

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Сергій ЛЕЩЕНКО

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти**

**на тему:**

**«Механізація вирощування ярого ячменю з модернізацією  
грунтообробного знаряддя»**

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,

групи АІ-21-3ск

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Кузьменко Микола Олександрович

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Керівник проекту

доцент, канд. техн. наук

\_\_\_\_\_ Віктор ДЕЙКУН

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

Рецензент \_\_\_\_\_ Володимир ДУДІН

м. Кропивницький



## ЗМІСТ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Розділ	Найменування структурних одиниць і розділів	Арк.
1	Вступ . . . . .	5
2	Аналіз технології вирощування ярого ячменю . . . . .	6
3	Операційна технологія виконання підготовки ґрунту під посів ярого ячменю. . . . .	17
	3.1. Умови роботи . . . . .	17
	3.2. Агротехнічні вимоги . . . . .	17
	3.3. Комплектування і підготовка агрегату до роботи. . . . .	20
	3.4. Підготовка поля до роботи . . . . .	25
	3.5. Контроль якості виконання операції . . . . .	33
4	Інженерна частина . . . . .	28
	4.1. Обґрунтування модернізації (розробки). . . . .	35
	4.2. Технологічний розрахунок. . . . .	39
	4.3. Кінематичний розрахунок. . . . .	41
	4.4. Енергетичний розрахунок . . . . .	43
	4.6. Розрахунки деталей та вузлів на міцність . . . . .	39
5	Охорона праці . . . . .	45
6	Висновки . . . . .	49
	Список використаної літератури . . . . .	50
	Додатки. . . . .	52

## 1. ВСТУП

Ячмінь – одна з найпоширеніших культур у світовому сільському господарстві. У глобальній структурі посівних площ він займає четверте місце, випереджаючи багато інших культур. Тільки пшениця, рис і кукурудза мають більшу посівну площу, ніж ячмінь. В Україні ячмінь посідає друге місце після озимої пшениці за площею посівів.

Широке використання ячменю обумовлено його універсальним вживанням. Цей продукт важливий як кормовий, технічний і харчовий продукт.

Ячмінь має кілька переваг, які сприяють його широкому використанню. Він стійкий до низьких температур і не вибагливий до ґрунтів, тому його можна вирощувати в різних кліматичних умовах і регіонах. Ячмінь також має короткий вегетаційний період, що прискорює збирання врожаю та зменшує ризик втрат через погану погоду.

Для отримання високих врожаїв ячменю, в першу чергу ярого, необхідно підтримувати певну систему обробки ґрунту, включаючи підтримку родючості ґрунтів, складання агротехнічних карт кожної операції в рамках сівозмін, використання кращих попередників, правильне застосування агротехнічних заходів і термінів з використанням сучасних високотехнологічних засобів механізації.

З огляду на всі ці фактори і дотримуючись рекомендацій, можна забезпечити оптимальні умови для вирощування ячменю і отримання високих врожаїв.

Ця кваліфікаційна робота присвячена механізації вирощування ярого ячменю з поліпшенням ґрунтообробного знаряддя.

## 2. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ

### 2.1. Біологічні особливості культури.

Основні види ячменю:

Ячмінь звичайний (*Hordeum vulgare*) – найпоширеніший вид, який використовується для виробництва зерна.

*Коренева система:*

Тип: Мичкувата.

Глибина: Основна маса коренів розташовується на глибині до 40 см, але окремі корені можуть проникати до 1-1.5 метрів.

*Стебло:*

Тип: Солом'яне, порожнисте всередині.

Висота: Від 30 см до 1,2 м, залежно від сорту і умов вирощування.

Міцність: Важлива для стійкості до полягання.

*Листя:*

Форма: Ланцетоподібні, довгі та вузькі.

Розташування: Чергове.

*Суцвіття та квітка:*

Тип суцвіття: Колос.

Квітки: Розташовані групами по три в кожному вузлі колосу. Зазвичай розвиваються лише центральні квітки.

*Зернівка:*

Форма: Подовжена, злегка сплющена.

Розміри: Довжина зернівки 8-12 мм, ширина 2-4 мм.

Колір: Варіює від світло-жовтого до темно-коричневого.

*Цвітіння та запилення:*

Тип цвітіння: Самозапильний, але можливе і перехресне запилення.

Період цвітіння: Залежно від сорту та кліматичних умов, зазвичай навесні або на початку літа.

*Вегетаційний період:*

Тривалість: Від посіву до збору врожаю зазвичай триває 70-120 днів.

### *Потреби в умовах вирощування:*

Температура: Відносно холодостійка культура. Мінімальна температура проростання зерна -  $+1...+3^{\circ}\text{C}$ .

Вологість: Ячмінь потребує помірної кількості вологи, хоча він менш вимогливий до вологості порівняно з пшеницею.

Ґрунт: Найкраще росте на родючих, добре дренованих ґрунтах з нейтральною або слаболужною реакцією.

### *Основні переваги ячменю:*

Швидкий розвиток: Завдяки короткому вегетаційному періоду ячмінь можна вирощувати в різних кліматичних умовах.

Стійкість до стресових умов: Відносна стійкість до холодних температур і посухи.

Висока врожайність: Може давати стабільно високі врожаї при дотриманні агротехнічних заходів.

Ярий ячмінь має гарну властивість пристосовуватися до різних ґрунтово-кліматичних умов.

Зерно проростає за температури  $+1...+2^{\circ}\text{C}$ , сходи з'являються рано та дружно при  $+6-10^{\circ}\text{C}$ , найсприятливіша температура для проростання –  $20-22^{\circ}\text{C}$ . Сходи ярого ячменю здатні пережити заморозки до  $-8^{\circ}\text{C}$ . За  $-4...-5^{\circ}\text{C}$  пошкодженням піддаються тільки кінчики листя. Під час цвітіння та дозрівання та у період наливу рослини можуть бути пошкоджені навіть невеликими заморозками.

Насіння, коли проростає, може споживати води до 50 відсотків від власної маси.

Слабко розвинена коренева система не сприяє задовільному перенесенню рослинами весняної посухи.

При дефіциті вологи у фазі виходу в трубку ярий ячмінь найбільш чутливий до нестачі вологи, при цьому колос не розвивається нормально, кількість безплідних колосків збільшується. Під час колосіння дефіцит вологи також негативно впливає на рослини.

Ярий ячмінь гарно пристосовується до будь-яких ґрунтів позитивно відгукується на їх родючість.

## **2.2. Місце в сівозміні**

Найкращі попередники для ярого ячменю – просапні культури такі як кукурудза, картопля, цукрові буряки, під які вносяться відповідні добрива. До кращих відносяться озимі, які сіють по чистому пару. Можна сіяти після ярої пшениці, якщо вона висіяна по чистому пару або по шару багаторічних трав.

Ярий ячмінь, який використовують для пивоваріння, краще сіяти після просапних. Тоді він дасть високий якісний урожай з підвищеним вмістом крохмалю.

Після зернобобових культур ярий ячмінь висівають для продовольчих чи кормових цілей. Хорошим попередником можуть бути цукрові буряки.

Натомість, ярий ячмінь за рахунок скоростиглості, може бути хорошим попередником для ярих, а деяких районах і для озимих культур.

## **2.3. Система удобрення.**

Система удобрення ярого ячменю є важливим елементом агротехніки, яка спрямована на забезпечення оптимального живлення рослин для досягнення високих врожаїв та якості зерна. Основні аспекти системи удобрення ярого ячменю включають підбір добрив, їх норми внесення, строки та способи внесення.

### **1. Попередники та аналіз ґрунту**

Перед плануванням системи удобрення важливо врахувати попередників (рослини, які росли на полі попереднього сезону) та провести агрохімічний аналіз ґрунту. Це дозволить визначити рівень забезпеченості ґрунту основними елементами живлення.

### **2. Основні елементи живлення**

Ярий ячмінь потребує наступних основних елементів живлення:

Азот (N): сприяє росту рослин і підвищує врожайність. Норма внесення

азоту становить від 60 до 120 кг/га залежно від родючості ґрунту та запланованої врожайності.

Фосфор (P): важливий для розвитку кореневої системи і впливає на енергію проростання зерен. Норма внесення фосфору складає від 30 до 60 кг/га.

Калій (K): підвищує стійкість рослин до стресових умов (посуха, хвороби) та покращує якість зерна. Норма внесення калію варіюється від 40 до 80 кг/га.

### 3. Способи внесення добрив

Основне удобрення: проводиться восени або раною весною під передпосівну культивуацію. Використовуються комплексні добрива, що містять азот, фосфор і калій.

Передпосівне удобрення: фосфорні та калійні добрива часто вносять при підготовці ґрунту перед посівом.

Підживлення: азотні добрива вносяться під час вегетації, зазвичай у фазі кушіння та виходу в трубку. Це забезпечує оптимальний ріст і розвиток рослин.

### 4. Мікроелементи

Окрім основних елементів живлення, ячмінь потребує мікроелементів (цинк, марганець, мідь, бор). Їхнє внесення залежить від аналізу ґрунту та потреб конкретного поля.

### 5. Специфічні рекомендації

Азотні добрива: зазвичай використовують аміачну селітру або карбамід.

Фосфорні добрива: суперфосфат або інші фосфорні добрива.

Калійні добрива: калій хлористий або калій сульфат.

### 6. Моніторинг і корекція

Протягом вегетаційного періоду слід здійснювати моніторинг стану посівів та оперативно коригувати систему удобрення у разі виявлення дефіциту елементів живлення.

Оптимальна система удобрення ярого ячменю забезпечує високу врожайність та якість зерна. Вона має базуватися на даних агрохімічного аналізу ґрунту, враховувати попередники, та забезпечувати внесення всіх

необхідних елементів живлення у відповідних нормах та у правильні строки.

## **2.4. Обробіток ґрунту.**

Обробіток ґрунту під посів ярого ячменю включає комплекс агротехнічних заходів, спрямованих на створення оптимальних умов для проростання насіння, розвитку кореневої системи та росту рослин. Основні етапи обробітку ґрунту можна розділити на декілька основних операцій:

### **1. Післяжнивні роботи**

Після збору попередника проводять післяжнивний обробіток, який включає:

Дискування або луцення стерні: допомагає зменшити випаровування вологи, знищити бур'яни та сприяє розкладанню рослинних залишків. Цей етап зазвичай здійснюють на глибину 6-10 см.

Глибока оранка: виконується восени після дискування. Глибина оранки залежить від типу ґрунту і може становити 20-25 см. Це забезпечує накопичення вологи та знищення багаторічних бур'янів.

### **2. Основний обробіток ґрунту**

Основний обробіток ґрунту передбачає виконання таких операцій:

Культивація: ранньою весною після танення снігу проводять культивуацію для розпушування ґрунту та знищення проростків бур'янів. Глибина культивуації становить 10-12 см.

Боронування: одночасно з культивуацією або відразу після неї проводять боронування для вирівнювання поверхні ґрунту і збереження вологи. Використовують середні або легкі борони.

### **3. Передпосівний обробіток**

Передпосівний обробіток ґрунту має бути спрямований на створення оптимальних умов для посіву:

Передпосівна культивуація: здійснюється безпосередньо перед посівом на глибину 4-6 см. Це забезпечує добрий контакт насіння з ґрунтом та рівномірну глибину загортання насіння.

Коткування: у разі потреби проводять коткування для ущільнення ґрунту і зменшення втрат вологи. Це особливо важливо на легких ґрунтах.

#### 4. Сівба

Посів ярого ячменю проводять у найкращі агротехнічні строки, які залежать від кліматичних умов регіону. Оптимальна глибина загортання насіння становить 3-5 см. Для отримання рівномірних сходів використовують сівалки, які забезпечують рівномірний розподіл насіння по всій ширині посіву.

#### 5. Післяпосівний обробіток

Післяпосівний обробіток включає:

Боронування посівів: здійснюється для розпушування поверхні ґрунту, знищення ґрунтової кірки та поліпшення аерації. Це проводять у фазі проростання зерна.

#### 6. Догляд за посівами

Протягом вегетаційного періоду догляд за посівами включає підживлення, боротьбу з бур'янами, хворобами та шкідниками.

Ефективний обробіток ґрунту під посів ярого ячменю включає декілька етапів, які забезпечують оптимальні умови для проростання насіння та розвитку рослин. Дотримання цих заходів сприяє підвищенню врожайності та якості зерна.

#### 2.5. Підготовка насіння до посіву, посів.

Підготовка насіння ярого ячменю до посіву та сам посів є важливими етапами агротехніки, які значною мірою впливають на врожайність та якість зерна.

Обирають сорти ячменю, які підходять для вашого регіону за кліматичними умовами та стійкістю до хвороб і шкідників.

Перевагу слід надавати високоврожайним сортам з хорошими показниками якості зерна.

Насіння калібрують за розміром і масою, щоб забезпечити рівномірний посів і одночасні сходи. Для цього використовують спеціальні калібрувальні

машини або сита.

Проведення лабораторного аналізу насіння на схожість і енергію проростання. Насіння з показниками схожості нижче 90% слід або відбракувати, або збільшити норму висіву.

Протруювання проводять для захисту від хвороб та шкідників. Використовують фунгіциди та інсектициди, які запобігають ураженню насіння і проростків.

Препарати для протруювання підбирають відповідно до рекомендацій агрономів, враховуючи специфіку регіону та можливі захворювання.

Для поліпшення стартового росту насіння обробляють розчинами мікроелементів (цинк, марганець, мідь, бор).

Оптимальні строки посіву.

Строки посіву залежать від кліматичних умов регіону. Ярий ячмінь висівають, коли температура ґрунту на глибині 5 см досягає 5-6 °С.

У середніх широтах це зазвичай припадає на кінець березня – початок квітня.

Норма висіву залежить від сорту, умов зволоження та родючості ґрунту. Зазвичай це 3.5-5.5 млн схожих насінин на гектар (180-250 кг/га). На більш легких та сухих ґрунтах норма висіву збільшується.

Оптимальна глибина загорання становить 3-5 см, в залежності від типу ґрунту і умов зволоження. На легких піщаних ґрунтах насіння загортають глибше, на важких глинистих – мілкіше.

Для посіву використовують сівалки, які забезпечують рівномірний розподіл насіння по полю та дотримання заданої глибини загорання. Важливо забезпечити рівномірність розподілу насіння по всій площі поля, щоб уникнути загущення або проріхів.

Коткування поля після посіву допомагає покращити контакт насіння з ґрунтом, що сприяє дружнім і рівномірним сходам. Особливо важливо проводити коткування на легких ґрунтах.

Підготовка насіння ярого ячменю до посіву включає вибір високоякісного насіння, його калібрування, перевірку на схожість, протруювання та обробку

мікроелементами. Посів слід проводити у оптимальні строки з дотриманням норм висіву та глибини загортання, використовуючи сівалки для забезпечення рівномірних сходів.

## **2.6. Догляд за посівами.**

Догляд за посівами ярого ячменю включає комплекс агротехнічних заходів, які забезпечують оптимальні умови для росту і розвитку рослин, підвищення врожайності та якості зерна. Основні заходи догляду включають:

### **1. Контроль за бур'янами**

Механічний контроль: на ранніх етапах вегетації проводять боронування для знищення молодих сходів бур'янів.

Хімічний контроль: застосування гербіцидів для боротьби з бур'янами. Гербіциди вибирають відповідно до виду бур'янів і фази розвитку ячменю. Найчастіше їх вносять у фазі кушіння.

### **2. Підживлення**

Раннє весняне підживлення: азотні добрива (амонійна селітра або карбамід) вносяться для стимулювання росту та розвитку рослин. Норма внесення залежить від вмісту азоту в ґрунті, зазвичай 30-60 кг/га.

Позакореневе підживлення: застосовуються мікродобрива (цинк, марганець, бор) у вигляді розчинів для обприскування рослин. Це допомагає покращити живлення в критичні періоди розвитку.

### **3. Полив**

Зрошення: на посушливих територіях або в умовах недостатньої кількості опадів застосовують полив. Важливо забезпечити достатнє зволоження ґрунту в періоди кушіння та колосіння ячменю.

Контроль за вологістю ґрунту: регулярний моніторинг вологи в ґрунті допомагає своєчасно приймати рішення про полив.

### **4. Захист від хвороб та шкідників**

Фунгіцидна обробка: для захисту від хвороб, таких як борошниста роса, септоріоз, іржа, використовують фунгіциди. Обробка проводиться профілактично або при перших ознаках захворювань.

Інсектицидна обробка: застосовуються інсектициди для боротьби з шкідниками, такими як злакові мухи, попелиці, трипси. Обробка проводиться при досягненні економічного порогу шкодочинності.

#### 5. Регулятори росту

Застосування регуляторів росту: для підвищення стійкості рослин до стресових умов (посуха, високі температури) та покращення структури стебла використовують регулятори росту. Вони допомагають запобігти виляганню посівів.

#### 6. Оперативний моніторинг та догляд

Регулярні обстеження посівів: проводять для виявлення хвороб, шкідників та бур'янів на ранніх стадіях.

Оперативне реагування: при виявленні проблем проводять негайні заходи, такі як обробка хімічними засобами або корекція системи підживлення.

Догляд за посівами ярого ячменю включає контроль за бур'янами, своєчасне підживлення, полив у разі потреби, захист від хвороб і шкідників, застосування регуляторів росту та регулярний моніторинг стану посівів. Комплексний підхід до догляду забезпечує здоровий ріст рослин, високу врожайність і якість зерна.

#### 7. Збирання врожаю

Збирання врожаю ярого ячменю є завершальним і дуже важливим етапом у виробництві цієї культури. Вчасне та якісне збирання врожаю дозволяє мінімізувати втрати зерна та забезпечити його високу якість.

##### 1. Визначення оптимальних строків збирання

Стиглість зерна: Збирання починають, коли зерно досягає повної стиглості. Оптимальна вологість зерна для збирання становить 14-17%.

Візуальні ознаки стиглості: Зерно тверде, золотистого кольору, стебла жовті та сухі.

Кліматичні умови: Важливо вибрати сухий період без дощів, оскільки підвищена вологість може призвести до втрат якості зерна і проблем з обмолотом.

## 2. Способи збирання

Пряме комбайнування: Найбільш поширений спосіб, коли зерно збирають безпосередньо комбайнами. Цей метод ефективний при оптимальній вологості зерна.

Роздільне збирання: Використовується при високій вологості зерна або на забур'яненних полях. Спочатку ячмінь скошують і залишають у валках для просушування, потім підбирають і обмолочують комбайном.

## 3. Налаштування комбайна

Швидкість руху комбайна: Регулюється залежно від стану посівів та врожайності. Оптимальна швидкість дозволяє мінімізувати втрати зерна.

Налаштування жнивarki: Висота зрізу повинна бути налаштована так, щоб забезпечити мінімальні втрати зерна і уникнути засмічення зерна соломкою.

Налаштування барабана та решіт: Швидкість обертання барабана та налаштування решіт повинні відповідати типу зерна і його вологості. Це дозволяє забезпечити якісний обмолот без пошкодження зерна.

## 4. Післязбиральна обробка

Сушіння зерна: У разі високої вологості зерна після збирання його необхідно просушити до вологості 12-14% для безпечного зберігання.

Очищення зерна: Проводиться для видалення домішок та сміття. Очищення забезпечує високу якість зерна і підвищує його товарні властивості.

## 5. Зберігання врожаю

Умови зберігання: Зерно зберігають у сухих, добре вентильованих складах або силосах. Важливо забезпечити захист від шкідників і гризунів.

Температура і вологість: Оптимальна температура для зберігання зерна ячменю - 5-10°C, відносна вологість повітря - не більше 70%.

## 6. Логістика

Транспортування: Зерно транспортують до місця зберігання або переробки. Під час транспортування важливо уникати механічних пошкоджень зерна.

Підготовка до реалізації: Перед реалізацією зерно може бути додатково

очищене, каліброване і упаковане.

Ефективне збирання врожаю ярого ячменю потребує своєчасного початку, правильного налаштування обладнання, дотримання технологічних процесів та умов зберігання. Ці заходи дозволяють мінімізувати втрати, зберегти високу якість зерна і забезпечити максимальний економічний ефект від вирощування цієї культури.

### **3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ПІДГОТОВКИ ҐРУНТУ ПІД ПОСІВ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ**

#### **3.1. Умови роботи.**

Виконувана операція – підготовка ґрунту під посів.

Задана площа поля на обробіток –  $S = 70$  га.

Довжина загінки –  $L = 1000$  м.

Кут схилу поля – 3%;

Опір ґрунту питомий –  $K = 1,8$  кН/м

Комплектація агрегату – трактор МТЗ-80 + ґрунтобробне знаряддя

#### **3.2. Агротехнічні вимоги**

Агротехнічні вимоги до посіву ярого ячменю включають низку заходів і умов, які забезпечують оптимальні умови для проростання насіння, розвитку рослин і досягнення високих врожаїв. Основні вимоги включають підготовку ґрунту, вибір насіння, строки посіву, норми висіву, глибину загортання насіння та інші аспекти.

##### **1. Підготовка ґрунту**

Основний обробіток ґрунту: Проводиться восени і включає глибоку оранку на 20-25 см для накопичення вологи і знищення бур'янів.

Передпосівний обробіток: Навесні проводять культивуацію та боронування для розпушення ґрунту і знищення бур'янів. Глибина культивуації зазвичай 10-12 см, а боронування – 4-6 см.

##### **2. Вибір і підготовка насіння**

Сорт: Обирають високоврожайні сорти, які підходять для конкретного регіону і стійкі до хвороб і шкідників.

Підготовка насіння: Включає калібрування, перевірку на схожість, протруювання фунгіцидами та інсектицидами, а також обробку мікроелементами для стимулювання росту.

##### **3. Оптимальні строки посіву**

Кліматичні умови: Висів ярого ячменю проводять, коли температура ґрунту на глибині 5 см досягає 5-6°C. Це зазвичай припадає на кінець березня – початок квітня.

Погодні умови: Важливо уникати посіву у періоди надмірної вологості ґрунту, щоб запобігти гнилі насіння.

#### 4. Норма висіву

Кількість насіння: Залежить від умов зволоження та родючості ґрунту. Зазвичай норма висіву становить 3.5-5.5 млн схожих насінин на гектар (180-250 кг/га).

Агротехнічні рекомендації: На легких ґрунтах і в посушливих умовах норма висіву збільшується.

#### 5. Глибина загорання насіння

Глибина: Оптимальна глибина загорання насіння становить 3-5 см, залежно від типу ґрунту і умов зволоження.

Тип ґрунту: На легких піщаних ґрунтах насіння загортають глибше, на важких глинистих – мілкіше.

#### 6. Техніка посіву

Сівалки: Використовують сучасні сівалки, які забезпечують рівномірний розподіл насіння по полю і дотримання заданої глибини загорання.

Коткування: Після посіву часто проводять коткування для ущільнення ґрунту і поліпшення контакту насіння з ґрунтом, що сприяє рівномірним сходам.

#### 7. Догляд за посівами

Боронування: Проводять після появи сходів для розпушення поверхні ґрунту, знищення бур'янів і покращення аерації.

Підживлення: Включає внесення азотних, фосфорних і калійних добрив відповідно до потреб рослин і ґрунтових умов.

#### 8. Захист від хвороб і шкідників

Протруювання насіння: Проводять перед посівом для захисту від ґрунтових і насінневих інфекцій.

Фунгіциди та інсектициди: Використовуються при необхідності під час

вегетаційного періоду.

Агротехнічні вимоги до посіву ярого ячменю включають ретельну підготовку ґрунту, вибір якісного насіння, дотримання оптимальних строків і норм посіву, правильну техніку загортання насіння, а також регулярний догляд за посівами. Дотримання цих вимог забезпечує високу врожайність та якість зерна.

**Агротехнічні вимоги до ґрунтообробного знаряддя** відіграють важливу роль у підготовці ґрунту до посіву та вирощуванні сільськогосподарських культур.

#### 1. Відповідність типу ґрунту

Знаряддя мають бути підібрані відповідно до типу ґрунту.

#### 2. Належне налаштування та підтримка

Глибина та ширина обробки мають бути налаштовані відповідно до вимог культури та типу ґрунту. Надмірно глибоке оброблення може викликати ерозію, а надмірне видалення верхнього шару ґрунту може знизити родючість.

Важливо проводити регулярне технічне обслуговування ґрунтообробного знаряддя, включаючи змащення, заміну деталей та регулювання.

#### 3. Дотримання правильної техніки обробки

Обробка мокроґрунту може призвести до ущільнення, що ускладнює проникнення повітря та води.

Уникання перевантаження ґрунтообробних машин: Перевантаження може призвести до підвищеного тягового опору, втрати продуктивності та збільшення споживання палива.

#### 4. Застосування новітніх технологій

Використання GPS і автоматизованих систем дозволяють зменшити перекриття та перевантаження ґрунту, підвищують точність роботи та зменшують споживання палива.

Групова робота машин: Використання декількох машин, що працюють паралельно, дозволяє збільшити продуктивність та ефективність роботи.

#### 5. Підтримка стабільного та рівномірного оброблення

Під час роботи необхідно уникати різких поворотів, які можуть

спричинити перекося та нерівності у глибині оброблення.

Необхідно дотримуватись оптимальної швидкості руху машини для забезпечення якісного оброблення ґрунту.

#### 6. Збереження родючості ґрунту

Важливо уникати перевантаження та ерозії, щоб зберегти верхній шар ґрунту, де зосереджена основна частина органічної речовини та коренева система рослин.

Агротехнічні вимоги до ґрунтообробного знаряддя полягають у правильному виборі, налаштуванні, утриманні та безпеці при використанні обладнання. Важливо враховувати особливості ґрунту, кліматичні умови та потреби культури для досягнення ефективного та безпечного обробітку ґрунту.

Проаналізувавши базову технологію вирощування ярого ячменю, ми пропонуємо для підготовки ґрунту під псів цієї культури використати ґрунтообробне знаряддя.

### 3.3. Комплектування і підготовка агрегату до роботи.

Ґрунтообробне знаряддя – напівпричіпний агрегат.

Його підйом та опускання у робоче положення здійснюється завдяки гідравлічній системі трактора МТЗ-80.

Зідно технічної характеристики трактора, визначаємо робочі передачі, завдяки яким можливо виконати дану операцію, а також зусилля на гаку, що відповідають даним передачам:

$$V_{\text{т}}^{\text{III}}=7,24 \text{ км/год}, \quad P_{\text{н.гак}}^{\text{III}}=14,0 \text{ кН.}$$

$$V_{\text{т}}^{\text{IV}}=8,90 \text{ км/год}, \quad P_{\text{н.гак}}^{\text{IV}}=14,0 \text{ кН.}$$

Тягове зусилля трактора на III і IV передачах, з урахуванням кута підйому:

$$P_{\text{гак}}=P_{\text{н.гак}}-G_{\text{т}}i. \quad (3.1)$$

де  $P_{н.гак}$  – обране тягове зусилля трактора на передачах III і IV;

$G_{тр}$  – маса трактора, кН;

$i$  – кут підйому поля.

Іншими словами,

$$P_{гак}^{III} = 14,0 - 36,4 \cdot 0,03 = 12,9 \text{ кН.}$$

$$P_{гак}^{IV} = 14,0 - 36,4 \cdot 0,03 = 12,9 \text{ кН.}$$

Найбільша ширина захвату на обраних передачах;

$$B_{max} = \frac{P_{гак}}{K + R_i}. \quad (3.2)$$

$K$  – питомий опір ґрунту, що може діяти на агрегат  $K=1,4$  кН/м,

$R_i$  – опір додатковий, що може вплинути на агрегат при подоланні ним підйому, кН/м.

Опір додатковий, що виникає при русі агрегату на підйом визначається:

$$R_i = \frac{G_M}{B_K} \cdot i. \quad (3.3)$$

де  $G_M$  – маса ґрунтообробного знаряддя;

$B_K$  – ширина захвату агрегату, який готує ґрунт під посів;

$$R_1 = \frac{8,2}{4,0} \cdot 0,03 = 0,0615 \text{ кН/м.}$$

$$B_{max}^{III} = \frac{8,20}{1,8 + 0,0615} = 4,4 \text{ м.}$$

$$B_{max}^{IV} = \frac{8,2}{1,8 + 0,0615} = 4,4 \text{ м.}$$

Кількісний склад знарядь в агрегаті визначаємо так:

$$n = \frac{B_{\max}}{B}. \quad (3.4)$$

$$n^{\text{III}} = \frac{4,4}{4,0} = 1,1.$$

$$n^{\text{IV}} = \frac{4,4}{4,0} = 1,1.$$

Виходячи з розрахунків, приймаємо одне знаряддя, на кожну передачу.

Тяговий опір агрегату для підготовки ґрунту під посів:

$$R_a = (K + R_i) B_k R_k. \quad (3.5)$$

$$R_a^{\text{III}} = (1,8 + 0,0615) \cdot 4,0 \cdot 1 = 7,45 \text{ кН.}$$

$$R_a^{\text{IV}} = (1,8 + 0,0615) \cdot 4,0 \cdot 1 = 7,45 \text{ кН.}$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора визначається так:

$$\eta_{\text{тз}} = \frac{R_a}{P_{\text{так}}}, \quad (3.6)$$

$$\eta_{\text{тз}}^{\text{III}} = \frac{7,45}{12,9} = 0,57,$$

$$\eta_{\text{тз}}^{\text{IV}} = \frac{17,45}{12,9} = 0,57.$$

Змінна продуктивність агрегату для готування ґрунту під посів визначається так:

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_p V_p T_p, \quad (3.7)$$

де  $B_p$  – ширина захвату самого агрегату:

$$V_p = B_k \beta,$$

де  $B_k$  – установча ширина захвата агрегата,

$\beta$  – коефіцієнт використання ширину агрегата.

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

$V_p$  – швидкість робоча агрегату;

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

де  $V_m$  – можлива швидкість руху агрегата, км/год.;

$\delta$  – коефіцієнт пробуксовування агрегата, ( $\delta=12\%$ ).

$$V_p = V_m \left( 1 - \frac{\delta}{100} \right). \quad (3.8)$$

$$V_p^{\text{III}} = 7,24 \cdot \left( 1 - \frac{12}{100} \right) = 6,37 \text{ км/год.}$$

$$V_p^{\text{IV}} = 8,9 \cdot \left( 1 - \frac{12}{100} \right) = 7,38 \text{ км/год.}$$

$T_p$  – суто робочий час виконання заданої операції, год.;

$$T_p = T_{\text{зм}} \tau, \quad (3.9)$$

$T_{\text{зм}}$  – час зміни;

$\tau$  – коефіцієнт для врахування використання часу зміни.

$$T_p = 7 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ год.}$$

$$W_{\text{зм}}^{\text{III}} = 0,1 \cdot 4,0 \cdot 6,37 \cdot 5,6 = 14,26 \text{ га/зм.}$$

$$W_{3M}^{IV}=0,1 \cdot 4,0 \cdot 7,38 \cdot 5,6=16,53 \text{ га/зМ.}$$

Витрат пального:

$$Q_{\text{га}} = \frac{Q_{3M}}{W_{3M}}, \quad (3.10)$$

де  $Q_{3M}$  – витрати пального за зміну на виконання операції, кг,

$$Q_{3M} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_z t_z, \quad (3.11)$$

де  $Q_p$ ,  $Q_x$ ,  $Q_z$  – відповідно затрати пального при робочих та холостих ходах і при зупинках, коли двигун працює по годинно, кг/год.;

$t_x$ ,  $t_z$  – час, витрачений, на робочі ходи та час на зупинки агрегату, коли двигун працює, відповідно, год.

Беремо до уваги, що  $t_x = t_z$ , тоді

$$t_x = t_z = \frac{T_{3M} - T_p}{2}. \quad (3.12)$$

$$t_x = t_z = \frac{7 - 5,6}{2} = 0,7 \text{ год.}$$

Якщо  $\eta_{T3}^{III}=0,79$  (на III-й передачі), то  $Q_p=15,4$  кг/год.;  $Q_x=9,7$  кг/год.;  $Q_z=1,9$  кг/год.

Якщо  $\eta_{T3}^{IV}=0,79$  (на IV-й передачі), то  $Q_p=16,7$  кг/год.;  $Q_x=11,4$  кг/год.;  $Q_z=2,6$  кг/год.

$$Q_{\text{га}}^{III} = \frac{15,4 \cdot 4,0 + 9,7 \cdot 0,7 + 1,9 \cdot 0,7}{14,26} = 4,9 \text{ кг/га.}$$

$$Q_{\text{га}}^{IV} = \frac{16,7 \cdot 4,0 + 11,4 \cdot 0,7 + 1,9 \cdot 0,7}{24,5} = 3,1 \text{ кг/га.}$$

У підсумку після виконання розрахунків – агрегат, що виконує

підготовку ґрунту під посів, який складається з трактора МТЗ-80 і ґрунтообробного знаряддя може мати більшу продуктивність і менші затрати пального на виконанні операції IV, ніж на III. При значному збільшенні опору можемо обрати додатковою передачею III. Іншими словами, даний агрегат краще працюватиме на IV-й передачі.

#### **1.4. Підготовка поля до роботи**

Підготовка поля до роботи ґрунтообробними знаряддями є ключовим етапом в сільськогосподарській діяльності, який може значно впливати на врожайність культур. Для ефективної підготовки поля до роботи з ґрунтообробними знаряддями необхідно виконати наступне:

Огляд і оцінка стану поля:

Перед роботою з ґрунтом проведіть огляд поля, оцініть ступінь щільності ґрунту, наявність бур'янів і будь-які інші нерівності.

Визначення необхідних робіт:

Залежно від стану поля, визначте необхідні роботи: чи потрібна оранка, культивуація, дискування або інші заходи.

Відновлення структури ґрунту:

Якщо ґрунт щільний, проведіть роботи з розпушення: оранку або глибоку культивуацію, щоб покращити аерацію і водопроникність ґрунту.

Рівномірне розподілення залишків рослинності:

Якщо на полі залишилися залишки попередніх культур, переконайтеся, що вони рівномірно розподілені або використані в процесі підготовки ґрунту.

Видалення бур'янів:

Перед обробкою поля ґрунтообробними знаряддями, видаліть бур'яни, щоб уникнути їх поширення під час обробки.

Виправлення нерівностей:

Під час підготовки поля до роботи з ґрунтом, виправте будь-які нерівності поверхні поля, щоб уникнути пошкодження обладнання та нерівномірного оброблення.

Управління вологою:

Врахуйте вологість ґрунту перед роботою з ґрунтом. Робота з мокрим ґрунтом може призвести до його ущільнення або утворення глинистих грудок.

Безпека:

Переконайтеся, що перед початком робіт усі безпечні заходи виконані, обладнання перевірене на працездатність, і оператори отримали необхідну підготовку та інструктаж.

Пам'ятайте, що ефективна підготовка поля до роботи з ґрунтом може значно підвищити продуктивність та знизити ризик пошкодження обладнання або ґрунту.

Обчислюємо величину поворотних смуг при безпетльових поворотах:

$$E=1,5R_{\min}+L_a \quad (3.13)$$

де  $R_{\min}$  – радіус повороту агрегата, найменший м;

$L_a$  – довжина агрегата кінематична, м, обраховуємо таким чином:

$$L_a=L_{\text{тр}}+L_{\text{зч}}+L_{\text{к}} \quad (3.14)$$

де  $L_{\text{тр}}$  – довжина кінематична енергетичного засобу, м;  $L_{\text{тр}}=0,94$  м;

$L_{\text{зч}}$  – довжина кінематична зчїпки, м;

$L_{\text{к}}$  – довжина кінематична ґрунтообробного знаряддя;

$$L_a=0,94+1,0+2,1=4,04 \text{ м}$$

Саме тоді

$$E=1,5 \cdot 3,6+4,04=9,44 \text{ м.}$$

**Поля на заїнки розбивають наступним чином**

Орієнтовно оптимальна ширина заїнки:

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{2 \cdot (LB_p + 8R_{\text{min}}^2)} \quad (3.15)$$

де  $L$  – орієнтовна довжина загінки, м;

$B_p$  – ширина захвата агрегата;

$R_{\text{min}}$  – радіус поворота агрегата, найменший.

$$C_{\text{опт}} = \sqrt{2 \cdot (1000 \cdot 4,0 + 8 \cdot 3,6^2)} = 28,76 \text{ м.}$$

Орієнтовна ширина захвату може бути кратною ширині захвата агрегата.

Тоді  $C'_{\text{опт}} = KB_p$

$$K = \frac{28,76}{4,0} = 7,19.$$

Беремо  $K=7$ . Значить,

$$C'_{\text{опт}} = 7 \cdot 4,0 = 28.$$

Число загінок буде:

$$n = \frac{10^4 \cdot F}{LC_{\text{опт}}} \quad (3.16)$$

де  $F$  – площа, яку можемо використати під посів ярого ячменю, га.

$$n = \frac{10^4 \cdot 70}{1000 \cdot 28} = 25.$$

Остаточно приймаємо 25 загінок з оптимальною шириною  $C_{\text{опт}}=28$  м.

### **Організація роботи агрегату по підготовці ґрунту під посів в загінці**

Це складний і відповідальний процес, який вимагає докладного планування та координації. Для ефективної організації цієї роботи виконуємо наступне:

**Планування і підготовка:**

Почніть з ретельного планування робіт. Визначте розміри та форму загінця, облаштуйте доступні шляхи до нього для машин та обладнання.

Перед початком робіт перевірте та підготуйте обладнання та знаряддя.

**Розрахунок маршрутів і маркіровка:**

Проведіть аналіз загінки та визначте оптимальні маршрути для руху машин та знарядь.

Позначте межі і маршрути на місцевості для уникнення втрат часу та непотрібних затрат пального.

**Координація робочих груп:**

Розділіть робочі групи на ефективні бригади, кожна з яких буде відповідальна за виконання певних завдань.

Забезпечте чітку комунікацію між групами та управлінням для забезпечення гармонійної роботи.

**Розподіл завдань:**

Розподіліть завдання між робочими групами відповідно до їхніх здібностей та обладнання.

Один з машиністів може ґрунтообробний агрегат, під час того як інші займатимуться маркуванням меж і обслуговуванням обладнання.

**Безпека та нагляд:**

Переконайтеся, що всі працівники обладнані засобами індивідуального захисту і дотримуються правил безпеки.

Забезпечте нагляд за роботою всіх агрегатів та машин, щоб уникнути непередбачених ситуацій.

**Виконання робіт:**

Почніть роботу згідно з плану, уникаючи зайвих перерв і витрат часу.

Контролюйте якість виконаних робіт та вчасно виправляйте будь-які

недоліки.

Оцінка та вдосконалення:

Після завершення робіт проведіть оцінку ефективності та продуктивності.

Врахуйте отримані дані для подальшого вдосконалення процесу.

Правильно організована робота агрегату може значно підвищити продуктивність та ефективність сільськогосподарського виробництва.

### **Встановлення робочих органів знаряддя на вказану глибину ходу**

Встановлення робочих органів знаряддя на вказану глибину ходу — це важливий етап перед початком робіт з обробки ґрунту. Для встановлення робочих органів на потрібну глибину необхідно виконати наступне:

**Визначення потрібної глибини:**

Почніть з визначення потрібної глибини обробки відповідно до вимог технології вирощування конкретної культури. Ця глибина може залежати від типу ґрунту, стану погоди, а також від специфіки самої культури.

**Підготовка знаряддя:**

Перевірте робочі органи та механізми вашого знаряддя. Переконайтеся, що вони в хорошому стані та готові до використання.

**Налаштування глибини:**

Використовуючи регулюючі механізми вашого обладнання, налаштуйте глибину роботи робочих органів відповідно до потрібних параметрів.

Деякі знаряддя мають механізми, що дозволяють регулювати глибину роботи безпосередньо під час процесу обробки.

**Практичні перевірки:**

Перед початком основної роботи зробіть пробний прохід, щоб переконатися, що глибина обробки відповідає вимогам.

Важливо врахувати реакцію знаряддя на різні умови ґрунту (наприклад, вологість), оскільки це може впливати на його роботу.

**Контроль під час роботи:**

Під час основної роботи регулярно перевіряйте глибину обробки, особливо при зміні умов ґрунту або робочих умов.

Якщо необхідно, вносьте корективи в налаштування, щоб забезпечити

потрібну якість обробки.

Збереження даних:

Важливо записувати параметри регулювання глибини та результати роботи знаряддя для подальшого аналізу і вдосконалення процесу.

Правильно налаштовані робочі органи забезпечать ефективну обробку ґрунту на потрібну глибину, що сприятиме зростанню та розвитку рослин і, в кінцевому підсумку, досягненню високих врожаїв.

### **Підготовка трактора.**

Підготовка трактора до виконання робіт з ґрунтообробним знаряддям є важливим кроком для забезпечення ефективності та безпеки виробничого процесу. Потрібно виконати наступне:

Огляд та обслуговування механізмів трактора:

Перевірте стан двигуна, гідравліки, електроприладів та інших систем трактора. Впевніться, що всі механізми працюють належним чином.

Переконайтеся, що робочі гальма та ручна гальмівна система працюють ефективно.

Перевірка рідин та рівнів:

Перевірте рівень мастила, пального, гідравлічної рідини та інших рідин у відповідних ємностях. Додайте або замініть рідини за необхідності.

Перевірка шин:

Переконайтеся, що шини трактора мають належний рівень накачування та відповідну структуру протектора. Змініть або виправте будь-які пошкоджені шини.

Перевірка освітлення та сигналізації:

Переконайтеся, що всі фари, мигалки та інші світлові прилади працюють належним чином. Це особливо важливо, якщо робота буде виконуватися вночі або в умовах обмеженої видимості.

Перевірка та підготовка знаряддя:

Перевірте робочі органи ґрунтообробного знаряддя, змастіть їх та переконайтеся, що вони в хорошому стані.

Правильно встановіть знаряддя на тракторі і переконайтеся, що вони надійно закріплені.

Настройка режимів роботи:

Встановіть необхідні швидкості та оберти для роботи з ґрунтом відповідно до вимог конкретного виду робіт та умов ґрунту.

Перевірка безпеки:

Переконайтеся, що всі системи безпеки, такі як захисні загородження, працюють належним чином та відповідають нормативам безпеки.

Підготовка до експлуатації:

Перед початком робіт перевірте, чи всі паспортні документи трактора наявні та актуальні.

Забезпечте належний рівень підготовки операторів трактора до роботи з обладнанням.

Ці кроки допоможуть забезпечити безперервну та безпечну роботу трактора з ґрунтообробним знаряддям.

### **Регулювання в полі**

Регулювання ґрунтообробного агрегату в полі є важливим кроком для досягнення оптимальних результатів обробки ґрунту. Для ефективного регулювання потрібно виконати наступне:

Визначення глибини обробки:

Враховуйте вимоги конкретної культури та рекомендації виробника агрегату для визначення оптимальної глибини обробки. Наприклад, для культур з мілким кореневищем глибина обробки може бути меншою, ніж для культур з глибоким кореневищем.

Регулювання глибини обробки:

Використовуйте механізми агрегату для зміни глибини обробки. Це може бути ручне або гідравлічне регулювання в залежності від типу обладнання.

Для досягнення однорідної обробки ґрунту рекомендується зберігати однакову глибину обробки на всій площі поля.

Контроль глибини обробки:

Періодично перевіряйте глибину обробки під час роботи агрегату. Використовуйте візуальні ознаки, які показують, наскільки глибоко агрегат проникає в ґрунт.

Коригуйте глибину обробки за потреби, особливо якщо ви помічаєте нерівності або нерівності в роботі агрегату на різних ділянках поля.

Контроль швидкості та глибини проходу:

Керуйте швидкістю трактора або агрегату, а також глибиною проходу, щоб забезпечити оптимальну якість обробки та виконання завдань відповідно до вимог технології вирощування культури.

Враховуйте умови ґрунту:

Пам'ятайте, що умови ґрунту можуть впливати на ефективність обробки. Наприклад, вологий ґрунт може важче оброблятися, тому може знадобитися зміна глибини або швидкості обробки.

Попередня обробка:

У деяких випадках може знадобитися попередня обробка агрегатом на меншій глибині перед основною обробкою. Це допомагає підготувати ґрунт для більш глибокої обробки та полегшує прохід обладнання.

Регулювання ґрунтообробного агрегату в полі вимагає уважності та досвіду. Важливо ретельно вивчити рекомендації виробника та бути готовим до коригування параметрів в залежності від умов роботи та потреб культури.

### **3.6. Контроль якості виконання операції роботи**

Контроль якості виконання підготовки ґрунту під посів ґрунтообробним агрегатом є важливим етапом, який допомагає забезпечити оптимальні умови для росту та розвитку рослин. Ось деякі аспекти, які варто врахувати при контролі якості:

Глибина обробки:

Перевірте, чи була досягнута потрібна глибина обробки для конкретної культури. Глибина повинна бути достатньою для забезпечення необхідного розвитку кореневої системи рослин.

Однорідність обробки:

Переконайтеся, що обробка ґрунту була проведена однорідно на всій площі поля. Нерівності можуть призвести до нерівного росту рослин та

зменшення врожайності.

Відсутність грудок:

Перевірте, чи вдалося уникнути утворення грудок під час обробки ґрунту. Грудки можуть ускладнити посів та вирощування культур, а глея може перешкоджати нормальному розвитку кореневої системи.

Видалення бур'янів:

Переконайтеся, що під час обробки було ефективно видалено бур'яни. Наявність бур'янів може конкурувати з культурами за воду, живлення та світло, що може призвести до зниження врожайності.

Рівномірність розподілу залишків рослинності:

Переконайтеся, що залишки попередніх культур рівномірно розподілені по всій площі поля. Нерівномірний розподіл може ускладнити подальшу обробку та посів.

Структура ґрунту:

Оцініть структуру обробленого ґрунту. Він повинен мати роздроблену структуру, що сприяє забезпеченню доступу повітря, води та поживних речовин до кореневої системи рослин.

Дотримання технологічних вимог:

Перевірте, чи були дотримані технологічні вимоги обробки ґрунту для конкретної культури. Це може включати рекомендовані глибини обробки, швидкості руху, типи та налаштування обробних агрегатів тощо.

Відсутність пошкоджень обладнання:

Перевірте стан ґрунтообробного обладнання на наявність будь-яких пошкоджень або відмінностей в якості обробки на різних ділянках поля.

Ретельний контроль якості підготовки ґрунту під посів допоможе забезпечити оптимальні умови для росту та розвитку рослин, що в свою чергу позитивно позначиться на врожайності.

## 4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

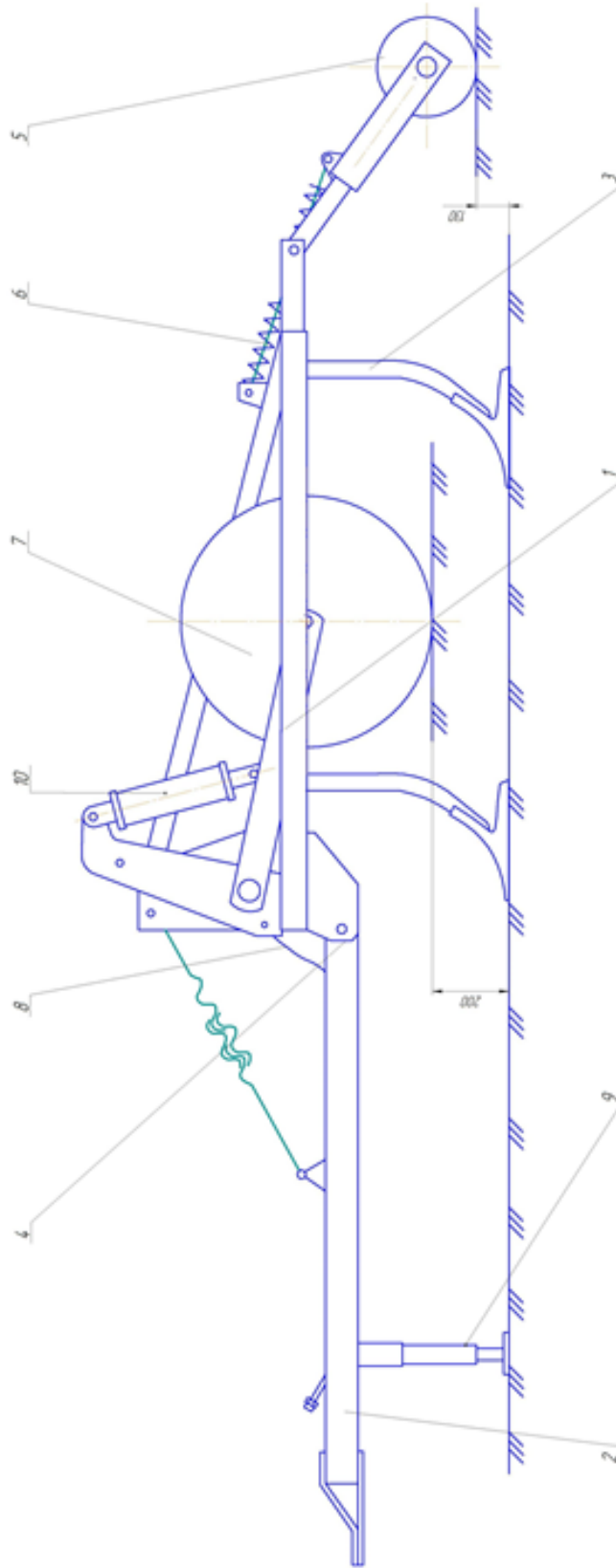
При вирощуванні сільськогосподарських культур підготовка ґрунту під посів являється мало не основною технологічною операцією, при якій застосуються робочі органи, які виконують підрізання бур'янів та рихлення поверхневого шару ґрунту, створюються оптимальні умови для роботи посівних агрегатів.

Дослідивши технологію вирощування ярого ячменю, нами запропоновано внести певні зміни до технологічної карти цієї культури: передпосівний обробіток ґрунту виконати ґрунтообробним знаряддям, з встановленням на нього котків оригінальної конструкції.

### **Опис об'єкту дослідження**

Ґрунтообробне знаряддя (рис. 4.1) призначене для передпосівного обробітку ґрунту на глибину до 12 см та для знищення бур'янів разом з боронуванням. Він має робочу швидкість до 10 км/год.

Ґрунтообробне знаряддя виготовляється причіпним і начіпним. Одне знаряддя агрегується з тракторами класу 0.9 і 1.4. Два культиватори – з трактором класу 3 через зчіпку СП-11 або центральну секцію зчіпки СГ-21. Чотири культиватори – з тракторами класу 5 за допомогою зчіпки СП-16.



- 4.1. Грунтообробне знаряддя: 1 – рама; 2 – сниця дискова;  
 3 – лапа дискова; 4 – гвинт регулювальний; 5 – коток;  
 6 – штанга натискна; 7 – колесо опорне; 8 - гідравлічний провід;  
 9 – підставка опорна; 10 – гідроциліндр.

**Недоліки даного грунтообробного знаряддя:**

- радіальна схема кріплення гряделя;
- недостатньо високий рівень виконання технологічної операції;
- велика кількість грудочок ґрунту розміром, який перевищує 50 мм на поверхні обробленого поля

## **Опис розроблюваних вузлів**

### **Коток**

Існують котки, різні за конструкцією, в тому числі гладкі водоналивні, борончаті та пруткові. Вони мають і переваги і недоліки.

Для прикочування посівів та ущільнення поверхневого шару ґрунту використовують гладкі водоналивні котки, які здатні переміщувати частки ґрунту в горизонтальному та вертикальному напрямках методом ущільнення.

При зменшенні діаметра котка збільшується поздовжня деформація ґрунту також збільшується його подрібнення, однак використання котків з малим діаметром спричиняє небажаний результат: збільшується їх металоємкість. Інший недолік таких котків – вертикальне зміщення часток ґрунту та загортання грудок під шар ґрунту, тому рослини мають неякісну схожість. На відміну, пруткові котки якісно розбивають грудки на поверхні ґрунту, але вони надто легкі і не можуть виконувати функцію ущільнення.

Нами запропоновано коток, який складається з гладкого циліндра, осі та підшипників. На циліндричній поверхні даного котка встановлена сітка, виконана із пружинних V-подібних прутів, які переплітені між собою, і утворюють при цьому тетраїдальні комірки з розміром ребер,  $\angle 100$  мм, при цьому пружинна сітка закріплюється до торцевих дисків гладкого циліндра.

Коток (рис. 4.2) складається з: циліндра 1, вісі 2 з підшипниками 3 та сітки 4, виконаної із пружинних V-подібних прутків 5, переплетених між собою, які утворюють тетраїдальні комірки 6 з розміром ребер,  $\angle 100$  мм. Диски 7 встановлені на торцях циліндра 1, на яких кріплять сітку 4.

Коток працює наступним чином.

Циліндр 1, рухаючись по поверхні поля, ущільнює верхній шар ґрунту.

Грудки подрібнюються сіткою 4 з переплетеними між собою прутами 5,

яка розміщується на поверхні циліндра 1, до розмірів менших 100 мм, при цьому не занурює їх під поверхню пружинність самих прутів

Постійна деформація прутів 5 дозволяє сітці 4 не забиватися ґрунтом.

Запропонована нами конструкція котка дозволить зменшити його металоємкість завдяки можливості зменшити його діаметр.

Запропонований коток дозволить працювати кутом з обхвату котка ґрунтом  $\alpha \leq 30^\circ$ . У серійних же котків кут  $\alpha \leq 20^\circ$ .

Це забезпечить зменшення діаметра котка з 60 см до 45 см порівняно з серійним, при цьому його металоємкість зменшиться на 15-20%.

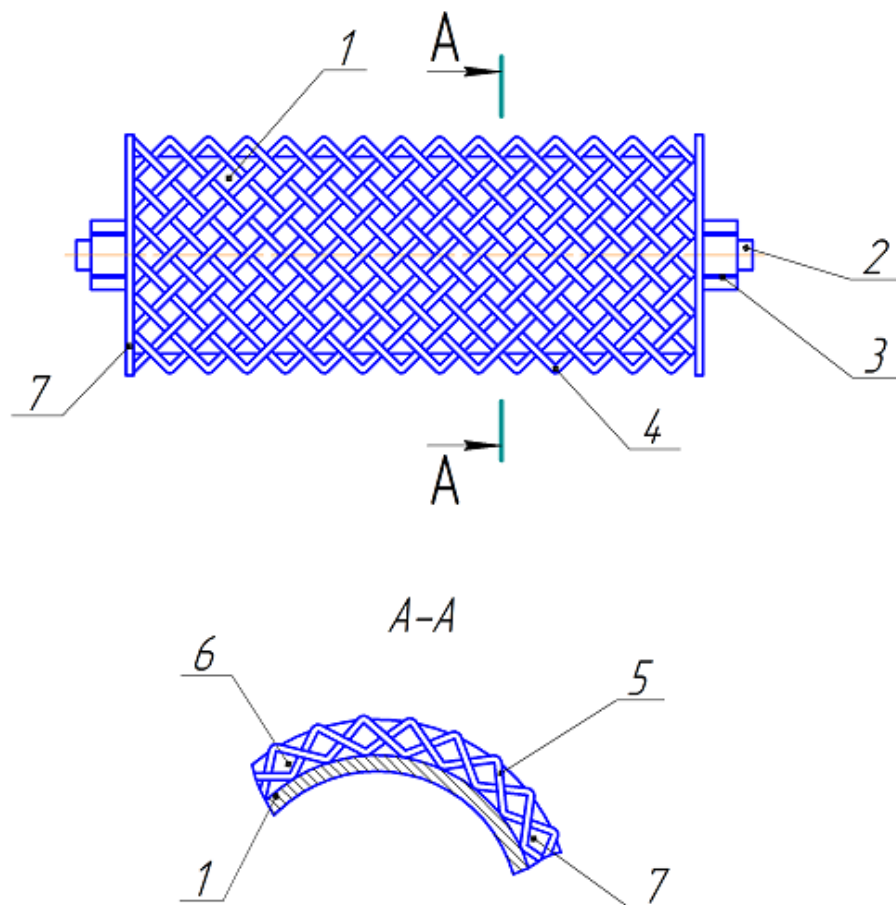


Рис. 4.2. Коток

Маємо наступні переваги запропонованого котка:

- зменшиться металоємкість на 15-20%;
- використовуючи даний коток отримаємо задовільно ущільнений

грунт, подрібнені грудки на поверхні поля, не утрамбовані під верхній пласт ґрунту;

– через пружинну деформацію сітки, яка виконана з V-подібних прутків, зовнішня поверхня циліндра легко може звільнитися від ґрунту, який налипає;

– запропонована нами конструкція вимагає значно менших витрат енергії при русі котка через зменшення поздовжнього рух часток ґрунту.

#### **4.2. Технологічний розрахунок.**

**Розміщення робочих органів на ґрунтообробному знарядді** повинно бути таким, щоб виключалася можливість заклинювання між сусідніми лапами бур'яну та ґрунту. Разом з цим обробіток поля повинен відбуватися без пропусків (огріхів).

Щоб виконати вказані вимоги, лапи ґрунтообробного знаряддя можна розміщувати у два або у три ряди. Сусідні лапи розміщуємо з таким розрахунком, щоб забезпечити деяке перекриття зон деформації ґрунту під дією лап. Тобто, відстань між сусідніми лапами та рядами їх розміщення обираємо з умов поширення зон деформації ґрунту при впливі на нього лап ґрунтообробного знаряддя.

Щоб забезпечити повне підрізання бур'янів і попередити забивання робочих органів, приймаємо їх дворядне розміщення на ґрунтообробному знарядді.

Відстань між лапами:

$$L = \frac{S}{\operatorname{tg}[90 - (\gamma + \varphi')]} \quad (4.1)$$

де  $2\gamma$  – кут розходження леза лапи;

$\varphi'$  – кут тертя ґрунту об метал.

$$L = \frac{0.70}{\operatorname{tg}[90 - (30 + 15)]} = 0,43$$

Перекриття між лапами вибираємо з умови забезпечення повного підрізання небажаної рослинності

$$C = L \operatorname{tg} \delta \quad (4.2)$$

де  $\delta$  – кут непередбаченого відхилення ґрунтообробного знаряддя від прямої лінії.

$$C = 0,43 \cdot \operatorname{tg} 7^\circ = 0,037 \text{ м.}$$

Схема розміщення лап при обробці міжрядь на рис. 4.3.

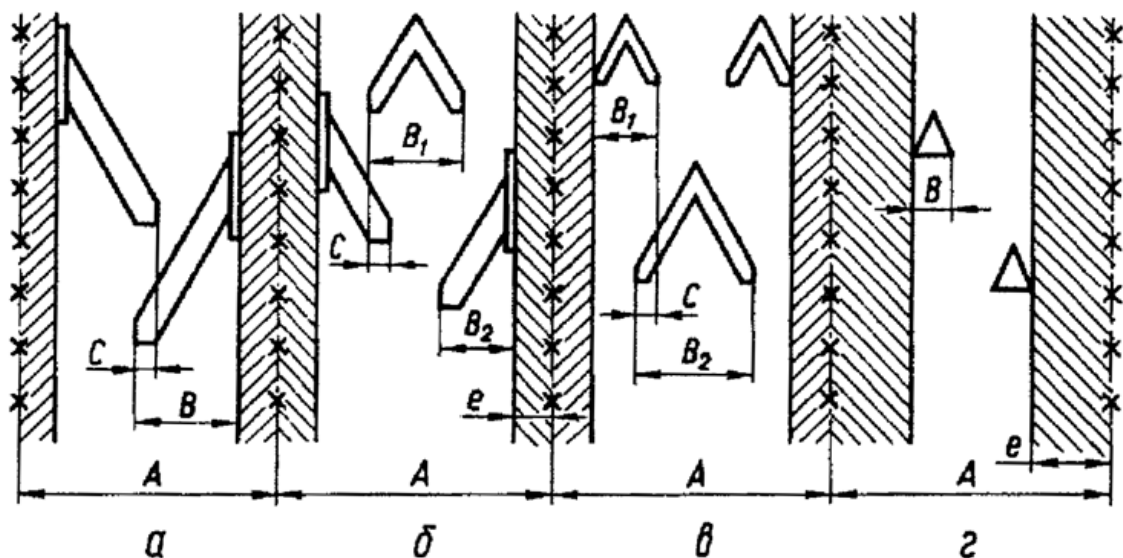


Рис. 4.3. Схема розміщення лап при обробці міжрядь: а, в – полільних;  
г – розпушувальних

Зазвичай, стрілочасті лапи розміщують перед односторонніми, тому що при цьому можна отримати рівномірну глибину обробки і рівну поверхню.

Ширина захисної зони буде складати від 9 до 12 см.

Ширина захвату лап  $b_1$  та  $b_2$  матиме співвідношення:

$$b_1 + \frac{1}{2}b_2 = \frac{1}{2}S - (c - \Delta b) \quad (4.3)$$

де  $\Delta b$  – захисна зона.

$$b_1 + \frac{1}{2}b_2 = \frac{1}{2}0.7 - (0.037 - 0.10) = 0.41$$

приймаємо з конструктивних міркувань

$$b_1 = 270 \text{ мм}$$

$$b_2 = 330 \text{ мм.}$$

Стандартні розміри лап забезпечують ширину захисної зони

$$\Delta b = \frac{1}{2}S + c - b_1 - \frac{1}{2}b_2 \quad (4.4)$$

$$\Delta b = \frac{1}{2}700 + 370 - 132 - \frac{1}{2}330 = 423 \text{ мм.}$$

### 4.3. Кінематичний розрахунок

#### Розрахунок кріплення стояків до рами.

Тяговий опір ґрунтообробного знаряддя визначаємо, зазвичай, орієнтовно

$$R_x = K_k \cdot B_m \quad (4.5)$$

де  $K_k$  – питомий опір ґрунтообробного знаряддя;

$B_m$  – ширина захвату ґрунтообробного знаряддя.

$$R_x = 5,2 \cdot 4 = 20,8 \text{кН}$$

Лапи відносно рами розміщуємо симетрично.

Нахил рівнодіючої до горизонту лап ґрунтообробного знаряддя  $\theta = 15^\circ$  (рис. 4.4).

Віддаль  $h_{\Pi}$  від леза до точки перетину рівнодіючої з грудьми лап складе

$$h_{\Pi} = 0.4h_0 \quad (4.6)$$

$$h_{\Pi} = 0.4 \cdot 200 = 80 \text{ мм},$$

$i$  залежить від глибини обробітку ґрунту. Щоб забезпечити мінімальний заглиблювальний момент доцільно обрати значення  $E$  – найбільше, а  $M$  – найменше.

Величина  $E$  обумовлена стійкістю ходу робочих органів у поздовжньо-вертикальній площині, величина  $M$  – їх прохідністю. Тобто, при жорсткому кріпленні стояків робочих органів до рами пропонуються прийняти  $E \geq M$ , а  $M = 500\text{-}650$  мм.

Опорні колеса на ґрунтообробному знарядді розміщуємо так, щоб при робочому положенні вони могли переміщуватися за межами зон деформації ґрунту із забезпеченням вільного проходу розпушеного ґрунту.

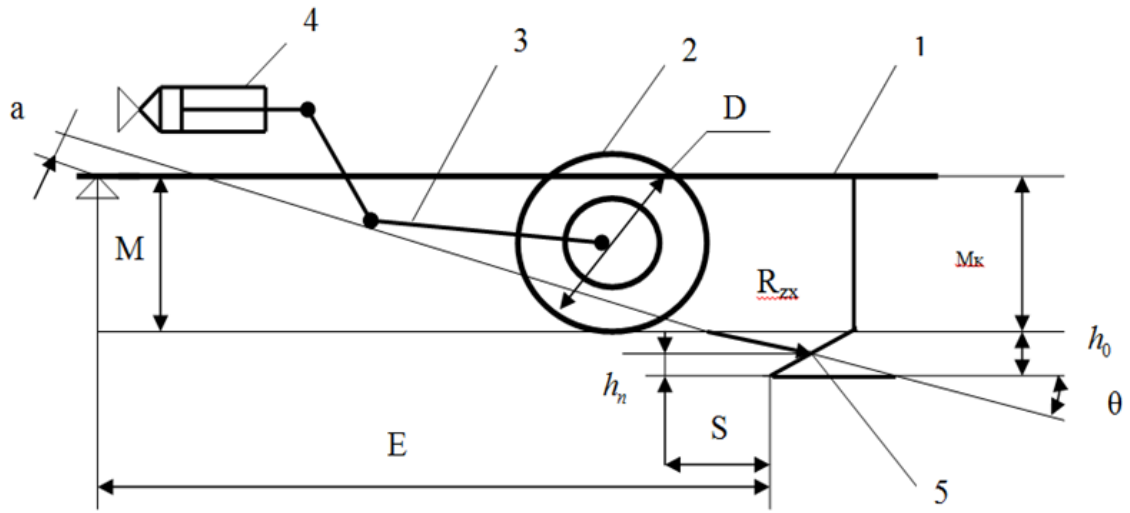


Рис. 4.4. Схема культиватора з жорстким кріпленням стояків до рами:  
 1 – рама; 2 – опорні колеса; 3 – двоплечий важіль; 4 – гідроциліндр;  
 5 – лапа культиватора.

Це можливе, коли буде виконана умова:

$$S \geq 2h_0 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \gamma_{\max}) + 80 \text{ мм} \quad (4.7)$$

де 80 мм – величина врахування вдавлювання колес в ґрунт.

$$S \geq 2 \cdot 200 \cdot \operatorname{tg}(16^\circ + 45^\circ) + 80 = 800 \text{ мм} .$$

На копіювання рельєфу поля у поздовжньо-вертикальній площині негативно впливає надмірне віддалення лап від коліс.

#### 4.4. Енергетичний розрахунок.

Робочий опір ґрунтообробного знаряддя

$$R_r = (K_o + R_i)B_k, \quad (4.8)$$

де  $K_o$  – питомий опір ґрунту;

$R_i$  – додатковий опір, що може виникнути при рухові агрегату на підйом, кН/м. Його визначаємо так:

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

де  $G_m$  — маса ґрунтообробного знаряддя;

$i=0,03$  – величина підйому;

$B_k=4,0$  м – конструктивна ширина захвату ґрунтообробного знаряддя.

$$R_i = \frac{8.2}{4} \cdot 0,03 = 0,062 \text{ кН/м.}$$

Разом з тим опір ґрунтообробного знаряддя буде рівним:

$$R_r = (K_o + R_i) B_k = (6 + 0,062) \cdot 4 = 24.2 \text{ кН}$$

Таке тягове зусилля може забезпечити трактор МТЗ-80.

Тягове зусилля трактора з урахуванням можливого руху агрегату на підйом:

$$P_{\text{гак}} = P_{\text{н.гак}} - G_{\text{тр}} i, \quad (4.9)$$

де  $G_{\text{тр}}$  — маса трактора;

$i$  – величина підйому .

Врахувавши знайдені величини, тягове зусилля на гаку трактора зможемо розрахувати:

$$P_{\text{гак}} = 14,0 - 33,4 \cdot 0,03 = 13,0 \text{ кН;}$$

Розраховуємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора МТЗ-80 при роботі з ґрунтообробним знаряддям:

$$\eta_{\text{тз}} = \frac{R_{\Gamma}}{P_{\text{гак}}} = \frac{24.2}{13} = 1.86.$$

Отримане значення вказаного коефіцієнта свідчить про існування запасу потужності трактора, що дає можливість працювати агрегату.

## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці при роботі на ґрунтообробному знарядді є важливим аспектом для забезпечення безпеки та запобігання травм. 1

Перед початком роботи необхідно навчити персонал правильному використанню обладнання та ознайомити з правилами безпеки.

Перед кожним використанням потрібно перевірити обладнання на відсутність пошкоджень та правильну роботу всіх механізмів.

Носіть спеціальні навушники або вушні вкладки для захисту від шуму, який виробляє обладнання.

Використовуйте захисні маски або респіратори для захисту від вдихання пилу та інших шкідливих речовин.

### 3. Правильна техніка роботи

Будьте обережні поблизу рухомих частин обладнання та уникайте контакту з ними.

Дотримуйтеся правил безпеки при переміщенні: Ніколи не стійте перед або позаду рухомого обладнання, дотримуйтеся безпечної відстані.

### 4. Екстрені випадки та надзвичайні ситуації

Навчання дій в надзвичайних ситуаціях: Забезпечте персоналу знання про процедури дій в разі надзвичайних ситуацій, таких як загоряння, аварії або травми.

Наявність першої допомоги: Забезпечте наявність необхідного обладнання для надання першої допомоги та тренінгування персоналу щодо його використання.

### 5. Постійне нагадування та контроль

Важливо регулярно нагадувати персоналу про важливість дотримання правил безпеки та контролювати їх виконання.

Охорона праці при роботі на ґрунтообробному знарядді – це сукупність заходів, спрямованих на мінімізацію ризиків травм та забезпечення безпеки персоналу. Важливо навчати персонал правилам безпеки, забезпечити наявність необхідного особистого захисту та обладнання для надання першої

допомоги, а також постійно нагадувати та контролювати їх виконання.

Під час експлуатації ґрунтообробного знаряддя можуть виникати **різноманітні шкідливі та загрозливі фактори**, які можуть негативно впливати на здоров'я та безпеку працівників.:

#### 1. Фізичні фактори:

Висока шумова та вібраційна навантаженість: Постійна експозиція великому рівню шуму та вібрації може призводити до порушень слуху та м'язово-скелетної системи.

Підвищена температура навколишнього середовища: Робота на сонці або у недостатньо провітрюваних приміщеннях може призвести до перегрівання та сонячного удару.

Механічні травми: Ризик травм внаслідок контакту з рухомими частинами обладнання або через неналежне використання.

#### 2. Хімічні фактори:

Дихання шкідливими речовинами: Небезпечні гази, пил та інші хімічні речовини, що виділяються при роботі з ґрунтом або внаслідок зносу обладнання, можуть негативно впливати на дихальну систему.

Контакт з отруйними речовинами: Можливий контакт з отруйними речовинами, які використовуються для обробки ґрунту або змащення частин обладнання.

#### 3. Біологічні фактори:

Ризик зараження інфекціями: При роботі в умовах підвищеної вологості або контакту з рослинами можливий ризик зараження грибковими або бактеріальними інфекціями.

#### 4. Ергономічні фактори:

Поганий ергономічний дизайн обладнання: Неправильно підібрана або налаштована техніка роботи може призводити до перевантаження різних м'язових груп та розвитку м'язово-скелетних захворювань.

#### 5. Пожежна та електробезпека:

Ризик загоряння або вибуху: При роботі з паливно-мастильними матеріалами та електричним обладнанням існує ризик пожежі або вибуху.

Електротравми: Неналежне обслуговування електричного обладнання може призвести до ураження електричним струмом.

Загальні ризики:

Недостатній рівень професійної підготовки та інструктажу: Незнання правил безпеки та правильних методів роботи може призвести до нещасних випадків.

Відсутність контролю за виконанням правил безпеки: Недостатній контроль та нагляд можуть сприяти недисциплінованому поведінці та порушенням правил безпеки.

Загальні ризики та загрозливі фактори при експлуатації ґрунтообробного знаряддя можуть бути мінімізовані за допомогою відповідних заходів безпеки та контролю. Дотримання правил безпеки, регулярні навчання та нагляд є ключовими для забезпечення безпечної роботи з ґрунтообробним обладнанням.

**Забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов праці на ґрунтообробному знарядді в агрегаті з трактором** важливо для збереження здоров'я та підвищення продуктивності працівників.

1. Організація робочого місця:

Забезпечення регулярного очищення та порядку на робочому місці, включаючи кабінку трактора та робочі площадки.

Потрібно переконайтеся, що кабіна трактора має належну вентиляцію для забезпечення свіжого повітря та відведення випарів пального.

2. Захист від шуму та вібрації:

Встановлення засобів шумоізоляції у кабіні трактора для зменшення рівня шуму, що створюється робочим обладнанням.

Застосування амортизатори та інші засоби для зменшення вібрації, що передається на руки та тіло оператора.

3. Захист від пилу та газів:

Встановлення систем фільтрації повітря у кабіні трактора для зменшення вдихання пилу та інших шкідливих речовин.

Забезпечення належної вентиляції для відведення шкідливих газів та

випарів з кабіни трактора.

#### 4. Організація робочого часу:

Забезпечення оператора можливість регулярних перерв на відпочинок та відновлення сил під час тривалої роботи.

Оптимізація графіка роботи для уникнення перевантаження та забезпечення розумного розподілу навантаження протягом дня.

#### 5. Навчання та інструктаж:

Надання операторам тренінгу з правил безпеки роботи з ґрунтообробним обладнанням та тракторами.

Проведення інструктажу з правильного користування та обслуговування трактора та ґрунтообробного знаряддя.

#### 6. Забезпечення зручних умов праці:

Встановлення зручних сидінь, регульованого керма та інших зручностей для забезпечення комфортного робочого середовища.

Забезпечення можливості регулювання робочих механізмів для оптимального розташування та комфортної роботи.

Забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов праці на ґрунтообробному знарядді в агрегаті з трактором є важливим завданням для збереження здоров'я та безпеки працівників. Важливо приділяти увагу всім аспектам охорони праці та вживати необхідні заходи для запобігання негативному впливу робочого середовища на здоров'я працівників.

## 6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота присвячена поліпшенню механізації вирощування ярого ячменю.

У роботі нами проаналізовано базову технологію вирощування ярого ячменю. З метою зменшення собівартості вирощування культури та підвищення рентабельності запропоновано операції підготовки ґрунту під посів культури провести ґрунтообробним знаряддям, яке обладнано котками оригінальної конструкції. Ґрунтообробне знаряддя відповідає встановленим нормативам та ефективно виконує поставлені задачі.

Удосконалено операційну технологічну карту на підготовку ґрунту під посів запропонованим ґрунтообробним знаряддям.

Обраний склад агрегату відповідає завданню та агротехнічним умовам до підготовки ґрунту під посів.

Основні режими роботи ґрунтообробного знаряддя визначено з урахуванням вимог до культури та її вирощування, до стану ґрунту та інших факторів.

Агрегат, який складається з трактора МТЗ-80 та ґрунтообробного знаряддя, може забезпечувати якісне виконання операції та сприяє високим експлуатаційним показникам при вирощуванні ярого ячменю.

В інженерній частині кваліфікаційної роботи розглянуто ґрунтообробне знаряддя та виконання ним технологічного процесу означеної операції. Покращення роботи даного знаряддя отримуємо завдяки встановленню на нього котків оригінальної конструкції, які якісно ущільнюють ґрунт, подрібнюють грудки, не утрамбовуючи їх; при цьому знаряддя потребуватиме менших витрат енергії під час руху агрегату.

Обране знаряддя відповідає вимогам ДСТУ з охорони праці.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бойко А.І., Свірень М.О. Шмат С.І. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин. Навч. посібник. – К.: 2003. – 202 с.
2. Бондаренко М.Г. Комплектування і використання машинно-тракторного парку в рослинництві / М.Г. Бондаренко, В.А. Демещук. – К.: Вища школа, 1996. – 236 с.
3. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: Підр. – К.: Каравела, 2004. – С. 66-82.
4. Лімонт А.С. Практикум з машиновикористання в рослинництві/ А.С.Лімонт, І.І. Мельник, А.С. Малиновський та ін.; за ред. І.І. Мельник. – К.:Кондор, 2004. – 282 с. URL: <https://www.twirpx.com/file/1277494/>
5. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з курсів «Технологія механізованих робіт в рослинництві» та «Машиновикористання в рослинництві» для студентів спеціальностей 208 «Агроінженерія» та 133 «Галузеве машинобудування» / Укладачі: В.М. Сало, С.М. Лещенко, О.М. Васильковський, Д.І. Петренко, П.Г. Лузан – Кропивницький: ЦНТУ, 2018. – 170 с. URL:<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/8095/1/РўРњР Р %28РцР %29%202018%20%28Р·%20PSPsPjPμCЃP°C†C–C”CЃ%29.pdf>.
6. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Рудь Ю.С. – 2-е вид., переробл. – Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.
7. Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): Навч. посіб. / За заг. ред. к.т.н., доц. І.П. Пістуна. – Львів: “Тріада плюс”, 2010. 64. Охорона праці (практикум): Навч. посіб. /За заг. ред. к.т.н., доц. І.П. Пістуна. – Львів: «Тріада плюс», 2011. 65. Охорона праці та промислова безпека: Навчальний посібник / К.Н.
8. Охорона праці та промислова безпека: Навчальний посібник / К.Н. Ткачук, В.В. Зацарний, Р.В. Сабарно, С.Ф. Каштанов, Л.О. Мітюк, Л.Д. Третьякова, К.К. Ткачук, А.В. Чадюк; За ред. К. Н. Ткачука і В. В. Зацарного. – К., 2009.
9. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні

основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машині та обладн. с.-г. вир-ва» / За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.: іл.

10. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник /Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін. – К.: Вища освіта, 2005.–464 с.

11. Шкрегаль О.М. Стан питання та сучасні розробки робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту / О.М., Шкрегаль О.С. Вотченко // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. – Луганськ: ЛНАУ, 2008. – Вип. 91. – С. 122- 129.

# ДОДАТКИ

## Технічна характеристика ґрунтообробного знаряддя

№ п/п	Показник	Значення
1.	Робоча швидкість, км/год.	12
2.	Ширина захвату, м	4
3.	Глибина обробітку ґрунту, см	
	лапами	
	зубовими та пружинними боронами	4-8
4.	Габаритні розміри агрегату в робочому положенні, мм	
	довжина	4900
	ширина	4080
	висота	1100
5.	Транспортна швидкість, км/год.	20
6.	Габаритні розміри агрегату в транспортному положенні, мм	
	довжина	4800
	ширина	4000
	висота	1740
7.	Маса, з повним комплектом, кг	820

## Опис ґрунтообробного знаряддя

Зварна рама знаряддя має чотирикутну форму. На передньому брусі рами, який виготовлений з квадратної труби, приварені скоби. Ці скоби служать для шарнірного приєднання ґряділей з робочими органами. Ґряділі приєднані до скоб шарнірно, що дозволяє їм рухатися вгору і вниз або відхилитися відносно рами.

У комплект агрегату входять різні типи ґряділей: довгих – шість, обвідних – два, коротких – три і однобічних – п'ять. Ці ґряділі використовуються для обробки ґрунту або інших робіт, пов'язаних з агрегатом.

Задній брус рами з'єднує ґряділі за допомогою натискних штанг. Ці штанги забезпечують тиск і фіксують ґряділі на місці, забезпечуючи стабільну роботу агрегату.

В цілому, зварна рама агрегату забезпечує структурну міцність і функціональність, дозволяючи ефективно виконувати різні сільськогосподарські роботи або інші види робіт, для яких вона призначена.

У знаряддя гвинтовий механізм використовується для регулювання глибини ходу робочих органів. Знаряддя складається з переднього бруса, сниці і ходових коліс. Сниця є шарнірно приєднаною до переднього бруса, що дозволяє їй підніматися та опускатися.

Кожен механізм гвинтового типу складається з гвинта, кронштейна колеса та бокового променя сниці. Гвинт з'єднується з кронштейном колеса, а кронштейн колеса, у свою чергу, з'єднується з боковим променем сниці.

Для регулювання глибини ходу робочих органів знаряддя, гвинтові механізми повертаються. Поворот гвинта забезпечує переміщення кронштейна колеса вгору або вниз. Це впливає на положення сниці та робочих органів, дозволяючи контролювати глибину обробки ґрунту.

Зазвичай, регулювання гвинтових механізмів виконується за допомогою ручки або іншого зручного пристрою, що дозволяє змінювати положення гвинта та налаштовувати глибину обробки ґрунту відповідно до вимог та умов роботи.

До комплексу робочих органів ґрунтообробного знаряддя входять універсальні стрічасті лапи, які мають ширину захвату 270 і 330 мм і розпушувальні лапи з пружинними стояками.

Пристрій для зачіплювання борін має чотири штанги, які приєднуються до рами знаряддя і з'єднані між собою поперечними брусами попарно. Кожен поперечний брус має по 4 знижувачі, до яких приєднуються борони.

Спеціальний шарнір, яким з'єднують знаряддя при шеренговому агрегуванні також входить до комплексу

### Розрахунки деталей та вузлів на міцність.

Розрахунок на міцність стояка культиваторної лапи

До стояків закріплюються лапи (рис. 1), які сприймають зусилля від опору оброблюваного шару ґрунту.

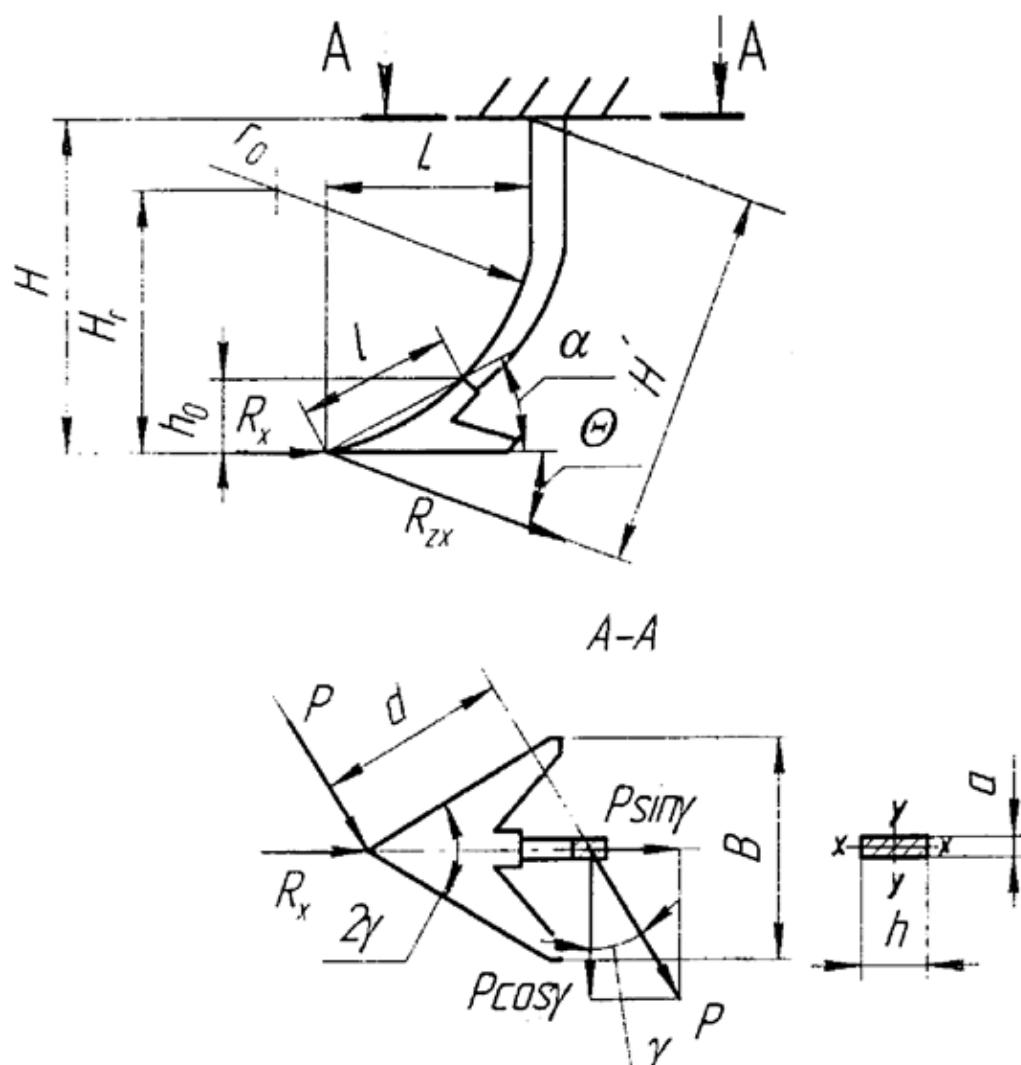


Рис. 1. Розрахункова схема стояка

Профіль стояка культиватора характеризується радіусом  $r_0$  вильотом  $L$  та висотою  $H$  (рис. 2).

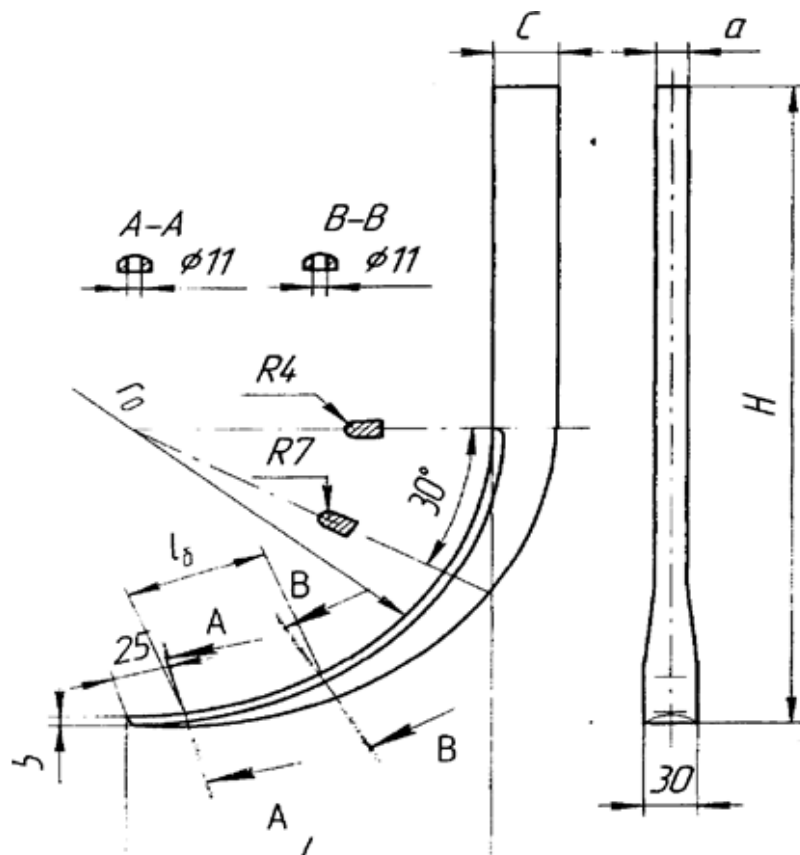


Рис. 2. Схема для побудови стояка лапи

Значення радіуса  $r_0$  визначаємо з виразу

$$r_0 = \frac{H_r - l \sin \alpha}{\cos \alpha} \quad (1)$$

$$H_r = 2h_0,$$

$h_0$  – максимальна глибина ходу лапи,  $h_0 = 120$  мм

$$H_r = 2 \cdot 120 = 240 \text{ мм}$$

де  $l$  – довжина прямої ділянки лапи (рис. 3),

$\alpha$  – кут піднімання лапи.

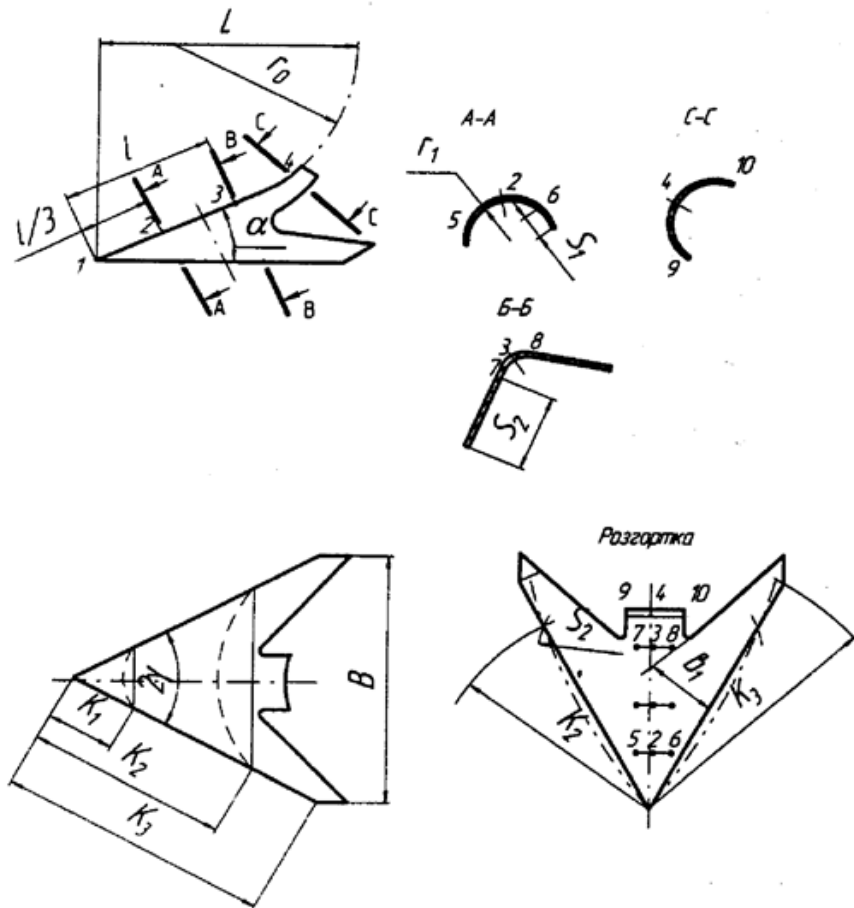


Рис. 3. Схема побудови проєкцій стрілкової лапи із хвостовиком та її розгортки

Кут піднімання лапи  $\alpha$  є похідним від значень кутів  $\gamma$  та  $\beta$ , який визначають із тригонометричних співвідношень:

$$\alpha = \arctg(\sin \gamma \cdot \operatorname{tg} \beta) \quad (2)$$

$$\alpha = \arctg(\sin 35^\circ \cdot \operatorname{tg} 18^\circ) = 40^\circ$$

Довжину  $l$  прямої ділянки лапи визначаємо за формулою

$$l = b_1 \frac{\sin \beta}{\cos \alpha} \quad (3)$$

де  $b_1$  – ширина крила лапи;

$\beta$  – кут кришення

$$l = 85 \cdot \frac{\sin 18}{\cos 40} = 96 \text{ мм.}$$

Тоді

$$r_0 = \frac{240 - 96 \cdot \sin 40}{\cos 40} = 282 \text{ мм.}$$

Виліт  $L$  розраховуємо за формулою

$$L = r_0(\ell - \sin \alpha) + \ell \cos \alpha \quad (4)$$

$$L = 282 \cdot (96 - \sin 40^\circ) + 96 \cdot \cos 40^\circ = 2,68 \cdot 10^4 \text{ мм}$$

Висоту стояка (відстань від опорної поверхні лапи до низу рами) знаходимо з умови запобігання забиванню культиваторів:

$$H = H_1 + h_0 \quad (5)$$

де  $H_1$  – відстань від низу рами до поверхні ґрунту,  $H_1 = 320$  мм [8]

$$H = 320 + 120 = 440 \text{ м.}$$

Проводимо **розрахунок** стояка лапи **на згин**.

Діюче на лапу зусилля  $R_{zx}$  при розрахунках перетину стояків слід подвоювати із-за нерівномірності навантажень, які прикладаються до лап.

Згинальний момент у небезпечному перетині А-А (рис. 4) дорівнює:

$$M_3 = R_{zx} H', \quad (6)$$

де  $R_{zx} = R_x / \cos \Theta = 10^{-3} KB / \cos \Theta$

$K$  – питомий опір культиватора;  $K = 1,7$  кН/м [8];

$\Theta$  – кут нахилу рівнодіючої до горизонту,  $\Theta = 10^\circ$ ;

значення  $K$ ,  $B$ ,  $H'$  обираємо по табл. [8, стор. 61]

Підставляючи значення  $R_{zx}$  у формулу (4.49), одержуємо:

$$M_3 = 2 \cdot 10^{-3} \cdot K \cdot B \cdot H' / \cos \Theta \quad (7)$$

$$M_3 = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 1,7 \cdot 330 \cdot 320 / \cos 10^\circ = -427,9 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Підбираємо перетин стояка за максимальним і згинальним моментом шляхом обчислення необхідного моменту опору:

$$W = \frac{M_3}{[\sigma_{-1}]} \quad (8)$$

Оскільки стандартні стояки лап у перетині (рис. 4.8) мають прямокутну форму, то моменти опору відносно осей перетину будуть:\

$$W_x = \frac{ha^2}{6} \qquad W_x = \frac{ah^2}{6}$$

$$W_x = \frac{16 \cdot 45^2}{6} = 5,4 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

$$W_y = \frac{45 \cdot 16^2}{6} = 1,92 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

Матеріал стояків приймаємо сталь Ст. 5 по ГОСТ 380-71 з характеристиками  $\sigma_B=500\dots 640$  МПа,  $\sigma_T=290$  МПа,  $\tau_T=170$  Мпа,  $\sigma_{-1}=(0,4\dots 0,5)\sigma_B=28$  кг/мм<sup>2</sup>=280 Мпа,  $\tau_{-1}=(0,2\dots 0,3)\sigma_B$ ,  $\psi_\sigma=0$ ,  $\psi_\tau=0$  [9].

Під час випадкових поворотів агрегату із заглибленими лапами у стояках виникають напруження від кручення та згину. Вони досягають значних величин і тому їх необхідно враховувати при розрахунках стояків на міцність.

Максимальне напруження виникає при навантаженні, яке прикладене до кінця леза або носка залежно від розміщення стояка відносно лапи.

Крутний момент:

$$M_{кр}=Pd$$

де P – сила опору;

d – відстань від точки прикладання сили до центру перетину стояка.

$$P_{max}=R_x=10^{-3}KB=10^{-3} \cdot 1,7 \cdot 330=0,561 \text{ Н}$$

$$M_{кр}=0,561 \cdot 0,180=100,98 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Визначаємо максимальні моменти від складових сили P:

$$M_x=PH\sin\gamma \qquad M_y=PH\cos\gamma \qquad (9)$$

$$M_x=0,561 \cdot 320\sin 35=-76,867 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

$$M_y=0,561 \cdot 320\cos 35=162,23 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Визначаємо приведені моменти

$$M_{пр_x} = \sqrt{M_{кр}^2 + M_x^2} = R_x \sqrt{d^2 + H^2 \sin^2 \gamma} \qquad (10)$$

$$M_{пр_y} = \sqrt{M_{кр}^2 + M_y^2} = R_x \sqrt{d^2 + H^2 \cos^2 \gamma}$$

$$M_{\text{прх}} = \sqrt{100.98^2 + (-76.867)^2} = 126.907 \text{ Нм.}$$

$$M_{\text{пру}} = \sqrt{100.98^2 + 165.23^2} = 193.644 \text{ Нм.}$$

Перетин стояка визначаємо за максимальним значенням приведенного моменту:

$$W = \frac{M_{\text{прmax}}}{[\sigma_{-1}]} \quad (11)$$

$$W = \frac{19364}{28} = 691 \text{ мм}^3$$

$$\frac{193.64}{280} = 0.692$$

# ГРАФІЧНА ЧАСТИНА

# Технологічна карта

## Культура – ярий ячмінь

МВЯ 00.000 Т1

Назва технологічних операцій	Обсяг робіт	Склад агрегату		Обслуговуючий персонал					Змінна норма виробітку	Витрати праці, люд. год.	
		трактор, комбайн	с.-г. машини, знаряддя	трактористи			робітники ручної праці				
				кількість	розряд	тарифна ставка	кількість	розряд			тарифна ставка
Лицення стерні (двакратне)	200 га	T-150	ЛДГ-15	1	IV	6,06	-	-	-	58 га	24,03
Навантаження органічних добрив	3000 т	T-150	ПФП-2	1	IV	6,06	-	-	-	405 т	51,85
Транспортування органічних добрив у бурти до 7 км	3000 т	МТЗ-80	2ПТС-4	1	II	4,01	-	-	-	23 т	913,04
Буртовка органічних добрив	3000 т	T-150	ДЗ-110А	1	IV	6,06	-	-	-	280 т	74,99
Навантаження органічних добрив із буртів	3000 т	T-150	ПФП-2	1	IV	6,06	-	-	-	405 т	51,85
Внесення органічних добрив	3000 т	T-150К	ПРТ-10	1	V	6,32	-	-	-	7,75 т	130
Оранка на глибину 25-27 см	200 га	T-150 К	ПЛН-5-35	1	V	6,32	-	-	-	6,9 га	203
Підготовка ґрунту під посів	200 га	МТЗ-80	ґрунтообробне знаряддя	1	IV	6,06	-	-	-	30 га	23,33
Протруєння насіння	24 т	-	ПС-10А	-	-	-	2	IV	4,29	40 т	8,40
Транспортування насіння в поле, до 10 км	24 т	автомобілі	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Підготовка мінеральних добрив	8 т	вручну		-	-	-	1	III	3,79	3,5 т	15,99
Транспортування мінеральних добрив у поле, до 10 км	8 т	МТЗ-80	2ПТС-4	1	III	4,42	-	-	-	10 т	5,60
Внесення мінеральних добрив	100 га	МТЗ-80	1РМГ-4	1	V	1,52	-	-	-	26 т	36,95
Протруєння насіння	24 т	-	ПС-10А	-	-	-	2	IV	4,29	40 т	8,40
Транспортування насіння в поле, до 10 км	24 т	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	-
Підготовка мінеральних добрив	8 т	вручну		-	-	-	1	III	3,79	3,5 т	15,99
Транспортування мінеральних добрив у поле, до 10 км	8 т	МТЗ-80	2ПТС-4	1	III	4,42	-	-	-	10 т	5,60
Завантаження насіння у дункер	24 т	автозавантажувач		-	-	-	-	-	-	-	-
Завантаження добрив у дункер	8 т	вручну		-	-	-	1	III	3,79	4,5 га	12,44
Сітка з внесенням добрив	200 га	200 га	T-150К	1	V	5,7	1	III	3,79	68,8 га	23,33
Коткування посівів	200 га	МТЗ-80	ЗККШ-6	1	III	4,42	-	-	-	76 га	9,21
Підживлення посівів добривами	200 га	МТЗ-80	СЗ-3,6	1	IV	4,97	1	III	3,79	24 га	58,33
Обробіток посівів від хвороб, бур'янів та шкідників	200 га	МТЗ-80	ОП-2000	1	V	5,7	-	-	-	30 га	23,33
Обкашування і прокашування	5 га	СК-5	ЖН-6	1	IV	6,06	-	-	-	29,12 га	0,96
Косіння у валки	200 га	СК-5	ЖН-6	1	V	6,06	-	-	-	29,12 га	18,27
Підбирання валків	200 га	РСМ-10	-	1	V	6,96	-	-	-	38,64 га	32,65
Транспортування зерна до 10 км	450 т	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	-
Транспортування соломи до 8 км	450 т	МТЗ-80	2ПТС-4	1	III	4,42	-	-	-	9,1 га	346,15
Скиртування	450 т	МТЗ-80	ПФ-0,56	1	IV	4,97	4	II	3,44	25 т	630
Первинна очистка зерна на току	450 т	-	ЗЗС-20	-	-	-	3	III	6,75	200 т	225
Очистка насіння	35 т	-	ЗАВ-40	-	-	-	3	III	6,75	140 т	52,50
Навантаження насіння	24 т	-	ЗМ-30	-	-	-	2	III	4,79	60 т	3,73
Транспортування насіння в склад	24 т	автомобілі		-	-	-	-	-	-	-	-
Розвантаження насіння в складі	24 т	вручну		-	-	-	1	II	3,44	30 т	5,60

Лист №...  
Сторінка №...  
Всього сторінок...  
Листів у збірці...

						МВЯ 00.000 Т1		
Пит. Дир.	Н. Дир.	Н. Дир.	Лід.	Лід.	Лід.	Технологічна карта на вирощування ярого ячменю		
Розроб.	Мульченко МІ	Лиди В.А.				Лист	Місяц	Розмір
Проект.						Арсен	Листопад	т
Накази:	Міжков В.В.					ЦНТУ		
Затв.	Львівська С.М.					гр. АІ-21-ЗСК		
						Формат А1		

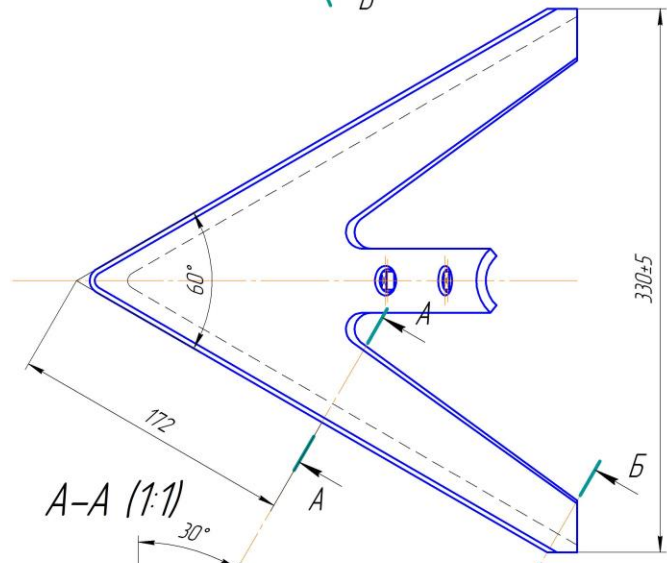
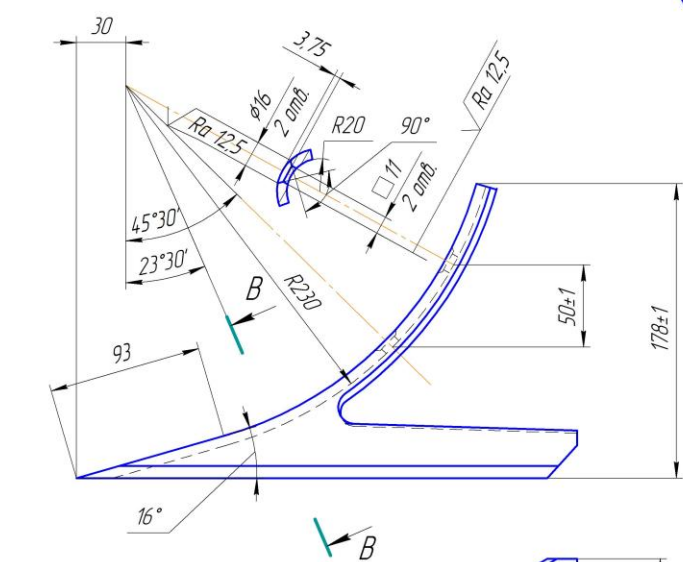




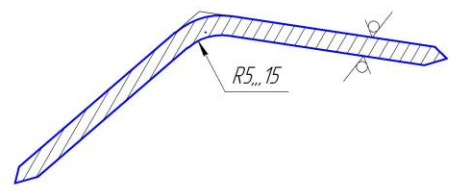


√ Ra 80 (√)

МВЯ 00.402



B-B (1:1)



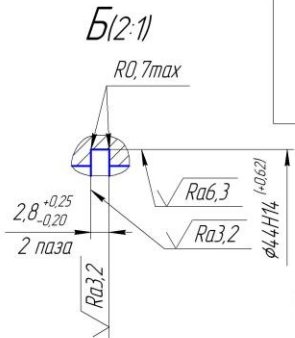
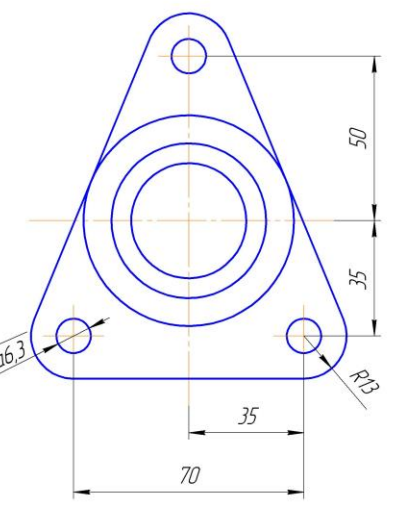
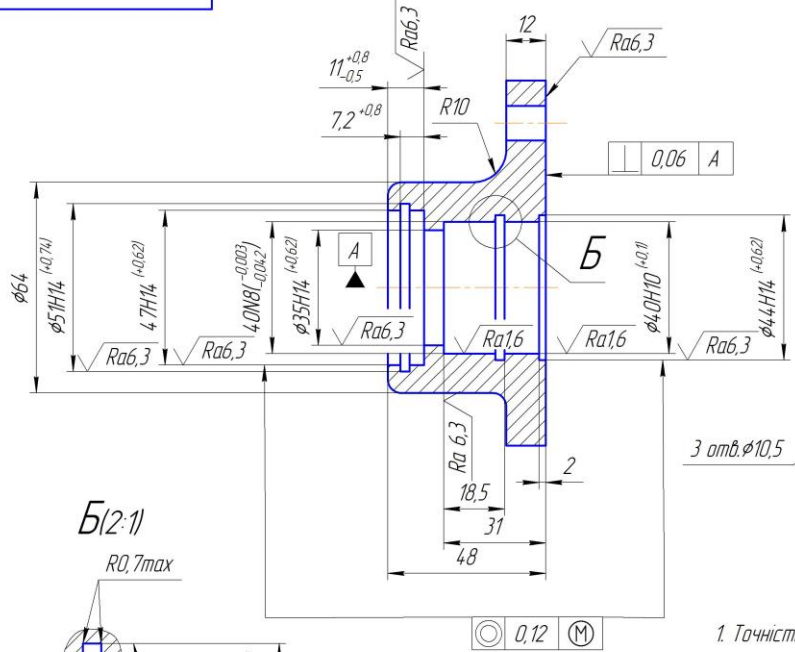
1. НВ 350-352.
2. Невказані граничні відхилення розмірів по ОСТ 23.4.456-76.
3. Інші технічні вимоги по Н 043. 00. 000 ДТ.
4. Допускається скруглення кутів квадратного отвору до R0,8.
5. \*Розмір для довідок.

Лист, розмір	Лист, ідентифікатор	Лист, ідентифікатор	Лист, ідентифікатор	Лист, ідентифікатор	Лист, ідентифікатор

МВЯ 00.402						Лист	Маса	Масштаб
Вим. Аук.	№ док.	Лист	Дата	Лапа		2,62	1:1	
Розроб	Хузьменко М.П.	Лист	Дата					
Лист	Лейсун В.А.			6 ГОСТ 19903-74		ЦНТУ		
Лист	Лейсун В.А.			65Г ГОСТ 14.959-79		гр. АІ-21-3ск		
Лист	Мачок Ю.В.			Копія		Формат А2		
Лист	Лещенко С.М.							

МВЯ 30.104

✓ Ra 16 (✓)



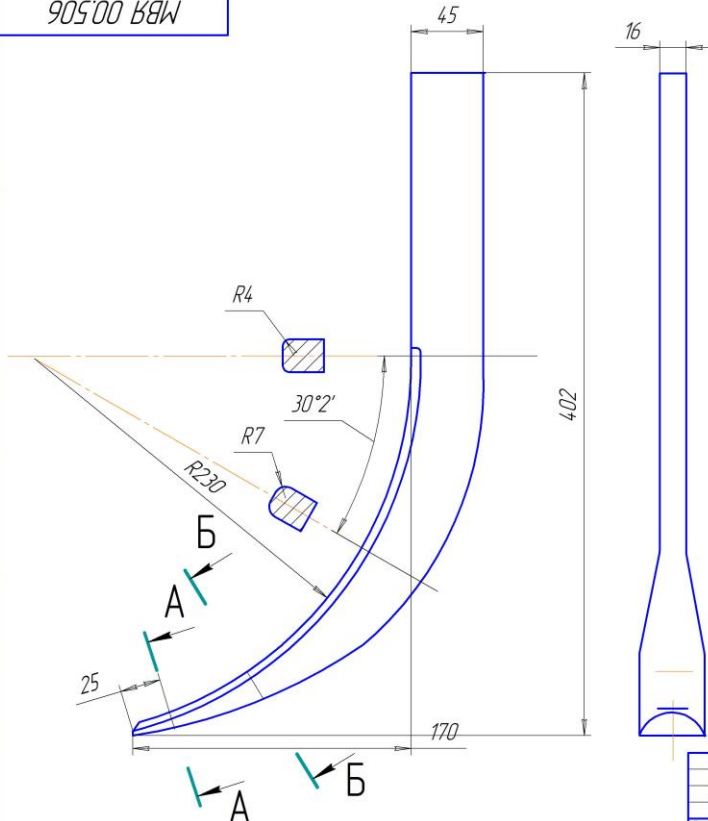
1. Точність відливки 7-0-0-9 ГОСТ 26645-85.
2. H14, h14, ±  $\frac{IT14}{2}$ .

3. Граничні відхилення від вірної геометричної форми посадкових поверхонь під подшипники - по ОСТ 23.4.108-87.
4. Невказані допуски форми та розташування поверхонь - по ОСТ 23.4.191-80.
5. Невказані радіуси литва 4 мм.

				МВЯ 30.104		
Вим. Арк.	№ док-м.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.	Кузьменко М.О.				0,202	1:1
Перев.	Дейкин В.А.			Аркши		Аркши
Т.контр.						1
Н.контр.	Мачок Ю.В.			СЧ 20 ГОСТ 14.12-85		
Затв.	Лещенко С.М.			ЦНТУ, зр. АІ-21-3ск		
				Копія		
				Формат А3		

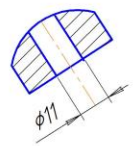
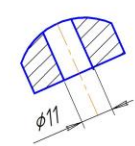
МВЯ 00.506

✓(✓)



A-A (1:1)

B-B (1:1)



1. Робочу кромку наплавити сплавом сармаїту товщиною 2 мм.
2. \* Розміри для довідок.

				МВЯ 00.506		
Вим. Арк.	№ док-м.	Підп.	Дата	Лит.	Маса	Масштаб
Розроб.	Кузьменко М.О.				1,23	1:2
Перев.	Дейкин В.А.			Аркши		Аркши
Т.контр.						1
Н.контр.	Мачок Ю.В.			Сталь 55 ГОСТ 1050-74		
Затв.	Лещенко С.М.			ЦНТУ, зр. АІ-21-3ск		
				Копія		
				Формат А3		

Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Документація</u>		
				<i>Знову розроблена</i>		
A1			<i>МВЯ 00.000 С2</i>	<i>Схема функціональна</i>		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	<i>МВЯ 00.010</i>	<i>Рама</i>	1	
		2	<i>МВЯ 00.020</i>	<i>Сниця</i>	1	
		3	<i>МВЯ 00.030</i>	<i>Лапа</i>	13	
		4	<i>МВЯ 00.040</i>	<i>Гвинт регулювальний</i>	1	
		5	<i>МВЯ 00.050</i>	<i>Коток</i>	4	
		6	<i>МВЯ 00.060</i>	<i>Штанга натискна</i>	4	
		7	<i>МВЯ 00.070</i>	<i>Колесо опорне</i>	2	
		8	<i>МВЯ 00.080</i>	<i>Гідравлічний провід</i>	1	
		9	<i>МВЯ 00.090</i>	<i>Підставка опорна</i>	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
		10	<i>МВЯ 00.110</i>	<i>Гідроциліндр ЦС-75</i>		
				<i>ГОСТ 335-72</i>	1	

					<b>МВЯ 00.000</b>		
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Кузьменко				Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірив	Дейкун					1	1
Н контр.	Мачок				<b>ЦНТУ, гр. АІ-21-3ск</b>		
Затвердив	Леценко						
<b>Грунтообробне знаряддя</b>							

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Прим.
				Документація		
			МВЯ 00.000	Складальне креслення		
				<u>Складальні одиниці</u>		
		1	МВЯ 00.010	Рама	1	
		2	МВЯ 00.015	Сниця	1	
		3	МВЯ 00.020	Лапа удосконалена	13	
		4	МВЯ 00.025	Колесо опорне	2	
		5	МВЯ 00.030	Планка	1	
		6	МВЯ 00.035	Гвинт регулювальний	1	
		7	МВЯ 00.040	Гідропривід	1	
		8	МВЯ 00.045	Балка	1	
		9	МВЯ 00.050	Гвинтовий механізм	2	
				<u>Стандартні вироби</u>	4	
		10		Болт М16-6g×85.66.019		
				ГОСТ 7786-70		
		11		Гайка М16-7Н.019	4	
				ГОСТ 5927-70		
		10		Шайба 16.65Г.019		
				ГОСТ 6402-70	1	

					<b>МВЯ 00.000</b>			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	<b>Грунтообробне знаряддя</b>	Літера	Аркуш	Аркушів
Розробив		Кузьменко					1	1
Перевірів		Дейкун						
Н. контр.		Мачок						
Затвердив		Леценко						
						<b>ЦНТУ, гр. АІ-21-3ск</b>		

