

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

«Допущено до захисту»

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., професор

\_\_\_\_\_Олексій ВАСИЛЬКОВСЬКИЙ

«\_\_\_» \_\_\_\_\_2025 р."

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

Механізація вирощування ярого ячменю з удосконаленням  
грунтообробного агрегату

Виконав здобувач вищої освіти IV курсу,

групи АІ-22мб-1

ОПП «Агроінженерія»

спеціальності 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_Поночовний Андрій Ігорович

«\_\_\_» \_\_\_\_\_2025 р.

Керівник проекту

доц., канд. техн. наук

\_\_\_\_\_Віктор ДЕЙКУН

«\_\_\_» \_\_\_\_\_2025 р.

Рецензент

\_\_\_\_\_доц. **Яцун В.В.**

Кропивницький

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Примітки
				<u>Документація загальна</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A4			МВЯ 00.000 ПЗ	Пояснювальна записка	47	
A1			МВЯ 00.001 ТЧ	Технологічна карта на		
				вирощування ярого ячменю	1	
A1			МВЯ 00.002 ТЧ	Операційна карта		
				<u>Документація по</u>		
				<u>складальних одиницях</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A1			АГП 00.000 СК	Агрегат ґрунтообробний	1	
A1			АГП 00.050 СК	Ежектор	1	
A1			АГП 00.080 СК	Лапа	1	
				<u>Документація по деталям</u>		
				<u>Заново розроблена</u>		
A3			АГП 00.101	Маточина	1	
A4			АГП 20.400	Накладка	1	
A4			АГП 20.501	Патрубок	1	
A2			АГП 80.401	Лапа стрільчаста	1	
A4			АГП 80.503	Стояк	1	
A4			АГП 80.604	Розподільник	1	

					<b>МВЯ 00.000 ВР</b>		
Зм.	Арку	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Поночовний				Літера	Аркуш	Аркуші
Перевірів	Дейкун					3	1
Н. контр.	Мачок				<b>ЦНТУ гр. АІ-22мб-1</b>		
Затвердив	Васильковський						
<b>Відомість роботи</b>							

## ЗМІСТ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Розділ	Найменування структурних одиниць і розділів	Арк
1	Вступ . . . . .	5
2	Аналіз технології вирощування ярого ячменю. . . . .	6
	2.1. Біологічні особливості культури. . . . .	6
	2.2. Місце в сівозміні. . . . .	6
	2.3. Система удобрення. . . . .	7
	2.4. Обробіток ґрунту. . . . .	9
	2.5. Підготовка насіння ярого ячменю до посіву та посів. . . . .	9
	2.6. Догляд за посівами ярого ячменю. . . . .	10
	2.7. Збирання врожаю ярого ячменю. . . . .	12
	2.8. Удосконалення технологічної карти на вирощування ярого ячменю. . . . .	15
3	Операційна технологія виконання операції. . . . .	15
	3.1. Умови роботи . . . . .	15
	3.2. Агротехнічні вимоги . . . . .	15
	3.3. Комплектування і підготовка агрегату до роботи. . . . .	17
	3.4. Підготовка поля до роботи . . . . .	22
	3.5. Організація роботи агрегату в загінці. . . . .	28
	3.5. Контроль якості виконання операції . . . . .	29
4	Інженерна частина . . . . .	31
	4.1. Обґрунтування модернізації. . . . .	31
	4.2. Технологічний розрахунок. . . . .	34
	4.3. Кінематичний розрахунок. . . . .	37
	4.4. Силовий аналіз механізмів агрегату . . . . .	37
	4.5. Енергетичний розрахунок . . . . .	37
	4.6. Розрахунки деталей та вузлів на міцність . . . . .	39
5	Охорона праці . . . . .	42
6	Висновки . . . . .	45
	Список використаної літератури . . . . .	46
	Додатки. . . . .	48

## 1. ВСТУП

Ячмінь є однією з найбільш поширених культур у світовому сільському господарстві, займаючи четверту позицію за площею посівів після пшениці, рису та кукурудзи. В Україні він поступається лише озимій пшениці. Такий рівень розповсюдження зумовлений універсальністю використання ячменю — як кормової, технічної та продовольчої культури.

Культура вирізняється високою стійкістю до низьких температур і невибагливістю до ґрунтових умов, що дає змогу вирощувати її у різних кліматичних зонах. Ячмінь має короткий період вегетації, що дає перевагу при збиранні врожаю і зменшує ризик втрат через погодні фактори.

Завдяки своїй універсальності використання — як кормової, технічної та продовольчої культури — він є важливою складовою аграрного виробництва.

Щоб отримати високий урожай ярого ячменю, важливо дотримуватись системного підходу до обробітку ґрунту: зберігати родючість, планувати агротехнічні заходи з урахуванням сівозміни, використовувати ефективні попередники, точно дотримуватись строків робіт і впроваджувати сучасну техніку.

Застосування цих принципів створює сприятливі умови для вирощування ячменю, підвищує його врожайність, а також позитивно впливає на ефективність тваринництва через покращення якості кормової бази.

Ця кваліфікаційна робота присвячена питанням механізації технологічного процесу вирощування ярого ячменю. з удосконаленням ґрунтообробного агрегату.

## **2. АНАЛІЗ ТИПОВОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ЯРОГО ЯЧМЕНЮ**

### **2.1. Біологічні особливості культури.**

Ярий ячмінь відзначається високою адаптивністю до різних ґрунтово-кліматичних умов. Насіння починає проростати вже за температури +1...+2 °С, а дружні сходи з'являються при +6...+10 °С. Найсприятливішою температурою для проростання вважається +20...+22 °С. Молоді сходи витримують заморозки до -8 °С, хоча при -4...-5 °С можливе підмерзання країв листків. У фазі цвітіння і дозрівання культура стає вразливою навіть до слабких морозів, особливо небезпечними є зниження температури до -1...-3 °С у період наливу зерна, коли може постраждати зародок зернівки.

Під час проростання насіння вбирає до половини своєї маси у вигляді води. Через недостатньо розвинену кореневу систему ярий ячмінь важко переносить весняну посуху. Найбільш критичний період — вихід у трубку, коли рослина особливо чутлива до нестачі вологи. У разі посухи в цей час сповільнюється розвиток колоса, що спричиняє збільшення кількості порожніх колосків. Волога також важлива під час фази колосіння.

Хоча ярий ячмінь може рости на різних типах ґрунтів, він краще розвивається на родючих землях і позитивно реагує на їхню якість.

### **2.2. Місце в сівозміні.**

Ярий ячмінь займає важливе місце в сівозмінах завдяки своїй пластичності, короткому вегетаційному періоду та здатності ефективно використовувати вологу весняного періоду. Він добре росте після багатьох попередників і часто використовується як культура, що завершує сівозміну або служить перехідною ланкою до висіву озимих культур.

Найкращими попередниками для ярого ячменю є:

- багаторічні бобові трави (наприклад, люцерна, конюшина), що збагачують ґрунт азотом;
- чистий або зайнятий пар, який забезпечує достатнє зволоження і

хорошу структуру ґрунту;

– кукурудза на силос та зернобобові культури (горох, сочевиця), які не виснажують землю;

– коренеплоди та ранні овочеві культури, що рано звільняють поле.

Не рекомендується висівати ячмінь після себе самого або інших зернових культур через підвищений ризик розвитку хвороб, виснаження ґрунту та можливого поширення шкідників. Повторне вирощування ярого ячменю на одному й тому ж полі допускається не раніше, ніж через 2–3 роки.

У структурі польової сівозміни ярий ячмінь зазвичай розміщують на 3–5 полі, залежно від конкретного типу сівозміни (зернової, кормової або спеціалізованої). Грамотно підібрані попередники та дотримання агротехнічних вимог забезпечують добру урожайність, зменшують потребу в пестицидах і підвищують ефективність використання добрив.

### **2.3. Система удобрення.**

Для отримання високих і стабільних урожаїв ярого ячменю необхідно забезпечити рослини оптимальним живленням протягом усього періоду вегетації. Добрива відіграють важливу роль у формуванні сильної кореневої системи, повноцінного колоса та якісного зерна.

#### **1. Органічні добрива**

Органічні добрива (гній, перегній, компост) позитивно впливають на структуру та родючість ґрунту, особливо на легких і бідних ґрунтах. Їх вносять під попередню культуру (наприклад, під пар або просапні культури), оскільки сам ячмінь важко переносить свіже органічне добриво.

**Норма внесення гною:** 20-30 т/га під попередник.

#### **2. Мінеральні добрива**

Мінеральне живлення ярого ячменю базується на трьох основних елементах: азоті (N), фосфорі (P), калії (K).

#### **Азотні добрива**

Азот стимулює ріст рослин, утворення листової поверхні та збільшує вміст білка в зерні. Проте надлишок азоту сприяє виляганням і затримує дозрівання.

**Норма внесення:** 30-60 кг д.р./га. Вносять дробно: частину – при

передпосівній культивації, решту – у фазі кушіння або виходу в трубку.

### **Фосфорні добрива**

Фосфор сприяє розвитку кореневої системи, пришвидшує дозрівання і підвищує стійкість до хвороб.

**Норма внесення:** 40-60 кг д.р./га. Вносять під основний обробіток ґрунту або під передпосівну культивацію.

### **Калійні добрива**

Калій покращує водний режим рослини, підвищує стійкість до посухи та вилягання, а також сприяє накопиченню вуглеводів у зерні.

**Норма внесення:** 30-60 кг д.р./га. Вносять під основний обробіток ґрунту.

### **3. Мікродобрива**

Для підвищення урожайності та якості зерна ефективним є застосування мікродобрив, зокрема з вмістом **бору, марганцю, цинку, міді**.

Вносяться у вигляді позакореневого підживлення в критичні фази розвитку (кушіння, вихід в трубку, колосіння).

Таблиця 2.1

#### **Приклад системи удобрення для ярого ячменю (на чорноземі середньому)**

<b>Вид добрива</b>	<b>Норма, кг/га (діючої речовини)</b>	<b>Час внесення</b>
Азотні (ам. селітра, КАС)	30*60	1/3 перед сівбою, 2/3 — у фазі кушіння
Фосфорні (суперфосфат)	40*60	під основний обробіток
Калійні (калій хлористий)	30*60	під зяблеву оранку
Мікродобрива (бор, цинк)	за потребою	у вигляді обробки по вегетації

#### **2.4. Обробіток ґрунту.**

У більшості регіонів основним способом основного обробітку ґрунту є рання зяблева оранка на глибину 20–22 см, яку проводять плугами з передплужниками. Для важких або перезвожених ґрунтів додатково застосовують глибоке розпушування (чизелювання) на глибину 40–50 см.

Якщо попередником були стерньові культури, перед оранкою проводять лущення стерні. У разі сильного засмічення ґрунту кореневищними бур'янами застосовують кількарізний обробіток дисковими знаряддями.

У чорноземах степової зони основну обробку здійснюють важкими культиваторами з пружинними робочими органами на глибину 10–12 см з наступною оранкою на 25–30 см. При наявності коренепаросткових бур'янів перший обробіток виконують лемішними луцильниками. Після просапних культур використовують або глибоку оранку, або поверхневу обробку важкими дисковими боронами.

У зонах, де існує загроза вітрової ерозії, впроваджують плоскорізний обробіток ґрунту. Глибина обробки становить 25-27 см на важких ґрунтах, 12-14 см – на легких, для солонцюватих і ущільнених – використовують чизелювання. Щоб уникнути водної ерозії, обробку проводять поперек схилу, додатково здійснюється щілювання.

Для полів під ярий ячмінь узимку проводять снігозатримання, що сприяє накопиченню вологи. Навесні поле боронують або шлейфують, переважно важкими зубовими боронами. Якщо восени застосовувався плоскоріз, навесні використовують голчасті борони. Передпосівну культивуацію здійснюють на глибину загортання насіння (5-7 см), з наступним боронуванням. Тип культиватора добирають залежно від виду основного обробітку – традиційні або бурякові для оранки, протиерозійні – для плоскорізного способу.

## **2.5. Підготовка насіння ярого ячменю до посіву та посів**

Для отримання високого і стабільного врожаю ярого ячменю велике значення має якість насінневого матеріалу. Насіння повинно відповідати вимогам державного стандарту за такими показниками, як чистота, маса 1000 зерен, схожість, енергія проростання та відсутність зараження хворобами.

Перед посівом насіння калібрують, очищають від домішок, а також протруюють фунгіцидами або комбінованими препаратами з метою захисту від хвороб (зокрема сажкових, кореневих гнилей) та шкідників. Для підвищення стійкості до несприятливих умов можливе також застосування мікроелементів і біопрепаратів під час обробки.

Оптимальні строки сівби ярого ячменю – ранньовесняні, щойно

дозволяють умови ґрунту. Своєчасний посів забезпечує дружні сходи та ефективне використання вологи. Запізнення з посівом призводить до зниження врожайності, зменшення маси зерна та збільшення кількості стерильних колосків.

Глибина загортання насіння залежить від типу ґрунту і становить 4-6 см на легких ґрунтах та 3-4 см на важких. Норма висіву змінюється залежно від зони вирощування, родючості ґрунтів і сорту і зазвичай становить 4,0-5,5 млн. схожих зерен на гектар, або 180-220 кг/га.

Для сівби ярого ячменю використовують зернові сівалки з катушковим або висівним апаратом, які забезпечують рівномірне розміщення насіння, дотримання заданої глибини та міжряддя.

## **2.6. Догляд за посівами ярого ячменю**

Догляд за посівами ярого ячменю має на меті забезпечити оптимальні умови для розвитку рослин на всіх етапах їх росту, а також мінімізувати вплив несприятливих факторів. Основними заходами догляду є боротьба з бур'янами, шкідниками та хворобами, а також забезпечення оптимальних умов для розвитку кореневої системи та забезпечення рослин водою.

### **1. Боротьба з бур'янами**

Однією з важливих складових догляду є боротьба з бур'янами, які можуть суттєво знижувати врожайність, витісняючи ячмінь і конкуруючи з ним за воду, поживні речовини та світло. Для боротьби з бур'янами

застосовуються різноманітні методи:

*Хімічний метод:* на ранніх етапах розвитку рослин застосовуються гербіциди, які ефективно контролюють бур'яни на етапах сходів та розвитку культури. Вибір гербіцидів залежить від виду бур'янів, їх розвитку та погодних умов.

*Механічний метод:* це включає проведення міжрядного обробітку ґрунту, що дозволяє знищити бур'яни в міжряддях та підвищити аерацію ґрунту. Міжрядний обробіток проводиться в фазах розвитку ячменю, коли рослини достатньо зміцніли і не ушкоджуються при механічному впливі.

## 2. Боротьба з шкідниками

Шкідники, такі як попелиці, колорадські жуки, мишоподібні гризуни, можуть спричинити значну шкоду посівам ярого ячменю. Для їх контролю застосовуються:

*Хімічні методи:* обробка посівів інсектицидами на ранніх етапах розвитку ячменю, коли шкідники ще не завдали значної шкоди.

*Біологічні методи:* використання природних ворогів шкідників, таких як хижі комахи, що знижують популяцію шкідників.

## 3. Боротьба з хворобами

Для запобігання розвитку хвороб, таких як сажка, фузаріоз, борошниста роса, важливо своєчасно застосовувати фунгіциди, особливо в період вегетації, коли рослини найбільш чутливі до інфекцій.

Обробка фунгіцидами проводиться після виявлення перших ознак хвороб або профілактично, відповідно до рекомендацій щодо застосування препаратів для кожної конкретної культури.

## 4. Полив та зволоження

Ярий ячмінь погано переносить посуху, тому важливо забезпечити достатню кількість вологи під час активного росту рослин. У разі тривалої відсутності опадів проводиться полив, особливо в період виходу в трубку та колосіння, коли рослини потребують найбільше вологи для формування зерна.

Полив має бути рівномірним і своєчасним, щоб уникнути як перезволоження, так і посухи, що може знизити врожайність.

## 5. Підживлення рослин

Для забезпечення високих врожаїв ярого ячменю важливо провести додаткове підживлення рослин макро- та мікроелементами. Перше підживлення проводиться в період виходу в трубку, а друге — під час колосіння для забезпечення наливу зерна.

Застосовуються азотні, фосфорні та калійні добрива, а також мікроелементи (бор, марганець, молібден), що допомагають рослинам в умовах стресу, особливо в періоди, коли є дефіцит поживних речовин у ґрунті.

## 6. Раннє збирання

Вчасне збирання урожаю також є важливим етапом догляду за посівами ячменю. Збирання проводиться тоді, коли більшість колосків досягає оптимальної зрілості, і зерно має максимальну масу. Пізнє збирання може призвести до втрати врожаю через осипання зерна або пошкодження рослин внаслідок погіршення погодних умов.

## **2.7. Збирання врожаю ярого ячменю**

Збирання врожаю ярого ячменю є важливим етапом у технології вирощування цієї культури. Правильний вибір часу для збирання і дотримання технологічних вимог дозволяють максимально зберегти якість зерна та уникнути втрат від осипання або пошкодження рослин.

### **1. Оптимальний час для збирання**

Оптимальний час для збирання ярого ячменю визначається за станом зрілості рослин. Збирання повинно проводитись, коли зерно досягло повної фізіологічної зрілості, що характеризується наступними ознаками:

Колоски стають сухими і жовтими, зерно набуває характерного золотисто-жовтого кольору.

Тестова вага зерна досягає максимального значення.

Зерно легко відділяється від колоска.

Вологість зерна: для збирання оптимальна вологість зерна складає 14-16%, що дозволяє уникнути втрат при зберіганні.

Збирання проводиться, коли вологість зерна досягне 14-16%. Якщо вологість вища за цю межу, то зерно може бути піддане додатковому сушінню. Пізніше збирання, після досягнення зрілості, може призвести до осипання зерна, що значно знижує врожайність.

### **2. Методи збирання врожаю**

Збирання врожаю ярого ячменю зазвичай проводиться за допомогою комбайнів, обладнаних спеціальними жатками. Вибір методу збирання залежить від умов на полях, зокрема від вологості зерна та рівня пошкодження рослин. Існують два основних методи збирання:

Комбайновий метод — основний метод для збирання ярого ячменю, який дозволяє швидко та ефективно обробляти великі площі. Для цього

використовуються зернозбиральні комбайни з жатками для зернових культур. Вони повинні бути налаштовані на оптимальні режими роботи для збирання ячменю, щоб знизити втрати зерна та його пошкодження.

Ручне збирання — цей метод застосовується лише в екстремальних випадках, коли комбайн не може працювати через нерівний рельєф або високі рослини. Проте цей метод значно менш ефективний, тому він використовується рідше.

### 3. Технічні умови збирання

Швидкість збирання: Важливо, щоб комбайн працював з оптимальною швидкістю, не перевантажуючи механізм і не спричиняючи втрат зерна.

Регулювання жатки: Для запобігання втратам зерна важливо налаштувати жатку так, щоб вона могла забезпечити найкраще зрізання колосків без їх пошкодження.

Умови погоди: Збирання не рекомендується проводити за дощової погоди або коли на колосках є волога. Вологе зерно може швидко псуватись і привести до збільшення витрат на сушіння.

### 4. Післязбиральна обробка та зберігання зерна

Після збирання врожаю важливо забезпечити належну обробку та зберігання зерна для запобігання його псуванню. Зерно після збирання може містити підвищену вологість, тому його необхідно висушити до оптимальних показників (14-16%). Зазвичай використовуються спеціальні сушарки для зерна, де зерно піддається рівномірному сушінню. Після сушіння зерно упаковується і зберігається в добре провітрюваних сховищах, що дозволяє зберігати його якість протягом тривалого часу.

### 5. Втрати при збиранні

Для максимізації врожаю важливо мінімізувати втрати зерна під час збирання. Втрати можуть виникати через кілька факторів:

*Осіпання зерна* через надмірну стискання колосків або неправильне налаштування комбайна. *Несправності* в роботі механізмів комбайна, що призводять до пошкодження зерна або колосків. *Висока вологість зерна* призводить до утруднень у процесі збирання і може призвести до втрат зерна.

Для мінімізації втрат важливо постійно здійснювати моніторинг стану комбайнів і їх налаштування в процесі збирання. Збирання врожаю ярого ячменю є важливим етапом агротехнології, який безпосередньо впливає на кількість і якість отриманого продукту. Своєчасне збирання при оптимальних умовах і правильне зберігання зерна є основою для досягнення високих результатів у виробництві цієї культури.

## **2.8. Удосконалення технологічної карти на вирощування ярого ячменю.**

Нами проведено детальний аналіз технологічної карти вирощування ярого ячменю. З огляду на завдання на виконання кваліфікаційної роботи, ми пропонуємо виконати посів ярого ячменю за допомогою ґрунтообробного агрегату. При цьому 2 операції передпосівної культивуації і 1 операцію боронування ми замінюємо на 1-ну: передпосівний обробіток ґрунту з одночасним суцільним посівом ярого ячменю.

### 3. ОПЕРАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ

#### 3.1. Умови роботи.

Польова операція полягає в обробітку ґрунту з одночасним посівом. Для виконання робіт використовується агрегат у складі трактора Т-150К, укомплектований ґрунтообробним знаряддям відповідного типу.

Загальна площа оброблюваного поля становить  $S=120$  га. Довжина заїнки приймається рівною  $L=1000$  м. Поле має ухил 3%, що враховується при виборі робочого режиму агрегату та визначенні навантаження на силову установку. Питомий опір ґрунту становить  $K=1,8$  кН/м, що свідчить про важкий механічний склад ґрунту та потребу у відповідному тяговому зусиллі.

Комплектація машино-тракторного агрегату здійснена з урахуванням забезпечення необхідної якості виконання технологічного процесу, максимальної продуктивності та економічної ефективності. Підбір техніки також базується на повному використанні потужності трактора при мінімальних затратах на одиницю обробленої площі.

#### 3.2. Агротехнічні вимоги

##### *Агротехнічні вимоги до посіву ярого ячменю*

Для забезпечення високої врожайності ярого ячменю важливо дотримуватись комплексу агротехнічних вимог під час сівби. Посів слід проводити у максимально стислі строки після настання фізичної стиглості ґрунту, щоб рослини змогли повністю реалізувати потенціал весняного зволоження.

Основні вимоги до посіву включають:

- *Оптимальні строки сівби:* ранньовесняний період, зазвичай одразу після закінчення весняних польових робіт і підсихання ґрунту. Затримка з посівом призводить до зниження врожаю через високу чутливість ярого ячменю до нестачі вологи на початкових етапах розвитку.

- *Глибина загортання насіння:* повинна бути в межах 4–6 см, залежно від типу ґрунту та його вологості. На легких ґрунтах глибина може бути більшою, а на важких — меншою.

• *Норма висіву*: залежить від кліматичних умов, ґрунтів і сорту, але зазвичай становить 4,5–5,5 млн схожих насінин на 1 га, що відповідає 160–220 кг/га.

• *Ширина міжрядь*: оптимальною вважається звичайна рядкова сівба з міжряддям 7,5–15 см, яка забезпечує рівномірне розміщення рослин і ефективне використання площі живлення.

• *Рівномірність висіву*: повинна забезпечувати однакову глибину загортання і щільність стояння рослин, що важливо для дружних сходів і подальшого рівномірного розвитку посівів.

• *Передпосівна підготовка ґрунту*: має забезпечити вирівнювання, дрібногрудкувату структуру ґрунту, сприяти збереженню вологи й оптимальній глибині посіву.

Дотримання зазначених вимог дозволяє отримати дружні сходи, сформувати потужну кореневу систему та забезпечити рівномірне кущення, що в підсумку позитивно впливає на врожайність ярого ячменю.

### **Агротехнічні вимоги до ґрунтообробного агрегату**

Ґрунтообробні агрегати відіграють ключову роль у підготовці ґрунту до посіву, збереженні вологи, боротьбі з бур'янами та забезпеченні сприятливих умов для проростання насіння. Для досягнення максимальної ефективності обробітку землі агрегати повинні відповідати ряду агротехнічних вимог:

– *Глибина обробітку* – повинна точно відповідати заданим параметрам залежно від типу обробітку (оранка, культивація, лушення, плоскорізний обробіток тощо) та агрофону. Допустиме відхилення – не більше  $\pm 1$  см.

– *Якість обробітку* – агрегат має забезпечувати рівномірне розпушування та кришіння ґрунту по всій ширині захвату. При цьому недопустиме утворення плужної підшви або ущільнення ґрунту.

– *Рівномірність обробки* – глибина обробітку та розмір грудок повинні бути однорідними по всьому полі, без пропусків, надмірно глибоких або мілких ділянок.

– *Збереження вологи* – агрегат повинен мінімізувати втрати вологи з ґрунту, особливо у весняний період. Це досягається шляхом якісного закриття вологи та збереження мульчувального шару.

- *Вирівнювання поверхні* – після проходу агрегату поверхня поля повинна бути вирівняною, без гребенів та заглиблень, що забезпечує рівномірний посів і полегшує подальші агротехнічні операції.

- *Збереження структури ґрунту* – недопустиме надмірне подрібнення або, навпаки, залишення великих грудок, що може ускладнити сівбу та знизити схожість насіння.

- *Продуктивність агрегату* – агрегат має забезпечувати високу продуктивність при збереженні якості обробітку, відповідати технічним можливостям трактора та бути економічно доцільним у використанні.

- *Маневреність і надійність у роботі* – агрегат повинен стабільно працювати на ділянках з різною конфігурацією поля, мати надійне зчеплення з трактором і бути зручним в експлуатації.

Виконання цих вимог дозволяє забезпечити якісну підготовку ґрунту до сівби та створити оптимальні умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур.

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

Ґрунтообробний агрегат – напівпричіпного типу. Його робоче положення регулюється за допомогою гідравлічної системи трактора, яка забезпечує підйом і опускання агрегату в процесі роботи.

Вибір трактора для агрегування з ґрунтообробним агрегатом (АГП) здійснюється на основі розрахункового тягового зусилля, відповідно до нормативних джерел [2].

Для посіву ярого ячменю передбачено дотримання нормативної агротехнічної швидкості, тому для укомплектування агрегату доцільно використовувати трактор Т-150К. В умовах виконання польових робіт даний

агрегат працюватиме зі швидкістю в межах 8–9 км/год. Друга передача трактора Т-150К забезпечує швидкість 8,62 км/год, що відповідає середньому значенню рекомендованого діапазону [10].

Визначимо тягове зусилля обраного трактора Т-150К з урахуванням величини підйому

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

тут  $P_{\text{н.гак}}$  – тягове зусилля обраного трактора на вибраних передачах;

$G_{\text{тр}}$  – маса обраного трактора, кН;

$i$  — величина підйому на полі.

Тягове зусилля на гаку обраного трактора на II-й передачі:

$$P_{\text{гак}}^{\text{II}} = 37,0 - 110,0 \cdot 0,03 = 33,7 \text{ кН.}$$

Найбільша ширина захвату використовуваного агрегату при його русі на II-й передачі:

$$B_{\text{max}} = \frac{P_{\text{гак}}^{\text{II}}}{K_o + R_i} \quad (3.2)$$

тут  $K_o$  – питомий опір від ґрунту;

$R_i$  – супутній опір, який виникає при русі запропонованого агрегату на підйом, кН/м.

Супутній опір:

$$R_i = \frac{G_M}{B_K} i,$$

тут  $G_M$  – маса АГП, кН;

$i$  – величина підйому;

$B$  – ширина захвату АГП.

$$R_i = \frac{24,9}{3,9} \cdot 0,03 = 0,19 \text{ кН/м.}$$

Найбільш можлива ширина захвату запропонованого агрегату

$$B_{\max}^{\text{II}} = \frac{33,7}{6 + 0,19} = 5,4 \text{ м.}$$

Робочий опір АГП

$$R_{\text{пл}} = (K_o + R_i) B_k = (6 + 0,19) \cdot 3,9 = 24,14 \text{ кН.}$$

Коефіцієнт використання зусилля тягового трактора

$$\eta_{\text{тз}} = \frac{R_{\text{пл}}}{P_{\text{гак}}} = \frac{24,14}{33,7} = 0,71.$$

Отоді змінна продуктивність запропонованого агрегату

$$W_{\text{зм}} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \quad (3.3)$$

тут  $B_p$  – робоча ширина запропонованого агрегату;

$V_p$  – робоча швидкість запропонованого агрегату.

$$B_p = B_k \cdot \beta,$$

тут  $B_k$  – конструктивна ширина захвату запропонованого агрегату;

$\beta=1,05$  – коефіцієнт застосування ширини захвату запропонованого агрегату.

$$B_p^{\delta} = 3,9 \cdot 1,05 = 4,095 \text{ м,}$$

$$B_p^{\text{M}} = 5,4 \cdot 1,05 = 5,67 \text{ м.}$$

Визначимо час зміни робочий:

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau,$$

тут  $T$  – час зміни;

$\tau$  – коефіцієнт, який застосовує час зміни.

$$T_p = 7 \cdot 0,81 = 5,67 \text{ год.}$$

Інакше кажучи:

$$W_{зм}^{\delta} = 0,1 \cdot 4,095 \cdot 8 \cdot 5,67 = 18,57 \text{ га/зм,}$$

$$W_{зм}^M = 0,1 \cdot 5,67 \cdot 8,62 \cdot 5,67 = 27,71 \text{ га/зм.}$$

Отоді витрати пального складатимуть:

$$Q_{га} = \frac{Q_{зм}}{W_{зм}} \quad (3.4)$$

тут  $Q_{зм}$  – затрати пального за зміну.

$$Q_{зм} = Q_p T_p + Q_x t_x + Q_3 t_3, \quad (3.5)$$

тут  $Q_p$ ,  $Q_x$ ,  $Q_3$  – погодинні витрати пального під час роботи на робочих і холостих ходах, а також під час зупинок, коли двигун залишається увімкненим (використовують нормативні дані або довідкові значення):

$$Q_p^{\delta} = 35 \text{ кг/год.};$$

$$Q_p^M = 32 \text{ кг/год.}$$

$$Q_x^{\delta} = 20 \text{ кг/год.};$$

$$Q_x^M = 20 \text{ кг/год.}$$

$$Q_3^{\delta} = 5 \text{ кг/год.};$$

$$Q_3^M = 5 \text{ кг/год.}$$

$t_x$ ,  $t_3$  – час, який витрачено на робочі ходах та зупинки і, коли двигун увімкнено, прийmemo  $t_x = t_3$ .

Інакше кажучи,

$$Q_{зм}^{\text{б}} = 35 \cdot 5,67 + 20 \cdot 0,665 + 5 \cdot 0,665 = 214,63 \text{ кг/зм.}$$

$$Q_{зм}^{\text{м}} = 32 \cdot 5,67 + 20 \cdot 0,665 + 5 \cdot 0,665 = 198,07 \text{ кг/зм.}$$

Пальне, яке витрачається на 1 га площі, що обробляється обрахуємо так:

$$Q_{га}^{\text{б}} = \frac{214,63}{18,57} = 11,55 \text{ кг/га,}$$

$$Q_{га}^{\text{м}} = \frac{198,7}{27,71} = 7,15 \text{ кг/га.}$$

Запропоновані технологічні зміни при вирощуванні ярого ячменю дадуть можливість отримання економії палива:

$$E_{га} = Q_{га}^{\text{м}} - Q_{га}^{\text{б}} = 11,55 - 7,15 = 4,4 \text{ кг/га.}$$

З перерахунком на площу посіву ярого ячменю:

$$E = E_{га} \cdot S$$

Тут  $S$  – площа під посів ярого ячменю.

$$E = 5,3 \cdot 120 = 636 \text{ кг.}$$

Таким чином, за результатами проведених розрахунків можна зробити висновок, що агрегат у складі трактора Т-150К і ґрунтообробного агрегату АГП характеризується значно нижчим споживанням пального порівняно з базовим варіантом. Крім того, після його роботи не виникає потреби в додатковому обробітку ґрунту перед посівом, що сприяє підвищенню

загальної ефективності вирощування ярого ячменю та забезпечує позитивний економічний результат.

Через те, що агрегат АГП може виконувати водночас кілька операцій, то через зменшення їх кількості можливе підвищення ефективності посіву ярого ячменю і при цьому передбачається отримання позитивного економічного ефекту.

### **3.4. Підготовка поля до роботи**

Підготовка поля до роботи ґрунтообробними агрегатами передбачає виконання ряду заходів, які забезпечують ефективне функціонування техніки та якісне виконання агротехнічних операцій:

1. Оцінка стану поля – проводиться обстеження ділянки для визначення рівня зволоження, щільності та структури ґрунту, наявності рослинних решток, каміння, бур'янів та нерівностей.

2. Вирівнювання поверхні – при потребі здійснюється планування або попереднє вирівнювання поля для зменшення перевантаження робочих органів агрегату та уникнення пропусків чи повторного обробітку.

3. Підготовка маршруту руху агрегату – визначається оптимальний напрямок руху агрегату з урахуванням форми поля, схилів, перешкод, та вимог до поперечного обробітку для зменшення ерозії.

4. Маркування загінок і поворотних смуг – перед початком роботи розмічаються загинки, поворотні смуги та межі обробітку для точного дотримання технологічної карти.

5. Перевірка доступності під'їзних шляхів – забезпечується вільний і безпечний доступ техніки до поля та можливість її обслуговування на місці.

6. Погодження умов безпеки – враховуються особливості рельєфу, наявність ліній електропередач, ям, канав, а також дотримання правил охорони праці.

Грамотна підготовка поля дозволяє зменшити простій техніки, знизити витрати пального, підвищити якість обробітку та забезпечити рівномірність майбутніх посівів.

Поле, на якому буде проводитися посів ярого ячменю, оглядають і

контролюють щонайменше за п'ять днів до початку робіт, щоб роботи розпочати вчасно.

Під час огляду поля визначають стан поля, наявність бур'янів, рельєф та стан доріг. Перешкоди видаляють або позначаються кілками.

Для роботи в полі агрегату обираємо спосіб руху (рис. 3.1) гоновий човниковий з петльовими поворотами.

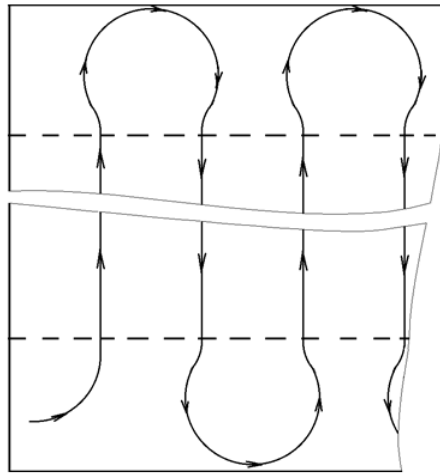


Рис. 3.1. Схема руху агрегату по полю.

Приблизний розмір поворотної смуги:

$$E = 3R_{\min} + L_a, \quad (3.6)$$

тут  $R_{\min}$  – найменший радіус повороту запропонованого агрегату;

$L_a$  – кінематична довжина запропонованого агрегату.

Радіус повороту запропонованого агрегату, найменший:

$$R_{\min} = 1,7 \cdot B = 1,7 \cdot 5,67 = 9,63 \text{ м,}$$

тут  $B$  – технологічна ширина захвату запропонованого агрегату.

Довжина кінематична запропонованого агрегату:

$$L_a = L_{\text{тр}} + L_z + L_m \quad (3.7)$$

тут  $L_{\text{тр}}$  – довжина кінематична трактора Т-150К;

$L_z$  – довжина кінематична зчіпки ( $L_z = 0$ , бо агрегат напівпричіпний і зчіпка не застосовується);

$L_m$  – довжина кінематична АГП.

Довжина кінематична агрегату тоді:

$$L_a = 1,15 + 0 + 6,8 = 7,95 \text{ м.}$$

А ширина смуги поворотної буде:

$$E = 3 \cdot 6,9 + 7,95 = 28,65 \text{ м.}$$

Врахувавши ширину поворотної смуги, отримаємо

$$E = K \cdot B,$$

тут  $K$  – кратність проходу запропонованого агрегату,

$$K = \frac{E}{B_p} = \frac{28,65}{5,67} = 5,05,$$

надаємо перевагу  $K=5$ .

Тоді маємо:

$$E = 5 \cdot 3,9 = 19,5 \text{ м.}$$

Оберемо і розрахуємо найбільш прийнятну ширину загінки, що буде кратною ширині захвату запропонованого агрегату:

$$C = \frac{10^4 (2...3) W_{zm}}{L}, \quad (3.8)$$

тут  $W_{zm}$  – змінна продуктивність запропонованого агрегату;

$L$  – довжина загінки, в якій працює агрегат;

(2...3) – час роботи агрегату в загінці, змін.

Найбільш прийнятна ширина загінки:

$$C = \frac{10^4 \cdot 2 \cdot 27,71}{1000} = 554 \text{ м.}$$

Обрахована ширина загінки буде оброблена запропонованим агрегатом з наступною кратністю проходів:

$$k_3 = \frac{C}{B} = \frac{554}{3,9} = 142,05.$$

Прийmemo кратність проходів запропонованого агрегату  $k_3=142$ .

При цьому ширина загінки може збільшитися до значення:

$$C_{\text{опт}} = k_3 \cdot B = 142 \cdot 3,9 = 553,8 \text{ м.}$$

Число загінок буде:

$$n_3 = \frac{10^4 F}{LC_{\text{опт}}} \quad (3.9)$$

де  $F$  – площа посіву ярого ячменю.

Тобто,

$$n_3 = \frac{10^4 \cdot 120}{1000 \cdot 553,8} = 2,16.$$

Прийmemo число загінок  $n_3=3$ .

Тоді коефіцієнт робочих ходів буде:

$$K_p = \frac{L_p}{L_p + L_x},$$

тут  $L_p$ ,  $L_x$  – усереднена величина робочої довжини загінки, в якій працює агрегат та його холостих ходів.

Для обраного нами способу руху: гоновий човниковий з петльовими поворотами:

$$L_p = L - 2 \cdot E;$$

$$L_x = 6R + 2 \cdot l,$$

тут  $l$  – довжина виїзду запропонованого агрегату, м.

$$l = 0,5 \cdot L_a = 0,5 \cdot 7,95 = 3,95 \text{ м.}$$

Тоді довжина заїмки робоча буде:

$$L_p = 1000 - 2 \cdot 25,25 = 949,5 \text{ м;}$$

А довжина ходів холостих буде:

$$L_x = 6 \cdot 9,63 + 2 \cdot 3,95 = 65,68 \text{ м.}$$

Отоді,

$$K_p = \frac{949,5}{949,5 + 65,68} = 0,93.$$

Вирахуваний коефіцієнт близький до 1, це значить, що ми використовуємо робочий час зміни за високим ступенем.

*Визначаємо організаційні показники виконання операції.*

Один цикл триватиме:

$$T_{\text{ц}} = \frac{12L_p}{10^2 \cdot V_p} + 2t_n, \quad (3.10)$$

тут  $L_p$  – довжина заїмки робоча;

$V_p$  – робоча швидкість запропонованого агрегату;

$t_n$  – час повороту запропонованого агрегату наприкінці заїмки.

$$T_{\text{ц}} = \frac{12 \cdot 949,5}{10^2 \cdot 8,62} + 2 \cdot 1,5 = 16,21 \text{ хв.} = 0,27 \text{ год.}$$

Продуктивність за цикл, технічна:

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot B \cdot V_p \cdot T_{\text{ц}} \cdot \tau, \quad (3.11)$$

тут  $B, V_p, T_{\text{ц}}, \tau$  – значення, обраховані в попередніх розрахунках.

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot 3,9 \cdot 8,62 \cdot 0,32 \cdot 0,81 = 0,87 \text{ га/ц.}$$

Число циклів, проведених за зміну:

$$n_{\text{ц}} = \frac{W_{\text{зм}}}{W_{\text{ц}}}. \quad (3.12)$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{27,71}{0,87} = 31,8 \text{ ц/зм.}$$

Результати, отримані нами, заносимо до операційно-технологічної карти на посів ярого ячменю із застосуванням ґрунтообробного агрегату, і представляємо її у графічній частині кваліфікаційної роботи.

### **3.5. Організація роботи агрегату в загінці.**

Для ефективного виконання технологічного процесу одночасного передпосівного обробітку ґрунту та висіву ярого ячменю організовується робота агрегату у межах визначеної загінки. Загінка – це прямокутна ділянка поля, що розбивається для раціонального руху агрегату, з урахуванням ширини захвату машини та довжини проїзду.

Перед початком робіт проводиться маркування меж загінки та визначення напрямку робочого ходу агрегату – здебільшого вздовж довгої сторони, щоб мінімізувати кількість розворотів і простоїв. Робота агрегату здійснюється маршрутним способом: спочатку обробляються крайові проходи (розгоничі), далі основна площа поля – загінка.

Під час роботи агрегат виконує обробку ґрунту на глибину 10-12 см та одночасний висів насіння на задану глибину 5-7 см, із забезпеченням рівномірного розподілу насіння по площі. Швидкість руху агрегату підтримується в межах 8–9 км/год, що забезпечує високу якість виконання операцій та ефективне використання потужностей трактора.

Оператор агрегату здійснює постійний візуальний контроль за рівномірністю посіву, роботою сошників та дотриманням заданих параметрів глибини. У разі виявлення відхилень або несправностей машина зупиняється для коригування налаштувань.

Така організація дозволяє забезпечити якісне виконання технологічних операцій у стислі агротехнічні строки, знизити витрати пального та покращити продуктивність праці.

### **3.6. Контроль якості роботи.**

Одночасне виконання передпосівного обробітку ґрунту та посіву ярого ячменю вимагає ретельного контролю якості всіх операцій. Від точності їх виконання залежить рівномірність сходів, продуктивність культури та ефективність використання ресурсів.

#### *Контроль глибини обробітку та висіву насіння*

Одним з ключових параметрів є дотримання встановленої глибини обробітку ґрунту та загорання насіння. Оптимальна глибина для посіву ярого ячменю становить 5–7 см. Фактичну глибину перевіряють на контрольних ділянках з використанням мірної лінійки або спеціальних щупів. Відхилення не повинні перевищувати  $\pm 1$  см.

#### *Оцінка якості підготовки ґрунту*

Агрегат повинен забезпечувати якісне розпушення та вирівнювання поверхні ґрунту. Контролюється наявність грудок, щільність ґрунтового шару та рівномірність підготовленої площі. Якість прикочування також оцінюється – ґрунт повинен бути злегка ущільненим для забезпечення контакту насіння з вологою.

#### *Перевірка рівномірності висіву*

Рівномірний розподіл насіння по площі – важливий показник якості

посіву. Для контролю використовують метод вибіркової перевірки кількості зерен у певному відрізку борозни. Не допускаються пропуски, здвоєні висіви або нестабільна подача насіння.

#### *Оцінка прикочування та закриття борозни*

Якість прикривання насіння перевіряється візуально – насіння не повинно залишатись на поверхні. Прикочувальні котки повинні створити щільний контакт між насінням і ґрунтом без формування кірки.

#### *Технічний контроль агрегату*

Під час роботи регулярно здійснюється огляд технічного стану ґрунтообробного агрегату та трактора. Перевіряється стан робочих органів, відсутність забивання, зносу чи пошкоджень. Також контролюється відповідність швидкості руху рекомендованим значенням (8-9 км/год для трактора Т-150К).

#### *Візуальний контроль посівної смуги*

Після проходження агрегату здійснюється огляд посівної смуги. Звертається увага на глибину та рівномірність борозни, наявність насіння на поверхні та загальний стан посівного шару.

Таблиця 3.1

Контроль якості виконання технологічної операції

№ з/п	Контрольований параметр	Одиниця виміру	Норма	Відхилення
1	Глибина обробітку ґрунту	см	10–12	+1,2
2	Глибина загортання насіння	см	5–7	+0,1
3	Рівномірність висіву насіння	візуально	Відхилення не більше 10%	—
4	Наявність насіння на поверхні	%	Не більше 2%	—
5	Якість прикочування	візуально	Без пустот, помірне ущільнення	—
6	Швидкість агрегату	км/год	8–9	—

## 4. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

### 4.1. Обґрунтування модернізації.

Агрегат ґрунтообробний АГП, що запропонований для удосконалення у кваліфікаційній роботі, призначений для обробітку ґрунту з одночасним висівом насіння.. АГП напівпричіпне знаряддя, яке може агрегатуватися із тракторами класу 3 кН.

АГП (рис. 4.1) являє собою агрегат, конструктивно побудований на рамі 1 з опорно-приводними колесами. До рами прикріплено бункер 3, який оснащений висівними апаратами 4 зі штифтовими котушками. Вентилятор 2, що приводиться в дію від вала відбору потужності через клинопасову передачу, створює потік повітря, який транспортує насіння через ежектори 5 та шланги 6. У нижній частині агрегату розміщено ґрунторозпушувач 7, де на верхньому ярусі встановлено комбіновані робочі органи. Вони забезпечують одночасне розпушування ґрунту та стрічковий висів насіння.

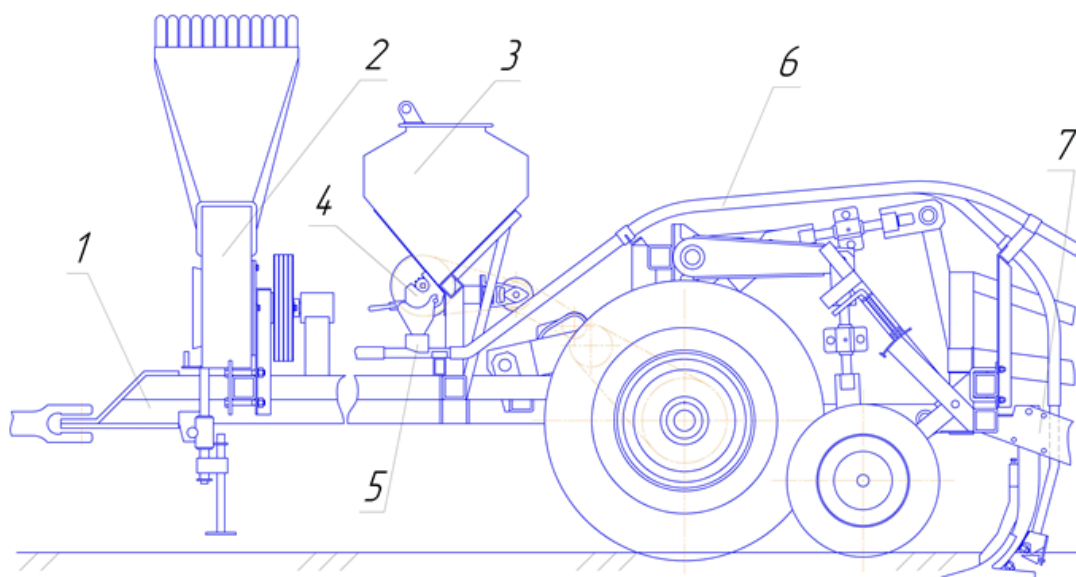


Рис. 4.1. Агрегат ґрунтообробний : 1 – рама; 2 – вентилятор;  
3 – бункер; 4 – котушковий висівний апарат; 5 – ежектор; 6 – трубопровід;  
7 – ґрунторозпушувач.

Під час руху агрегату по полю обертальний момент передається від правого опорно-приводного колеса через ланцюгову передачу та куто-змінний привід (КЗП) на вал висівних апаратів. Насіння подається з бункера висівними апаратами котушкового типу (4), після чого через спеціальну лійку потрапляє у всмоктувальний отвір ежектора (5). Тут воно захоплюється повітряним потоком, який створює вентилятор (2), що приводиться в дію від вала відбору потужності за допомогою клинопасової передачі. Повітряна маса транспортує насіння через трубопроводи (6) до верхнього ярусу лап (7), де воно потрапляє на розсіювач. Розсіювач забезпечує рівномірне розподілення насіння по площі підлапного простору комбінованих робочих органів АГП.

На рисунку 4.2 зображено насіннепровід із розсіювачем, що закріплюється на верхньому ярусі робочих органів АГП за допомогою болтового з'єднання типу «болт–шайба–гайка». Насіннепровід подає повітряно-насіннєву суміш безпосередньо до розсіювача. Останній забезпечує рівномірний розподіл насіння в межах підлапного горизонту верхнього ярусу лап АГП. На рівномірність висіву впливають геометричні параметри розсіювача та його положення щодо насіннепроводу, зокрема — орієнтація відносно напрямку руху потоку.

Принцип дії розсіювача ґрунтується на тому, що насіння, розігнане потоком повітря, спрямовується на конічну поверхню розсіювача. Вдаряючись об її поверхню, зерно змінює напрямок і розлітається під різними кутами. Завдяки цьому досягається рівномірне покриття всієї площі підлапного горизонту робочого органу.

Як показано на рис. 4.2, а, конструкція робочого органу включає стояк (1), до якого кріпиться культиваторна лапа (4), а також насіннепровід (2) і розсіювач (3). Розсіювач змонтовано з можливістю регулювання свого положення відносно виходу насіння у вертикальній та горизонтальній площинах, що дозволяє налаштувати оптимальну зону розподілу.

Згідно з рис. 4.2, б, розсіювач має конічну форму і встановлюється в зоні дії лапи таким чином, щоб його вісь була перпендикулярною до траєкторії насіння, що виходить з насіннепроводу, закріпленого на його задній частині.

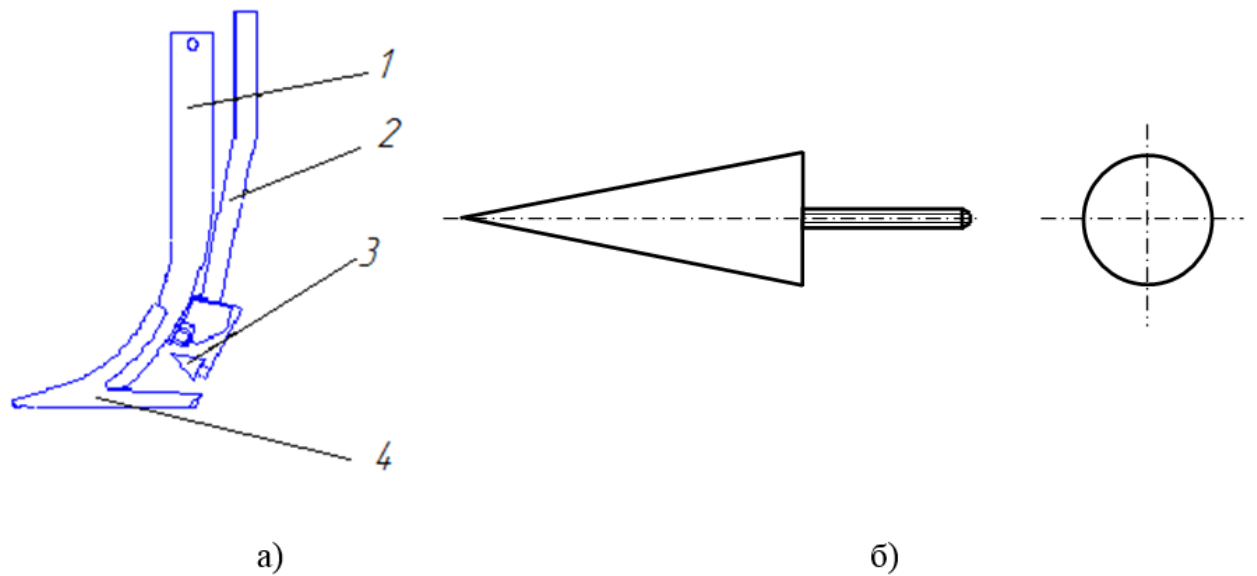


Рис. 4.2. Робочий орган: 1 – лапа; 2 – насіннепровід; 3 – розсіювач.  
а – робочий орган; б – конусний розсіювач.

Робочий орган функціонує наступним чином. У процесі руху агрегату по полю стрілчасті лапи (4) розпушують ґрунт, одночасно змінюючи напрямок руху його частинок залежно від кута атаки та швидкості агрегату. Це забезпечує утворення постійного зазору в зоні під лапами.

Насіння, яке подається з насіннепроводу (2), спрямовується на поверхню конічного розсіювача (3). Вдаряючись об нього, воно рівномірно розподіляється по ширині підлапного простору. Завдяки тому, що розсіювач закріплений на задній стінці насіннепроводу, частина насіння безперешкодно подається в напрямку носка лапи, що сприяє рівномірному розподілу матеріалу по ширині робочої зони.

Регулювання рівномірності висіву досягається шляхом зміни кута нахилу верхньої частини конічного розсіювача та варіювання відстані між насіннепроводом (2) і задньою частиною стояка (1) у горизонтальній площині відносно точки виходу насіння. Конструкція насіннепроводу

передбачає також можливість адаптації до стрілчастих лап з іншими геометричними характеристиками.

#### 4.2. Технологічний розрахунок.

*Розрахунок об'єму бункера.*

Форма і розміри бункера визначаються оптимальним необхідним об'ємом, який залежить від специфіки використання, конструктивного компонування машини та вимог до забезпечення безперешкодного вивантаження насіннєвого матеріалу.

Оптимальний об'єм бункера обчислюється за наступною формулою:

$$V = \frac{K_3 \cdot K \cdot L \cdot b \cdot Q}{10^4 \cdot \gamma}, \quad (4.1)$$

тут,  $K_3$  – коефіцієнт запасу посівного матеріалу, що компенсує можливі втрати під час зупинок для дозаправки;

$K$  – кількість лап, що живляться з одного бункера;

$L$  – довжина пробігу машини між заправками, яка визначається конфігурацією поля та маршрутом руху агрегату;

$$L = m \cdot L_2, \quad (4.2)$$

$L_2$  – довжина гону на полі;

$m$  – кількість гонів, які потрібно засіяти за одне заправлення;

$b$  – ширина міжряддя;

$Q$  – норма висіву;

$\gamma$  – об'ємна маса матеріалу, який необхідно висіяти.

Розрахуємо шлях запропонованого агрегату від заправки до заправки:

$$L = 6 \cdot 400 = 2400 \text{ м};$$

Раціональний об'єм бункера буде:

$$V = \frac{1,1 \cdot 12 \cdot 2400 \cdot 320 \cdot 600}{10^4 \cdot 1025} = 593 \text{ дм}^3;$$

Прийmemo  $V = 600 \text{ дм}^3$ .

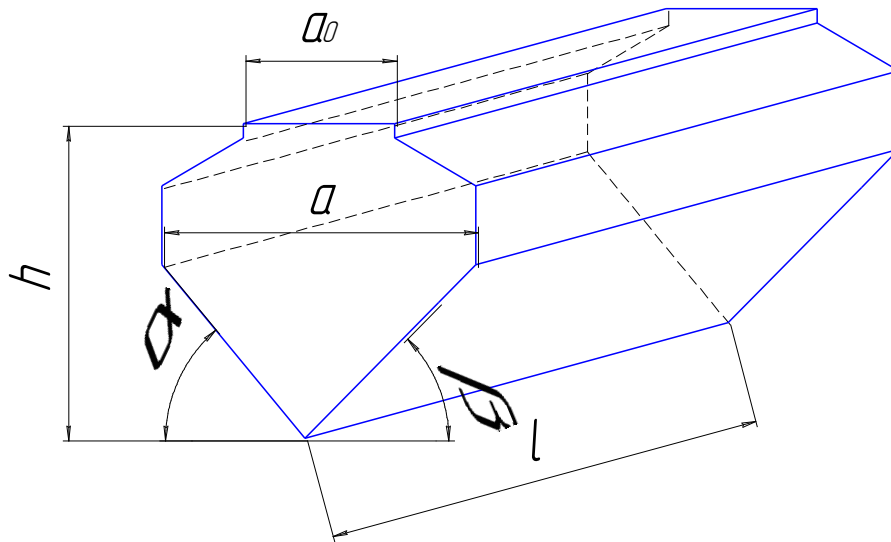


Рис. 4.3. Бункер.

***Висів посівного матеріалу за одне обертання катушки.***

Розрахунок висіву насіння за одне обертання катушки виконуємо за формулою:

$$q_0 = 10^{-6} \cdot \gamma \cdot (\mu \cdot (0,25 \cdot \pi \cdot b_k \cdot (d_k^2 - d_1^2)) - V_{um} \cdot z) + \pi \cdot d_k \cdot b_k \cdot (1 - e^{-b_0 \cdot c_1}) / b_0, \quad (4.3)$$

тут,  $b_k$  – ширина вікна вихідного апарату;

$\mu$  – коефіцієнт заповнення комірки;

$b_0$  – коефіцієнт пропорційності;

$z$  – кількість штифтів катушки;

$c_1$  – просвіт на виході між катушкою та дном;

$V_{um}$  – об'єм одного штифта.

Приймемо:

$$b_k = 35 \text{ мм}; \quad \mu = 0,5; \quad b_0 = 0,25; \quad z = 12 \text{ шт.}$$

Об'єм штифта розрахуємо так:

$$V_{um} = l_{um} \cdot 0,5 \cdot (d_k - d_1) \cdot 0,5 \cdot (b_{u1} + b_{u2}), \quad (4.4)$$

тут,  $b_{u1}$  – ширина одного штифта;

$l_{u1}$  – довжина одного штифта;

$d_k$  – діаметр котушки по верхівках штифтів;

$d_l$  – діаметр котушки;

$\gamma$  – об'ємна маса матеріалу, що висівається.

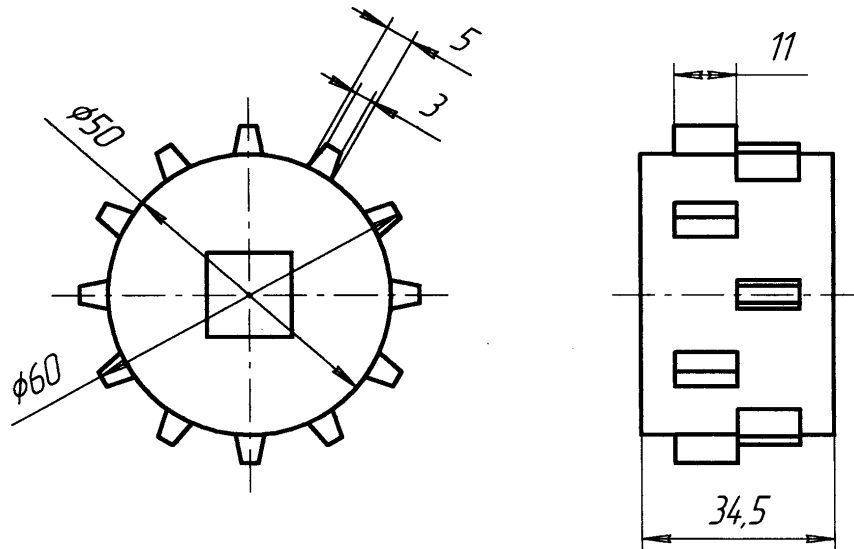


Рис. 4.4. Котушка штифтова.

Прийmemo:

$$b_{u1} = 5 \text{ мм}; \quad b_{u2} = 3 \text{ мм}; \quad l_{u1} = 11 \text{ мм}; \quad \gamma = 1030 \text{ кг/м}^3.$$

Отоді

$$V_{um} = 11 \cdot 0,5 \cdot (60 - 50) \cdot 0,5 \cdot (3 + 5) = 220 \text{ мм}^3.$$

Кількість матеріалу, яку висіває котушка за один оберт висівного апарату визначимо так.

$$q_0 = 10^{-6} \cdot 1030 \cdot (0,5 \cdot (0,25 \cdot 3,14 \cdot 35 \cdot (60^2 - 50^2) - 220 \cdot 12) + 3,14 \cdot 60 \cdot 35 \cdot (1 - 2,71^{-0,25 \cdot 10}) / 0,25) = 39,163 \text{ г/об.}$$

### 4.3. Кінематичний розрахунок

Розрахунок передаточних відношень приводу висівних апаратів наведено в дод. А пояснювальної записки.

#### 4.4. Силовий аналіз механізмів агрегату.

Силовий аналіз механізмів агрегату наведено в дод. Б пояснювальної записки.

#### 4.5. Енергетичний розрахунок.

Обираємо трактор за тяговим опором агрегату ґрунтообробного за формулою:

$$P_{АГК} = R_n + R_l + R_a + R_{mp} + R_{y\delta} + R_B, \quad (4.5)$$

тут,  $R_n$  – опір перекочуванню коліс по необробленому полю;

$R_l$  – опір лап агрегату в робочому положенні;

$R_a$  – опір висівних апаратів;

$R_{mp}$  – опір тертя в механізмі передач і підшипникових вузлах коліс;

$R_{y\delta}$  – опір від випадкових поштовхів і ударів;

$R_B$  – опір приводу вентилятора.

Серед усіх складових, що формують тягове зусилля агрегату, найбільший вплив мають сили опору перекочуванню коліс по необробленому ґрунту та зусилля, необхідні для занурення лап у ґрунт. Опори, що виникають у висівних апаратах, в підшипникових вузлах коліс і в механізмі приводу, а також сили від випадкових ударів і поштовхів, становлять лише 2–2,5% від загального середнього тягового опору агрегату. До цієї ж категорії відноситься і опір приводу вентилятора, оскільки його необхідна потужність не перевищує 0,37-0,4 кВт. Таким чином, у практичних розрахунках достатньо враховувати лише сили, що витрачаються на перекочування коліс по поверхні поля та подолання опору робочих органів у ґрунті.

Розрахуємо опір перекочуванню коліс запропонованого агрегату по полю.

$$R_n = 0,86 \cdot \sqrt[3]{\frac{G}{q_0 \cdot b \cdot D_k^2}}, \quad (4.6)$$

де,  $G$  – навантаження, яке сприймають колеса агрегата при завантаженому бункері;

$b$  – ширина ободку колеса запропонованого агрегату;

$D_k$  – діаметр колеса з врахуванням просідання його;

$q_0$  – коефіцієнт об'ємного опору ґрунту.

$$R_n = 0,86 \cdot \sqrt[3]{\frac{22200}{1 \cdot 25 \cdot 88^2}} = 418 \text{ Н.}$$

Опір лап буде:

$$R_l = R_{l1} + R_{l2}, \quad (4.7)$$

тут,  $R_{l1}, R_{l2}$  – опір ярусів лап відповідно верхнього та нижнього.

$$R_{li} = n \cdot R_i, \quad (4.8)$$

де,  $n$  – кількість лап одного ярусу;

$R_i$  – опір лапи верхньої та нижньої відповідно.

$$R = 12 \cdot (750 + 700) = 17400 \text{ Н;}$$

Отоді

$$P_c = 17400 + 418 = 17818 \text{ Н.}$$

Цей рівень тягового опору може бути забезпечений трактором Т-150К, який на п'ятій передачі здатен розвивати зусилля на гаку до 29 000 Н. Відтак, для агрегування обраного знаряддя доцільно використовувати трактор тягового класу 3, зокрема модель Т-150К.

#### 4.6. Розрахунок деталей та вузлів на міцність.

Розрахунок запобіжного шплінта.

Для забезпечення стабільної роботи висівних апаратів необхідно визначити момент опору, що виникає під час обертання їх вала. Цей параметр є критичним для правильного вибору приводу та забезпечення надійної передачі крутного моменту.

$$M_a = M \cdot n = 0,8 \cdot 12 = 9,6 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

тут,  $M$  – момент опору обертанню одної катушки;

$n = 12$  – кількість апаратів висівних.

Визначимо момент опору обертанню передачі, що діє від опорно-приводних коліс до вала висівних апаратів.

$$M = M_a \cdot i_{\max} / \eta, \quad (4.9)$$

тут,  $i_{\max}$  – найбільше передаточне відношення;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії цієї передачі.

Для надійності приймемо найбільше передаточне відношення з тих, що були розраховані раніше –  $i_{\max} = i_{30} = 2,543$ .

$$\eta = \eta_1^2 \cdot \eta_2^2 \cdot \eta_3^4 \cdot \eta_4^6, \quad (4.10)$$

де,  $\eta_1$  – коефіцієнт корисної дії ланцюгової передачі;

$\eta_2$  – коефіцієнт корисної дії зубчатої передачі;

$\eta_3$  – коефіцієнт корисної дії підшипників ковзання;

$\eta_4$  – коефіцієнт корисної дії підшипників кочення.

$$\eta = 0,92^3 \cdot 0,94 \cdot 0,98^4 \cdot 0,995^8 = 0,676 ;$$

$$M = 9,6 \cdot 2,543 / 0,676 = 36,11 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

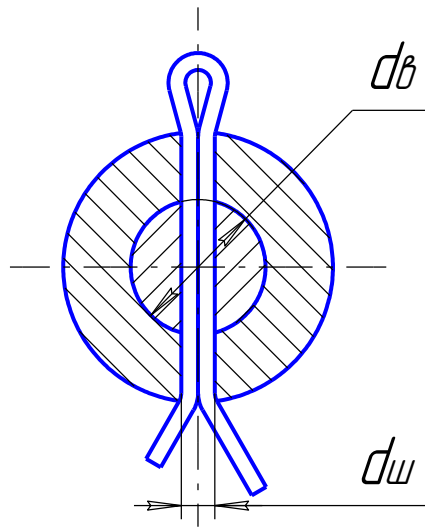


Рис. 4.5. Роз'ємне з'єднання шплінтом

Для розрахунку запобіжника визначимо крутний момент:

$$M' = 1,3 \cdot M = 1,3 \cdot 36,11 = 46,943 \text{ Н}\cdot\text{м.}$$

Визначимо перерізаючу силу.

$$P = 2M / d_s, \quad (4.11)$$

тут,  $d_s$  – діаметр валу у місці посадки зірочки  $z_7$ ;

$$P = 2 \cdot 46,943 / 0,017 = 6259,1 \text{ Н;}$$

Діаметр шплінта розрахунковий визначимо за формулою:

$$d_{ш} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-1} \cdot P}{\pi \cdot \tau}}, \quad (4.12)$$

тут,  $\tau = 35 \text{ кг/мм}^2$  – для сталі Ст3.

$$d_{ш} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10^{-1} \cdot 6259,1}{3,14 \cdot 35}} = 4,77 \text{ ;}$$

Прийmemo діаметр шплінта  $d_{ш} = 5 \text{ мм}$ .

## 5. ОХОРОНА ПРАЦІ

Використання ґрунтообробних агрегатів під час вирощування ячменю є важливим етапом агротехнічного процесу. Однак, робота з такими важкими машинами та знаряддями потребує особливої уваги до охорони праці, оскільки вона супроводжується певними небезпеками. Для забезпечення безпечних умов праці слід врахувати різноманітні фактори ризику та дотримуватися рекомендацій з техніки безпеки.

### **1. Основні небезпечні фактори при використанні ґрунтообробних агрегатів**

При роботі з ґрунтообробними агрегатами можуть виникати різні небезпечні фактори:

*Механічні травми:* Неправильне використання або обслуговування агрегатів може призвести до травм працівників через контакти з обертальними частинами, ножами або іншими механізмами.

*Перевертання техніки:* Через неправильне використання або обслуговування агрегатів, особливо на нерівних ділянках, є ризик перекидання агрегатів, що може спричинити травми операторів.

*Пил та шкідливі гази:* Обробка ґрунту з утворенням пилу, а також викиди від працюючих агрегатів можуть викликати проблеми з дихальними шляхами, якщо не використовуються захисні засоби.

*Ризики при обслуговуванні:* Ремонт або налаштування агрегатів, особливо в русі або під час роботи, може призвести до травм. Оператори можуть також зазнати травм через невірні закріплені або несправні частини агрегатів.

### **2. Заходи безпеки при використанні ґрунтообробних агрегатів**

Для зниження ризиків при використанні ґрунтообробних агрегатів слід дотримуватися певних заходів безпеки:

*Навчання та інструктаж:* Оператори ґрунтообробних агрегатів повинні пройти навчання та інструктаж з охорони праці, щоб бути ознайомленими з принципами безпечного використання техніки та знати, як діяти у разі аварійних ситуацій.

*Перевірка технічного стану агрегатів:* Перед початком роботи необхідно провести ретельну перевірку технічного стану агрегатів: перевірити гальма, шестерні, ланцюги, болти і інші механізми на наявність дефектів і забезпечити їх справність.

*Захисні елементи:* Всі ґрунтообробні агрегати повинні бути оснащені захисними елементами (кришками, захисними щитами, огороженнями). Це дозволяє уникнути прямого контакту працівників з обертальними та рухомими частинами агрегатів.

*Індивідуальні засоби захисту:* Оператори повинні бути забезпечені індивідуальними засобами захисту (захисні рукавички, каски, респіратори або маски, захисні окуляри) для запобігання травм і захисту від пилу та шкідливих газів.

*Забезпечення стабільності агрегатів:* Важливо стежити за правильним балансуванням та стабільністю ґрунтообробного агрегату, особливо при роботі на нерівних ділянках або під час перевезення.

*Управління агрегатом:* Агрегат має працювати тільки за умов, коли оператор перебуває на своїй робочій позиції, а робота на полі повинна виконуватися без ризику для оператора або інших працівників.

### **3. Безпека під час технічного обслуговування та ремонту**

Перед тим, як виконувати будь-яке обслуговування чи ремонт агрегатів, обов'язково потрібно вимкнути агрегат або переконатися, що всі рухомі частини зупинено, а техніка перебуває в стабільному положенні.

Ремонт ґрунтообробних агрегатів має проводити лише кваліфікований персонал, що має відповідні навички та знання. Усі несправності повинні бути усунені до того, як агрегат буде знову використано.

Під час обслуговування ґрунтообробних агрегатів використовуються лише спеціалізовані інструменти, що дозволяють уникнути додаткових ризиків.

### **4. Захист від пилу та шкідливих випарів**

Оператори повинні використовувати респіратори або захисні маски для запобігання вдиханню пилу і шкідливих часток, які утворюються при обробці ґрунту. Вологість ґрунту повинна бути на оптимальному рівні, щоб уникнути

надмірного пилення під час обробки. Проводити роботи слід в оптимальних погодних умовах, щоб знизити рівень пилу.

## **5. Медичне обслуговування та аварійні ситуації**

Для забезпечення швидкої допомоги в разі травм або погіршення здоров'я працівників на великих ділянках полів слід організувати доступ до медичних пунктів або мобільних бригад для надання першої допомоги.

Працівники, що працюють з технікою, повинні регулярно проходити медичні огляди для запобігання професійним захворюванням, зокрема захворюванням, пов'язаним з фізичними навантаженнями або тривалим впливом шкідливих факторів.

Використання ґрунтообробних агрегатів у процесі вирощування ячменю потребує суворого дотримання норм охорони праці. Важливо забезпечити правильну експлуатацію, регулярне обслуговування техніки, використання індивідуальних засобів захисту та організацію безпечних умов праці для зниження ризиків і травм.

## 6. ВИСНОВКИ

У цій кваліфікаційній роботі розглянуто шляхи вдосконалення механізації технологічного процесу вирощування ярого ячменю. Проведено аналіз традиційної технології, на основі якого з метою зниження собівартості та підвищення рентабельності вирощування запропоновано замінити окремі етапи – лущення стерні, осінню оранку, весняну культивуацію та боронування – єдиною технологічною операцією: весняним обробітком ґрунту із застосуванням комбінованого ґрунтообробного агрегату. Цей агрегат за один прохід виконує підготовку ґрунту та одночасний суцільний посів ярого ячменю.

Запропонований агрегат відповідає агротехнічним вимогам і нормативам та забезпечує ефективне виконання поставлених задач. Було удосконалено операційну технологічну карту передпосівного обробітку ґрунту із застосуванням обраного знаряддя.

Підібрана машинно-тракторна система, що включає трактор Т-150К та ґрунтообробний агрегат, відповідає умовам експлуатації та технологічним вимогам до вирощування ярого ячменю. Робочі режими агрегату визначено з урахуванням особливостей культури, властивостей ґрунту та інших впливових чинників.

У техніко-технологічному розділі роботи детально розглянуто конструкцію ґрунтообробного агрегату та виконано необхідні розрахунки, які підтверджують ефективність його застосування. Агрегат відповідає вимогам ДСТУ щодо охорони праці та безпечної експлуатації.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

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/РЎРРРР%28РЦР%29%202018%20%28Р-%20РSPРjРµСЪР°СЇС-С°СЪ%29.pdf>.
6. Надикто В.Г., Кюрчев В.М., Кувачов В.П. Використання техніки в АПК : підручник. Херсон : ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 268 с.
7. 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.
8. Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): Навч. посіб. / За заг. ред. к.т.н., доц. І.П. Пістуна. – Львів: "Тріада плюс", 2010.

9. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини 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. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням / За ред. Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. Харків : ХНТУСГ, 2006. 725 с.

12. 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.

13. Шудренко І.В. Основи охорони праці : навч. посіб. / І.В. Шудренко. Житомир :Видавець О.О. Євенок, 2016. – 214 с.

# ДОДАТКИ

## Кінематичні розрахунки

Розрахунок передаточних відношень приводу висіваючих апаратів.

Передаточні числа розраховуємо за формулою:

$$i = 10^{-3} \cdot \pi \cdot d_k \cdot b \cdot Q / q_0 \cdot (1 - \varepsilon),$$

де,  $b = 320$  мм – ширина міжрядь;

$\varepsilon = (0,04 \dots 0,3)$  – коефіцієнт ковзання коліс, приймаємо  $\varepsilon = 0,1$ ;

$d_k = 935$  мм – діаметр опорно-приводного колеса;

$Q$  – норма внесення добрив, кг/га;

$q_0 = 39,163$  г/об – кількість матеріалу, яка висівається за один оберт висіваючого апарату.

Розрахунок передаточних відношень ведемо для наступних норм внесення добрив:

$$Q_1 = 100 \text{ кг/га}; \quad Q_2 = 150 \text{ кг/га}; \quad Q_3 = 200 \text{ кг/га}; \quad Q_4 = 250 \text{ кг/га}; \quad Q_5 = 300 \text{ кг/га};$$

$$Q_6 = 350 \text{ кг/га}; \quad Q_7 = 400 \text{ кг/га}; \quad Q_8 = 450 \text{ кг/га}; \quad Q_9 = 500 \text{ кг/га}; \quad Q_{10} = 550 \text{ кг/га};$$

$$Q_{11} = 600 \text{ кг/га}.$$

Розраховуємо перше передаточне відношення.

$$i_1 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 100 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 0,2667 .$$

Приймаємо  $i_1 = 0,267$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_1 = \frac{0,267 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 100,12 \text{ кг/га}.$$

Приймаємо  $i_1 = 0,267$ .

Розраховуємо друге передаточне відношення.

$$i_2 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 150 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 0,4 .$$

Приймаємо  $i_2 = 0,4$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_2 = \frac{0,4 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 149,99 \text{ кг/Га.}$$

Приймаємо  $i_2 = 0,4$ .

Розраховуємо третє передаточне відношення.

$$i_3 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 200 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 0,533 .$$

Приймаємо  $i_3 = 0,534$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_3 = \frac{0,534 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 200,24 \text{ кг/Га.}$$

Приймаємо  $i_3 = 0,534$ .

Розраховуємо четверте передаточне відношення.

$$i_4 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 250 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 0,667 .$$

Приймаємо  $i_4 = 0,667$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_4 = \frac{0,667 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 250,11 \text{ кг/Га.}$$

Приймаємо  $i_4 = 0,667$ .

Розраховуємо п'яте передаточне відношення.

$$i_5 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 300 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 0,8 .$$

Приймаємо  $i_5 = 0,8$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_5 = \frac{0,8 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 299,98 \text{ кг/Га.}$$

Приймаємо  $i_5 = 0,8$ .

Розраховуємо шосте передаточне відношення.

$$i_6 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 350 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 0,934 .$$

Приймаємо  $i_6 = 0,934$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_6 = \frac{0,934 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 350,23 \text{ кг/га};$$

Приймаємо  $i_6 = 0,934$ .

Розраховуємо сьоме передаточне відношення.

$$i_7 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 400 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 1,067 .$$

Приймаємо  $i_7 = 1,067$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_7 = \frac{1,067 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 400,1 \text{ кг/га.}$$

Приймаємо  $i_7 = 1,067$ .

Розраховуємо восьме передаточне відношення.

$$i_8 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 450 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 1,2 .$$

Приймаємо  $i_8 = 1,2$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_8 = \frac{1,2 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 449,97 \text{ кг/га.}$$

Приймаємо  $i_8 = 1,2$ .

Розраховуємо дев'яте передаточне відношення.

$$i_9 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 500 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 1,334 .$$

Приймаємо  $i_9 = 1,334$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_9 = \frac{1,334 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 500,22 \text{ кг/га.}$$

Приймаємо  $i_9 = 1,334$ .

Розраховуємо десяте передаточне відношення.

$$i_{10} = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 550 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 1,467 .$$

Приймаємо  $i_{10} = 1,467$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_{10} = \frac{1,467 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 550,09 \text{ кг/га.}$$

Приймаємо  $i_{10} = 1,467$ .

Розраховуємо одинадцяте передаточне відношення.

$$i_6 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 600 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 1,6 .$$

Приймаємо  $i_{11} = 1,6$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_{11} = \frac{1,6 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 599,97 \text{ кг/га.}$$

Приймаємо,  $i_{11} = 1,6$ .

Підбір кількості зубів зірочок ланцюгових передач приводу висіваючих апаратів.

Для зміни передаточних відношень приводу висіваючих апаратів у схему необхідно включити коробку зміни передач. Для спрощення розробки та розрахунків будемо використовувати стандартну коробку зміни передач з касетою (рис. 1), для якої:

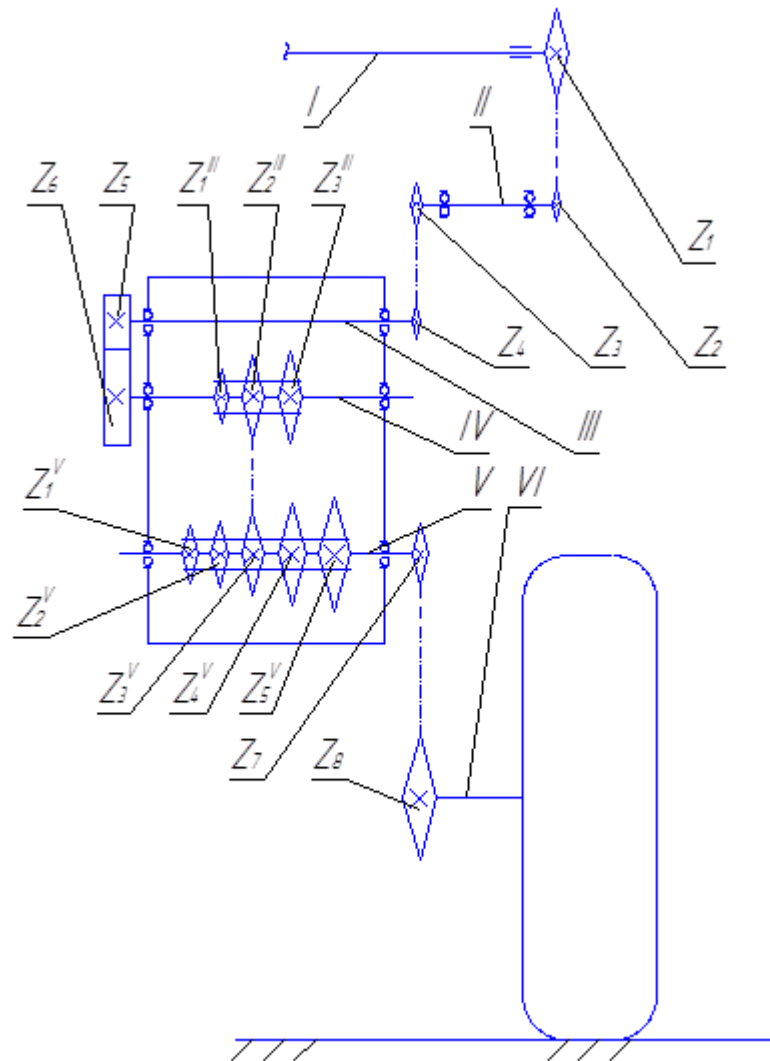


Рис. 1. Схема приводу висіваючих апаратів: *I* – вал висіваючих апаратів; *II* – проміжний вал; *III* – вихідний вал касети; *IV* – вихідний вал коробки зміни передач; *V* – вхідний вал коробки зміни передач; *VI* – вал опорно-приводного колеса.

$$z^{IV}_1 = 12; \quad z^{IV}_2 = 19; \quad z^{IV}_3 = 21; \quad z^V_1 = 13; \quad z^V_2 = 15; \\ z^V_3 = 19; \quad z^V_4 = 23; \quad z^V_5 = 26; \quad z_5 = 12; \quad z_6 = 22.$$

Загальне передаточне відношення:

$$i_i = i_{I-II} \cdot i_{II-III} \cdot i_K \cdot i_{K3П} \cdot i_{V-VI}$$

де,  $i_{I-II}$  – передаточне відношення від вала *I* до вала *II*;

$i_{II-III}$  – передаточне відношення від вала *II* до вала *III*;

$i_{V-VI}$  – передаточне відношення від вала  $V$  до вала  $VI$ ;

$i_{K3II}$  – передаточне відношення коробки зміни передач;

$i_K$  – передаточне відношення касети.

Позначимо  $i_n = i_{I-II} \cdot i_{II-III} \cdot i_{IV-V}$ , тоді  $i_i = i_n \cdot i_K \cdot i_{K3II}$ .

Так як касету можна перевертати, то відповідно будемо мати два передаточних відношення даної касети, а саме:

$$i_{K1} = 12/22 = 0,545; \quad i_{K2} = 22/12 = 1,833.$$

Позначимо  $i_3 = i_K \cdot i_{K3II}$ , тоді  $i_i = i_n \cdot i_3$ .

Приймаємо  $i_{K1} = 0,545$ , тоді  $i_3 = 0,545 \cdot i_{K3II}$ .

Визначаємо всі можливі відношення  $i_3$  при даному  $i_{K1}$ .

$$i_{31} = 0,545 \cdot \frac{z_{IV1}^{IV}}{z_{III3}^{III}} = 0,545 \cdot \frac{13}{21} = 0,337;$$

$$i_{32} = 0,545 \cdot \frac{z_{IV1}^{IV}}{z_{III2}^{III}} = 0,545 \cdot \frac{13}{19} = 0,373;$$

$$i_{33} = 0,545 \cdot \frac{z_{IV1}^{IV}}{z_{III1}^{III}} = 0,545 \cdot \frac{13}{12} = 0,59;$$

$$i_{34} = 0,545 \cdot \frac{z_{IV2}^{IV}}{z_{III3}^{III}} = 0,545 \cdot \frac{15}{21} = 0,389;$$

$$i_{35} = 0,545 \cdot \frac{z_{IV2}^{IV}}{z_{III2}^{III}} = 0,545 \cdot \frac{15}{19} = 0,43;$$

$$i_{36} = 0,545 \cdot \frac{z_{IV2}^{IV}}{z_{III1}^{III}} = 0,545 \cdot \frac{15}{12} = 0,681;$$

$$i_{37} = 0,545 \cdot \frac{z_{IV3}^{IV}}{z_{III3}^{III}} = 0,545 \cdot \frac{19}{21} = 0,493;$$

$$i_{38} = 0,545 \cdot \frac{z_{III_2}^{IV_3}}{z_{III_2}^{IV_3}} = 0,545 \cdot \frac{19}{19} = 0,545;$$

$$i_{39} = 0,545 \cdot \frac{z_{III_1}^{IV_3}}{z_{III_1}^{IV_3}} = 0,545 \cdot \frac{19}{12} = 0,863;$$

$$i_{310} = 0,545 \cdot \frac{z_{III_3}^{IV_4}}{z_{III_3}^{IV_4}} = 0,545 \cdot \frac{23}{21} = 0,597;$$

$$i_{311} = 0,545 \cdot \frac{z_{III_2}^{IV_4}}{z_{III_2}^{IV_4}} = 0,545 \cdot \frac{23}{19} = 0,66;$$

$$i_{312} = 0,545 \cdot \frac{z_{III_1}^{IV_4}}{z_{III_1}^{IV_4}} = 0,545 \cdot \frac{23}{12} = 1,045;$$

$$i_{313} = 0,545 \cdot \frac{z_{III_3}^{IV_5}}{z_{III_3}^{IV_5}} = 0,545 \cdot \frac{26}{21} = 0,675;$$

$$i_{314} = 0,545 \cdot \frac{z_{III_2}^{IV_5}}{z_{III_2}^{IV_5}} = 0,545 \cdot \frac{26}{19} = 0,746;$$

$$i_{315} = 0,545 \cdot \frac{z_{III_1}^{IV_5}}{z_{III_1}^{IV_5}} = 0,545 \cdot \frac{26}{212} = 1,181.$$

Приймаємо  $i_{K2} = 1,833$ , тоді  $i_3 = 1,833 \cdot i_{K3П}$ .

Визначаємо всі можливі відношення  $i_3$  при даному  $i_{K2}$ .

$$i_{316} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_3}^{IV_1}}{z_{III_3}^{IV_1}} = 1,833 \cdot \frac{13}{21} = 1,134;$$

$$i_{317} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_2}^{IV_1}}{z_{III_2}^{IV_1}} = 1,833 \cdot \frac{13}{19} = 1,254;$$

$$i_{318} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_1}^{IV_1}}{z_{III_1}^{IV_1}} = 1,833 \cdot \frac{13}{12} = 1,986;$$

$$i_{319} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_3}^{IV_2}}{z_{III_3}^{IV_2}} = 1,833 \cdot \frac{15}{21} = 1,309;$$

$$i_{319} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_3}^{IV_2}}{z_{III_3}^{IV_2}} = 1,833 \cdot \frac{15}{21} = 1,309;$$

$$i_{320} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_2}^{IV_2}}{z_{III_2}^{IV_2}} = 1,833 \cdot \frac{15}{19} = 1,447;$$

$$i_{321} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_1}^{IV_2}}{z_{III_1}^{IV_2}} = 1,833 \cdot \frac{15}{12} = 2,291;$$

$$i_{322} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_3}^{IV_3}}{z_{III_3}^{IV_3}} = 1,833 \cdot \frac{19}{21} = 1,658;$$

$$i_{322} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_3}^{IV_3}}{z_{III_3}^{IV_3}} = 1,833 \cdot \frac{19}{21} = 1,658;$$

$$i_{323} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_2}^{IV_3}}{z_{III_2}^{IV_3}} = 1,833 \cdot \frac{19}{19} = 1,833;$$

$$i_{324} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_1}^{IV_3}}{z_{III_1}^{IV_3}} = 1,833 \cdot \frac{19}{12} = 2,902;$$

$$i_{325} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_3}^{IV_4}}{z_{III_3}^{IV_4}} = 1,833 \cdot \frac{23}{21} = 2,007;$$

$$i_{326} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_2}^{IV_4}}{z_{III_2}^{IV_4}} = 1,833 \cdot \frac{23}{19} = 2,219;$$

$$i_{327} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_1}^{IV_4}}{z_{III_1}^{IV_4}} = 1,833 \cdot \frac{23}{12} = 3,513;$$

$$i_{328} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_3}^{IV_5}}{z_{III_3}^{IV_5}} = 1,833 \cdot \frac{26}{21} = 2,269;$$

$$i_{329} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_2}^{IV_5}}{z_{III_2}^{IV_5}} = 1,833 \cdot \frac{26}{19} = 2,508;$$

$$i_{330} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_1}^{IV_5}}{z_{III_1}^{IV_5}} = 1,833 \cdot \frac{26}{12} = 3,971.$$

Всі отримані значення заносимо до табл. 1.

Продовження дод. А

Прийmemo, що:  $i_{11} = i_n \cdot i_{326}$ , тоді  $i_n = i_{11} / i_{326} = i_{11} / 2,219 = 0,64$ .

В подальших розрахунках приймаємо  $i_n = 0,64$ .

Використовуючи прийняте  $i_n$  та визначені  $i_3$  вираховуємо всі можливі загальні передаточні відношення від вала висіваючих апаратів до опорно-приводного колеса використовуючи формулу  $i'_i = i_n \cdot i_3$  та отримані значення заносимо в табл. 1.

Таблиця 1

№ передаточного відношення	$i_3$	$i_k$	$i_n$	$i'_i$
1	2	3	4	5
1	0,337	0,545	0,64	0,216
2	0,373	0,545	0,64	0,239
4	0,389	0,545	0,64	0,249
<u>5</u>	0,43	0,545	0,64	<u>0,275</u>
7	0,493	0,545	0,64	0,316
8	0,545	0,545	0,64	0,349
3	0,59	0,545	0,64	0,378
10	0,597	0,545	0,64	0,382
<u>11</u>	0,66	0,545	0,64	<u>0,423</u>
13	0,675	0,545	0,64	0,432
6	0,681	0,545	0,64	0,437
14	0,746	0,545	0,64	0,478
<u>9</u>	0,863	0,545	0,64	<u>0,552</u>
<u>12</u>	1,045	0,545	0,64	<u>0,669</u>
16	1,134	1,833	0,64	0,726
15	1,181	0,545	0,64	0,756
<u>17</u>	1,254	1,833	0,64	<u>0,803</u>
19	1,309	1,833	0,64	0,838
<u>20</u>	1,447	1,833	0,64	<u>0,926</u>
<u>22</u>	1,658	1,833	0,64	<u>1,062</u>
23	1,833	1,833	0,64	1,174
<u>18</u>	1,968	1,833	0,64	<u>1,261</u>
<u>25</u>	2,007	1,833	0,64	<u>1,286</u>
26	2,219	1,833	0,64	1,421
28	2,269	1,833	0,64	1,453
<u>21</u>	2,291	1,833	0,64	<u>1,467</u>
<u>29</u>	2,508	1,833	0,64	<u>1,606</u>
24	2,902	1,833	0,64	1,858
27	3,513	1,833	0,64	2,25
30	3,971	1,833	0,64	2,543

## Продовження дод. А

Із розрахованих передаточних відношень  $i'_i$  вибираємо ті значення, які найбільше відповідають необхідним значенням  $i_i$ :

$$\begin{array}{ll} i_1 = 0,267 & i'_5 = 0,275; \\ i_2 = 0,4 & i'_{11} = 0,423; \\ i_3 = 0,533 & i'_9 = 0,552; \\ i_4 = 0,667 & i'_{12} = 0,669; \\ i_5 = 0,8 & i'_{17} = 0,803; \\ i_6 = 0,934 & i'_{20} = 0,926; \\ i_7 = 1,067 & i'_{22} = 1,062; \\ i_8 = 1,2 & i'_{18} = 1,261; \\ i_9 = 1,334 & i'_{25} = 1,286; \\ i_{10} = 1,467 & i'_{21} = 1,467; \\ i_{11} = 1,6 & i'_{29} = 1,606. \end{array}$$

Тоді дійсні передаточні відношення будуть наступними:

$$i_1 = 0,275; i_2 = 0,423; i_3 = 0,552; i_4 = 0,669; i_5 = 0,803; i_6 = 0,926; \\ i_7 = 1,062; i_8 = 1,261; i_9 = 1,286; i_{10} = 1,467; i_{11} = 1,606.$$

Перевіряємо крайні передаточні відношення по нормам внесення добрив.

Мінімальна норма внесення  $Q_I = 100$  кг/га, при цьому  $i_1 = 0,275$ :

$$Q_1 = \frac{0,275 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 103,11 \text{ кг/га.}$$

Похибка висіву в даному випадку склала 3,11%, що є в межах допустимого.

Максимальна норма внесення  $Q_{II} = 600$  кг/га, при цьому  $i_{11} = 1,606$ :

$$Q_{11} = \frac{1,606 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 602,21 \text{ кг/га.}$$

Похибка висіву в даному випадку склала 2,21%, що є в межах допустимого.

Визначаємо кількість зубців зірочок  $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_7, Z_8$ .

Згідно з прийнятим раніше:

$$i_n = i_{I-II} \cdot i_{II-III} \cdot i_{V-VI} = 0,4 \cdot 0,8 \cdot 2 = 0,64 .$$

Нехай  $i_{I-II} = 0,4$ ;

$$i_{II-III} = 0,8;$$

$$i_{V-VI} = 2.$$

Тоді:

$$i_{I-II} = z_2/z_1 = 0,4 = 8/20;$$

$$i_{II-III} = z_4/z_3 = 0,8 = 8/10;$$

$$i_{V-VI} = z_6/z_5 = 2 = 28/14.$$

Приймаємо наступні значення кількості зубів зірочок:

$$z_1 = 20; z_2 = 8; z_3 = 10; z_4 = 8; z_7 = 14; z_8 = 28.$$

## СИЛОВИЙ АНАЛІЗ

## Розрахунок на міцність стояка культиваторної лапи

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

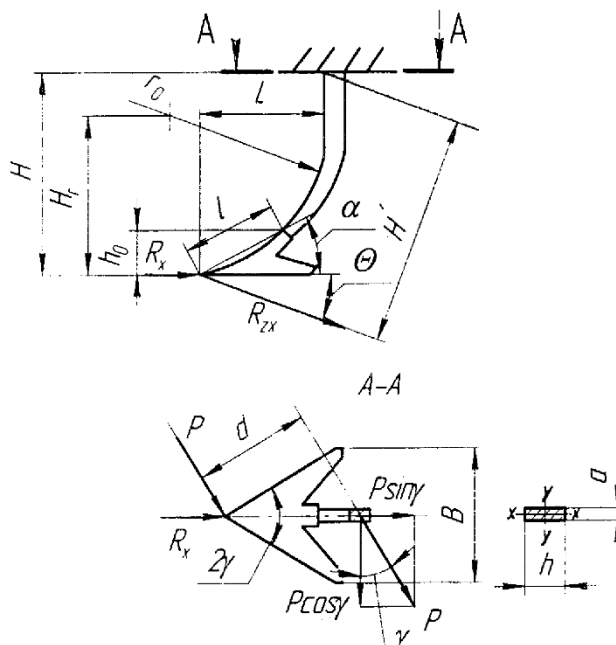


Рис. 1. Розрахункова схема стояка

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

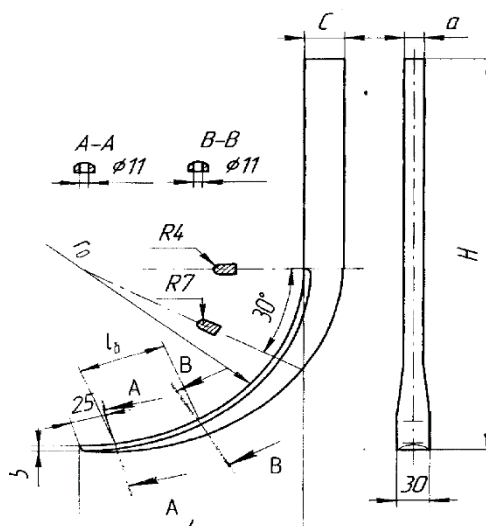


Рис. 2. Схема для побудови стояка лапи.

Значення радіуса  $r_0$  визначаємо з виразу

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

$$H_r = 2h_0,$$

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

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

де  $\ell$  – довжина прямої ділянки лапи (рис. 3)

$\alpha$  – кут піднімання лапи.

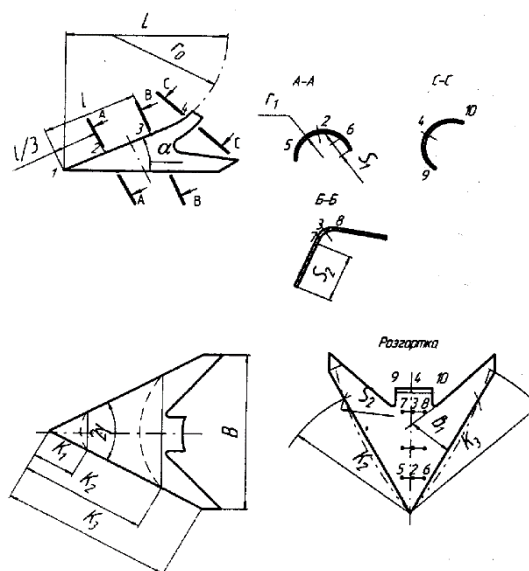


Рис. 3. Схема побудови проєкцій стрілкової лапи із хвостовиком та її розгортки

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

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

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

Довжину  $\ell$  прямої ділянки лапи визначаємо за формулою

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

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

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

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

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,  $H_1 = 320 \text{ мм}$

$$H = 320 + 120 = 440 \text{ м.}$$

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. 4.11) дорівнює:

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

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

$K$  – питомий опір культиватора;  $K = 1,7 \text{ кН/м}$  [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:

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

$$W_x = \frac{16 \cdot 45^2}{6} = 5,4 \cdot 10^3 \text{ мм}^3 \qquad W_y = \frac{45 \cdot 16^2}{6} = 1,92 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

Матеріал стояків приймаємо сталь Ст. 5 по ГОСТ 380-71 з характеристиками  $\sigma_B=500\dots640$  МПа,  $\sigma_T=290$  МПа,  $\tau_T=170$  МПа,  $\sigma_{-1}=(0,4\dots0,5)\sigma_B=28$  кг/мм<sup>2</sup>=280 МПа,  $\tau_{-1}=(0,2\dots0,3)\sigma_B$ ,  $\psi_\sigma=0$ ,  $\psi_\tau=0$ . [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:

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

$$M_x=0,561 \cdot 320 \sin 35 = -76,867 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad M_y=0,561 \cdot 320 \cos 35 = 162,23 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Визначаємо приведені моменти

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

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

$$M_{прx} = \sqrt{100,98^2 + (-76,867)^2} = 126,907 \text{ Нм}$$

$$M_{прy} = \sqrt{100,98^2 + 162,23^2} = 193,644 \text{ Нм}$$

Перетин стояка визначаємо за максимальним значенням приведенного моменту:

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

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

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

$$T_1 = 9,6 \text{ Нм.}$$

$\omega$  – кутова швидкість обертання вала.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_I}{30} = \frac{3,14 \cdot 129,95}{30} = 13,6 \text{ с}^{-1}.$$

де,  $n_I$  – частота обертання вала висіваючих апаратів;  $n_I = 129,95$  об/хв.

Визначаємо потужність на валу висіваючих апаратів:

$$N_I = \frac{9,6 \cdot 13,6}{1000} = 0,13 \text{ кВт.}$$

$V$  – колова швидкість ланцюга.

$$V = \frac{z \cdot n \cdot t}{60 \cdot 1000},$$

де,  $z$  – кількість зубців зірочки;

$n$  – частота обертання даної зірочки;

$t$  – крок ланцюга.

у даній передачі використовується ланцюг приводний роликівий ПР-31,75-2300 ГОСТ 13568-75, крок якого дорівнює  $t = 31,75$  мм.

Для розрахунків колової швидкості приймаємо  $z = z_I = 15$ .

Тоді  $n_1 = i_i \cdot n_V$ .

Для надійності конструкції приймаємо максимальне передаточне відношення тобто  $i_{30} = 2,543$ .

Відомо, що:

$$V_M = \frac{\pi \cdot d_k \cdot n}{60} .$$

Тоді

$$n_V = \frac{60 \cdot V_M}{\pi \cdot d_k} ,$$

де,  $V_M$  – робоча швидкість машини, приймаємо  $V_M = 8 \text{ км/год.} = 2,22 \text{ м/с.}$

$d_k$  – діаметр опорно-приводного колеса ( $d_k = 0,935 \text{ м.}$ )

$$n_V = \frac{60 \cdot 2,22}{3,14 \cdot 0,935} = 51,1 \text{ об/хв;}$$

$$n_1 = 2,543 \cdot 51,1 = 129,95 \text{ об/хв;}$$

$$V = \frac{15 \cdot 129,95 \cdot 31,75}{60 \cdot 1000} = 1,03 \text{ м/с.}$$

Визначаємо колове зусилля.

$$F_t = 1000 \frac{0,13}{1,03} = 126,21 \text{ Н.}$$

Визначаємо силу, що діє на вал висіваючих апаратів.

$$R = 1,2 \cdot 126,21 = 151,452 \text{ Н.}$$





Формат	Зона	Позиція	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки
				<u>Документація</u>		
A2			АГП 80.000 СК	Лапа	1	
				<u>Документація по</u>		
				<u>складальним одиницям</u>	1	
		1	АГП 80.010	Лапа стрільчата	1	
		2	АГП 80.020	Насіннепровід	1	
				<u>Деталі</u>		
A4		3	АГП 80.603	Стояк	1	
A4		4	АГП 80.604	Розподільник	1	
				<u>Стандартні вироби</u>		
				Болт М14-6g×50.58.019		
				ГОСТ 7798-70	2	
				Гайка М14-6Н.6.019		
				ГОСТ 5915-70	2	
				Шайба 14.65Г ГОСТ 6204-70	2	

					<b>АГП 80.000</b>		
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив	Поночовний				Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Дейкун					1	1
Н. контр.	Мачок				<b>ЦНТУ</b> <b>гр. АІ-22мб-1</b>		
Затвердив	Васильковський						
					<b>Лапа</b>		



# **ГРАФІЧНА ЧАСТИНА**















