- не допускаються до роботи працівники без прав тракториста-машиніста, а також ті, що не пройшли інструктажу з правил техніки безпеки;
- не допускається ремонт та технічне обслуговування агрегату при працюючому двигуні;
- при ремонті та ТО використовувати справні інструменти та пристосування;
- нові машини, а також після ремонту або тривалої стоянки, перед роботою необхідно обкатувати під керівництвом бригадира або механіка;
- заправляти трактори і самохідні машини паливно-мастильними матеріалами рекомендується за допомогою механізованих заправних агрегатів, що дають можливість заправляти закритим способом у польових умовах.

Для регулювання та заміни робочих органів культиватор встановлюють на регулювальній площадці. Під опорні колеса начіпного культиватора

підставляють дерев'яні бруски потрібної товщини залежно від глибини обробітку поля. Це значно полегшує регулювання і забезпечує безпеку праці.

Комплектування і налагодження МТА виконує тракторист-машиніст під керівництвом одного із спеціалістів служби механізації. Культиватор з'єднують з трактором жорстким зчіпним пристроєм.

Для безпечного з'єднання агрегату з трактором необхідно заднім ходом під'їхати так, щоб кутові втулки тяг розмістилися проти відповідних точок з'єднання на рамі знаряддя. Для надійного включення автозчіпки не допускається відхилення знаряддя від осі трактора понад 120 мм, а їх замків вперед чи вбік не більше 15 мм.

Для роботи групи машин призначають старшого з найбільш досвідчених трактористів-машиністів, який відповідає за роботу агрегатів у загінці, стежить, щоб відстань між тракторами була в межах 30...40 м. Якщо причіпні машини обслуговують кілька працівників, то один з них відповідає за пуск і зупинку даного агрегату. Робітників, що обслуговують такі агрегати, необхідно забезпечити справними інструментами та відповідним спецодягом.

До роботи на ґрунтообробних машинах допускають осіб віком не менше 18 років, що пройшли навчання та інструктаж з техніки безпеки, а також оволоділи практичними навичками у роботі. Працівників забезпечують спецодягом та іншими засобами індивідуального захисту.

Перед культивацією перевіряють технічний стан культиваторів, кріплення гряділів, стояків робочих органів, вилок для піднімання. Перед початком і періодично у роботі потрібно перевіряти надійність гальм і сигналізацію.

До початку польових робіт поле оглядають, засипають ями, перешкоди позначають віхами, відбивають контрольні борозни і поворотні смуги. Перед початком руху необхідно переконатись у відсутності людей поблизу і подати звуковий сигнал. Під час роботи не робити крутих поворотів, якщо робочі органи заглиблені у ґрунт. Перед заміною робочих органів у польових

умовах зупинити агрегат, виключити двигун, підставити під раму машини надійні підставки.

4.3 Правила безпечного виконання робіт при міжрядній обробці просапних культур

Роботи дозволено проводити лише у спецодязі, упевнившись, що він не має пошкоджень, елементів, що звисають, не прилягають, а також у необхідних засобах індивідуального захисту, що відповідають виду виконуваних робіт.

Обов'язкова наявність засобів індивідуального захисту (ЗІЗ). До ЗІЗ повинні входити: спецодяг, спецвзуття, рукавиці, рукавички гумові, захисні окуляри, респіратори або протигази.

Роботи з розчинами мінеральних добрив для захисту рук дозволено проводити лише в гумових рукавичках з трикотажною основою, для захисту ніг гумові чоботи з підвищеною стійкістю до дії пестицидів і дезінфекційних засобів. Для захисту очей від попадання пестицидів використовуйте герметичні окуляри.

Під час контактування з розчинами мінеральних добрив передбачене застосування спецодягу, що виготовлений із спеціальних тканин з просоченням, а також додаткових засобів індивідуального захисту шкірних покривів - фартухів, наруківників з плівкових матеріалів.

Заборонено приступати до роботи в голодному стані, у стані алкогольного, наркотичного або медикаментозного сп'яніння, у хворобливому або стомленому стані.

Протягом зміни необхідно слідкувати за самопочуттям. При настанні стомленості, сонливості, раптової болі, не примушуйте себе продовжувати роботу, а залишіть роботу, використайте медичні препарати з аптечки або зверніться по допомогу до присутніх осіб.

Необхідно ознайомитись з місцем для відпочинку й вживання їжі. Перевірити наявність у місці відпочинку бачка з питною водою, рукомийника і медичної аптечки. Місце відпочинку повинне знаходитись не ближче 200 м від робочої зони.

Обов'язковий огляд засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) і засвідчення, що вони не мають пошкоджень і відповідають вимогам захисту при роботі з застосовуваними речовинами, а також в тому, що строк придатності патронів респіраторів і коробок протигазів не минув.

Під час роботи з мінеральними добривами обов'язкове дотримання вимог особистої гігієни. На оброблених ділянках дозволено проводити роботи тільки після закінчення терміну, що гарантує безпеку робітників у відповідності нормативних документів. Під час роботи заборонено вживати їжу, пити, курити. Перед вживанням їжі, питтям та курінням необхідно покинути зону роботи, вимити руки та обличчя водою з милом, прополоскати рот водою.

Висновки до розділу IV

У розділі розглянуто загальні вимоги до охорони праці в сільськогосподарському виробництві, які є невід'ємною складовою безпечної та ефективної діяльності аграрних підприємств. У ході вивчення правил техніки безпеки під час роботи з культиватором було засвоєно основні вимоги щодо безпечної експлуатації цього сільськогосподарської техніки. Зокрема, особливу увагу приділено необхідності дотримання правил підготовки машини до роботи, перевірки справності всіх механізмів перед запуском. Обґрунтовано правила безпечного виконання робіт під час міжрядного обробітку просапних культур, використанню засобів індивідуального захисту, зокрема захисних рукавиць, окулярів та спецодягу, які запобігають контакту шкіри з агресивними речовинами.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У теоретичному розділі розглянуто основні тенденції та агротехнічні вимоги до міжрядного обробітку ґрунту просапних культур. Проведено обґрунтований аналіз способів міжрядного обробітку просапних культур, що дозволив встановити особливості, переваги та недоліки кожного з них. Проведено оцінку ефективності застосування просапних культиваторів при міжрядному обробітку ґрунту.

В технологічному розділі проведено технічне обґрунтування конструкцій робочих органів культиваторів для міжрядного обробітку ґрунту. Проведено розрахунок гвинтового механізму регулювання глибини ходу робочих органів розпушувача. Розроблено операційно-технологічну карту міжрядного обробітку просапних культур, що дало змогу систематизувати та оптимізувати виконання технологічних операцій.

В розрахунково-конструктивному розділі розроблено конструкцію робочого органу просапного культиватора, що забезпечує ефективне самоочищення робочого органу та розширення його технологічних можливостей та забезпечення стабільності роботи культиватора за глибиною та шириною захвату. Здійснено визначення основних його параметрів. В цілому удосконалення направлене на покращення якості розпушування ґрунту та зниження енергозатрат.

У розділі охорона праці розглянуто загальні вимоги до охорони праці в сільськогосподарському виробництві, які є невід'ємною складовою безпечної та ефективної діяльності аграрних підприємств.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кравець Р. І. Дослідження робочих органів ґрунтообробних машин. Вінниця: Універсум, 2018. 244 с.
2. Лопатін А. В. Сільськогосподарська техніка для обробітку ґрунту. К.: НАУ, 2018. 388 с.
3. Макаренко В. В. «Підвищення ефективності агротехніки просапних культур». Одеса: Видавничий дім, 2020.
4. Мудрук О. С. Культиватори для суцільної та міжрядної обробки ґрунту (технічна стаття, журн. випуск) [Електронний ресурс] / О. С. Мудрук. 2017.
5. Машина для земляних робіт: Навчальний посібник. Хмара Л.А., Кравець С. В., Нічке В. В., Назаров Л. В., Скоблюк М. П., Нікітін В. Г.
6. Ребрик О. С. «Вибір оптимальних параметрів агротехніки при вирощуванні зернових і просапних культур». Харків: ХНАУ, 2020.
7. Риндяєв В. І. Удосконалення конструкції робочого органу культиватора для міжрядної обробки просапних культур. *Інженерія природокористування*. 2021. № 4 (22). С. 59–62.
8. Васильковська К. В.; Мороз С. М.; Андрієнко О. О.; Васильковський М. О. «Агроробот для міжрядного обробітку просапних культур». 2024.
9. Семічев С. В. Підвищення курсової стійкості зброї при обробітку просапних сільськогосподарських культур / С. В. Семічев, І. Г. Смірнов, М. А. Мосяков. *Наука і техніка*. 2019. № 3(91). С. 4-8.
10. Аніскевич Л. В., Войтюк Д. Г., Захарін Ф. М., Пономаренко С. О. Система точного землеробства. Підручник. К: НУБіП України, 2020. 566 с.
11. Охорона праці (гігієна праці та виробнича санітарія): навчальний посібник. Пістун І. П., Березовецький А. П., Тимочко В. О., Городецький І. М.; за ред. І. П. Пістуна. Львів. Тріада плюс, 2019. Ч.1. 620 с.

12. Ковцун Ю. М. Обґрунтування параметрів культиватора для міжрядного обробітку: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ю. М. Ковцун. Івано-Франківськ, 2022.
13. Боженко В. О. Сільськогосподарські машини та їх використання. Київ : Аграрна освіта, 2022. 420 с.
14. Безсмертний О. В. Обґрунтування механізованих технологій підживлення і міжрядного обробітку просапних культур. Поліський ун-т, 2021.
15. Хижняк М. В. Оптимізація конструктивних параметрів культиватора для зниження тягового опору. *Сільськогосподарське машинобудування*, 2019.
16. Обґрунтування параметрів пристосування для вирівнювання ґрунту модернізованого культиватора КПС-4. Пастущин О. М. ТНТУ ім. І. Пулюя, 2020.
17. Сичов В. О. «Механізація вирощування моркви з удосконаленням просапного культиватора» бакалаврська робота, 2025.
18. Коваленко В. В. «Вдосконалення технології вирощування кукурудзи з дослідженням культиватора для міжрядного обробітку ґрунту» дипломна робота. ЦНТУ, 2024.
19. Супровідний ресурс: «Просапні культиватори та міжрядний обробіток» — оглядова стаття на Agro-порталі, описує загальні принципи та переваги міжрядної культивації.
20. Риндяєв В. І. «Удосконалення конструкції робочого органу культиватора для міжрядної обробки просапних культур». *Інженерія природокористування*, 2021. № 4(22). С. 59–62.