

1565



Навчальний посібник

Д.Г. Войтюк С.С. Яцун М.Я. Довжик

ТЕОРІЯ СІЛЬСЬКО- ГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Практикум

Д.Г. Войтюк, С.С. Яцун, М.Я. Довжик

Теорія сільськогосподарських машин
Практикум

Київ
Аграрна освіта
2006

Д.Г. Войтюк, С.С. Яцун, М.Я. Довжик

Теорія сільськогосподарських машин

Практикум

За редакцією С.С. Яцуна

Затверджено
Міністерством аграрної політики України
як навчальний посібник для студентів аграрних
вищих закладів освіти 3–4 рівнів акредитації
із спеціальності «Механізація сільського господарства»

Київ
Аграрна освіта
2006

УДК 631.3
ББК 40.72 я 73
Т 33

Рецензенти:

Пашенко В.Ф.; канд. техн. наук, професор, завідувач кафедри «Механізація і електрифікація сільського господарства» Харківського НАУ ім. В.В. Докучаєва, Арендаренко В.М.; канд. техн. наук, доцент завідувач кафедри «Енергетичні засоби та сільськогосподарські машини» Полтавської ДАА, Федосов О.С., доктор технічних наук, професор завідувач кафедри «Проектування технічних систем» Сумського НАУ,

Гриф надано Міністерством аграрної
політики України (лист № _____ від
_____)

Т 33 Теорія сільськогосподарських машин: Практикум: Навч. посібник /
Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я.; За ред. С.С. Яцуна. – К.: Аграрна
освіта, 2006. – 156 с.: іл.

Практикум містить лабораторні та розрахунково-графічні роботи з вивчення теоретичних основ найбільш поширених у сільському виробництві сільськогосподарських машин та знарядь, а також вправи з метою закріплення навчального матеріалу.

Призначений для студентів аграрних вищих закладів освіти 3–4 рівнів акредитації з спеціальності «Механізація сільського господарства».

ББК 40.72 я 73
© Д.Г. Войтюк,
С.С. Яцун, М.Я. Довжик

Навчальне видання

Войтюк Дмитро Григорович
Яцун Степан Степанович
Довжик Михайло Якович

Теорія сільськогосподарських машин

Практикум

За редакцією С.С. Яцуна

ВСТУП

Навчальний посібник складається з трьох розділів. У першому розділі наведені лабораторні роботи, у другому – розрахунково-графічні роботи, у третьому – вправи.

Лабораторні роботи охоплюють основні групи сільськогосподарських машин та знарядь, найбільш поширених у сільському господарстві.

Передбачається, що студенти мають бути підготовлені до виконання лабораторних робіт. Для цього виділяється час на самостійну роботу, що дає змогу своєчасно виконувати роботу й оформити звіт.

Для більшості лабораторних робіт проводять обробку результатів дослідження методами математичної статистики з визначенням середньої арифметичної величини, середнього квадратичного відхилення та коефіцієнта варіації.

Середню арифметичну величину обчислюють за формулою

$$M = \frac{\sum K_{ci}}{\sum K} \text{ або } M = \frac{\sum P_{ci}}{100},$$

де K_i , P_i – частота повторення ознаки i -го класу, шт., г, %;

l_{ci} – середній розмір i -го класу.

Середнє квадратичне відхилення визначають за формулою

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum M_{ci}^2 K}{\sum K}} \text{ або } \sigma = \sqrt{\frac{\sum M_{ci}^2 P}{100}}.$$

Величина σ характеризує розбіжність розмірів варіаційного ряду.

Для визначення коефіцієнта варіації (%) застосовують формулу

$$V = \frac{\sigma}{M} \cdot 100.$$

Коефіцієнт варіації дає змогу порівнювати мінливість розмірів ознаки.

У конкретних лабораторних роботах можуть наводитися додаткові відомості щодо обробки результатів дослідження методами математичної статистики.

При виконанні лабораторних робіт студенти оволодівають методикою проведення дослідів.

Слід приділити увагу питанням техніки безпеки. Перед проведенням зайняття в лабораторії необхідно провести інструктаж з техніки безпеки. Лабораторне обладнання має бути в справному стані.

Важливим моментом навчального процесу є закріплення студентами викладеного викладачем теоретичного матеріалу. Цьому сприяє виконання розрахунково-графічних робіт і вправ, які наведені в другому та третьому розділах відповідно. Звичайно, наведені розрахунково-графічні роботи та вправи не можуть повною мірою вичерпати всіх питань, що виникають при вивченні робочих процесів сільськогосподарських машин і знарядь. Вони привертають увагу здебільшого на ті питання, які має розв'язувати інженер-механік сільськогосподарського виробництва в його подальшій повсякденній роботі.

РОЗДІЛ ПЕРШИЙ. ЛАБОРАТОРНІ РОБОТИ

Лабораторна робота 1

ТАРУВАННЯ ПРУЖИН ПРИЛАДІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МЕХАНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАТЕРІАЛІВ

Мета роботи: навчити тарувати силові пружини, які застосовуються на приладах для визначення механічних характеристик сільськогосподарських матеріалів.

1. Теоретична частина

На деяких приладах (твердомір, прилади для визначення механічних характеристик сільськогосподарських матеріалів під час розтягання, стискання, перерізання, обмолочування, зусиль відривання колосків від плодоніжок волоті та ін.) застосовують пружини.

Величина сили, яка докладається до пружини, залежить від виду деформації (розтягнення, стиснення, кручення) і її масштабу. Масштабом пружини m називають силу, яка необхідна для зміни деформації пружини на одиницю довжини.

Більшість пружин незалежно від величини деформації має постійний масштаб. При навантаженні таких пружин між силою P та величиною деформації H існує залежність

$$m = \frac{P}{H}. \quad (1.1)$$

Вибір сили P обумовлюється технічними міркуваннями.

На твердомірах, приладах для визначення механічних характеристик сільськогосподарських матеріалів під час розтягання, стиснення, перерізання та ін. застосовуються пружини стиснення (рис. 1.1), на приладах для визначення показників обмолочування сільськогосподарських культур – пружини розтягування (рис. 1.2), на приладах для визначення зусиль відривання колосків і плодів від плодоніжок – пластинчасті пружини (рис. 1.3).

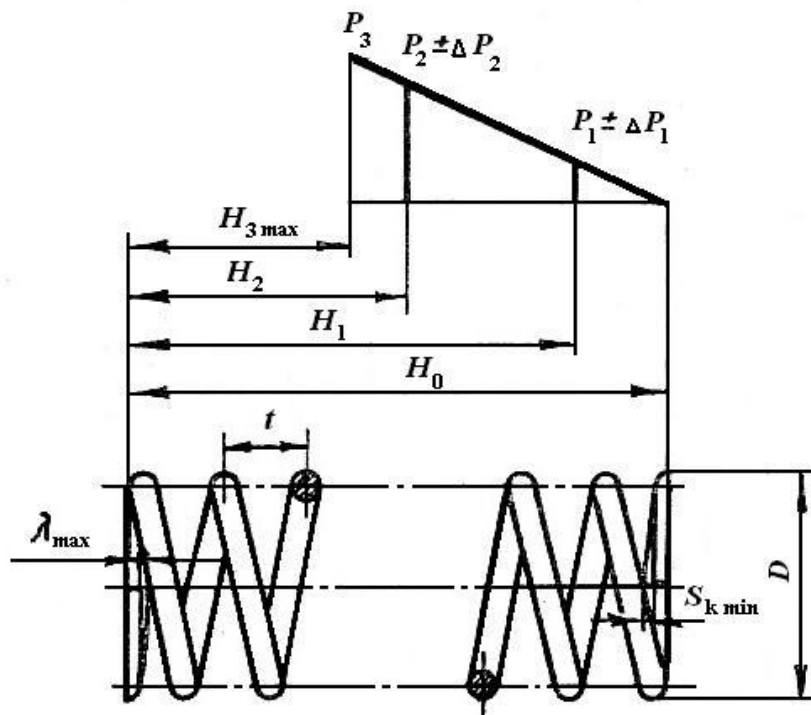


Рис. 1.1. Пружина стиснення

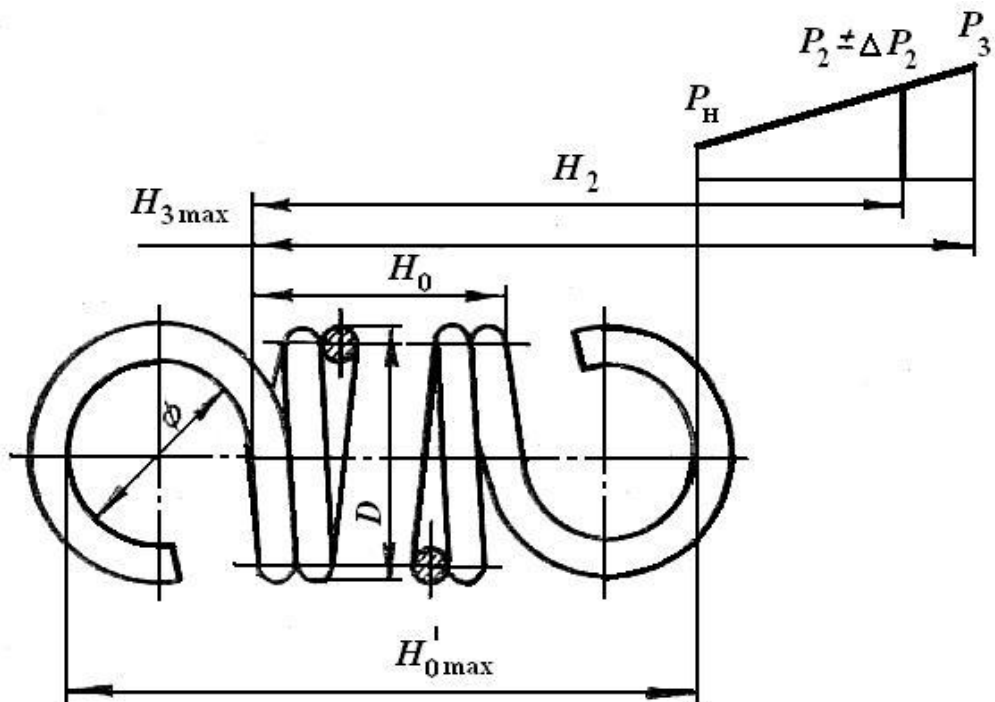


Рис. 1.2. Пружина розтягування

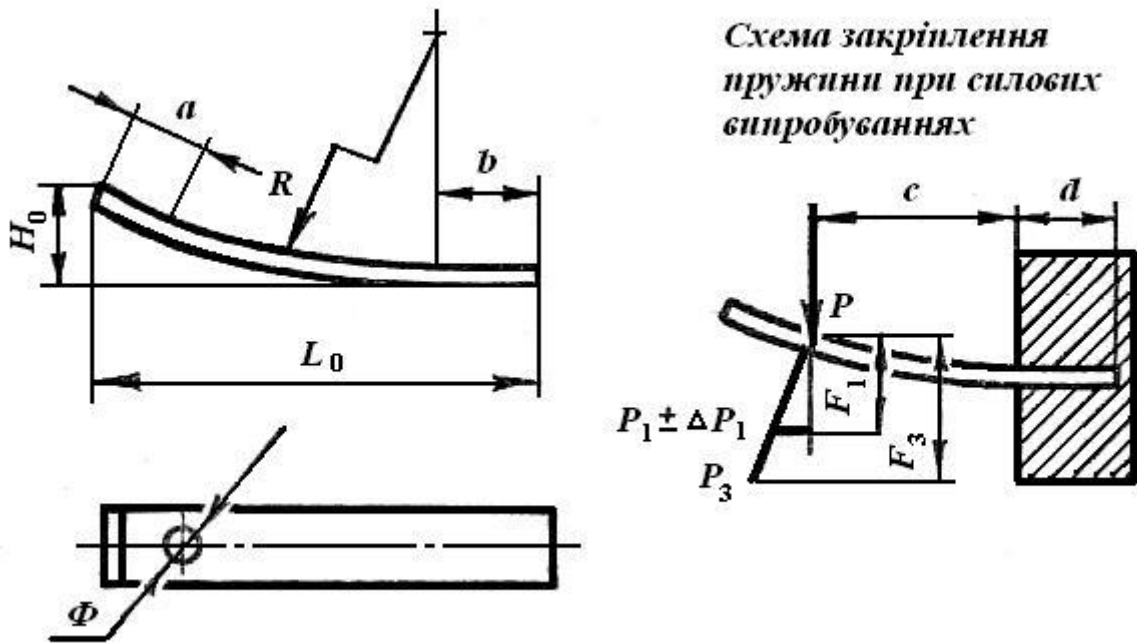


Рис. 1.3. Пружина пластинчаста

Масштаб силової пружини m може бути одержаний статичним і динамічним способами на приладах для тарування пружин. Статичний спосіб визначення масштабу обґрунтовується на статичному навантаженні пружини. Динамічний спосіб визначення масштабу обґрунтовується на динамічному навантаженні пружини і здійснюється за допомогою фізичного маятника.

Міцність сільськогосподарських матеріалів при розтягуванні (розриванні) та стисненні (роздавлюванні) визначається на приладах, які дозволяють спостерігати в статичних умовах зусилля і відповідні їм подовження (або скорочення) протягом всього процесу розтягування (або стиснення) зразка до руйнування. Тому в цій роботі буде розглянутий статичний спосіб тарування силової ланки (пружини) приладів.

2. Зміст роботи

- 2.1. Зняти розміри силової пружини.
- 2.2. Скласти таблицю тарування пружини.
- 2.3. Визначити похибку приладу.
- 2.4. Визначити масштаб пружини.
- 2.5. Побудувати тарувальну криву.

3. Обладнання, прилади, матеріали

Для тарування необхідні пристрої. На рис. 1.4 неведена схема пристрою для тарування пружини розтягування. Він складається із стійки 1, підвісок 2 (для пружини) та 4 (для вантажу), вантажу 5 і вимірної лінійки 6.

На рис. 1.5 зображена схема пристрою для тарування пружини стиснення. Він складається із підвіски 1 для вантажу, вантажу 3 та вимірної лінійки 4.

На рис. 1.6 наведена схема пристрою для тарування пластинчастої пружини. Він складається із підвіски для вантажу 3, вантажу 5, вимірної лінійки 1, затискача пружини 6.

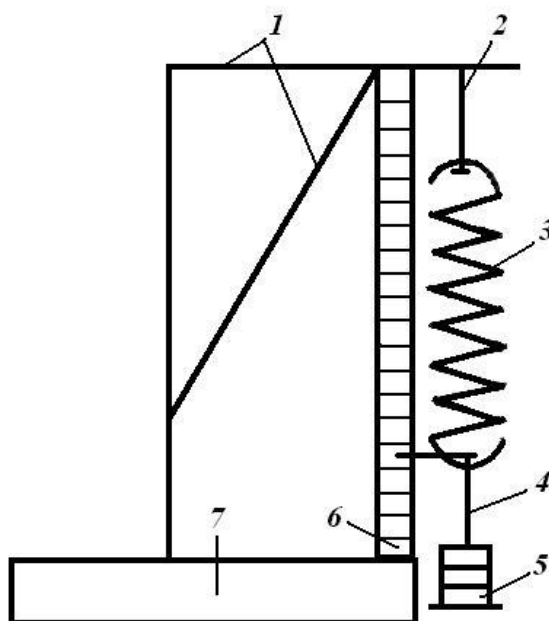


Рис. 1.4. Схема приладу для тарування пружини розтягування:
1 – стійка; 2 – підвіска для пружини; 3 – пружина розтягування; 4 – підвіска для вантажу з покажчиком; 5 – вантаж; 6 – виміривальна лінійка; 7 – основа

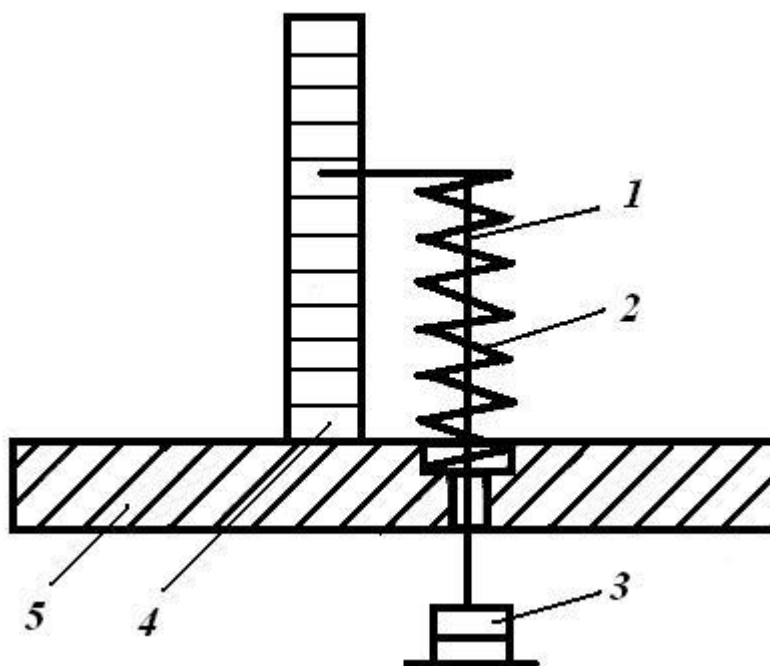


Рис. 1.5. Схема приладу для тарування пружини стиснення:
1 – підвіска для вантажу з покажчиком; 2 – пружина стиснення; 3 – вантаж; 4 – виміривальна лінійка; 5 – основа

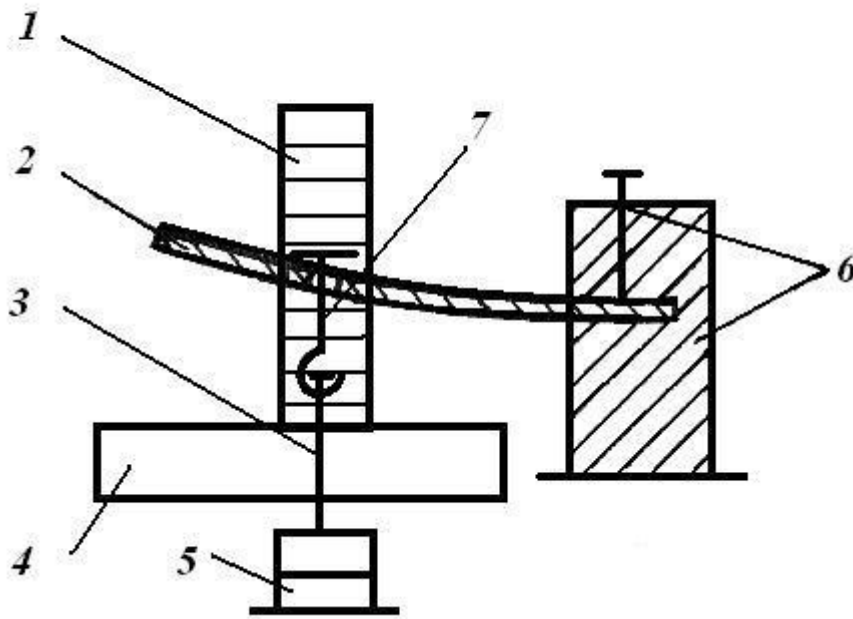


Рис. 1.6. Схема приладу для тарування пластинчастої пружини:
 1 – вимірювальна лінійка; 2 – пружина; 3 – підвіска для вантажу; 4 – основа; 5 – вантаж; 6 – затискач пружини; 7 – підвіска з покажчиком

4. Порядок виконання роботи

4.1. Зняти розміри силових пружин. Результати записати в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. Вихідні дані силових пружин

Тип пружини	Діаметр дроту d , мм	Зовнішній діаметр D , мм	Внутрішній діаметр D_1 , мм	Довжина гачка зачепа l_k , мм	Кількість робочих витків n	Довжина пружини H_0 , мм

4.2. Провести навантаження і розвантаження пружини. Пружину встановлюють на прилад і приводять вимірювальну систему в вихідне положення. При цьому лінійка встановлюється в нульове положення. Навантажують пружину ступенями $P_1, P_2 \dots P_n$ з інтервалом ΔP (P_1 і P_n – відповідно мінімальна і максимальна сили, H). Кількість ступенів навантаження може відрізнятися від кількості, що показана на рис. 1.1, 1.2 і 1.3.

Навантаження кожного наступного ступеня має бути більшим на величину інтервалу. Після того як буде досягнута верхня межа навантаження, пружину поступово розвантажують у зворотній послідовності з тим самим інтервалом. Довжину пружини вимірюють на кожному ступеню навантаження і розвантаження.

Цикл повторюють тричі.

4.3. За одержаними даними скласти таблицю тарування приладу (табл. 1.2) для визначення похибки приладу, яка викликається тертям, і отримання величин, необхідних для побудови тарувальної кривої.

На кожному ступені навантаження і розвантаження визначається середня довжина пружини $H_{\text{сер}}$. Для кожного ступеня визначається також максимальна різниця

$$f_{\text{max}} \text{ або } f_{\text{max}} \quad (1.2)$$

Похибка приладу (%) для кожного ступеня навантаження і розвантаження визначається за формулою

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{f}{H_{\text{сер}}} \cdot 100 \quad (1.3)$$

Середня похибка $\alpha_{\text{сер}}$ визначається як середня арифметична із похибок $\alpha_{\text{ст}}$, одержаних для кожного ступеня

$$\alpha_{\text{сер}} = \frac{\sum \alpha_{\text{ст}} K_i}{\sum K_i}, \quad (1.4)$$

де $\alpha_{\text{ст}}$ – величина похибки i -го класу, %;

K_i – частота повторення похибки i -го класу, шт.

4.4. За формулою (1.1) визначити масштаб пружини. Побудувати тарувальну криву.

4.5. Тарувальна крива (рис. 1.7), яка виражає залежність деформації пружини приладу від навантаження, креслиться на міліметровому папері за величинами P і $H_{\text{сер}}$, взятих із табл. 1.2 і використовується при обробці діаграм, одержаних при роботі приладу.

У табл. 1.2 наведені результати тарування силової пружини одного з приладів статичним способом і обробки цих результатів за наведеними вище формулами.

Таблиця 1.2. Результати тарування силової пружини приладу

Зусилля P , Н	Деформація пружини H , мм при						Середня деформація $H_{\text{сер}}$, мм	Максимальна різниця f , мм	Похибка $\alpha_{\text{ст}}$, %
	навантаженні			розвантаженні					
	1	2	3	1	2	3			
5	4,3	4,4	4,4	4,3	4,5	4,5	4,4	0,1	2,3
10	9,1	9,1	9,2	9,2	9,3	9,3	9,2	0,1	1,1
15	13,7	13,8	13,8	14,0	14,1	13,9	13,9	0,2	1,4
20	18,2	18,3	18,6	18,4	18,4	18,6	18,4	0,2	1,1
25	22,6	22,7	22,8	22,9	22,9	23,0	22,8	0,2	0,9
30	26,6	26,7	26,8	26,6	26,7	26,8	26,7	0,1	0,4

Середня похибка приладу $\alpha_{\text{ст}} = 1,2\%$.

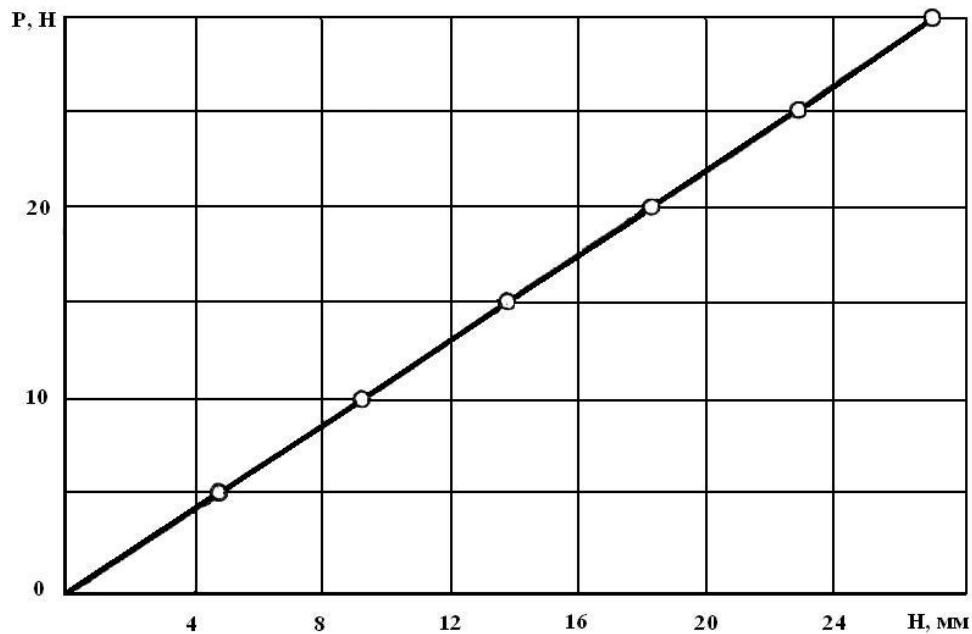


Рис. 1.7. Тарувальна крива силової пружини приладу

5. Звіт

Звіт має включати:

- 5.1. Стислий зміст роботи.
- 5.2. Характеристику силової пружини.
- 5.3. Схему пристрою.
- 5.4. Таблицю тарування пружини.
- 5.5. Необхідні розрахунки.
- 5.6. Тарувальну криву.
- 5.7. Висновки.

6. Контрольні запитання

- 6.1. Як визначається масштаб пружини?
- 6.2. Що розуміють під статичним та динамічним способами тарування пружини?
- 6.3. Розповісти про будову пристрою для тарування пружини.
- 6.4. Розповісти про порядок тарування пружини.
- 6.5. Як визначаються похибка для кожного ступеня навантаження і розвантаження та середня похибка пружини?
- 6.6. Як будується тарувальна крива силової пружини?

Лабораторна робота 2

ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЛЕМІШНО-ПОЛИЦЕВОЇ ПОВЕРХНІ КОРПУСА ПЛУГА

Мета роботи: ознайомитися з характеристиками лемішно-полицевої поверхні корпусу плуга.

1. Теоретична частина

Найбільш поширеною формою робочої поверхні основного корпусу плуга є циліндрод. Його робоча поверхня може бути побудована шляхом переміщення твірної KK' по напрямній CD паралельно дну борозни (рис. 1.8). Напрямна CD розміщена у вертикальній площині $СОДЕ$ перпендикулярно лезу лемеша AB . Твірна із стінкою борозни має кути $\gamma_0, \gamma_1, \gamma_2 \dots \gamma_{\max}$, що змінюються із зміною її розташування над дном борозни.

Встановлено, що для обертання скиби потрібно збільшувати кути нахилу твірної до стінки борозни у верхній частині полиці відносно нижньої частини. Обертальна здатність лемішно-полицевої поверхні характеризується різницею кутів γ :



(1.5)

де γ_{\max} – кут нахилу верхньої твірної до стінки борозни, град.;

γ_{\min} – кут нахилу твірної, розміщеної приблизно в площині стику лемеша та полиці, град.

З метою зменшення задирання верхньої частини відваленої скиби борозним обрізом кут між твірною і стінкою борозни спочатку треба зменшити з γ_0 до γ_{\min} . Кут γ_0 розташований у площині дна борозни. Кут γ_{\min} розміщений на висоті 50...150 мм від дна борозни залежно від типу лемішно-полицевої поверхні.

У табл. 1.3 наведена характеристика основних типів поверхонь.

Таблиця 1.3. Основні типи поверхонь

Тип поверхні	Значення кутів, градуси			
	ϵ_0	γ_0	$\gamma_0 - \gamma_{\min}$	$\gamma_{\max} - \gamma_0$
Циліндрична	30...35	45...55	0	0
Культурна	25...30	40...45	2...4	4...8
Напівгвинтова	20...25	38...40	2...4	8...12
Швидкісна	20...25	26...38	7	2

На рис. 1.9 показані залежності кута γ від висоти розміщення твірної для культурної та напівгвинтової поверхонь.

2. Зміст роботи

2.1. Засвоїти теоретичну частину.

2.2. Накреслити горизонтальну проекцію лемішно-полицевої поверхні з розміщенням твірної через відповідні відрізки z , починаючи від дна борозни:

1 ланка – $z = 4$ см;

- 2 ланка – $z = 5$ см;
 - 3 ланка – $z = 6$ см;
 - 4 ланка – $z = 7$ см,
- 2.3. Визначити тип лемішно-полицевої поверхні.
 - 2.4. Побудувати графік залежності $\gamma = f(z)$.
 - 2.5. Побудувати напрямну криву лемішно-полицевої поверхні.
 - 2.6. Написати звіт.

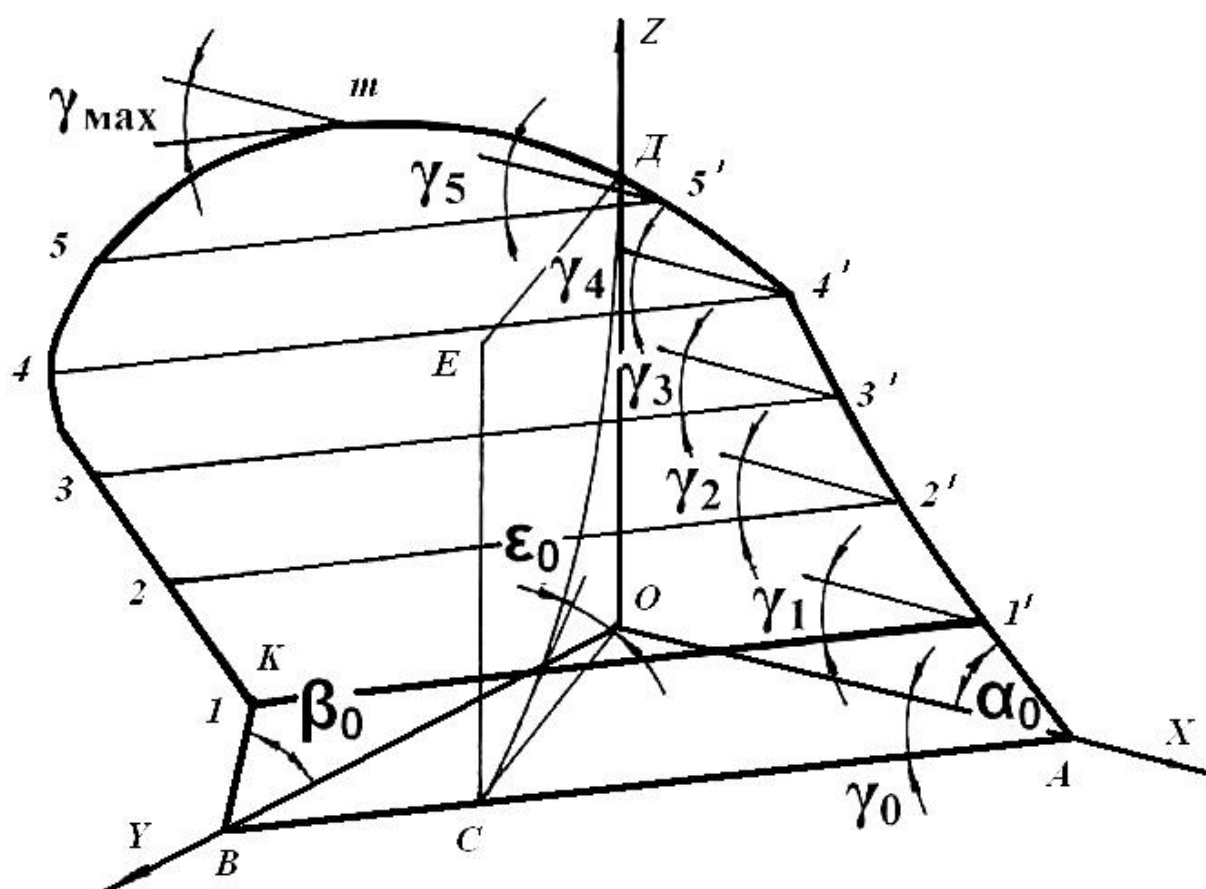


Рис. 1.8. Робоча поверхня полиці

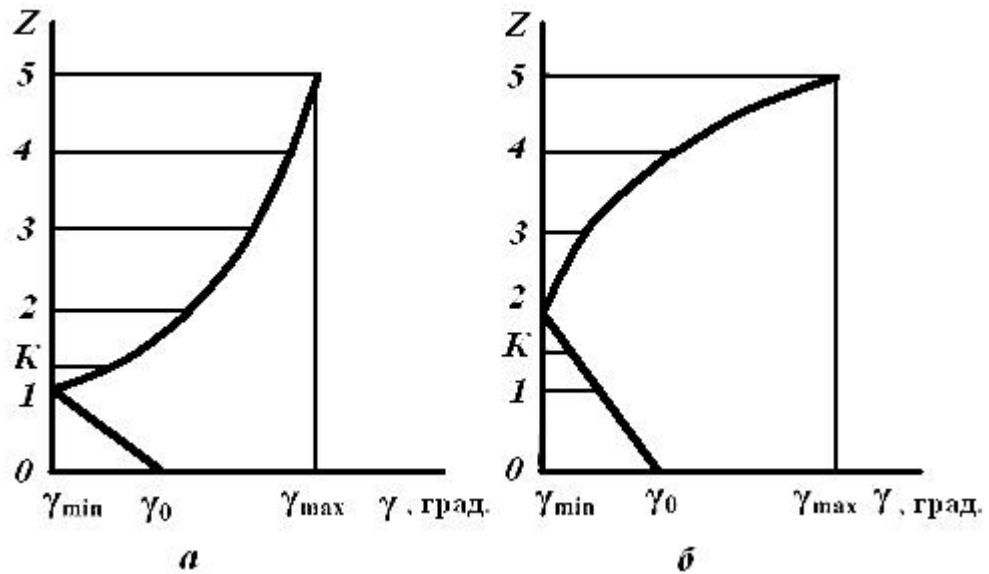


Рис. 1.9. Залежність кута γ від висоти розміщення твірної:
 а) культурна поверхня; б) напівгвинтова поверхня

3. Обладнання, прилади, матеріали

Робота виконується на профілографі з застосуванням косинця, лінійки, транспортира, паперу формату А1.

Профілограф змонтований на металевому столі 1 (рис. 1.10). У напрямних 2 за допомогою рукоятки 7 зміщується стояк 3. По стояці 3 переміщується повзун 6 зі штангою 5 і покажчиком 11. Для забезпечення горизонтального розміщення штанга 5 підтримується за допомогою повзуна 10 на стояку 9, яка закріплена на п'яті 12, що може вільно пересуватися на розміщеному на столі папері. Положенню покажчика відповідає градуїровка шкали 4 стояку 3.

4. Порядок виконання роботи

4.1. Переконайтеся в тому, що корпус плуга правильно розміщений на столі: п'ятка лемеша має бути піднята на 5–10 мм відносно носка, а польова дошка – паралельна обрізу стола та лініям розмітки.

4.2. На столі закріпити аркуш паперу формату А1.

4.3. Побудова горизонтальної проекції поверхні виконується в такій послідовності:

а) сумістити покажчик 11 штанги 5 з носком лемеша, опустивши її горизонтально на стійках 3 та 9. Через отвір у п'яті 12 на аркуші паперу позначити точку O' (рис. 1.11). Ця точка є горизонтальною проекцією носка лемеша. Переміщуємо штангу 5 разом із стойками 3 та 9 таким чином, щоб покажчик 11 розмістився проти п'ятки лемеша. (При цьому стояк 3 переміщується за допомогою рукоятки 8, а стояк 9 вільно від руки).

Позначають на папері ще одну точку – точку O . З'єднують точки O' та O прямою. Вона є горизонтальною проекцією леза лемеша;

б) піднімають штангу 5 на рівень 4, 5, 6 або 7 см (згідно з завданням) і суміщають покажчик штанги з борозним, а потім польовим обрізом полиці. Через отвір в п'яті 12 наносять точки 1 та 1'. З'єднавши ці дві точки, отримують

горизонтальну проекцію $1-1'$ твірної, яка розміщена над дном борозни на відповідному рівні;

в) повторюючи подібні дії, накреслити горизонтальні проекції всіх твірних, які розміщені на всій лемішно-полицевій поверхні корпуса;

г) нанести на папері характерні точки: верхню точку польового обрізу m , лінію стику полиці з лемешем $K'K$ і т.п.;

д) з'єднавши точки $0', 1', 2'$ і т. д., отримаємо горизонтальну проекцію польового обрізу полиці; з'єднавши точки $0, 1, 2,$ і т.д., отримаємо горизонтальну проекцію борозного та верхнього обрізів полиці;

е) транспортиром заміряти кути γ у кожній точці виміру, а також знайти відстані від леза лемеша до твірних l_1, l_2, l_k, \dots , результати занести в табл. 1.4.

4.4. Побудувати напрямну криву робочої поверхні (рис. 1.12).

4.5. Побудувати графічну залежність $\gamma = f(z)$.

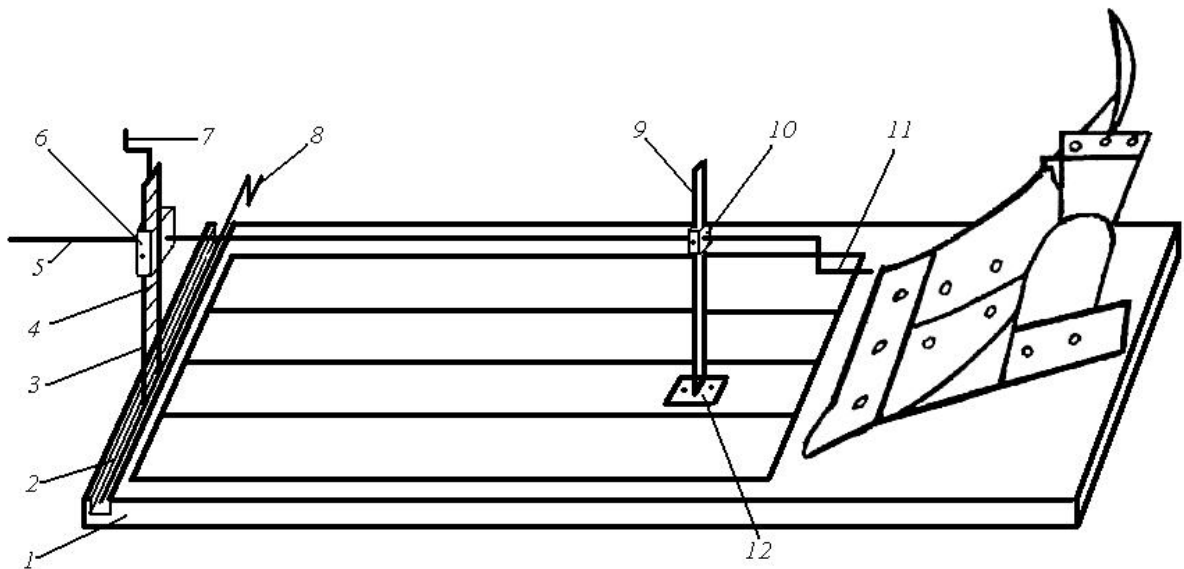


Рис. 1.10. Схема профілографа:

1 – стіл; 2 – напрямна; 3, 9 – стояк; 4 – шкала; 5 – штанга; 6, 10 – повзун;
7, 8 – рукоятки; 11 – покажчик; 12 – п’ята

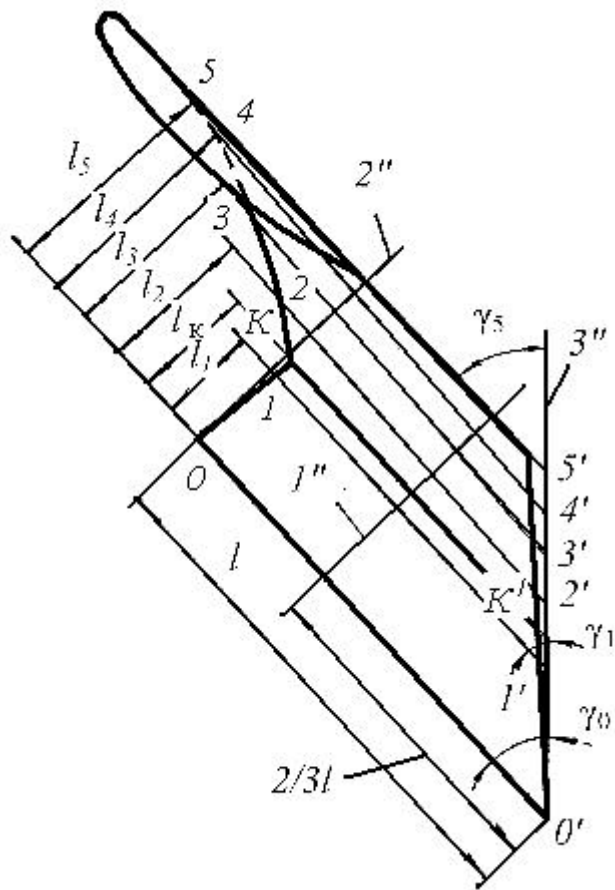


Рис. 1.11. Горизонтальна проєкція лемішно-полицевої поверхні:
 1'' – січна площина для культурної поверхні; 2'' – січна площина для напівгвинтової і швидкісної поверхні; 3'' – горизонтальна проєкція стінки борозни

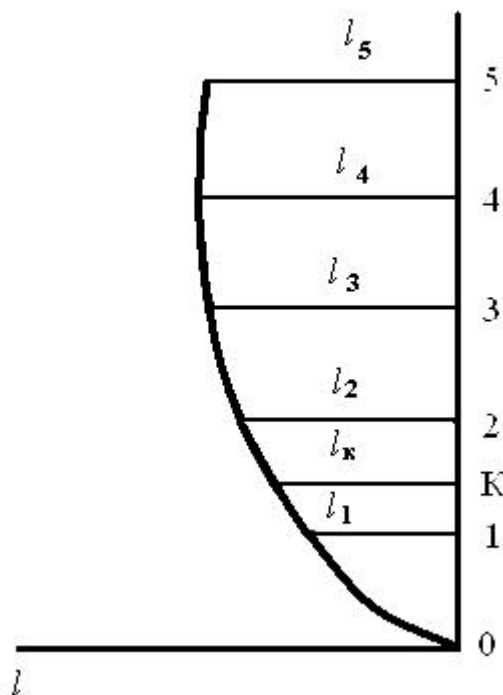


Рис. 1.12. Напрямна крива робочої поверхні

Таблиця 1.4. Значення виміру показників

Показники	Твірні			
	00'	11'	22'	і т.д.
Висота розміщення твірної над дном борозни, мм	0	Згідно з завданням		
Кут γ , град.	γ_0	γ_1	γ_2	і т.д.
Відстань l , мм	0	l_1	l_2	і т.д.

5. Звіт

Звіт має включати:

- 5.1. Стислий зміст роботи.
- 5.2. Схему приладу.
- 5.3. Таблицю 1.4.
- 5.4. Напряму криву.
- 5.5. Графік залежності $\gamma = f(z)$.
- 5.6. Висновок.

6. Контрольні запитання

- 6.1. Які існують типи лемішно-полицевих поверхонь основного корпусу?
- 6.2. Якими показниками визначається тип поверхні основного корпусу?
- 6.3. Що означають напрямна крива та твірна?
- 6.4. Де розміщується площина напрямної кривої?
- 6.5. Закони зміни кутів $\gamma = f(z)$ для різних типів лемішно-полицевих поверхонь основних корпусів.
- 6.6. Де розміщені і що позначають кути α , β , γ , ε ?

Лабораторна робота 3

ВИЗНАЧЕННЯ ДЕЯКИХ ПАРАМЕТРІВ ТА РЕЖИМІВ РОБОТИ ВИСІВНОГО АПАРАТА ЗЕРНОВОЇ СІВАЛКИ

Мета роботи: вивчити теоретично та підтвердити експериментально залежності між конструктивними й експлуатаційними параметрами висівного апарата зернової сівалки

1. Теоретична частина

Висівний апарат зернових сівалок складається із котушки, яка обертається разом із приводним валом, бокових стінок та клапана спорожнювача, що знаходиться знизу і відіграє роль дна висівного апарата. На поверхні котушки зроблені жолобки, які при обертанні заповнюються зерном і подають його в зернопровід. Разом з цією порцією зерна захоплюється ще частина оточуючого зерна, що рухається під дією сил тертя між зернинами. При цьому швидкість руху зерна в шарі зменшується з віддаленням від осі обертання і на деякій відстані зовсім припиняється.

За один оберт котушки висівається зерно робочим об'ємом

$$V_0 = V_{\text{ж}} + V_{\text{акт}}, \quad (1.6)$$

де $V_{\text{ж}}$ – об'єм зерна в жолобках котушки;

$V_{\text{акт}}$ – об’єм зерна в активному шарі, розмішеному за межами котушки.

Якщо відома маса зерна, висіяного за один оберт котушки m_0 , то об’єм V_0 визначиться за формулою:

$$V_0 = \frac{m_0}{\gamma_z}, \quad (1.7)$$

де m_0 – маса зерна, висіяного за один оберт котушки;

γ_z – об’ємна маса зерна.

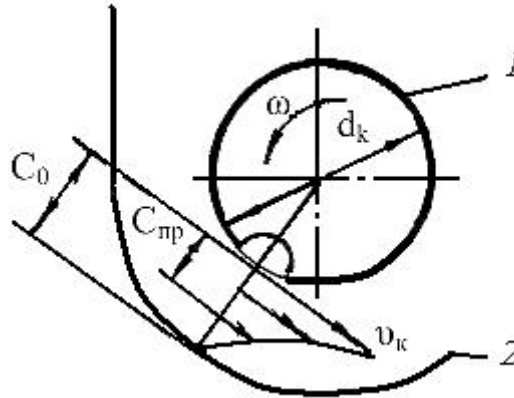


Рис. 1.13. Схема визначення приведеної та дійсної товщини активного шару:

1 – котушка; 2 – дно висівного апарата

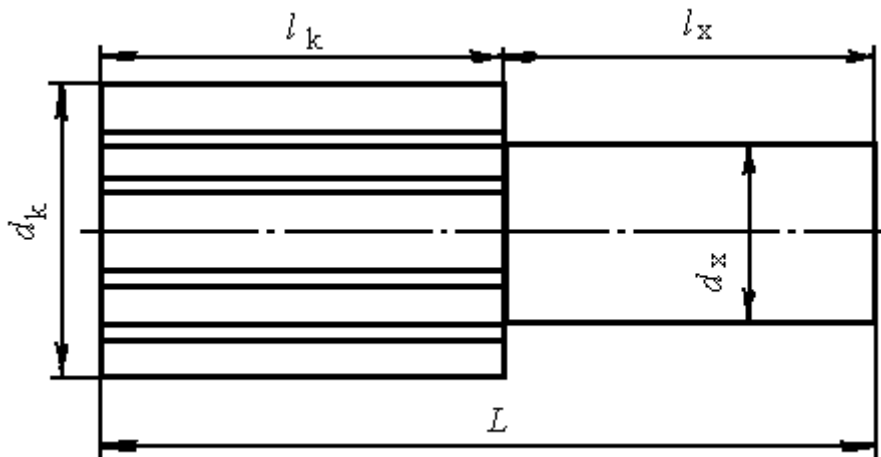


Рис. 1.14. Котушка насінневисівного апарата

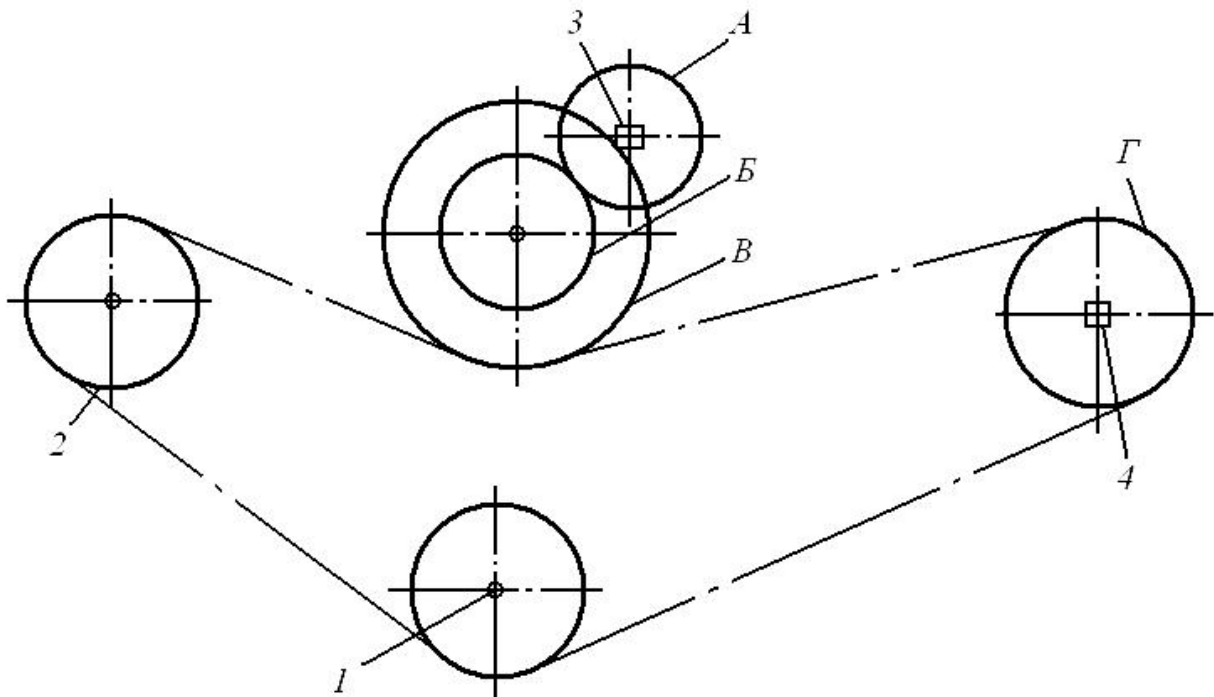


Рис. 1.15. Схема привода висівного апарата:

1 – вал; 2 – натяжна зірочка; 3 – вал тукових апаратів (приводний вал установки); 4 – вал зернових апаратів; А, Б – шестерні; В, Г – зірочки

Об'єм жолобків визначається експериментально в розділі «Порядок виконання роботи».

Об'єм активного шару зерна може бути визначений як різниця між робочим об'ємом і об'ємом жолобків:

$$V_{\text{акт}} = V_o - V_{\text{ж}}. \quad (1.8)$$

Для визначення дійсної товщини шару C_o вводиться (рис. 1.13) поняття приведеної товщини активного шару $C_{\text{пр}}$. За однакові проміжки часу t дійсний активний шар і шар зерна з приведеною товщиною повинні викидати однаковий об'єм зерна, тобто:

$$V_{\text{сек}} = l_p \cdot v_{\text{сер}} \cdot t = V_{\text{ж}} \cdot t \quad (1.9)$$

де $V_{\text{сек}}$ – об'єм зерна, що викидається за $t = 1$ с;

l_p – довжина робочої частини катушки;

$v_{\text{сер}}$, v_k – середня швидкість зерна в активному шарі і швидкість зовнішнього діаметра катушки відповідно.

Між швидкістю $v_{\text{сер}}$ і v_k існує залежність:

$$v_{\text{сер}} = \frac{v_k}{1+m}, \quad (1.10)$$

де m – дослідний коефіцієнт (для пшениці, вівса, ячменю $m = 2,5 \dots 2,6$).

Із (1.9) після підставлення (1.10) отримуємо:

$$V_{\text{сек}} = l_p \cdot \frac{v_k}{1+m} \cdot t = V_{\text{ж}} \cdot t \quad (1.11)$$

Шар зерна приведеної товщини $C_{\text{пр}}$ визначається за формулою:

$$C_{\text{пр}} = \frac{V_{\text{ж}}}{l_p \cdot v_k} \cdot (1+m) \quad (1.12)$$

де d_k – зовнішній діаметр катушки.

Із цієї формули

$$C_{np} = \frac{d_k + d_{var}}{2} \cdot \frac{V_{akt}}{4} \quad (1.13)$$

У літературних джерелах є відомості, що для зернових колосових культур товщина активного шару знаходиться в межах 2...3 мм.

2. Зміст роботи

- 2.1. Визначити конструктивні параметри висівної катушки (рис. 1.14).
- 2.2. Визначити об'єм жолобків катушки.
- 2.3. Визначити експериментально передаточне відношення від приводного вала до вала висівних апаратів.
- 2.4. Визначити експериментально об'ємну масу зерна.
- 2.5. Визначити масу зерна, висіяного за оберт катушки.
- 2.6. Виконати математичну обробку результатів виміру.
- 2.7. Розрахувати об'єм активного шару зерна.
- 2.8. Розрахувати приведену і дійсну товщину шару зерна.
- 2.9. Накреслити графіки залежностей m_o , V_o , V_{akt} , C_o від довжини робочої частини катушки l_p .

3. Обладнання, прилади, інструменти, матеріали

Лабораторна установка для вивчення дії висівних апаратів, терези, ємкість місткістю 0,5 дм³, катушка висівного апарата, штатив із кронштейном і ниткою довжиною 200...300 мм, штангенциркуль, секундомір, пластилін.

Висівний апарат установки являє собою висівний апарат серійної сівалки СЗС-2,1.

4. Порядок виконання роботи

4.1. За допомогою штангенциркуля зробити заміри параметрів катушки L , d_k , d_x , l_k , l_x у мм (див. рис. 1.14).

Розрахувати загальний об'єм катушки V_k (см³) без урахування жолобків:

$$V_k = \left(\frac{d_k^2}{4} L + \frac{d_x^2}{4} l_k \right) \pi \quad (1.14)$$

4.2. Визначити дійсний об'єм катушки з урахуванням об'єму жолобків.

Для цього за допомогою пластиліну зарівняти торцеві нерівності катушки і закріпити нитку у внутрішньому отворі. Заповнити місткість водою, щоб вона покривала катушку і не витікала. Встановити місткість на терези і записати їх показання (m_1), занурити катушку в воду і закріпити на штативі таким чином, щоб вона не торкалась стінок і дна місткості. Записати показання терезів (m_2).

Використовуючи наслідки закону Архімеда, можна визначити об'єм катушки V'_k (см³):

$$V'_k = \frac{m_2 - m_1}{\gamma_b}, \quad (1.15)$$

де m_1 , m_2 – маса води до і після занурення катушки відповідно, г;
 γ_b – об'ємна маса води, г/см³; при $t^o = 20...22$ °C $\gamma_b = 1,0$ г/см³.

Тоді об'єм жолобків $V_{ж}$ (см³) дорівнюватиме

$$V_{ж} = V_k - V'_k \quad (1.16)$$

4.3. Визначити за схемою (рис. 1.15) передаточне відношення від приводного вала до вала висівних апаратів:

$$i = i_A i_B \quad (1.17)$$

де i_{AB} – передаточне відношення шестерень A і B ;

$$i_{AB} = \frac{Z_B}{Z_A}, \quad (1.18)$$

де Z_A, Z_B – кількість зубів шестерень A і B відповідно;

$$i_{BF} = \frac{Z_F}{Z_B}, \quad (1.19)$$

де Z_B, Z_F – кількість зубів зірочок B і F відповідно.

4.4. Для визначення об'ємної маси зерна γ_z (г/см³) необхідно засипати його в ємкість місткістю 0,5 або 1 дм³ (500, 1000 см³) і зважити на терезах:

$$\gamma_z = \frac{m_z}{V_z}, \quad (1.20)$$

де m_z – маса зерна, г;

V_z – об'єм зерна, см³.

4.5. Визначити масу зерна, висіяного за один оберт котушки, при різній довжині робочої частини $l_{pi} = 15; 20; 25; 30$ мм. Її довжина регулюється переміщенням вала висівного апарата при ослаблених гайках на шкалі важеля.

За допомогою рукоятки прокручують на п'ять обертів приводний вал при опущеному вниз важелю клапана спорожнювача.

Масу зерна m_z , зважувати на терезах з точністю 5 г. Повторити тричі.

Дані занести в табл. 1.5.

4.6. Оцінку результатів дослідів провести методом математичної статистики:

Середнє арифметичне маси висіяного зерна при довжині робочої частини котушки l_{pi} розраховується за формулою:

$$\bar{m} = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{3}. \quad (1.21)$$

Середнє квадратичне відхилення дорівнює:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(m_1 - \bar{m})^2 + (m_2 - \bar{m})^2 + (m_3 - \bar{m})^2}{3}}. \quad (1.22)$$

Коефіцієнт варіації визначається таким чином:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{m}} \cdot 100. \quad (1.23)$$

Таблиця 1.5. Результати дослідів з визначення маси зерна

Довжина робочої частини котушки l_{pi} , мм	Маса висіяного зерна за п'ять обертів приводного вала m , г			\bar{m} , г	σ , г	V, %	Маса висіяного зерна за одне обертання висівної котушки m_0 , г
	1	2	3				
15							
20							
25							
30							

Тут
$$m_j = \frac{m}{5i}. \quad (1.24)$$

4.7. Аналітично визначити:

а) об'єм жолобків робочої частини котушки $V'_{ж}$ при довжині $l_{рi}$:

$$V'_{ж} = V_{жк} \frac{l_{рi}}{l_{к}}. \quad (1.25)$$

б) робочий об'єм V_0 при різній довжині робочої частини розраховують за формулою (1.7);

в) об'єм активного шару розраховують за формулою:

$$V_{акт} = \dots \quad (1.26)$$

г) приведену товщину шару зерна визначають за формулою (1.13);

д) дійсну товщину активного шару зерна визначають за формулою (1.11).

Дослідний коефіцієнт для зернових культур $m = 2,5 \dots 2,6$;

е) питому масу зерна – масу зерна, що припадає на 1 мм робочої частини котушки:

$$m_j = \frac{m_j}{l_{рi}}. \quad (1.27)$$

Отримані показники занести в табл. 1.6.

Таблиця 1.6. Результати розрахункових показників

Довжина робочої частини котушки $l_{рi}$, мм	Маса зерна m_0 , г	Робочий об'єм V_0 , см ³	Об'єм жолобок ів $V'_{жк}$, см ³	Об'єм активного шару $V_{акт}$, см ³	Товщина шару зерна, мм		Питома маса зерна $m_{г}$, г/мм
					Приведе на $C_{пр}$	Дійсна C_0	
15							
20							
25							
30							

4.8. Згідно з табличними даними побудувати графіки залежностей m_0 , V_0 , $V_{акт}$, C_0 від довжини робочої частини котушки $l_{рi}$.

5. Звіт

Звіт має включати:

5.1. Стислий зміст і послідовність виконання роботи.

5.2. Необхідні розрахункові формули.

5.3. Результати вимірів параметрів котушки.

5.4. Ескіз котушки та схему привода котушки.

5.5. Таблиці 1.5 та 1.6.

5.6. Графіки залежності основних параметрів від довжини робочої частини котушки.

6. Контрольні запитання

6.1. У чому полягає принцип дії висівного апарата зернової сівалки?

6.2. Від чого залежить фактична норма висіву?

6.3. Що розуміють під робочим об'ємом зерна?

6.4. Як визначити передаточне відношення від приводного вала до вала висівних апаратів?

6.5. Як визначити об'ємну масу зерна?

- 6.6. Як визначити об'єм жолобків котушки?
 6.7. Що таке активний шар зерна?
 6.8. Від чого залежить приведена та дійсна товщина активного шару зерна? Як вона визначається?
 6.9. Як визначається питома маса зерна?

Лабораторна робота 4

ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ ТУКОВИСІВНОГО АПАРАТА ШНЕКОВОГО ТИПУ

Мета роботи: навчитися визначати коефіцієнт відставання швидкості винесення добрив у лійку від осьової швидкості витків шнека.

1. Теоретична частина

Останніми роками на просапних сівалках почали застосовувати шнекові висівні апарати, де як шнек використовують навитий у вигляді пружини дріт. Такий апарат працює за принципом вигрібання добрив у висівне вікно витками дроту, які зсувають шар добрив, що знаходяться на дні бункера, до його краю і далі в лійку.

Маса добрив (G), що висівається шнеком в одну лійку, становить

$$G = F \cdot v_d \cdot \gamma_d, \quad (1.28)$$

де F – площа перерізу добрив, які висіваються шнеком, мм^2 ;

v_d – швидкість руху добрив, мм/с ;

γ_d – об'ємна маса добрив, г/дм^3 .

Площа

$$F = \frac{\pi(d_0^2 - d^2)}{4}, \quad (1.29)$$

де d_0 – діаметр дозуючого отвору, мм ;

d – діаметр вала шнека, мм .

Швидкість v_d можна виразити через залежність

$$v_d = \mu_v \cdot v, \quad (1.30)$$

де v – осьова швидкість витків шнека, мм/с ;

μ_v – коефіцієнт відставання швидкості винесення добрив у лійку від осьової швидкості витків шнека.

За час t_0 одного оберту шнека залежність (1.30) набуває вигляду

$$v_d = \mu_v \cdot v \cdot t_0, \quad (1.31)$$

де S – крок витків шнека, мм .

За один оберт шнека в одну лійку висіватиметься маса добрив (G)

$$G = \frac{\pi(d_0^2 - d^2)}{4} \cdot \mu_v \cdot v \cdot t_0 \cdot \gamma_d. \quad (1.32)$$

За кількість обертів шнека $n_{ш}$ в одну лійку буде висіяна маса (G)

$$G = \frac{\pi(d_0^2 - d^2)}{4} \cdot \mu_v \cdot v \cdot n_{ш} \cdot S \cdot \gamma_d. \quad (1.33)$$

На рис. 1.16 показана будова шнекового апарата і наведені його основні параметри.

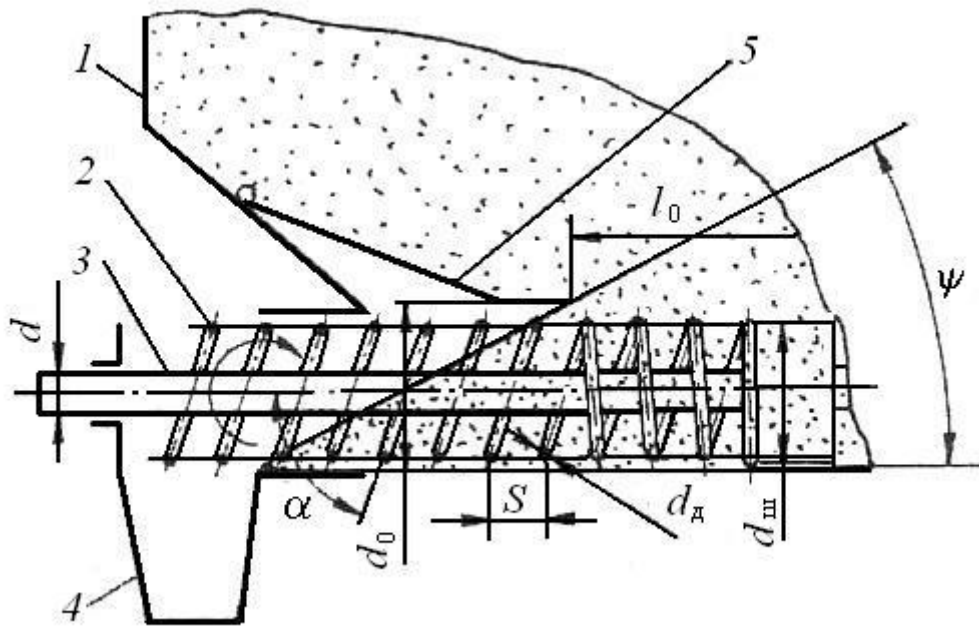


Рис. 1.16. Схема визначення основних параметрів шнекового апарата:

1 – бункер; 2 – витки дроту; 3 – вал; 4 – лійка; 5 – відкидний козирок;
 d – діаметр вала шнека; d_0 – діаметр дозуючого отвору; $d_{ш}$ – діаметр витків шнека; S – крок витків шнека; $d_д$ – діаметр дроту; α – кут нахилу витка дроту до напрямку осьового руху; ψ – кут перекриття

2. Зміст роботи

- 2.1. Визначити параметри туковисівного апарата.
- 2.2. Визначити об'ємну масу добрив.
- 2.3. На кожній з 4–5 передач приводної станції визначити час 10–20 обертів опорно – приводного колеса.
- 2.4. Визначити кількість обертів туковисівного апарата.
- 2.5. Визначити масу добрив, висіяних через одну лійку, на кожній із передач.
- 2.6. Визначити коефіцієнт відставання швидкості винесення добрив у лійку від осьової швидкості витків шнека.
- 2.7. Визначити частоту обертів вала шнека на кожній передачі приводної станції.
- 2.8. Побудувати залежність коефіцієнта відставання швидкості винесення добрив у лійку від осьової швидкості витків шнека.

3. Обладнання, прилади, інструменти, матеріали

Лабораторна установка, штангенциркуль, секундомір, ваги, добриво (або модель добрива).

Лабораторна установка (рис. 1.17) складається із приводної станції (1–5), ланцюгових 7 та шестеренної 9 передач, редуктора 8 сівалки, туковисівного апарата АТП–2 10. Опорно-привідне колесо 6 установки спирається на

прогумований 4 та металевий 5 ролики, приводиться в рух від двигуна 1 клинопасовою передачею 2 через редуктор 3 і прогумований ролик 4. Зміна частоти обертання шнека 11 апарата відбувається за допомогою редуктора 3 та шестеренної передачі 9.

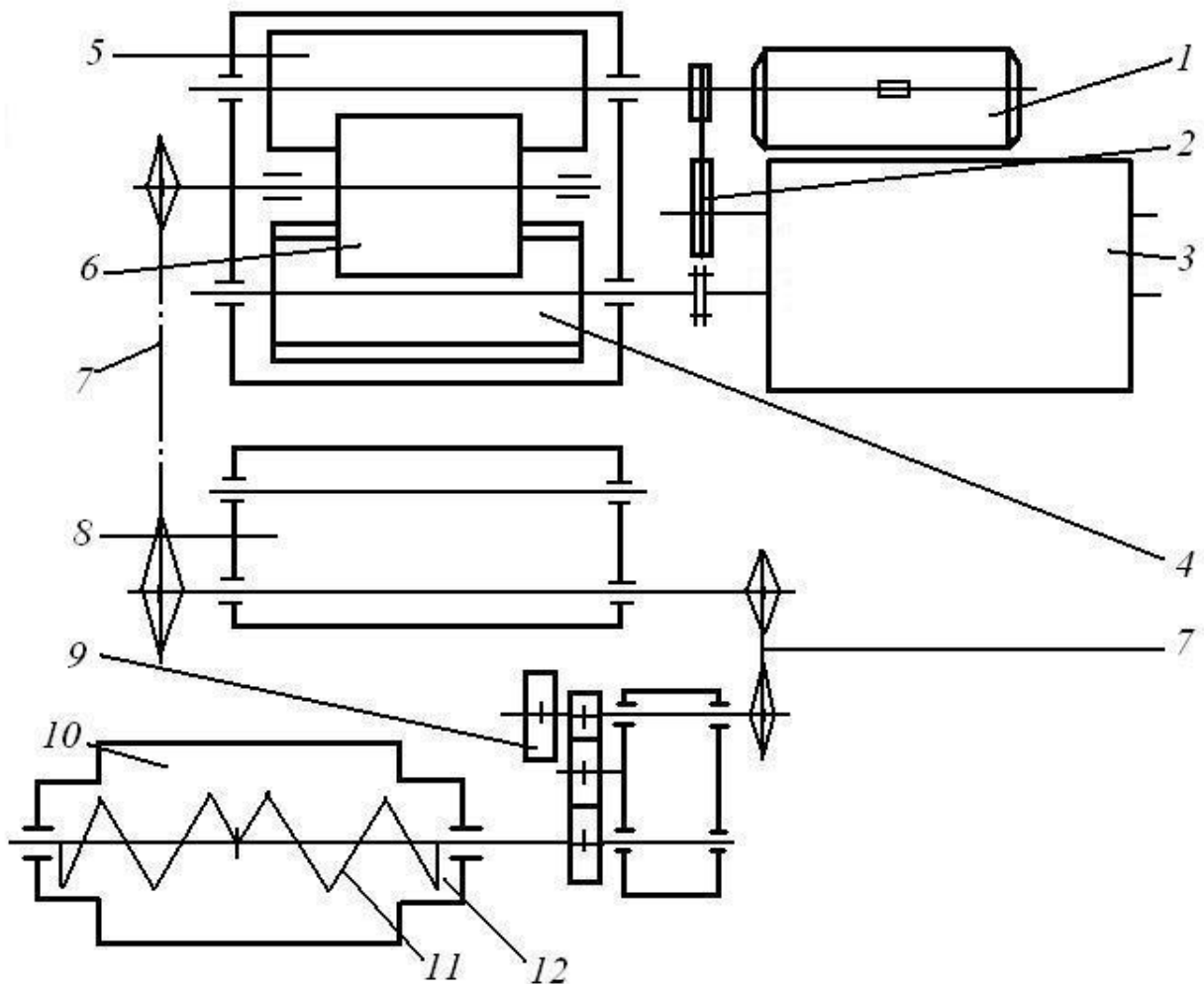


Рис. 1.17. Кінематична схема лабораторної установки:

1, 2, 3, 4, 5 – приводна станція; 6 – опорно-привідне колесо; 7 – ланцюгові передачі; 8 – редуктор сівалки; 9 – шестеренна передача; 10 – туковий апарат; 11 – шнек; 12 – лійка

4. Порядок виконання роботи

4.1. Визначити параметри туковисівного апарата, які потрібні для виконання роботи, і занести в табл. 1.7.

Таблиця 1.7. Параметри туковисівного апарата

Показники	Величина показника
1. Діаметр дозуючого отвору d_6 , мм	
2. Діаметр вала шнека d , мм	
3. Крок витків шнека S , мм	

4.2. Визначити об'ємну масу добрив γ_d , г/дм³

$$\gamma_d = \frac{m_d}{V}, \quad (1.34)$$

де m_d – маса добрив, г;

V – об'єм ємкості (0,5 або 1 дм³).

4.3. На кожній із 4–5 передач приводної станції визначити час 10–20 обертів опорно-привідного колеса.

4.4. Визначити кількість обертів вала туковисівного апарата $n_{ш}$ за формулою

$$n_{ш} = n_k \cdot i \quad (1.35)$$

де n_k – кількість обертів опорно-привідного колеса;

i – передаточне відношення від опорно-привідного колеса до вала туковисівного апарата.

Передаточне відношення i дорівнює

$$i = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \quad (1.36)$$

де i_1 – передаточне відношення від опорно-привідного колеса до вала редуктора δ ;

i_2 – передаточне відношення від вала редуктора δ до вала ведучої шестерні шестеренної передачі;

i_3 – передаточне відношення шестеренної передачі.

4.5. На кожній із передач приводної станції визначити масу добрив, висіяних через одну лійку за $n_{ш}$ обертів шнека

$$m = \frac{m_1 + m_2}{2}$$

де m_1 і m_2 – маса добрив, висіяних через першу і другу лійки, г.

4.6. На кожній передачі приводної станції визначити коефіцієнт відставання швидкості винесення добрив у лійку від осьової швидкості витків шнека за формулою

$$\mu = \frac{m}{100 \cdot \frac{d_1 \cdot d_2}{4} \cdot S_{ш}} \quad (1.37)$$

4.7. Визначити частоту обертів вала шнека (хв^{-1}) на кожній передачі приводної станції за формулою

$$n = \frac{n_{ш} \cdot \zeta}{t} \quad (1.38)$$

де $n_{ш}$ – кількість обертів шнека;

t – час обертання приводного колеса, с;

4.8. Результати дослідів занести в табл. 1.8.

4.9. Побудувати залежність $\mu_v = f(n)$.

Таблиця 1.8. Результати дослідів

Варіант дослідів	Час дослідів t , с	Маса добрив, висіяних за $n_{ш}$ обертів шнека, г	Коефіцієнт μ	Частота обертів шнека n , хв^{-1}
1	t_1	m_1	μ_{01}	n_1
2	t_2	m_2	μ_{02}	n_2
3	t_3	m_3	μ_{03}	n_3
4	t_4	m_4	μ_{04}	n_4
5	t_5	m_5	μ_{05}	n_5

5. Звіт

Звіт має включати:

1. Стислий зміст роботи.
2. Формули та необхідні розрахунки, табл. 1.7 та 1.8.
3. Графічну залежність $\mu_v = f(n)$.
4. Висновки.

6. Контрольні запитання

- 6.1. Як визначити масу добрив, що висіваються шнековим апаратом за $n_{ш}$ обертів шнека?
- 6.2. Як визначити масу добрив, що висіваються за оберт шнека?
- 6.3. Що розуміють під коефіцієнтом відставання швидкості винесення добрив у лійку від осьової швидкості витків шнека і як він визначається?
- 6.4. Назвати основні параметри туковисівного апарата шнекового типу.
- 6.5. Якубудову має лабораторна установка?
- 6.6. Як визначити кількість обертів вала туковисівного апарата?
- 6.7. Як визначити частоту обертів вала шнека?
- 6.8. Проаналізувати результати досліду.

Лабораторна робота 5

ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ВИТРАТИ РОЗПИЛЮВАЛЬНИХ НАКОНЕЧНИКІВ ОБПРИСКУВАЧІВ

Мета роботи: вивчити залежність витрати робочої рідини від тиску в напірній магістралі обприскувача та визначити коефіцієнти витрати розпилювальних наконечників.

1. Теоретична частина

Для штангових розпилювальних пристроїв хвилинна витрата робочої рідини через один розпилювач становить (дм³/хв)

$$Q_v = \frac{Q \cdot B}{60 \cdot v}, \quad (1.39)$$

де Q – загальна норма витрати робочої рідини, дм³/га;

B – робоча ширина захвату машини, м;

v – робоча швидкість руху, км/год;

n – кількість розпилювачів.

Хвилинна витрата робочої рідини розпилювачем може бути одержана за формулою

$$Q_v = \mu \cdot f \cdot n \quad (1.40)$$

де μ – коефіцієнт витрати робочої рідини розпилювачем, який залежить від типу наконечника. Його середні значення для економічних наконечників становлять 0,27, для нормальних – 0,41;

f – площа вихідного отвору розпилювача, $f = \pi d^2 / 4$ (мм²); тут d – діаметр вихідного отвору, мм;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

H – тиск у напірній магістралі, м водяного стовпчика.

Коефіцієнт витрати робочої рідини розпилювачем визначається за формулою

$$\mu = \frac{q_{\text{в}}}{\omega \sqrt{2gH}} \quad (1.41)$$

2. Зміст завдання

2.1. Для двох типів наконечників (економічного та нормального) при тисках 0,4; 0,6; 0,8 та 1,0 МПа одержати витрати робочої рідини за час досліду $t = 30 \text{ с}$.

2.2. Перерахувати ці витрати на хвилині.

2.3. Побудувати залежність хвилиних витрат робочої рідини наконечниками від тиску в напірній магістралі.

2.4. Використовуючи залежність (1.41), визначити коефіцієнти витрати робочої рідини μ для обох наконечників.

3. Обладнання, прилади, інструменти, матеріали

Роботу проводять на лабораторній установці (рис. 1.18). Потрібні також секундомір (годинник), штангенциркуль.

Працює установка так. Робоча рідина (див. рис. 1.18) із резервуара 1 насосом 4 через всмоктувальну 2, і напірну 6 магістралі подається до розпилювачів (економічного 13 або нормального 14). Тиск у напірній магістралі змінюється регулятором тиску 9, контролюється манометром 12. Фільтр 10 забезпечує очищення рідини. Її залишки надходять у резервуар 1. Визначення витрат рідини відбувається мірною ємкістю 15. Використання того чи іншого розпилювача відбувається за допомогою вентилів.

4. Порядок виконання роботи

4.1. При відкритому вентилі економічного розпилювача 13 за допомогою регулятора 9 встановлюють у напірній магістралі тиск 0,4 МПа, закривають вентиль ємкості 15 і одночасно включають секундомір. Після цього за шкалою мірної ємкості визначаються витрати робочої рідини за 30 с роботи установки.

4.2. Таким чином вимірюють і витрати рідини для економічного розпилювача при тисках 0,6; 0,8 та 1,0 МПа.

4.3. Такі досліди проводять і для нормального розпилювача 14.

4.4. Результати дослідів заносять в табл. 1.9.

4.5. За дослідними даними будують графічні залежності витрат робочої рідини $q_{\text{хв}}$ від тиску в напірній магістралі H , $q_{\text{хв}} = f(H)$.

4.6. Використовуючи залежність (1.41), визначити коефіцієнти витрат μ для обох розпилювачів.

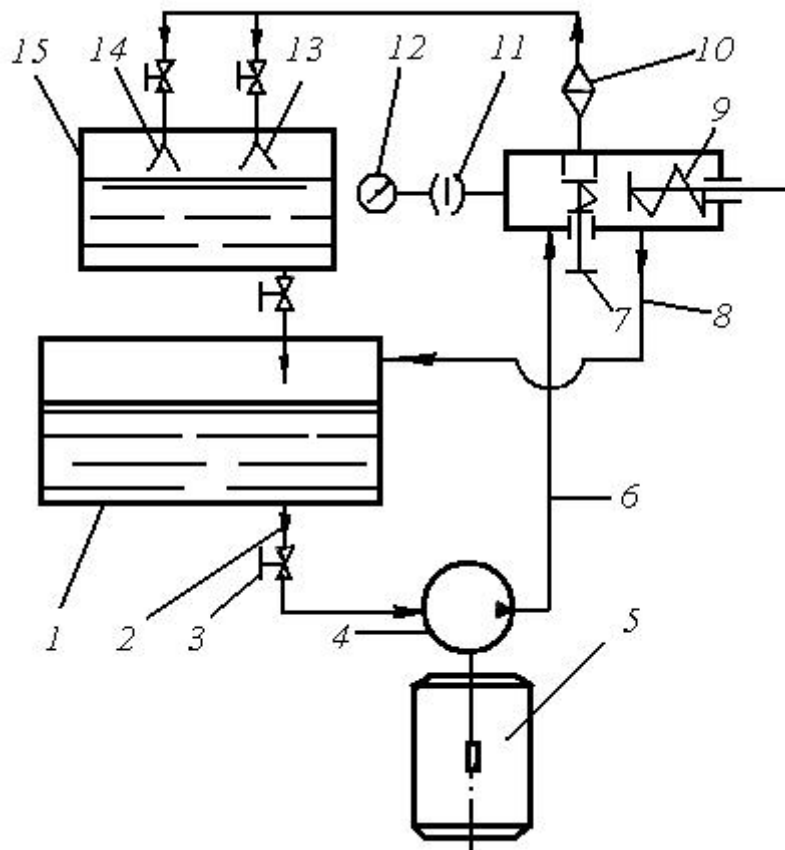


Рис. 1.18. Схема лабораторної установки для вивчення розпилювачів:
 1 – резервуар (бак); 2 – всмоктувальна магістраль; 3 – вентиль; 4 – насос;
 5 – електродвигун; 6 – магістраль високого тиску (напірна магістраль);
 7 – клапан подачі рідини до фільтра напірної магістралі; 8 – зливна магістраль;
 9 – регулятор тиску; 10 – фільтр; 11 – демпферний пристрій; 12 – манометр;
 13 – економічний наконечник; 14 – нормальний наконечник; 15 – мірна ємкість

Таблиця 1.9. Результати дослідів

Тип розпилювача	Показники	Тиск у напірній магістралі H , МПа			
		0,4	0,6	0,8	1,0
Нормальний	Витрати рідини протягом дослідів q , л (за 30 с)				
	Хвилинні витрати $q_{\text{хв}}$, л/хв.				
	Коефіцієнт витрати μ_n				
Економічний	Витрати рідини протягом дослідів q , л (за 30 с)				
	Хвилинні витрати $q_{\text{хв}}$, л/хв.				
	Коефіцієнт витрати μ_e				

5. Звіт

Звіт має включати:

- 5.1. Стислий зміст роботи.
- 5.2. Схему лабораторної роботи.
- 5.3. Формули та необхідні розрахунки.
- 5.4. Результати дослідів.
- 5.5. Графічні залежності $q_{\text{хв}} = f(H)$.

5.6. Коефіцієнти витрат μ для обох розпилювачів.

5.7. Висновки по роботі.

6. Контрольні запитання

6.1. За якими формулами визначається хвилинна витрата робочої рідини?

6.2. Як визначити коефіцієнт витрати робочої рідини?

6.3. Розповісти про будову і технологічний процес роботи лабораторної установки.

6.4. Розповісти про порядок виконання роботи.

6.5. Проаналізувати графічні залежності $q_{\text{хв}} = f(H)$ для нормального та економічного розпилювачів.

Лабораторна робота 6

ВИВЧЕННЯ ВПЛИВУ ПОКАЗНИКА КІНЕМАТИЧНОГО РЕЖИМУ НА РОБОТУ МОТОВИЛА ЖАТКИ

Мета роботи: вивчити теоретично та дослідити вплив показника кінематичного режиму на роботу мотовила жатки.

1. Теоретична частина

Призначення планки граблини мотовила полягає в тому, щоб відокремити порцію рослин, нахилити їх до різального апарата і подати під шнек жатки для подальшого транспортування. Граблина здійснює складний рух: переносний – разом із машиною з швидкістю v_n і відносний – з кутовою швидкістю ω .

Показник, що характеризує співвідношення швидкості руху планок мотовила і машини, називається показником кінематичного режиму і позначається буквою λ .

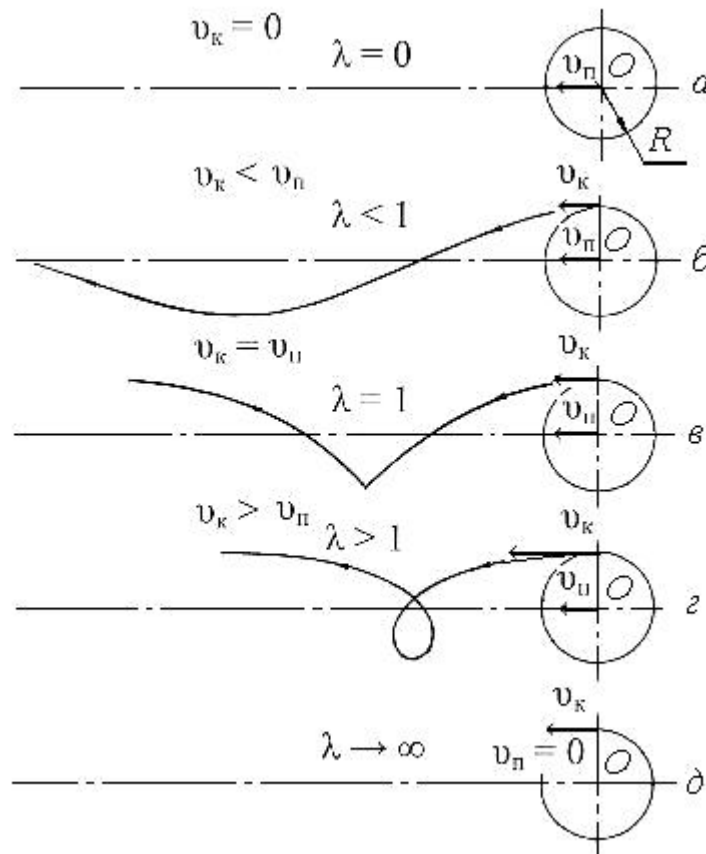


Рис. 1.19. Траєкторія руху планки мотовила залежно від λ

На рис. 1.19 відображено, як впливає значення показника λ на форму траєкторії планки мотовила. Якщо $\lambda = 1$ (рис. 1.19, в), то нижня частина траєкторії планки буде рухатись у напрямку руху машини з такою швидкістю, як і машина, тобто $v_k = v_n$. Абсолютна швидкість планки при цьому дорівнює нулю, і вона не чинить жодного впливу на рослини. При нерухомих планках мотовила $\lambda = 0$ (рис. 1.19, а), при працюючому мотовилі і нерухомій машині $\lambda \rightarrow \infty$ (рис. 1.19, д).

При $\lambda < 1$ (рис. 1.19, б) траєкторія не має петлі, а планка в нижній частині переміщується вперед в напрямку руху машини і відхиляє стебла від різального апарата. Це має місце на відрізку петлі від точки M до точки N (рис. 1.20). На всіх інших відрізках шляху планка рухається вперед і відхиляє стебла від різального апарата. Тому глибина занурення планки в стебла H має бути не більшою H_{\max} . Призначення планки підводить стебла до різального апарата в першу чергу визначається величиною горизонтального переміщення планки

назустріч машині, тобто величиною хорди петлі. Найбільша ширина B_{\max} знаходиться на лінії, що з'єднує точки M і N . Значення B_{\max} та H_{\max} залежать від λ . Винос мотовила a (a_{\max}) – це відстань від різального апарата до осі вала мотовила по горизонталі. Значення параметра a впливає на якість різання стебла та очищення різального апарата від зрізаних стебел. Винос мотовила вважається позитивним, якщо вісь мотовила знаходиться попереду різального апарата, негативним – якщо вісь розміщена позаду різального апарата; винос відсутнім – якщо вісь розміщена над різальним апаратом.

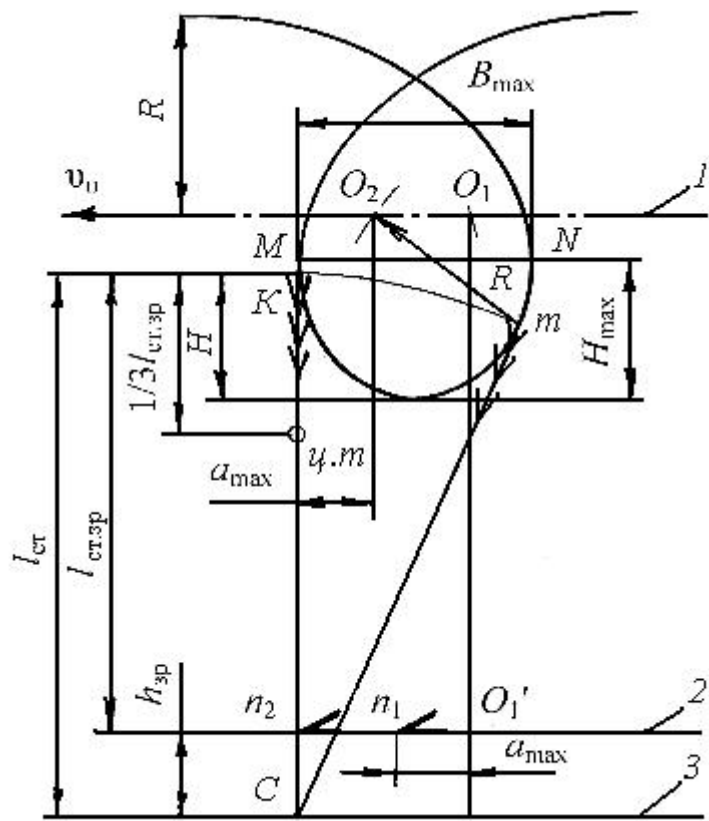


Рис. 1.20. Схема визначення основних параметрів мотовила

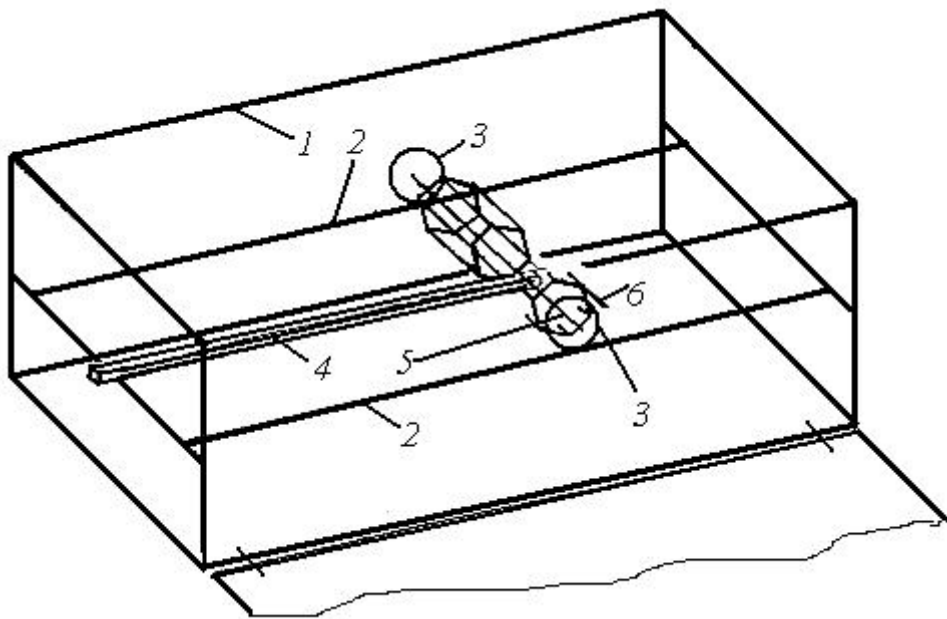


Рис. 1.21. Лабораторна установка:

1 – рама; 2 – рейка; 3 – зірочка; 4 – штанга; 5 – вісь мотовила;
6 – самописець

2. Зміст роботи

- 2.1. Засвоїти поняття показника кінематичного режиму роботи мотовила.
- 2.2. Вивчити конструкцію установки і правила користування нею.
- 2.3. Накреслити траєкторію руху точки мотовила на різних режимах.
- 2.4. Визначити графічно максимальне занурення планки мотовила в стебла H_{\max} , величину максимальної хорди петлі B_{\max} , винос мотовила a_{\max} .
- 2.5. Знайти на схемі взаємне розміщення осі мотовила і ножа різального апарата в момент входу планок в стебла та висковзування стебел з-під планок.
- 2.6. Накреслити графік залежності H_{\max} , B_{\max} , та a_{\max} від показника λ .
- 2.7. Оформити звіт.

3. Обладнання, прилади, інструменти, матеріали

Робота виконується на установці для вивчення технологічного процесу роботи мотовила (рис. 1.21). Вона являє собою зварну раму 1, на якій за допомогою болтів встановлені дві рейки 2 з напрямними втулково-роликівими ланцюгами. По рейках за допомогою зірочок 3 і штанги 4 рухається вісь мотовила 5. На мотовилі закріплений самописець 6. На осі мотовила з двох боків встановлені два блоки зірочок. Збоку шарнірно прикріплена панель для закріплення на ній креслярського паперу (формату А1). Для зміни траєкторії руху планки мотовила його рух можна здійснювати за допомогою зірочок різного діаметра.

Колова швидкість планки мотовила:

$$v = \omega_n R \quad (1.42)$$

де ω_n – кутова швидкість планки мотовила;

R – радіус мотовила.

Швидкість переміщення осі мотовила (вона дорівнює швидкості руху машини):

$$v = \omega_3 r \quad (1.43)$$

де ω_3 – кутова швидкість зірочки;

r – радіус зірочки.

Оскільки мотовило і зірочка посаджені на одному валі, то $\omega_n = \omega_3$. Тоді показник кінематичного режиму залежатиме тільки від радіуса мотовила й зірочок:

$$\lambda = \frac{\omega_n R}{\omega_3 r} \quad (1.44)$$

4. Порядок виконання роботи

4.1. Побудувати траєкторію руху планки мотовила при різних значеннях показника λ .

Відкинути бокову панель вниз, і до неї закріпити папір формату А1 за допомогою цвяхів таким чином, щоб його зайвий розмір був загнутий у нижній частині. Зафіксувати панель у вертикальному положенні.

Встановити мотовило у вихідне положення, при якому поводок не виглядає за межі установки. Переставити рейки найближче до панелі,

поставити мотовило, щоб воно спиралось на найбільші зірочки. Закріпити в патроні ампулу від авторучки, щоб вона впиралася в папір.

Повільно пересувати поводок на себе, притримуючи ампулу доти, доки планка не зробить повного оберту і не опише петлі.

Після цього переставити рейки і встановити зірочки з іншим діаметром, побудувати траєкторію руху планки з цим діаметром.

Зняти папір, вийняти ампулу, зафіксувати мотовило у вихідному положенні.

4.2. Зняти розміри за допомогою лінійки: радіусів зірочок по початковому колу та радіус мотовила R . Зробити записи над кожною петлею. Визначити значення показника λ для кожної траєкторії.

4.3. Висоту стебла $l_{ст}$ і висоту зрізу $h_{зр}$ прийняти згідно з табл. 1.10.

Таблиця 1.10. Вихідні дані для виконання роботи

Номер ланки	Висота стебла $l_{ст}$, мм	Висота зрізу $h_{зр}$, мм
1	300	30
2	325	40
3	350	50
4	400	60

4.4. За траєкторією руху планки графічно визначити найбільшу ширину петлі B_{max} і найбільше занурення планки в стебла H_{max} при різних значеннях λ (дані занести в табл. 1.11).

4.5. Визначити максимальний винос мотовила:

- від нижньої точки петлі (див. рис. 1.20) відкласти вгору глибину занурення планки в стебла H , величина якого не повинна бути більшою ніж H_{max} . Отримана точка K вкаже на розміщення вершин стебел ($1/3 l_{ст.зр} > H_{max}$):

- від точки K у масштабі відкладають вниз довжину стебел $l_{ст}$ і знаходять точку C , яка вважається місцем закріплення стебел у ґрунті, проводять лінію рівня ґрунту;

- від рівня ґрунту відкладають висоту зрізання $h_{зр}$ згідно з завданням викладача (проводять лінію руху ножа);

- знаходять точку m , яка лежить у місці перетину зарубки радіусом $l_{ст}$ з петлею. Вона визначає момент висковзування стеблин із-під планки:

- із точки m радіусом R роблять зарубку на лінії руху осі мотовила: визначають точку O_2 .

- для визначення положення мотовила відносно різального апарата приймається умова, що в момент знаходження планки в точці m різальний апарат знаходиться на вертикалі KC в точці n_2 . Тоді винос мотовила буде рівний відрізку між точкою n_2 і перпендикуляром, проведеним із точки O_2 на лінію руху ножа. Цей винос вважається максимальним, тому що при його збільшенні стеблини висковзуватимуть із-під планок і порушуватиметься нормальний процес різання.

Значення a_{max} також занести в табл. 1.11.

4.6. Знайти положення ножа n_1 при зустрічі планки із стеблиною в точці K .

Для цього із точки K радіусом R роблять зарубку на лінії руху осі мотовила і одержують точку O_1 . Цю точку проєктують на лінію руху ножа (O'_1). Із точки O'_1 з урахуванням знаку відкладають величину a_{\max} і одержують точку n_1 .

Таблиця 1.11. Вихідні параметри кінематики мотовила

Варіанти	λ	B_{\max} , мм	H_{\max} , мм	a_{\max} , мм
1				
2				
3				
4				

5. Звіт

- 5.1. Навести коротко зміст роботи.
- 5.2. Накреслити схему установки.
- 5.3. Заповнити табл. 1.11 з вихідними параметрами кінематики мотовила a_{\max} , B_{\max} , H_{\max} залежно від λ .
- 5.4. Побудувати графіки залежності:

$$a_{\max} = f(\lambda); B_{\max} = f(\lambda); H_{\max} = f(\lambda).$$
- 5.5. Зробити висновки за результатами роботи.

6. Контрольні запитання

- 6.1. Що таке показник кінематичного режиму роботи мотовила?
- 6.2. Як будується траєкторія руху планки мотовила?
- 6.3. Як можуть розміщуватися вісь мотовила і різальний апарат один відносно іншого в горизонтальному напрямку?
- 6.4. Як слід розміщувати мотовило відносно стебел за висотою?
- 6.5. Як визначити радіус і лінію руху осі мотовила за траєкторією руху планки мотовила?
- 6.6. Як визначити графічно винос мотовила при виході стебел із-під планки?
- 6.7. Як визначити графічно взаємне розміщення осі мотовила і ножа при вході планок в стебла?
- 6.8. Як знайти положення осі мотовила, якщо відоме місце знаходження планки на траєкторії її руху?
- 6.9. Як знайти положення ножа, якщо відоме положення осі мотовила?

Лабораторна робота 7

ВИВЧЕННЯ ПОВІТРЯНОГО ОЧИЩЕННЯ ЗЕРНООЧИСНОЇ МАШИНИ

Мета роботи: навчитися розподіляти сільськогосподарські культури за критичною швидкістю за класами варіаційних рядів і будувати криві розподілу.

1. Теоретична частина

Поведінка частинок у повітряному потоці визначається їх аеродинамічними властивостями. До показників, які характеризують аеродинамічні властивості частинок, належать: критична швидкість $v_{кр}$, коефіцієнт опору повітря k , коефіцієнт парусності k_n .

На частинку у вертикальному повітряному потоці діють сила тяжіння Y (рис. 1.22) і сила опору повітряного потоку R . Сила R визначається за формулою Ньютона

$$R = k \gamma_{п} F v_{п}^2 (1.45)$$

де k – коефіцієнт опору повітря;

$\gamma_{п}$ – густина повітря, кг/м^3 ;

F – площа проекції частинки (насінини) на площину, перпендикулярну напрямку повітряного потоку (міделевий переріз), м^2 ;

$v_{п}$ – швидкість повітряного потоку, м/с ;

U – швидкість руху частинки, м/с .

За вертикального повітряного потоку сили Y і R спрямовані в протилежні боки. Залежно від співвідношення цих сил частинка може рухатись вниз, якщо $Y > R$; вгору, якщо $Y < R$, або перебувати у завислому стані, якщо $Y = R$ і при цьому $U = 0$.

Швидкість повітряного потоку, за якої часточки утримуються в завислому стані, називається критичною.

Виходячи з умови $Y = R$, маємо:

$$v_{кр} = \sqrt{\frac{Y}{k \gamma_{п} F}} (1.46)$$

Коефіцієнти k і k_n перебувають в складній залежності як від параметрів часточки, так і від параметрів повітряного середовища, які важко знайти. Тому використовують непрямий метод обчислення коефіцієнтів k і k_n за критичною швидкістю, яку знаходять експериментально.

Коефіцієнт парусності

$$k_n = \frac{g}{v_{кр}^2} (1.47)$$

Коефіцієнт опору повітря

$$k = \frac{k_n m}{\gamma_{п} F} (1.48)$$

де g – прискорення сили тяжіння, м/с^2 ;

$\gamma_{п}$ – густина повітря, кг/м^3 ;

m – маса частинки (насінини), кг ;

F – площа міделевого перерізу, м^2 .

Величину повітряного потоку можна визначити за динамічним напором, припустивши, що динамічний натиск дорівнює кінетичній енергії одиниці об'єму повітря, тобто

$$P = \frac{\rho v^2}{2} = \frac{\rho v^2}{2}$$

де ρ – маса 1 м^3 повітря, ($\rho = \gamma_{п} = 1,2 \text{ кг/м}^3$);

v – швидкість повітряного потоку, м/с .

За умови $v_{\Pi} = v_{кп}$ маємо

$$v_{кп} = \sqrt{\frac{2h_d}{\gamma_n}}, \quad (1.49)$$

де h_d – динамічний натиск, Па.

Динамічний натиск вимірюється трубками Піто, Прандтля, ЦАГИ, мікроманометром або напороміром.

Орієнтовні значення $v_{кп}$, k_n і k для деяких сільськогосподарських культур наведені в табл. 1.12.

Таблиця 1.12. Аеродинамічні властивості деяких сільськогосподарських культур

Об'єкт дослідження	Критична швидкість $v_{кп}$, м/с	Коефіцієнт парусності k_n , 1/м	Коефіцієнт опору повітря k
Зерно:			
- пшениці	8,9...11,5	0,07...0,12	0,18...0,26
- жита	8,4...9,9	0,10...0,14	0,16...0,22
- вівса	8,0...9,1	0,17...0,30	0,12...0,15
- гречки	7,2...9,5	0,132	–
Полова:			
- пшенична	0,75...5,25	–	–
- вівсяна	0,74...3,86	–	–

2. Зміст роботи

Для двох сільськогосподарських культур визначити критичні швидкості насіння $v_{кп}$, коефіцієнт парусності k_n і опору повітря k . Виконати математичну обробку результатів досліду. Побудувати варіаційні криві.

3. Обладнання, прилади, інструменти і матеріали

Установка для визначення динамічного натиску, терези, штангенциркуль, насіння двох сільськогосподарських культур.

Лабораторна установка (рис. 1.22) складається з вентилятора 5, всмоктувальної труби 3, обичайки з сіткою 1, труби 6, приймача фракції 8, заслінок 2 і 7, напороміра 9. Передача від електродвигуна 4 до вентилятора 5 виконується клинопасовою передачею.

Наважка зернового матеріалу кладеться на сітку, яка закріплюється затискачами. При роботі установки повітря засмоктується і проходить крізь сітку обичайки в трубу 3 і далі крізь трубу 6 до приймача фракцій 8 та виводиться назовні. За достатньої швидкості повітряного потоку відповідні фракції піднімаються вгору і спрямовуються в приймач 8. Швидкість повітряного потоку регулюють бічною заслінкою 2 і зміною положення дросельної заслінки 7. Динамічний натиск повітряного потоку визначається напороміром 9, повітря відбирають з трубопроводу 3 в точці 10.

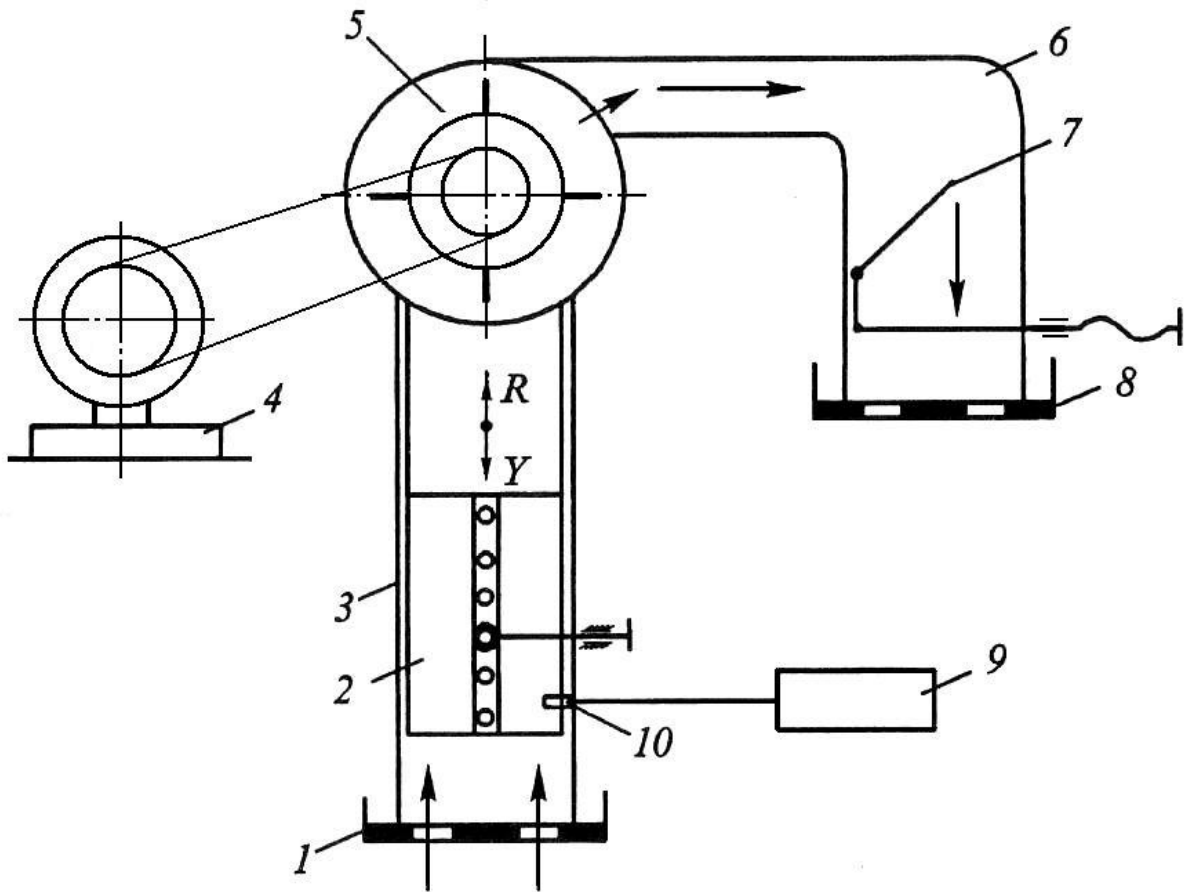


Рис. 1.22. Схема лабораторної установки для вивчення показників аеродинамічних властивостей повітряного очищення

4. Порядок виконання роботи

4.1. Визначити розміри насіння двох сільськогосподарських культур. Для цього слід виміряти штангенциркулем довжину a , ширину b й товщину c зерен. Результати вимірів занести в табл. 1.13.

Таблиця 1.13. Розмірні показники насіння

Культура	Розміри, мм			Середній розмір, мм			Міделевий переріз F , мм ³
	a_i	b_i	c_i	a	b	c	
	a_1	b_1	c_1				
	a_2	b_2	c_2	a	b	c	F
	a_3	b_3	c_3				

Міделевий переріз $F = l^3$, де $l = \sqrt[3]{abc}$

4.2. Визначити масу однієї зернини. Для цього потрібно взяти наважку 10...15 г, порахувати кількість зерен у ній, визначити масу однієї зернини. Результати записати в табл. 1.14.

Таблиця 1.14. Результати визначення маси однієї зернини

Культура	Маса наважки, г	Кількість зерен, шт.	Маса однієї зернини, г

Якщо неможливо визначити масу однієї зернини зважуванням, то визначають за формулою

$$m = \frac{V \cdot \gamma_z}{\gamma_{\text{п}}}$$

де γ_z – густина зерна. Для більшості сільськогосподарських культур $\gamma_z = 1...1,5$ г/см³, ~~$\gamma_{\text{п}}$~~

Значення a, b, c можна взяти з табл. 1.13.

4.3. Приготувати наважку насіння культури масою 50...100 г і висипати її на сітку обичайки установки, закріпити останню затискачами. Для розділення наважки насіння в варіаційний ряд за критичною швидкістю кількість інтервалів (ступенів) бажано мати 8...10, але не менше 5. Тому на початку роботи визначити мінімальні показання приладу, при яких виділяється найлегша фракція (мінімальна швидкість повітряного потоку), і максимальні показання шкали, при яких виділяється найважча фракція.

4.4. Увімкнувши установку і поступово збільшуючи швидкість повітряного потоку (бічною і дросельною заслінками), добитися початку вилучення найлегшої фракції наважки. Показники приладу, масу виділеної фракції записати в табл. 1.15.

4.5. Поступово рівномірно збільшувати швидкість повітряного потоку доки наважка насіння не підніметься в приймач. Для кожного ступеня швидкості повітряного потоку визначити масу відокремленої фракції. Одержані дані також записати в табл. 1.15. Якщо повне відокремлення насіння повітряним потоком установки неможливе, залишену масу віднести до наступного ступеня (ступенів).

Показники 3, 4 і 5 (див. табл. 1.15) визначаються за формулами (1.49), (1.47) і (1.48) відповідно.

Таблиця 1.15. Результати визначення аеродинамічних властивостей насіння

Показник	Значення показників для ступенів							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1. Динамічний натиск h_d , Па								
2. Маса відокремленої фракції, г								
3. Критична швидкість насіння $u_{кр}$, м/с								
4. Коефіцієнт парусності k_p , 1/м								
5. Коефіцієнт опору повітря k								

4.6. За дослідними даними (див. табл. 1.15) скласти варіаційний ряд (табл. 1.16).

4.7. Побудувати для досліджуваної культури варіаційну криву (рис. 1.22) у координатах критична швидкість $u_{крі}$, - частота повторення ознаки m_i (г), або P (%).

4.8. Визначити аеродинамічні властивості іншої культури, виконавши п. 4.3...4.7.

$P, \%$

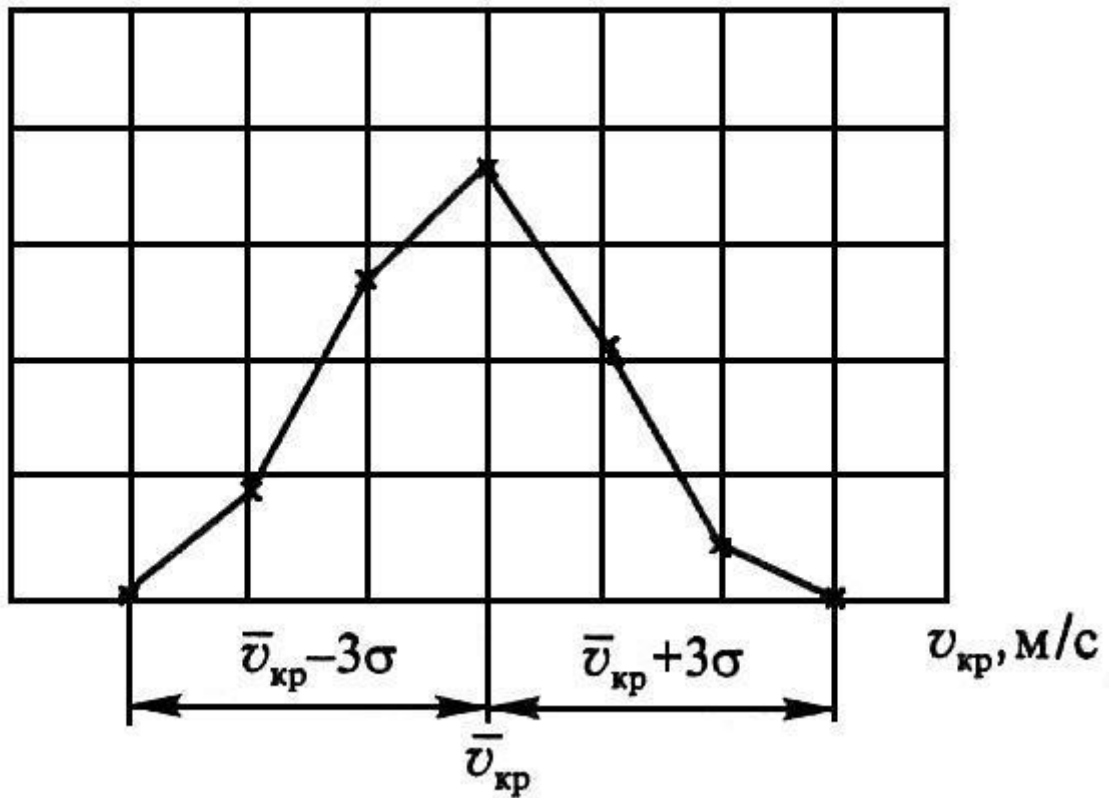


Рис. 1.23. Варіаційна крива розподілу насіння сільськогосподарських культур за $v_{кр}$

5. Звіт

Звіт має включати:

- 5.1. Стислий зміст роботи.
- 5.2. Схему установки.
- 5.3. Формули і розрахунки.
- 5.4. Таблиці.
- 5.5. Варіаційні криві досліджуваних культур.
- 5.6. Висновки.

Таблиця 1.16. Дані для складання варіаційного ряду критичної швидкості насіння сільськогосподарських культур

Показник	Номер класу								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Критична швидкість $u_{кр}, м/с$	$u_{кр.1}$	$u_{кр.2}$	$u_{кр.3}$	$u_{кр.4}$	$u_{кр.5}$	$u_{кр.6}$	$u_{кр.7}$	$u_{кр.8}$	
Частота повторення $m_i, г$	1	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	m_6	m_7	m_8
	2	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	m_6	m_7	m_8
	3	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	m_6	m_7	m_8
$P_i, \%$	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	P_8	

Середньоарифметичн

е $\bar{v}_{кр}, м/с$

Середньоквадратичне

відхилення $\sigma,$

м/с

Коефіцієнт варіації $V,$

6. Контрольні запитання

- 6.1. Які ви знаєте показники аеродинамічних властивостей насіння?
- 6.2. За якою формулою визначається сила опору повітряного потоку?
- 6.3. За якою формулою визначається критична швидкість повітряного потоку ?
- 6.4. Як можна визначити коефіцієнт парусності?
- 6.5. Як визначається коефіцієнт опору повітря?
- 6.6. Як визначається міделевий переріз?
- 6.7. Як визначається маса однієї зернини?
- 6.8. Опишіть методику визначення аеродинамічних показників насіння на лабораторній установці.

Лабораторна робота 8

ВИЗНАЧЕННЯ СЕРЕДНЬОЇ ШВИДКОСТІ РУХУ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ ПО ПЛОСКОМУ РЕШЕТУ

Мета роботи: навчити визначати графоаналітичним способом середню швидкість руху зернового матеріалу по плоскому решету.

1. Теоретична частина

Кінематичні характеристики площини решета при невеликому значенні відношення радіуса r до довжини шатуна l кривошипно-шатунного механізму можуть бути подані залежностями:

- переміщення $x = r \sin \omega t$, (1.50)

- швидкість $\dot{x} = r \omega \cos \omega t$, $\dot{x}_{max} = r \omega$, (1.51)

- прискорення $\ddot{x} = -r \omega^2 \sin \omega t$, $\ddot{x}_{max} = r \omega^2$, (1.52)

??

де ω – кутова швидкість кривошипа;
 t – час руху площини решета від „мертвого” положення;
 ωt – кут повороту кривошипа за час t .

На частку масою m , що розташована на похилій площині AB (рис. 1.24), діють сила тяжіння $G = mg$, сила інерції $P_1 = m r \omega^2 \cos \omega t$, реакція N та сила тертя F .

При положенні пальця кривошипа C в III та IV чвертях зсув частки зернового матеріалу можливий вниз по решету, а при положенні в I та II чвертях – вверх.

Мінімальне значення прискорення, при якому можливий зсув частки вниз по решету, визначається за формулою

$$\frac{r \omega^2}{g} \sin \alpha \geq \frac{1}{\cos \alpha}, \tag{1.53}$$

де g – прискорення вільного падіння;
 φ – кут тертя частки об решето;
 α – кут нахилу решета до горизонту;
 ε – кут між площиною і напрямком коливань.

Мінімальне значення прискорення, при якому можливий зсув частки вгору, визначається за формулою

$$\bar{x}_0 = \frac{g \sin \alpha}{\cos \varphi} \quad (1.54)$$

Зсув частки зернового вороху лише вниз буде при умові

$$\bar{x} > \bar{x}_0 \quad (1.55)$$

а зсув вниз та вгору при

$$\bar{x} < \bar{x}_0 \quad (1.56)$$

Відрив частки зернового матеріалу від площини решета буде відбуватися при

$$\bar{x} < \bar{x}_0 \quad (1.57)$$

Сумісний рух частки зернового вороху з площиною буде при умові

$$\bar{x} = \bar{x}_0 \quad (1.58)$$

Щоб наглядно визначити інтервали, коли зерно рухатиметься по решету, а коли сумісно з ним, побудуємо два сумісних графіки зміни \dot{x} та \ddot{x} площини і частки.

На осі абсцис (рис. 1.25) будемо відкладати час t , а на осі ординат – \dot{x} та \ddot{x} . Графік швидкості являтиме собою синусоїду, максимум якої дорівнює ωr і повний період $\omega t = 2\pi$; графік прискорення – косинусоїда з максимумом $\omega^2 r$ і таким самим періодом.

На графіку прискорення проведемо паралельні прямі $f-f$ та $f'-f'$, які від осі абсцис відстоять на відстані відповідно $\ddot{x}_{вн}$ і $\ddot{x}_{вв}$ (у прийнятому масштабі), які визначаються за (1.53) та (1.54). Зміна відносного прискорення зерна є різницею ординат косинусоїди і проведених прямих.

У момент часу $t_1 = \theta_1/\omega$ частинка зсовуватиметься вниз по площині. Швидкість площини при цьому визначиться ординатою синусоїди в точці 1. До точки 1 проводимо дотичну 1-2. З віссю t вона утворює кут γ_1 . При цьому

$$\mu_t = \mu_{\dot{x}} \tan \gamma_1 \quad (1.59)$$

де μ_t і $\mu_{\dot{x}}$ – масштаби часу і швидкості.

Пряма 1-2 характеризує зміну абсолютної швидкості частки. Різниця ординат прямої і синусоїди в масштабі визначає відносну швидкість руху частки. Відрізок ab відповідає максимальній відносній швидкості руху частки. Цей відрізок по вертикалі збігається з точкою a' , де прискорення решета дорівнює $\ddot{x}_{вн}$.

У момент часу $t_2 = \theta_2/\omega$ відносний зсув частки вниз по решету закінчиться, і до часу $t_3 = \theta_3/\omega$ вона рухатиметься разом із решетом.

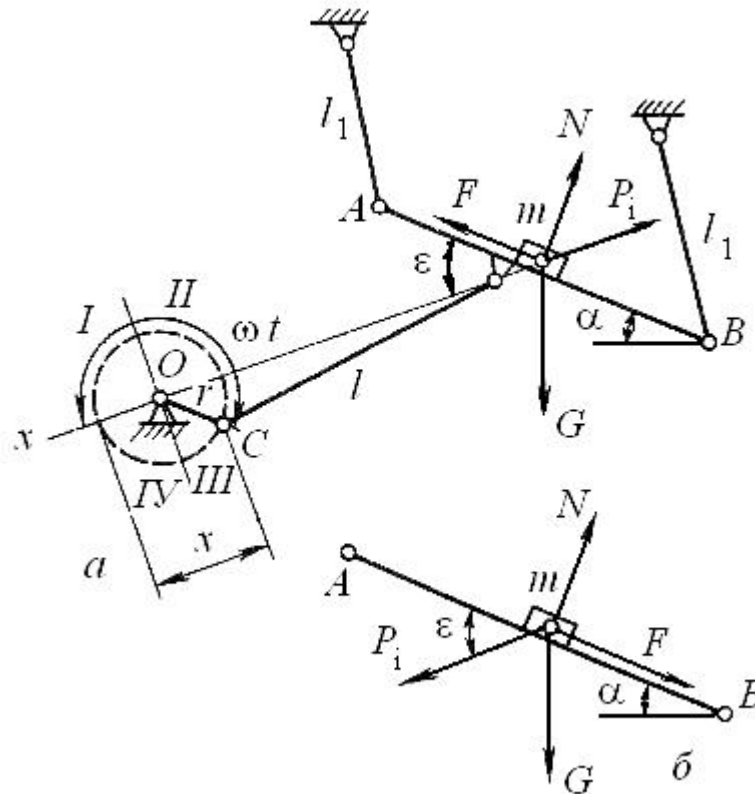


Рис. 1.24. Сили, що діють на частку, яка знаходиться на коливній площині:
 а – рух частки вниз по площині; б – рух частки вверх по площині

Відносний рух частки вверх по решету може початися в момент $t_3 = \theta_3/\omega$, коли прискорення решета досягне величини $\ddot{x}_{\text{ВВ}}$. Унаслідок цього до точки 3 на графіку швидкості проводимо дотичну 3 – 4 під кутом γ_2 до осі t . При цьому

$$\text{[scribble]} \tag{1.60}$$

Відносна швидкість руху частки вверх досягне найбільшої величини в момент $t_c = \theta_c/\omega$ і визначиться відрізком cd .

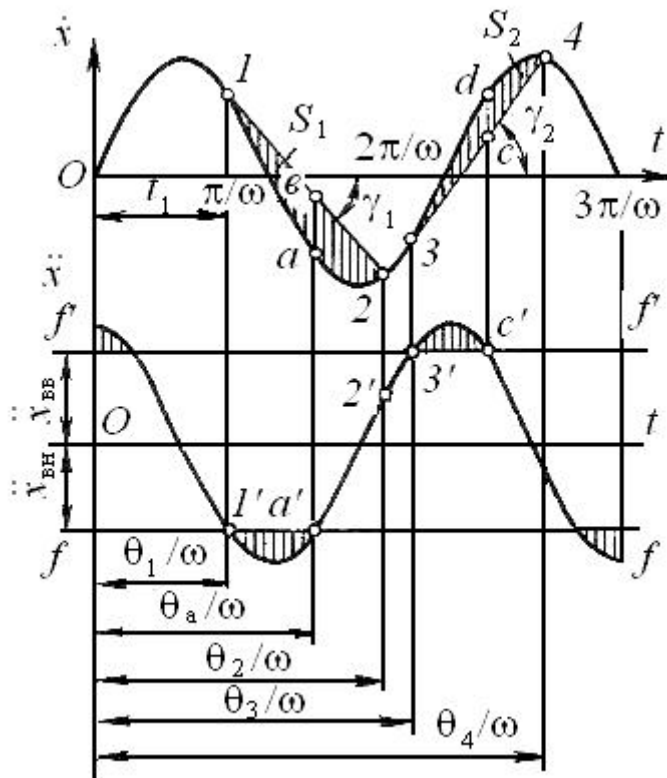


Рис. 1.25. Графік швидкостей й прискорень

У момент $t_4 = \theta_4/\omega$ відносно переміщення частки вгору по решету закінчиться, і вона рухатиметься разом із ним, поки не почне зсуватися вниз.

За повний період коливань решета частка з часу від θ_1/ω до θ_2/ω рухатиметься вниз, а з часу від θ_2/ω до θ_3/ω – разом із решетом, з θ_3/ω до θ_4/ω – зсуватиметься вгору по решету, поки не почне рухатися разом із ним.

У разі, коли $t_3 = \theta_3/\omega < t_2 = \theta_2/\omega$, дотичну 3–4 слід проводити через точку 2, тому що кінцева фаза зсуву вниз збігається з початковою фазою зсуву вгору, тобто частинка переміщується на решеті вниз і вгору без зупинок.

Площі S_1 і S_2 у прийнятому масштабі являють собою відрізки шляху, які пройшла частинка вниз і вгору. За різницею $S_1 - S_2$ можна зробити висновок про переміщення частинки за повний період коливань $t = 2\pi/\omega$.

Середня швидкість переміщення частинки по площині решета

$$\bar{\dot{x}}_{\text{ср}} = \frac{(S_1 - S_2) \omega}{2\pi} \quad (1.61)$$

Через внутрішнє тертя між зернами вороху, співудари між ними фактична середня швидкість переміщення

$$\bar{\dot{x}}_{\text{ср}} = k \bar{\dot{x}}_{\text{теор}}, \quad (1.62)$$

де k – коефіцієнт, який приймають рівним 0,4–0,7.

2. Зміст роботи

2.1. Визначити мінімальні значення прискорень площини, при яких можливий зсув частинки вниз $\ddot{x}_{\text{вн}}$ і вгору $\ddot{x}_{\text{вв}}$ по решету.

2.2. Визначити робоче прискорення \ddot{x}_p решета і визначитися з умовами зсуву частинки.

- 2.3. Визначити максимальну швидкість площини решета.
- 2.4. Побудувати графічні залежності $\dot{x} = f(\theta)$ та $\ddot{x} = f(\theta)$ або $\dot{x} = f(t)$ та $\ddot{x} = f(t)$.
- 2.5. Визначити кути нахилу дотичних γ_1 та γ_2 .
- 2.6. Визначити площі S_1 та S_2 .
- 2.7. Визначити середню швидкість руху частинки по решету.
- 2.8. Написати звіт.

3. Порядок виконання роботи

3.1. За формулами (1.53) та (1.54) згідно з завданням, табл. 1.17 визначити мінімальні значення прискорень площини, при яких можливий рух частинки вниз (\ddot{x}_{BH}) та вверх (\ddot{x}_{BB}).

3.2. Визначити робоче прискорення площини (1.52) і встановити характер руху зерна по решету (1.55), (1.56), (1.57), (1.58).

3.3. Визначити максимальну швидкість площини решета (1.51).

3.4. Обчислити значення \dot{x} та залежно від кутів повороту θ кривошипного вала. Результати обчислень занести в табл. 1.18.

3.5. Побудувати за результатами обчислень (табл. 1.18) графічні залежності $\dot{x} = f(\theta)$ та $\ddot{x} = f(\theta)$.

3.6. Визначити масштаби μ_t та $\mu_{\dot{x}}$.

Масштаб

$$\mu_t = \frac{t}{L \cos \theta} \text{ (с/мм)}. \quad (1.63)$$

Тут L (мм) – відрізок, який зображає кут 2π .

Масштаб

$$\mu_{\dot{x}} = \frac{\dot{x}_{\max}}{H} \text{ (м/с.мм)}. \quad (1.64)$$

Відрізок H (мм) на графіку $\dot{x} = f(\theta)$ відповідає \dot{x}_{\max} .

Таблиця 1.17. Вихідні дані для виконання лабораторної роботи

Показники	Варіанти									
	1 11	2 12	3 13	4 14	5 15	6 16	7 17	8 18	9 19	10 20
Радіус кривошипа r , мм	7,5 10	7,5 10	7,5 10	7,5 10	7,5 10	7,5 10	7,5 10	7,5 10	7,5 10	7,5 10
Кут нахилу решета α до горизонту, град.	5	6	7	8	9	5	6	7	8	9
Кут між площиною решета та напрямком коливань ϵ , град.	5	6	7	8	9	5	6	7	8	9
Кут тертя зерна по решету φ , град.	16	17	18	19	20	16	17	18	19	20
Частота обертів кривошипно–	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500

Таблиця 1.18. Результати обчислень для побудови графічної залежності $\dot{x} = f(\theta)$ та $\ddot{x} = f(\theta)$

Кут повороту кривошипа $\theta = \omega t$	Швидкість решета \dot{x} , м/с	Прискорення решета \ddot{x} , м/с ²	Кут повороту кривошипа $\theta = \omega t$	Швидкість решета \dot{x} , м/с	Прискорення решета \ddot{x} , м/с ²
0°	\dot{x}_1	\ddot{x}_1	300°	\dot{x}_{11}	\ddot{x}_{11}
30°	\dot{x}_2	\ddot{x}_2	330°	\dot{x}_{12}	\ddot{x}_{12}
60°	\dot{x}_3	\ddot{x}_3	360°	\dot{x}_{13}	\ddot{x}_{13}
90°	\dot{x}_4	\ddot{x}_4	390°	\dot{x}_{14}	\ddot{x}_{14}
120°	\dot{x}_5	\ddot{x}_5	420°	\dot{x}_{15}	\ddot{x}_{15}
150°	\dot{x}_6	\ddot{x}_6	450°	\dot{x}_{16}	\ddot{x}_{16}
180°	\dot{x}_7	\ddot{x}_7	480°	\dot{x}_{17}	\ddot{x}_{17}
210°	\dot{x}_8	\ddot{x}_8	510°	\dot{x}_{18}	\ddot{x}_{18}
240°	\dot{x}_9	\ddot{x}_9	540°	\dot{x}_{19}	\ddot{x}_{19}
270°	\dot{x}_{10}	\ddot{x}_{10}	570°	\dot{x}_{20}	\ddot{x}_{20}

3.7. Визначити кути нахилу дотичних γ_1 (1.59) і γ_2 (1.60) і на графіку $\dot{x} = f(\theta)$ відповідно до точок 1 та 3 провести їх.

3.8. Визначити площі S_1 та S_2 , які пропорційні переміщенням частки відповідно вниз та вгору по решету.

3.9. Визначити середню швидкість руху зерна по решету (1.61).

4. Звіт

Звіт має включати:

4.1. Стислий зміст роботи.

4.2. Формули і необхідні розрахунки.

4.3. Заповнену табл. 1.18.

4.4. Графічні залежності $\dot{x} = f(\theta)$ та $\ddot{x} = f(\theta)$.

4.5. Висновки.

5. Контрольні запитання

5.1. Як визначаються кінематичні характеристики плоского решета (переміщення, швидкість, прискорення)?

5.2. Як визначаються прискорення $\ddot{x}_{\text{вн}}$, $\ddot{x}_{\text{вв}}$?

5.3. Опишіть характер руху частинки по решету.

5.4. Як будуються графічні залежності $\dot{x} = f(\theta)$ та $\ddot{x} = f(\theta)$?

5.5. Як визначити кути нахилу дотичних до точок початку руху частинок вниз та вгору по решету?

5.6. Як визначають масштаби μ_t та $\mu_{\dot{x}}$?

5.7. Як визначити середню швидкість руху частки по решету?

Лабораторна робота 9

ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ РЕШІТНОЇ ЧАСТИНИ ЗЕРНООЧИСНОЇ МАШИНИ

Мета роботи: навчитися розподіляти насіння сільськогосподарських культур на варіаційні ряди з використанням математичної обробки результатів дослідів, будувати варіаційні криві розподілу за даною ознакою.

1. Теоретична частина

Насіння основної культури і бур'янів має певний ступінь мінливості, що потрібно враховувати під час розробки технологічної схеми очищення і сортування зернових сумішей. Мінливість розмірів насіння (та інших властивостей) сумішей можна подати варіаційними рядами або варіаційними кривими. Для побудови варіаційного ряду чи кривої слід зробити 300...500 вимірювань вибраного розміру (товщини, ширини чи довжини) або іншого показника властивостей і розподілити отримані виміри за класами.

Класовий проміжок λ для зернових культур за товщиною, шириною і довжиною насіння звичайно приймають 2, 3 і 4 мм відповідно. Встановивши максимальний X_{\max} і мінімальний X_{\min} розміри і, поділивши різницю $X_{\max} - X_{\min}$ на класовий проміжок λ , знаходять загальну кількість класів. Звичайно кількість класів дорівнює 5...10.

Розподіл насіння на класи за товщиною і шириною можна виконати не лише шляхом вимірів, але й пропусканням наважки насіння крізь решітний класифікатор.

Кожний клас характеризується граничними значеннями розміру (межа класу) і середнім значенням.

Біологічні ознаки звичайно характеризуються кривою нормального розподілу. Варіаційні криві розподілу якогось розміру – це графіки, по осі абсцис яких відкладені середні значення класу X_i , а по осі ординат – частоту повторення ознаки (рис. 1.26). Частотою називають кількість насіння (за масою, числом або відсотком) у кожному класі. Варіаційні ряди і крива характеризуються середньою арифметичною величиною \bar{X} , середнім квадратичним відхиленням σ і коефіцієнтом варіації V .

У разі, коли характеристика модифікації розмірів насіння описується законом нормального розподілу, у межах $\bar{X} \pm 3\sigma$ укладено 99,7% усієї кількості матеріалу. Тому можна прийняти, що розміри насіння змінюються від мінімального $\bar{X} - 3\sigma$ до максимального $\bar{X} + 3\sigma$.

За розташуванням варіаційних кривих двох компонентів, наприклад, насіння основної культури і домішок, можна оцінити можливість розподілу зернової суміші за ознакою, що розглядається. Якщо ж криві не перекривають одна одну, можна досягти повного розподілу насіння. У разі, коли низхідна гілка однієї кривої перетинається з висхідною гілкою другої, можливий лише частковий розподіл насіння. Якщо ж криві повністю перекривають одна одну, розподіл за даною ознакою неможливий.

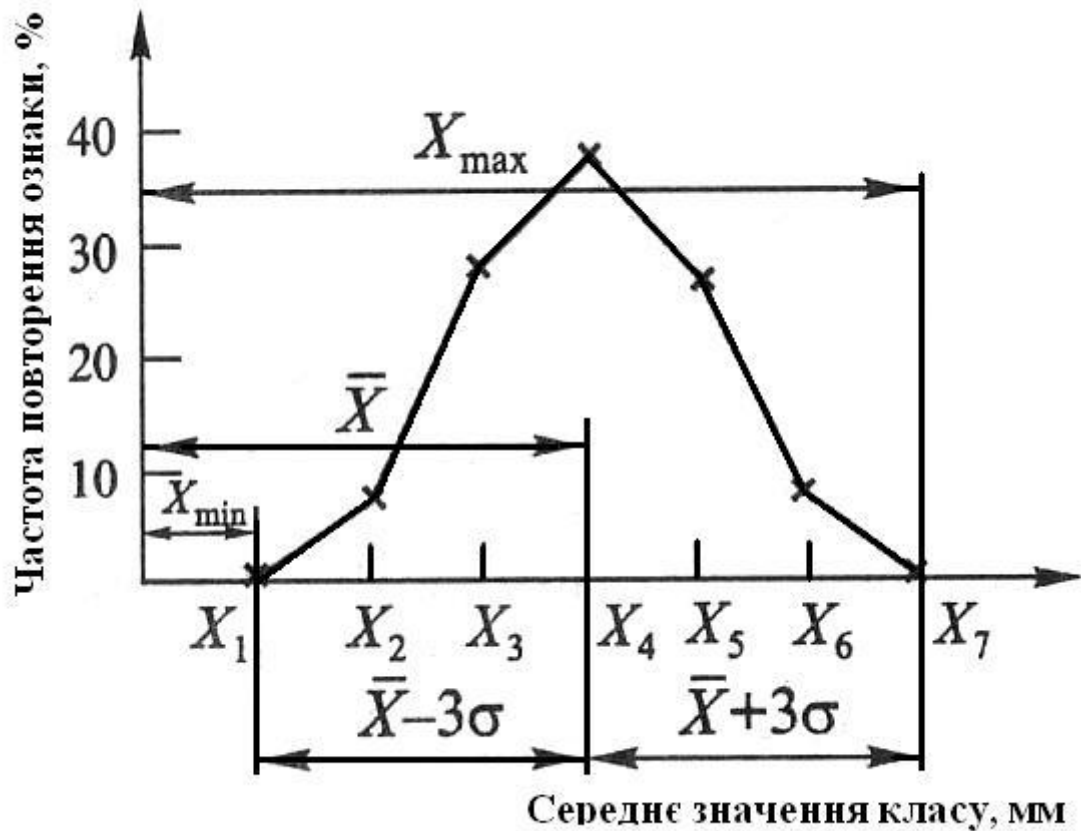


Рис. 1.26. Варіаційна крива розподілу насіння сільськогосподарської культури за розміром

Якщо неможливо розподілити насіння за даною ознакою, вибирають іншу.

2. Зміст роботи

- 2.1. Побудувати варіаційні ряди модифікації розмірів насіння заданих культур за товщиною.
- 2.2. Побудувати варіаційні криві.
- 2.3. Оцінити отримані результати.

3. Обладнання, прилади, інструменти і матеріали

Решітний класифікатор (рис. 1.27), насіння двох сільськогосподарських культур. Класифікатор змонтований на основі 1 і знаходиться в корпусі 2, у якому розміщується блок решіт 3. Коливальний рух до блоку решіт передається ручкою 5 через ексцентрикний механізм 4.

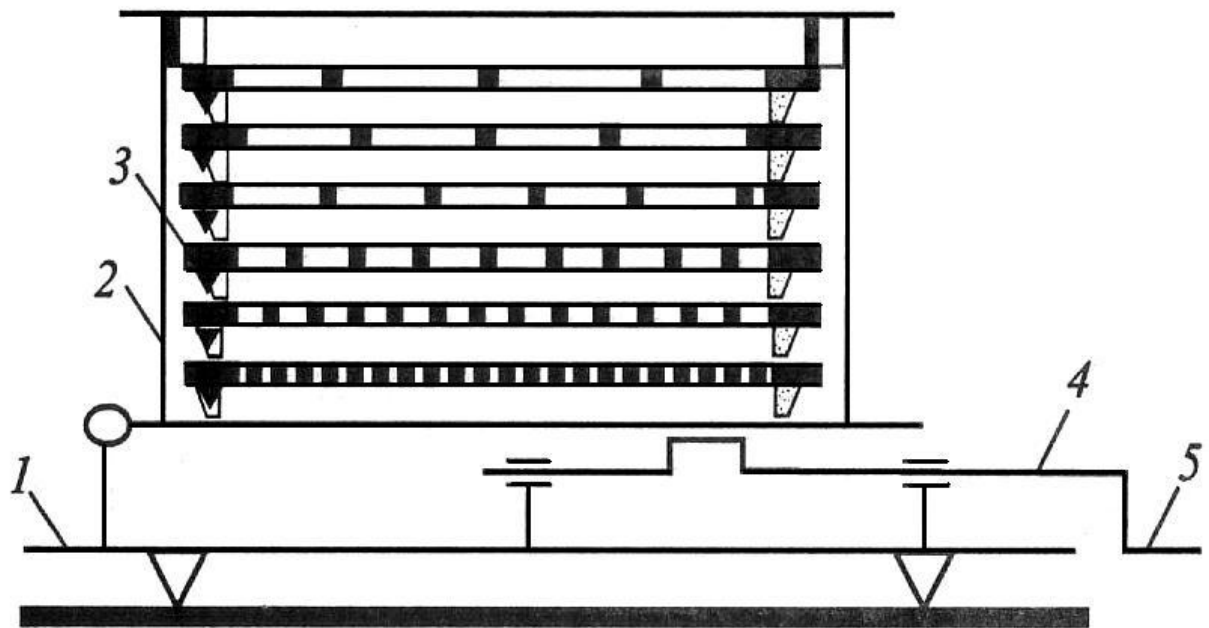


Рис. 1.27. Схема решітного класифікатора

4. Порядок виконання роботи

- 4.1. Відрахувати 500 шт. насіння заданої культури.
- 4.2. Цю кількість насіння засипати на верхнє решето, попередньо перевіривши розташування решіт у класифікаторі.
- 4.3. Ексцентриковий вал класифікатора обертати 30...60 с.
- 4.4. Порахувати кількість насіння на кожному решеті. Результати досліду занести в табл. 1.19.
- 4.5. Для характеристики варіаційного ряду визначити середню арифметичну величину, середнє квадратичне відхилення σ , коефіцієнт варіації V .
- 4.6. Побудувати варіаційну криву товщини насіння заданої культури.
- 4.7. Виконати пп. 4.1...4.6 для насіння іншої сільськогосподарської культури.

5. Звіт

Звіт має включати:

- 5.1. Стислий зміст роботи.
- 5.2. Схему та опис класифікатора насіння.
- 5.3. Формули і розрахунки.
- 5.4. Результати вимірів (таблиці варіаційних рядів товщини насіння заданих сільськогосподарських культур).
- 5.5. Варіаційні криві розподілу насіння сільськогосподарських культур за товщиною.

6. Контрольні запитання

- 6.1. Як знаходять кількість класів варіаційного ряду?
- 6.2. Як визначається середнє значення класу?

6.3. Що розуміють під частотою повторення ознаки класу?

6.4. Яка кількість сільськогосподарського матеріалу знаходиться в межах $\bar{X} \pm 2\sigma$, у разі коли за даною ознакою зерно підлягає законом нормального розподілу?

6.5. За якими формулами визначають середню арифметичну величину, середнє квадратичне відхилення та коефіцієнт варіації?

6.6. Як побудувати варіаційну криву розподілу насіння сільськогосподарської культури за даною ознакою?

Таблиця 1.19. Дані варіаційного ряду товщини насіння сільськогосподарської культури

Показники	Номер класу							
	1	2	3	4	5	6	7	
Межі класу, мм	1,5	1,7	2,2	2,6	3,2	3,6	4,0	4,5
Середня товщина насіння в класі X_j , мм	1,6	1,95	2,4	2,90	3,4	3,8	4,25	
Частота повторення товщини m_j , штук	m_1	m_2	m_3	m_4	m_5	m_6	m_7	
$P, \%$	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5	P_6	P_7	
$X_j m_j$	$X_1 m_1$	$X_2 m_2$	$X_3 m_3$	$X_4 m_4$	$X_5 m_5$	$X_6 m_6$	$X_7 m_7$	
Середня товщина насіння сільськогосподарської культури \bar{X} , мм	$\bar{X} = \frac{\sum_{j=1}^n X_j m_j}{N}$							
a_j , мм	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	
a_j^2	a_1^2	a_2^2	a_3^2	a_4^2	a_5^2	a_6^2	a_7^2	
$a_j^2 m_j$	$a_1^2 m_1$	$a_2^2 m_2$	$a_3^2 m_3$	$a_4^2 m_4$	$a_5^2 m_5$	$a_6^2 m_6$	$a_7^2 m_7$	
Середньоквадратичне відхилення σ , мм	$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^n a_j^2 m_j}$							
Коефіцієнт варіації $V, \%$	$V = \frac{\sigma}{\bar{X}} \cdot 100$							

Лабораторна робота 10

ВИВЧЕННЯ ЯКОСТІ РОБОТИ ТА ПРОДУКТИВНОСТІ РЕШІТНОЇ ЧАСТИНИ ЗЕРНООЧИСНОЇ МАШИНИ

Мета роботи: навчитися визначати якісні та продуктивні показники решіт зерноочисної машини.

1. Теоретична частина

Якість роботи решіт (як і зерноочисних машин) звичайно оцінюють показником повноти поділу ε , який визначається залежністю (%)

$$\varepsilon = \frac{m}{m_0} 100, \quad (1.65)$$

де m – маса виділеної фракції, г;

m_0 – маса домішок і некондиційних зерен, які містяться в вихідному матеріалі і підлягають видаленню.

Показник повноти поділу залежить від правильності підбору решіт, ступеня завантаження решета, кінематичного режиму та довжини решета.

Решета вибирають відповідно до поставленого завдання сепарації зернової суміші.

Для виділення із зерна великих домішок застосовують колосові решета (B_1 та B_2), для виділення дрібних домішок – підсівні B і для поділу зерна на фракції – сортувальні G .

Робочий розмір отворів a для решіт може бути визначений за середньоарифметичним розміром M зерен та середньоквадратичним відхиленням σ : для колосових – $a_k \geq M + 3\sigma$; для підсівних – $a_{\text{п}} \approx M - (1,5 - 2)\sigma$; для сортувальних, що дають другий сорт, – $a_c \approx M - \sigma$.

Продуктивність решіт Q_p визначають за формулою (кг, т)

$$Q_p = k' \cdot q_F \cdot F, \quad (1.66)$$

де k' – коефіцієнт, який залежить від виду оброблюваної культури:

для пшениці дорівнює 1,0; для жита, ячменю, гороху і кукурудзи – 0,75; для вівса, рису, квасолі та гречки – 0,55; для насіння трав – 0,1 – 0,2.

q_F – питома навантаження на одиницю площі решета, кг/(с·м²);

F – площа решета, м².

2. Зміст роботи

- 2.1. Визначити параметри решіт.
- 2.2. Визначити залежність вихідного та очищеного матеріалу.
- 2.3. Визначити масу виходів.
- 2.4. Визначити питома навантаження решіт.
- 2.5. Визначити показник повноти поділу зернового матеріалу решітною частиною.
- 2.6. Написати звіт.

3. Обладнання, прилади, інструменти, матеріали

Роботу виконують на лабораторній установці. Також необхідні ваги, секундомір (годинник), рулетка, решітний класифікатор, ємкості для фракцій, зернова суміш.

Лабораторна установка (рис. 1.28) складається із решітного стану 7 і бункера 1 з живильним валиком 4. Решітний стан має чотири решета: колосові B_1 та B_2 , підсівне B і сортувальне G . Привод решітного стану та живильного валика здійснюється від електродвигуна 10. Регулювання навантаження на решета відбувається заслінкою 3. Оброблюваний матеріал із бункера

живильним валиком подається на решето B_1 , яке поділяє потік вороху за розмірами на дрібну і крупну фракції. Кожна фракція на решетах оброблюється окремо. Схід з решета B_1 – фракція з крупним насінням і крупними домішками потрапляє на решето B_2 для виділення крупних домішок. Схід з решета B_2 – крупні домішки (вихід I). Прохід через це решето – крупна фракція зерна основної культури (вихід II). Прохід через решето B_1 – фракція з дрібним насінням і дрібними домішками надходить на підсівне решето B , а потім на сортувальне решето Γ . Крізь решето B виділяються дрібні домішки (вихід V). На сортувальному решеті виділяються щуплі зерна (вихід IV). Схід із сортувального решета Γ – очищена дрібна фракція зерна основної культури (вихід III). Лабораторна установка дозволяє із зернового вороху, який містить крупні і дрібні домішки, одержати п'ять виходів, із яких виходи II та III – очищене зерно.

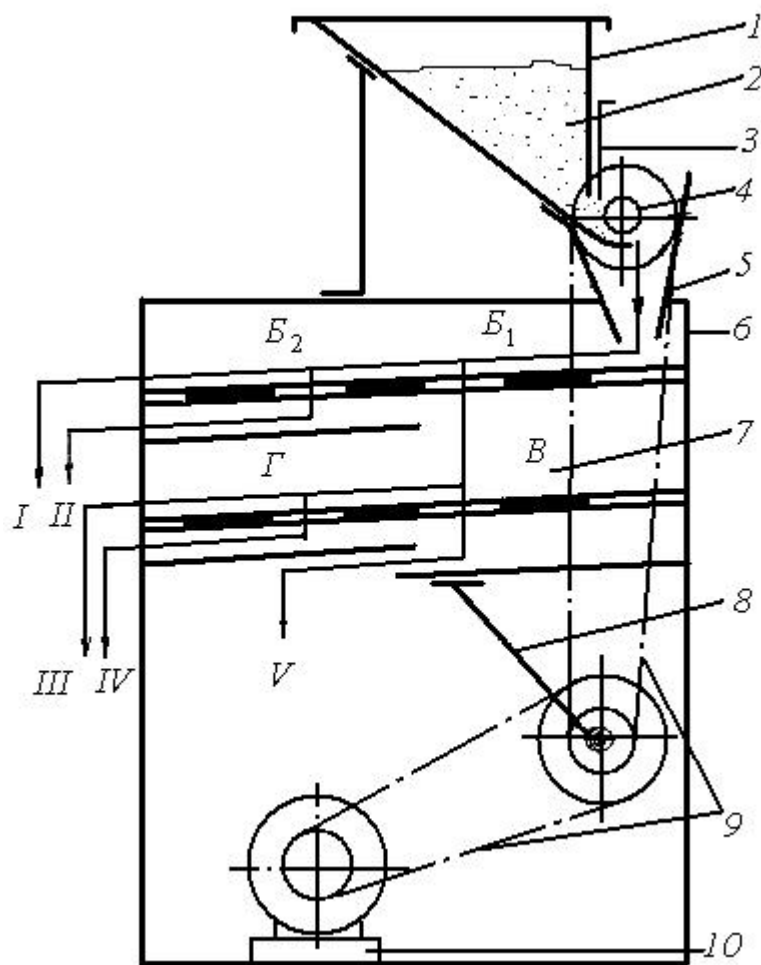


Рис. 1.28. Лабораторна установка для вивчення технологічного процесу роботи решітної частини:

- 1 – бункер; 2 – зернова суміш; 3 – заслінка; 4 – живильний валик;
- 5 – приймач зернової суміші; 6 – рама; 7 – решітний стан; 8 – шатун;
- 9 – клинопасова передача; 10 – електродвигун; B_1 ; B_2 ; B і Γ – решета;
- I – вихід крупних домішок; II – вихід очищеної крупної фракції основної культури;
- III – вихід очищеної дрібної фракції основної культури;
- IV – вихід щуплого зерна; V – вихід дрібних домішок

4. Порядок виконання роботи

4.1. Заміряти параметри решіт: довжину L , ширину B та розміри отворів – і занести в табл. 1.20.

4.2. Визначають засміченість вихідного зернового матеріалу. Це роблять на класифікаторі або вручну. Наважку масою 50 г розбирають на чисте насіння та домішки. Засміченість вихідного зернового матеріалу (%) визначають за формулою

$$Z_{\text{зм}} = \frac{m_d}{50} \cdot 100 \quad (1.67)$$

де m_d – маса домішок, г.

4.3. Для заданого режиму завантаження решітної частини лабораторної установки визначити масу кожного із виходів і результати дослідів занести в табл. 1.21.

Таблиця 1.20. Параметри решіт

Найменування решета	Довжина L , м	Ширина B , м	Розміри отворів, мм		
			діаметр d	довжина l	ширина e
Колосове B_1					
Колосове B_2					
Підсівне B					
Сортувальне Γ					

Таблиця 1.21. Результати дослідів

Тривалість дослідів t , с	Маса виходів, кг					Загальна маса виходів m_3 , кг
	m_I	m_{II}	m_{III}	m_{IV}	m_V	

4.4. Визначити питоме навантаження решіт, $\text{кг/с} \cdot \text{м}^2$:

а) колосового B_1

$$q_{B_1} = \frac{m_1}{t \cdot F_{B_1}} \quad (1.68)$$

б) колосового B_2

$$q_{B_2} = \frac{m_1 + m_2}{t \cdot F_{B_2}} \quad (1.69)$$

в) підсівного B

$$q_B = \frac{m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5}{t \cdot F_B} \quad (1.70)$$

г) сортувального Γ

$$q_\Gamma = \frac{m_\Gamma + m_V}{t \cdot F_\Gamma} \quad (1.71)$$

4.5. Визначити повноту поділу решітної частини лабораторної установки. Для цього спочатку необхідно обчислити, яку частину домішок (%) вдалося виділити на установці

$$\varepsilon = \frac{m_1 + m_2 + m_3}{m_3} \cdot 100 \quad (1.72)$$

а потім за формулою

$$\varepsilon = \frac{\varepsilon'}{3_{\text{в.м.}}} 100 \quad (1.73)$$

визначити і показник повноти поділу зернового матеріалу решітною частиною.

4.6. Визначити засміченість очищеного матеріалу (вихід II та III) згідно з методикою, викладеною в п. 4.2.

4.7. Результати обчислень занести в табл. 1.22.

Таблиця 1.22. Результати обчислень

Найменування решета	Питоме навантаження на решето, кг/с·м ²	Показник повноти виділення ε , %	Засміченість очищеного матеріалу $3_{\text{в.м.}}$, %
Колосове B_1	q_{B_1}	ε	$3_{\text{в.м.}}$
Колосове B_2	q_{B_2}		
Підсівне B	q_B		
Сортувальне Γ	q_Γ		

5. Звіт

Звіт має містити:

1. Стислий зміст роботи.
2. Схеми та опис лабораторної установки.
3. Формули та розрахунки.
4. Результати обчислень (таблиці).
5. Висновки.

6. Контрольні запитання

- 6.1. Як визначається показник повноти поділу зернового матеріалу решітною частиною?
- 6.2. Із яких умов підбирають решета з відповідними робочими отворами?
- 6.3. Як визначити продуктивність решіт?
- 6.4. Розповісти про будову та технологічний процес роботи лабораторної установки.
- 6.5. Як визначити засміченість вихідного та очищеного матеріалу?
- 6.6. Як визначити питоме навантаження решіт?
- 6.7. Проаналізувати результати дослідів.

Лабораторна робота 11

ВИВЧЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ ЦИЛІНДРИЧНОГО ТРІЄРА

Мета роботи: ознайомитися з технологічним процесом роботи циліндричного трієра.

1. Теоретична частина

Трієри, що відокремлюють від основної культури дрібні домішки і дроблене насіння (коротку фракцію), прийнято називати кукільними, а ті, що відокремлюють довгу фракцію, – вівсюжними.

Відбір коротких домішок відбувається при обертанні трієрного циліндра. Частинки, торкаючись коміркової поверхні, тертям переміщуються в напрямку обертання. Частина коротких домішок надходить у комірки, переміщується ними і виноситься з шару в лоток. Зерна, що не потрапили в комірки, під дією сили тертя переміщуються поверхнею циліндра на малу висоту. Зерновий матеріал, який надійшов у циліндр, розтікаючись шаром, поступово переміщується до іншого кінця.

Унаслідок відносного руху шарів і відносного переміщення частинок відбувається їх змішування, що сприяє відбору короткої фракції з загальної маси. Кут випадання короткої фракції з комірки можна приблизно визначити за формулою:

$$K_T = \frac{\omega^2 r}{g} \quad (1.74)$$

де K_T – показник кінематичного режиму трієрного циліндра,

$$K_T = \frac{\omega^2 r}{g} \quad ; \text{ тут } \omega \text{ – кутова швидкість циліндра, рад/с}^2;$$

r – радіус циліндра, м; g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$.

Кутова швидкість визначається за формулою:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30},$$

де n – частота обертання циліндра, 1/хв;

φ – кут тертя, град.

Значення кутів φ тертя для культур, що виділяються комірками трієра, коливаються в значних межах. Отже, випадати зерно з комірки буде в деякій зоні, розмір якої визначається кутом α_1 , відповідним мінімальному значенню кута φ_{\min} , і кутом α_2 для максимального значення кута φ_{\max} .

Для трієрів насінноочисних машин, коли комірки виділяють кукіль (короткі домішки), $\alpha_1 = 3^\circ$ і $\alpha_2 = 5^\circ$ (рис. 1.29).

Для трієрів зерноочисних машин значення кутів γ_1 і γ_2 такі: кукільний трієр $\gamma_1 = 41^\circ$; $\gamma_2 = 88^\circ$; вівсюжний трієр $\gamma_1 = 50^\circ$; $\gamma_2 = 85^\circ$;

Якщо в кукільному трієрі встановити лоток з кутом $\gamma_1 < 41^\circ$, втрати основної культури збільшаться, зі зменшенням кута γ_1 покращиться чистота виділення домішок. Зменшення кута γ_1 у вівсюжному трієрі, навпаки, знижує чистоту виділення довгих домішок.

Розміри комірок циліндра можуть бути приблизно підібрані згідно з табл. 1.23.

Таблиця 1.23. Діаметри комірок трієрів

Культура	Діаметр комірок, мм	
	для коротких домішок	для довгих домішок
Пшениця, овес, віко-вівсяна суміш	4,5; 5,0	8; 8,5; 9,0
Жито	5,0; 5,6; 6,3	8,0; 9,5

Ячмінь	5,6; 6,3; 7,1	11,2; 11,8; 12,5
Гречка	6,3	8,5
Льон	3,5; 4,0	5,0
Конюшина, тимофіївка, люцерна	1,8	2,8

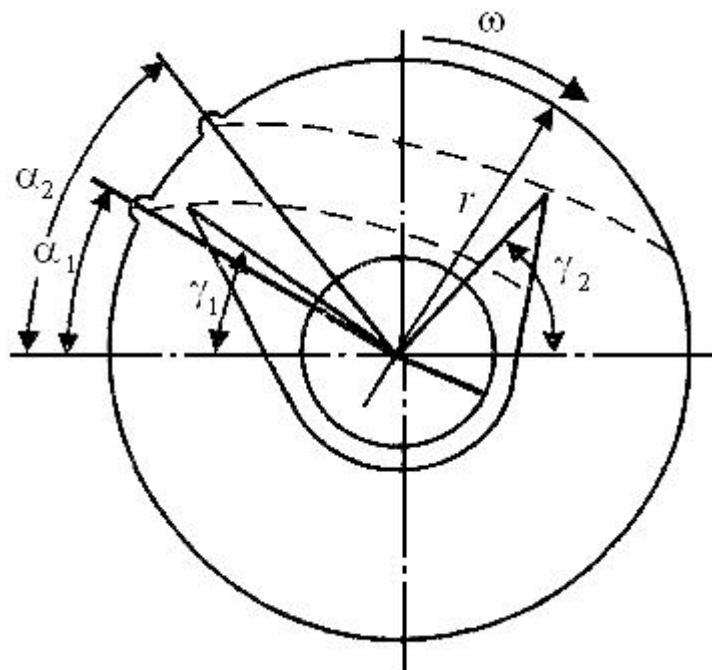


Рис. 1.29. Схема визначення положення приймального лотка трієра:

α_1 і α_2 – кути випадання короткої фракції;
 γ_1 і γ_2 – кути нахилу передньої і задньої стінок лотка

2. Зміст роботи

2.1. Визначити основні параметри і режими роботи лабораторної установки.

2.2. Визначити за формулою (1.74) мінімальне і максимальне значення кутів випадання короткої фракції.

2.3. Визначити на лабораторній установці оптимальний кут випадання короткої фракції.

2.4. Визначити якісні показники роботи трієрної установки.

2.5. Виконати математичну обробку результатів досліджу.

2.6. Побудувати графічні залежності якісних показників роботи від кута встановлення лотка.

2.7. Написати звіт.

3. Обладнання, прилади, інструменти, матеріали

Роботу виконують на лабораторній установці. Також є ваги, секундомір (годинник), лінійка (рулетка), ємкості для фракцій, зернова суміш, решітний класифікатор.

Лабораторна установка (рис. 1.30) складається з бункера 9 із живильним валіком 7 і циліндра 10, усередині якого встановлений лоток 11 зі шнеком 14.

Бункер і циліндр змонтовані на рамі 4. Приведення робочих органів установки здійснюється від електродвигуна 1 через редуктор 2 і ланцюгову передачу 3.

Робота виконується на установці з кукільним трієром. Вихідний матеріал 8 з бункера 9 надходить в циліндр 10. Продуктивність установки змінюється заслінкою 6 за допомогою важеля. При обертанні циліндра коротка фракція викидається комірками в лоток (вихід А), а частинки довгої фракції (основна культура) ідуть сходом з циліндра (вихід Б). Положення лотка змінюють держаком 13. Кут встановлення передньої стінки лотка здійснюють за шкалою 12.

4. Порядок виконання роботи

4.1. Зняти характеристику циліндра трієра:

- а) визначити діаметр D і довжину L робочої поверхні циліндра;
- б) визначити діаметр d комірок.

4.2. Визначити за допомогою секундоміра (годинника) частоту обертання циліндра. Порівняти її з обрахованою за формулою

$$n = \frac{30Kg}{\pi r}, \quad (1.75)$$

де K_T – показник кінематичного режиму роботи циліндра трієра $K_T = 0,5 \dots 0,7$;

r – радіус циліндра, м;

g – прискорення вільного падіння, m/s^2 .

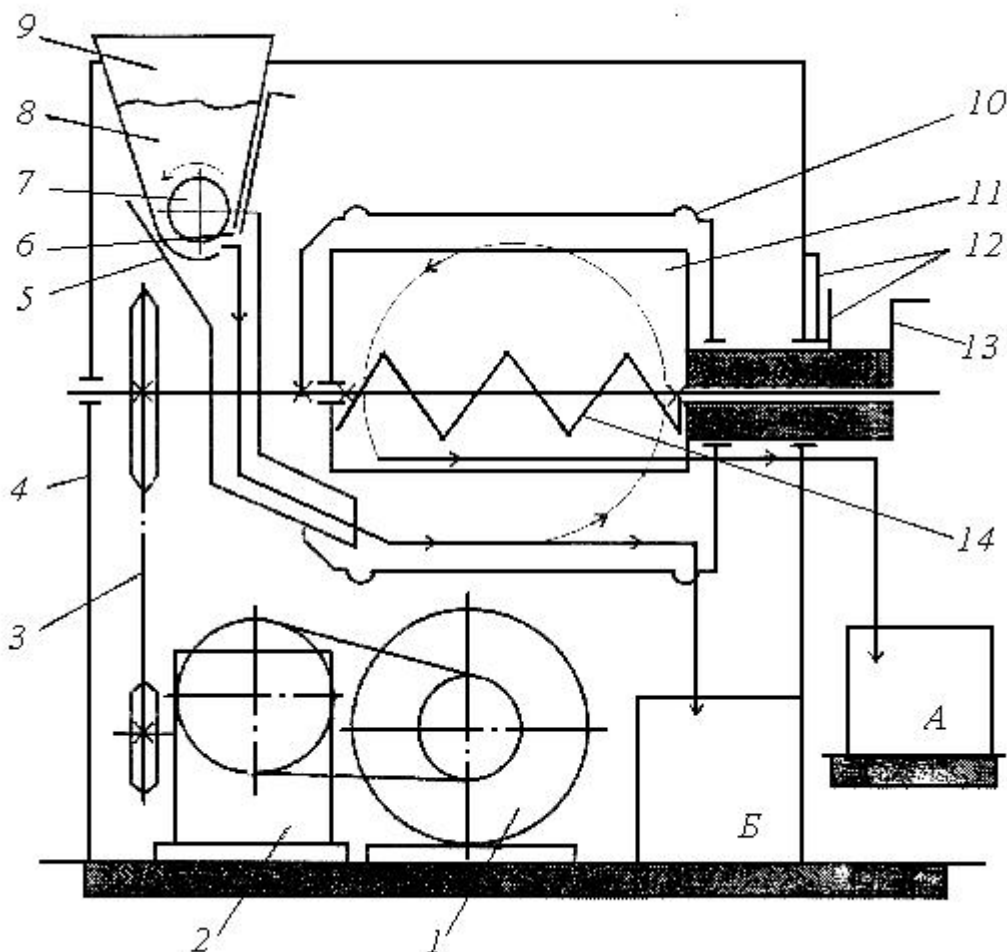


Рис. 1.30. Лабораторна установка:

A – вихід короткої фракції; *B* – вихід основної культури; *1* – електродвигун; *2* – редуктор; *3* – ланцюгова передача; *4* – рама; *5* – приймач зернової суміші; *6* – заслінка; *7* – живильний валик; *8* – зернова суміш; *9* – бункер; *10* – трієрний циліндр; *11* – лоток; *12* – шкала з показчиком; *13* – держак; *14* – шнек

4.3. Визначити за формулою (1.74) мінімальний і максимальний кути випадання короткої фракції з комірок. Прийняти для короткої фракції коефіцієнт тертя f від мінімального значення $f_{\min} = 0,1$ до максимального значення $f_{\max} = 0,6$. Коефіцієнт тертя $f = \operatorname{tg}\varphi$. Можна вважати, що кут встановлення передньої стінки лотка γ_1 приблизно дорівнює куту випадання короткої фракції з комірки $\chi_1 \approx \alpha_2$.

4.4. Визначити оптимальний кут встановлення передньої стінки лотка. Визначення проводити на одній із подач зернового матеріалу. Для визначення оптимального кута встановлення лотка дослід провести для 4...6 значень кута, знайденого за формулою (1.74) для f від f_{\min} до f_{\max} .

4.5. Визначити засміченість вихідного матеріалу (%) як відношення маси короткої фракції m_k у наважці до маси цієї наважки m_H

$$\varepsilon_s = \frac{m_k}{m_H} \cdot 100. \quad (1.76)$$

4.6. Визначити продуктивність трієрної установки, кг/с

$$Q_{TP} = \frac{m'}{t}, \quad (1.77)$$

де m' — маса зерна, що надходить в трієрний циліндр за час t , кг;

t – тривалість дослідів, с.

4.7. Визначити питоме навантаження трієрної поверхні (кг/см²) за даною продуктивністю

$$q_b = \frac{Q_{TP}}{\pi D l}. \quad (1.78)$$

4.8. Визначити показник повноти поділу зернового матеріалу, %

$$\varepsilon = \frac{m_b}{m_{\text{п.в}}} \cdot 100, \quad (1.79)$$

де m_b – маса короткої фракції, що виділена при очищенні, г;

$m_{\text{п.в}}$ – маса короткої фракції, що підлягає виділенню, г.

Масу $m_{\text{п.в}}$ визначають після пропускання наважки зернового матеріалу через решето, розмір отвору якого приблизно дорівнює розміру короткої фракції, і визначення засміченості зернової суміші.

4.9. Визначити показник втрат основної культури з короткою фракцією, %

$$\xi = \frac{m_{\text{осн}} \varepsilon_s}{m_k}, \quad (1.80)$$

де $m_{\text{осн}}$ – маса основної культури, що виходить з короткою фракцією, г;

m_k – маса наважки короткої фракції, г.

При надто малих значеннях $m_{\text{осн}}$ її можна визначати в штуках зерна.

Повторність проведення дослідів – трикратна.

4.10. Результати дослідів занести в табл. 1.24 і 1.25.

4.11. Оцінити результати дослідів методом математичної статистики:

а) середнє арифметичне показника повноти поділу зернової суміші

$$\bar{\varepsilon} = \frac{\sum_{i=1}^n \varepsilon_i n_i}{n}, \quad (1.81)$$

де ε_i – показник i -го класу повторності, %;

n_i – частота повторення показника ε_i ;

i – порядковий номер класу;

n – кількість повторів.

Таблиця 1.24. Результати дослідів з визначення показника повноти розподілу зернової суміші

Кут установки передньої стінки лотка γ_i , град.	Повторність дослідів n_i	Засміченість вихідного матеріалу ε_3 , %	Маса короткої фракції $m_{п.в}$, яка підлягає виділенню, г	Маса короткої фракції m_3 , що виділена, г	Показник повноти поділу ε , %
	1				
γ_1	2				
	3				
γ_2	1				
	2				
і т.д.	3				

Таблиця 1.25. Результати дослідів по визначенню показника втрат основної культури з короткою фракцією ε'

Кут установки передньої стінки лотка γ_i , град.	Повторність дослідів n_i	Маса наважки короткої фракції m_k , г	Маса основної культури $m_{осн}$, що виходить з короткою фракцією, г (або штук)	Показник втрат основної культури з короткою фракцією ε' , %
	1			
γ_1	2			
	3			
γ_2	1			
	2			
і т.д.	3			

б) середнє квадратичне відхилення

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i^2}, \quad (1.82)$$

де a_i – відхилення від середнього, ~~г~~

в) коефіцієнт варіації, %

$$V = \frac{\sigma}{\bar{\varepsilon}} \cdot 100. \quad (1.83)$$

Аналогічним чином виконати обробку результатів за визначення показника втрат основної культури з короткою фракцією ε' .

4.12. За даними таблиці побудувати графічні залежності

~~ε та ε'~~

5. Звіт

Звіт має включати:

- 5.1. Стислий зміст роботи.
- 5.2. Схему установки.
- 5.3. Формули і необхідні розрахунки.
- 5.4. Результати проведення досліду.
- 5.5. Математичну обробку результатів досліду.
- 5.6. Графічні залежності $\eta_{\text{ж}}$ і $\eta_{\text{к}}$.
- 5.7. Висновки.

6. Контрольні запитання

- 6.1. Які трієри називаються кукільними, вівсюжними?
- 6.2. Розкажіть про роботу кукільного та вівсюжного трієрів.
- 6.3. Як визначається показник кінематичного режиму роботи трієра?
- 6.4. Як визначається кут випадання короткої фракції?
- 6.5. Розкажіть про будову та технологічний процес роботи лабораторної установки.
- 6.6. Опишіть про порядок виконання роботи.
- 6.7. Як визначаються показники повноти поділу зернової суміші, втрат основної культури з короткою фракцією, засміченості вихідного матеріалу?
- 6.8. Розкажіть про математичну обробку результатів досліду.
- 6.9. Зробіть аналіз результатів досліду.

РОЗДІЛ ДРУГИЙ. РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНІ РОБОТИ

1. Розрахунок основних параметрів лемішно-полицевої поверхні

1.1. Зміст завдання

- 1.1.1. Визначити ширину захвату корпусу плуга.
- 1.1.2. Побудувати профіль борозни.
- 1.1.3. Побудувати фронтальну проекцію корпусу плуга.
- 1.1.4. Побудувати напрямну криву.
- 1.1.5. Побудувати графік зміни кутів нахилу твірної до стінки борозни.
- 1.1.6. Побудувати горизонтальну проекцію корпусу плуга.
- 1.1.7. Побудувати криву польового обрізу.
- 1.1.8. Побудувати криві для шаблону.

Завдання виконується згідно з вихідними даними, що наведені в додатку 1 відповідно до варіанта на креслярському папері розміром 420x594 мм (формат А2). На форматі наводяться схеми згідно з рис. 1.1.

1.2. Виконання завдання

1.2.1. За глибиною оранки визначають *ширину захвату корпусу плуга* (ширину скиби), v :

$$v = ka \quad (2.1)$$

де k – дослідний коефіцієнт. Для циліндричних та культурних полиць $k = 1,3 \dots 1,4$, для напівгвинтових $k = 1,5 \dots 1,6$; a – глибина оранки.

1.2.2. Контур корпусу плуга в фронтальній площині проекції визначається *профілем борозни* (рис. 2.1, a). Обертання скиби корпусом можна подати умовно як послідовне переміщення її поперечного перерізу, що має форму прямокутника $ABCD$. Відрізана скиба під дією полиці повертається спочатку відносно ребра B до вертикального положення BA_1D_1C' , а потім – відносно ребра C' до дотику з раніше відваленою скибою.

Геометрична фігура $DABC''B''A''$ схематично вказує профіль борозни, залишеної на полі після проходження корпусу плуга. Точка D'' знаходиться на рівні з поверхнею поля.

1.2.3. У профіль борозни вписують *фронтальну проекцію корпусу* (рис. 2.1, a). Будову розпочинають з польового обрізу AE . Висота польового обрізу $H = v$. Точка E польового обрізу віддалена від площини стінки борозни на 5...10 мм.

Потім будують верхній обріз. Він зображається дугою радіусом H_{\max} , яка проведена з точки B , і дотичною з точки E .

Найбільша висота полиці:

$$H_{\max} = \frac{v^2}{2a} + \frac{a}{2}, \quad (2.2)$$

де $\Delta H_{\max} = - (0 \dots 20)$ мм, якщо $a \geq 160$ мм.

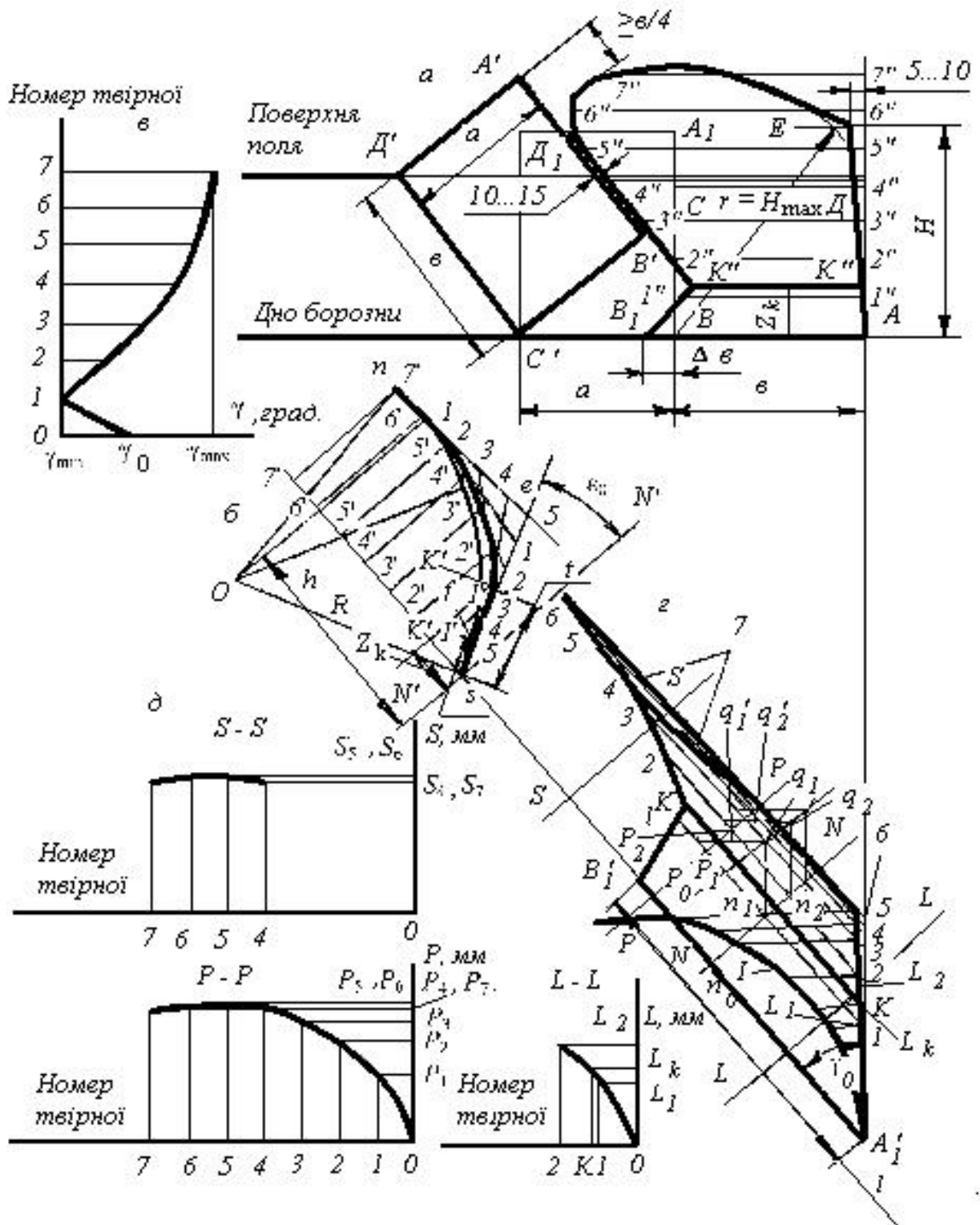


Рис. 2.1. Схема лемішно-полицевої поверхні

Побудову борозного обрізу розпочинають з прямої лінії, паралельної $A'B'$ і розміщеної від неї на відстані 10...15 мм. Проведену пряму борозного обрізу довільної кривої плавно з'єднують з дугою верхнього обрізу. Виліт крила потрібно обмежити прямою, що проходить перпендикулярно до грані $A'B'$ на відстані $\geq 0,25e$ від грані $A'D'$. Нижній обріз корпусу AB збігається з дном

борозни. Довжина нижнього обрізу на цій проекції дорівнює $v + \Delta v$, де $\Delta v = 25 \dots 35$ мм. Нижню частину борозного обрізу B_1K'' можна побудувати після креслення напрямної кривої.

1.2.4. Для побудови напрямної кривої (рис. 2.1, б) необхідно розрахувати радіус R за формулою

$$R \geq \frac{v}{\left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon_0\right) \cos \gamma_0}, \quad (2.3)$$

де ε_0 – кут, що визначає встановлення лемеша відносно дна борозни, радіан (рис. 2.2);

γ_0 – кут, що визначає положення нижньої твірної відносно стінки борозни, град.

Із точки B'' під кутом ε_0 до лінії $N'N'$ проводять похилу $B''M$. Точку B'' зручно розмістити на продовженні прямої $A'_1B'_1$, проведеної під кутом γ_1 до лінії A'_1A , що зображає стінку борозни. У цьому випадку $N'N'$ перпендикулярна до $A'_1B'_1$.

Із точки B'' проводять перпендикуляр до $B''M$, на якому відкладають величину R і отримують точку O . Із центра O проводять дугу $B''n$. Точка n розміщена від лінії $N'N'$ на відстані H_{\max} . З'єднавши точки O та n прямою, до останньої з точки n проводять перпендикуляр до перетину з лінією $B''M$ у точці e . На прямій $B''e$ відкладають ширину плоскої частини лемеша s і отримують точку f (якщо $a = 180 \dots 220$ мм, то $s = 50$ мм; якщо $a = 221 \dots 300$ мм, то $s = 60$ мм).

Відрізки fe та en поділяють на рівну кількість частин. Однойменні точки з'єднують прямими лініями. Вписують параболу як дотичну до цих прямих ліній (від точки f до точки n). Від точки B'' відкладають ширину лемеша t , яка вибирається залежно від заданої глибини оранки ($t = 114, 127$ та 132 мм) і отримують точку K' . Відстань від лінії $N'N'$ до точки K' (Z_k) визначає відстань від дна борозни до лінії стику лемеша з полицею. Це надає можливість закінчити будову фронтальної проекції корпусу. Для цього на відстані Z_k від лінії AB_1 на фронтальній проекції проводять лінію $K''K''$.

1.2.5. Зміна кутів нахилу твірної до стінки борозни відбувається за складними законами (рис. 2.3). Зі збільшенням висоти твірної над дном борозни від $Z = 0$ до Z_1 кут нахилу твірної до стінки борозни γ зменшують згідно із законом прямої. На ділянці від Z_1 до Z_{\max} кут γ змінюється за параболією. Якщо ввести додаткові координати X та Y , то рівняння парабол можна зобразити так:

а) для культурних корпусів

$$Y = \frac{6X^2}{X^2 + 1} \quad (2.4)$$

б) для напівгвинтових корпусів

$$Y = \frac{X^2}{2p}, \quad (2.5)$$

де p – параметр параболи.

Для циліндричних корпусів кут нахилу твірної до стінки борозни залишається постійним зі зміною від 0 до Z_{\max} .

Для побудови $\gamma = f(z)$ необхідні додаткові обчислення. Попередньо вибирають величину Z_1 , яка знаходиться в межах 50...100 мм і залежить від типу лемішно-полицевої поверхні. Після цього за формулою: $X_i = Z_i - Z_1$, підраховують X_i . Рекомендується прийняти $X_1 = 50$ мм; $X_2 = 100$ мм і т.д.

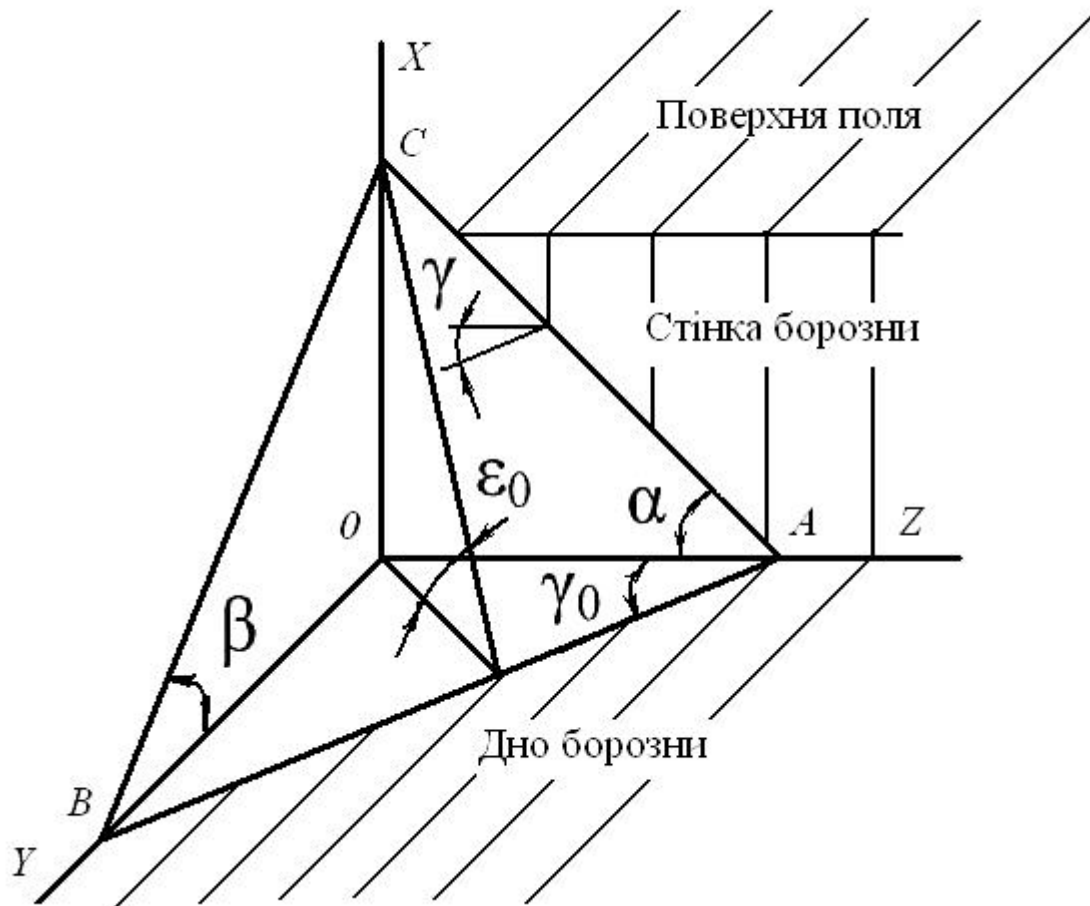


Рис. 2.2. Кути, що характеризують лемішно-полицеву поверхню

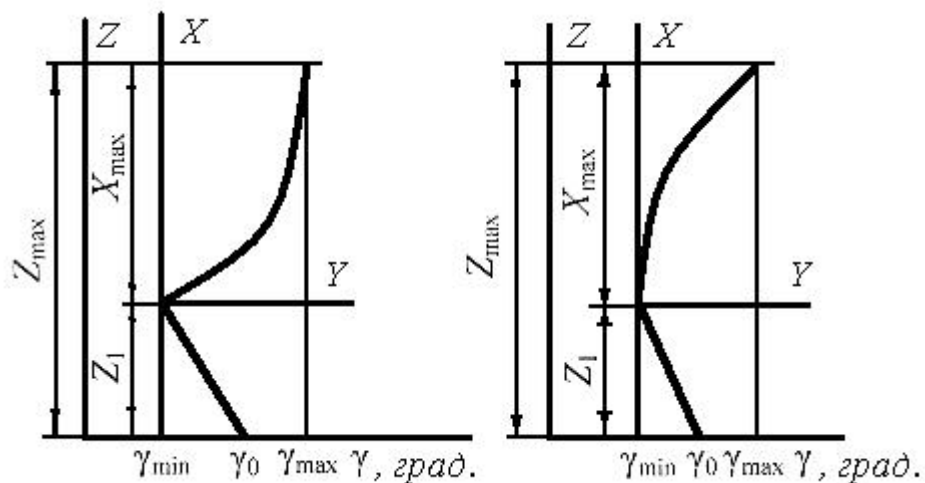


Рис. 2.3. Графіки зміни кутів γ :

- а) для культурних поверхонь;
- б) для напівгвинтових поверхонь

Підставляючи X_i в рівняння (2.4) та (2.5) знаходять Y_i . При цьому

$$\lambda = \frac{X_i}{H_{\max}} \quad (2.6)$$

де λ – масштабний коефіцієнт.

Приклад визначення γ_i для культурних корпусів.

Нехай $\gamma_{\max} = 49^\circ$; $\gamma_{\min} = 42^\circ$; $H_{\max} = 290$ мм; $Z_1 = 50$ мм, тоді:

$$\lambda = \frac{X_i}{H_{\max}} = \frac{X_i}{290}$$

де $\lambda = \frac{\gamma_{\max} - \gamma_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}}$

Звідси

$$\lambda = \frac{49 - 42}{60 - 30} = \frac{7}{30}$$

Тут

$$X_i = \lambda \cdot H_{\max} = \frac{7}{30} \cdot 290$$

Якщо $X_i = 50$ мм,

$$\lambda = \frac{50}{290} = \frac{5}{29}$$

тоді

Z , мм	X , мм	γ , град.
0	0	42
50	12,4	43,64
...
290	53	49

Приклад визначення γ_i для напівгвинтових корпусів.

Нехай: $\gamma_{\max} = 47^\circ$; $\gamma_{\min} = 35^\circ$; $H_{\max} = 410$ мм; $Z_1 = 60$ мм, тоді:



де $\lambda = 1$ град/мм.



Тут $X_{\max} = H_{\max} - Z_1 = 410 - 60 = 350$ мм.

Якщо $X_1 = 50$ мм,

тоді

X , мм	Z , мм	γ , град.
0	0	35
50	0,24	35,24
...
350	12	43

1.2.6. Для побудови горизонтальної проекції корпусу необхідно скористатися фронтальною проекцією (рис. 2.1, а), напрямною кривою (рис. 2.1, б) та графіком $\gamma = f(Z)$ (рис. 2.1, в). На фронтальній проекції слід нанести кілька горизонталей (твірних): $1''-1''$, $2''-2''$ і т.д. Горизонталі зручно розміщати через 50 мм (рис. 2.1, а).

Побудову горизонтальної проекції починають з лека $A'_1 B'_1$ (рис. 2.1, з). Проводять лінію під кутом γ_0 до стінки борозни. Вона буде горизонтальною проекцією лінії AB_1 .

На відстані l для напівгвинтових або $2/3l$ для культурних полиць від носка лемеша розміщують точку n_0 . Для циліндричних полиць місце розміщення точки n_0 на лезі лемеша не має значення.

Через цю точку перпендикулярно лезу лемеша проводять горизонтальний слід площини напрямної кривої NN . Графік напрямної кривої (рис. 2.1, б) розтинають лініями $1'-1'$, $2'-2'$ і т.д., проведеними на такій самій відстані одна від одної, що й лінії $1''-1''$, $2''-2''$ і т.д. фронтальної проекції корпусу.

На кресленні напрямної кривої вимірюють відрізки $1'-1'$, $2'-2'$ і т.д., які відкладають від точки n_0 на горизонтальному сліді площини NN напрямної кривої. Знаходять точки n_1 , n_2 і т.д. З допомогою графіка $\gamma = f(Z)$, орієнтуючись на висоту розміщення твірних над дном борозни, визначають кути γ твірних до стінки борозни.

Через точки n_i проводять прямі $1-n_1-1$, $2-n_2-2$ і т.д. під відповідними кутами γ_i до стінки борозни. Для цього рекомендується через точки n_i провести прямі, паралельні прямій, що зображає стінку борозни AA'_1 . На цих лініях слід відкласти відрізок довжиною 10 мм (n_1q_1 , n_2q_2). Через точки q_i провести лінії, перпендикулярні n_iq_i , на яких відкладають відрізки $q_iq_i = 10 \text{tg} \gamma_i$. Потім з'єднують точки q_i та n_i прямими, які продовжують в обидва боки. Ці прямі і будуть являти собою горизонтальні проекції твірних $1''-1''$, $2''-2''$ і т.д.

На горизонтальній проекції твірних переносять відповідні точки контуру корпусу з фронтальної проекції. Наприклад, точки $3''-3'''$ переносять на лінію $3-3'$ і т.д. Послідовно з'єднуючи всі крайні точки твірних, отримують контур лемішно-полицевої поверхні в горизонтальній площині.

1.2.7. *Крива польового обрізу 1* (рис. 2.1, *з*) будується за допомогою прямих, проведених через точки $1, 2$ і т.д. перпендикулярно прямій $A'E'$. На цих прямих відкладають відстані $A-1''$, $A-2''$ і т.д., які заміряні на фронтальній проекції. Отримані точки з'єднують плавною кривою.

1.2.8. *Крива для шаблону* будується для будь-якої взятої площини, проведеної перпендикулярно лезу лемеша, за винятком площини напрямної кривої. Для цього на деякій прямій (рис. 2.1, *д*) відкладають відрізки $0-1$, $1-2$ і т.д., які рівні $B''-1'$, $B''-2'$ і т.д. (див. графік напрямної кривої). Потім з горизонтальної проекції на ординату кривої для шаблону переносять $P_0 - P_1$, $P_0 - P_2$ і т.д. По координатах будують точки, які з'єднують між собою. Отримана крива буде являти собою криву для шаблону в перетині $P-P$. Такі криві слід побудувати також для площин, які проходять через лезо і польовий обріз, і за межами кінця леза через борозний і верхній обрізи.

У додатку 2 наведений приклад розрахунку основних параметрів лемішно-полицевої поверхні.

2. Кінематичний та силовий розрахунки взаємодії плуга з механізмом начіпки трактора

2.1. Зміст завдання

2.1.1. Накреслити схему механізму начіпки з плугом в робочому положенні.

2.1.2. Визначити сили, що діють на плуг.

2.1.3. Визначити реакції на ободі опорного колеса.

2.1.4. Зробити аналіз переведення плуга із робочого стану в транспортний.

2.1.5. Визначити тиск у гідросистемі.

2.1.6. Визначити тривалість піднімання плуга.

Завдання виконується згідно з вихідними даними, що наведені в додатку 3 відповідно до варіанта на креслярському папері розміром 420x594 мм (формат А2). На форматі наводяться схеми згідно з рис. 2.4, 2.5 і 2.6.

2.2. Виконання завдання

2.2.1. Накреслити схему механізму начіпки з плугом у робочому положенні в фронтальній та горизонтальній площинах (рис. 2.4, *а*; 2.4, *б*). Вихідні дані наведені в додатку 3.

Побудову схеми механізму начіпки починають із зображення трьох горизонтальних ліній, що являють собою дно борозни, поверхню поля, яка знаходиться від дна борозни на відстані, рівній глибині оранки, і лінії, що

проходить через вісь підвісу (геометричну вісь пальців плуга, за допомогою яких з'єднують плуг з шарнірами нижніх тяг).

На відстані радіуса заднього колеса (для колісного трактора) або ведучої зірочки (для гусеничного трактора) від поверхні поля вибирають положення центра колеса або зірочки (точка O).

За заданими значеннями координат ($X_1, Y_1, Z_1 ; X_2, Y_2, Z_2$ і т.д.) розміщують опорні підшипники механізму начіпки трактора (точки 1, 2, 3, 4).

Із точки 1 кріплення нижніх тяг радіусом 1-5 роблять зарубки на лінії, яка проходить через вісь підвіски (точка 5). Пряма 1-5 визначає положення нижніх тяг.

Із точки 5 проводять вертикаль, на якій відкладають задану висоту ланки 5-9 (точка 9). Верхню частину ланки (точка 9) з'єднують з підшипниками кріплення верхньої тяги на тракторі (точка 2).

Користуючись відомими значеннями довжин ланки, будують відсутні ланки механізму начіпки.

За заданими координатами креслять опорні колеса і середній або умовно середній корпус.

Криву польового обрізу середнього корпусу зображують таким чином, щоб вона проходила через точку прикладання рівнодійної сил опору.

2.2.2. Визначення сил, діючих на плуг.

Елементарні нормальні і дотичні сили, що діють на робочі органи плуга, являють собою просторову систему сил. Просторова система сил може бути замінена площинними силовими характеристиками.

На рис. 2.4 зображені:

- фронтальна проекція рівнодіючої – сила R_{zx} ;
- горизонтальна проекція R_{xy} .

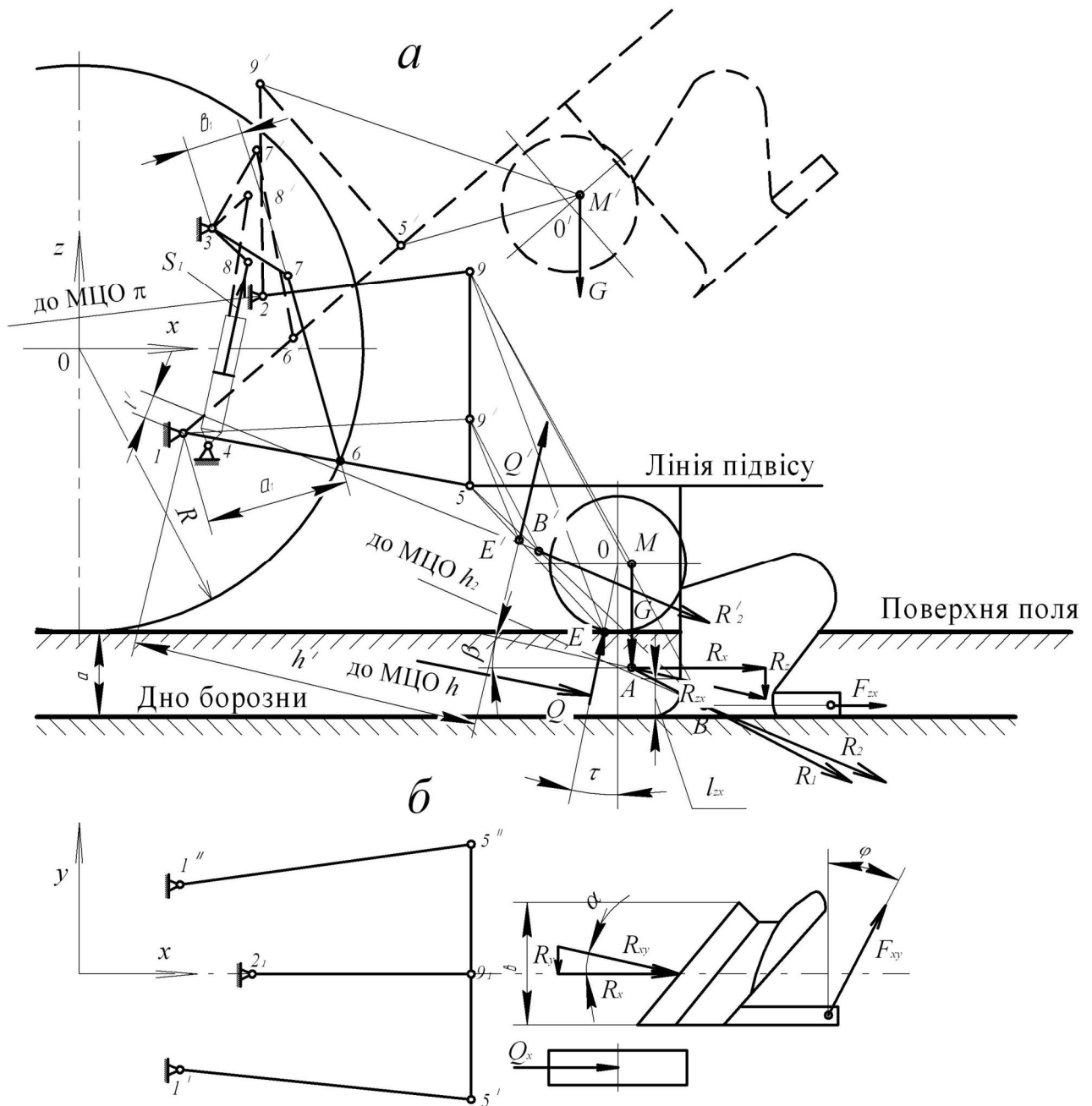


Рис. 2.4. Схема сил, що діють на плуг

Горизонтальна складова, що спрямована уздовж осі x , визначається за формулою:

$$R_x = kc, \quad (2.7)$$

де k – питомий опір плуга, H/m^2 ;

a – глибина оранки, m ;

c – ширина захвату корпусу, m ;

n – кількість корпусів.

Силу R_z визначають за формулою:

$$R_z = Ql, \quad (2.8)$$

Складова R_y , що діє в площині, перпендикулярній руху агрегату, визначається за формулою:

$$R_{xz} \quad (2.9)$$

Інші сили: R_x, R_y, R_z

Лінія дії R_{zx} перетинає польовий обріз при гострих лемешах на відстані $l_{zx} = 1/2 a$ від дна борозни. Величина $l_{xy} = (0,3...0,5) a$.

У процесі аналізу силової взаємодії плуга з ґрунтом допускають, що R_x, R_y, R_z , які діють на кожний корпус, можна привести до одного середнього корпуса плуга. Якщо кількість корпусів парне число, то приймають умовний середній корпус, носок якого розміщений на однаковій відстані від носків переднього і заднього корпусів.

Крім сил опору ґрунту, на плуг діють:

- сила ваги Y , яка прикладена до центра ваги плуга;
- сила тертя F польових дошок об стінку борозни;
- реакція Q поверхні поля на обід опорного колеса сили тяги $P (P_{zx}, P_{xy})$.

Силу F можна привести до кінця польової дошки середнього корпуса.

Величина F_{xz} визначається за формулою

$$F_{xz} = f Y \quad (2.10)$$

де f – коефіцієнт тертя сталі об ґрунт, $f = 0,5$.

Напрямок реакції ґрунту Q на обід колеса відхиляється від вертикалі, проведеної через вісь колеса на кут τ , відповідний коефіцієнту перекочування колеса по ґрунту μ . Значення $\mu = 0,1...0,2$; $\mu = \text{tg} \tau$.

Сила тяжіння плуга G

$$G = m_n g \quad (2.11)$$

де m_n – маса плуга;

g – прискорення вільного падіння.

Масу плуга можна визначити на основі питомої металоємкості на 1 м ширини захвату $m_n = q_n B$,

де q_n – питома металоємкість, $q_n = 450...510$ кг/м.

2.2.3. Визначення реакції на ободі опорного колеса.

Начіпний плуг з'єднується з трактором за допомогою механізму начіпки. На рис. 2.4, а наведені схеми механізмів начіпки трактора з плугом у фронтальній площині в робочому положенні (суцільні лінії), на рис. 2.4, б у горизонтальній площині.

Верхня 2-9 і нижня 1-5 ланки механізму начіпки разом з ланкою 5-9 плуга і рамою трактора 1-2 створюють чотириланник 1-5-9-2. Сили, що діють на плуг, сприймаються ланкою 5-9, яка не має постійного центра обертання. Миттєвий центр обертання π цієї ланки знаходиться на перетині продовження ланок 1-5 та 2-9.

Реакцію ґрунту на опорне колесо визначають із рівняння моментів усіх сил, які діють на плуг, відносно миттєвого центра обертання π начіпної машини.

Для зручності сили R_{zx} , Y , F_{xz} замінюють результируючою R_2 . Величину цієї результируючої знаходять за допомогою багатокутника сил. Для цього з довільної точки P_1 (рис. 2.5, а) відкладають в деякому масштабі G , R_{zx} , F_{zx} (тут R_{zx} – рівнодіюча сил R_z та R_x).

Щоб визначити точку прикладання результируючої R_2 , на схемі плуга знаходять точки A і B . Точка A лежить на перетині лінії дії сил тяжіння плуга G та сили R_{zx} . Ця точка є точкою прикладання результируючої R_1 сил G та R_{zx} . На перетині лінії дії R_1 та F_{zx} знаходиться точка B , до якої прикладена результируюча R_2 від сил R_1 та F_{zx} . Результируючу R_2 під тим самим кутом нахилу до горизонту переносять з силового багатокутника в точку B на схему плуга.

Сума моментів усіх сил, що діють на плуг відносно миттєвого центру обертання дорівнює



$$\text{Звідси } Q = \frac{R_2 h_2}{h}. \quad (2.12)$$

Якщо величину Q нанести на план сил, то можна визначити повну результируючу P_{zx} усіх сил, які діють на плуг у фронтальній площині, включаючи й реакції ґрунту на опорне колесо.

Розклавши силу P_{zx} за напрямками 2-9 та 1-5, знаходимо сили S та $N_1 + N_2$ у ланках механізму начіпки.

Якщо миттєвий центр обертання π начіпної системи не розміщується в межах аркуша, то для визначення Q доцільно скористатись методом М.Є. Жуковського. При цьому план швидкостей, повернутий на 90° , можна сумістити з механізмом начіпки.

За полюс швидкостей можна прийняти точку 1 (рис. 2.4, а) кріплення нижніх тяг на тракторі, а вектор швидкості точки 5, що спрямований фактично перпендикулярно ланці 1-5, повернути на 90° і розмістити уздовж ланки 1-5. При цьому масштаб необхідно задати таким чином, щоб довжина вектора швидкості точки 5 дорівнювала довжині ланки 1-5.

Щоб визначити швидкість точки 9, на плані швидкостей необхідно провести лінію 1-9 паралельну ланці 2-9, оскільки вектор швидкості точки 9, повернутий на 90° , буде розміщуватись саме в напрямку ланки 2-9.

$$\text{Швидкість точки 9} \quad \vec{v}_9 = \vec{v}_5 + \vec{v}_{9-5}, \quad (2.13)$$

тобто вектор швидкості точки 9 можна розглядати як суму векторів швидкості точки 5 і точки 9 відносно точки 5.

Вектор \vec{v}_{9-5} буде розміщуватись уздовж ланки 5-9. Тому точка 9' перетину ланки 5-9 з лінією дії ланки 2-9 і визначить значення \vec{v}_9 . Далі необхідно побудувати вектори швидкостей точок прикладання Q та R_2 . Враховуючи, що ці сили прикладені до деталей, які жорстко зв'язані з ланкою

5-9, швидкості кінцевих точок якого визначені, можна скористатись методом схожості.

На плані швидкостей необхідно провести лінію 5-В та лінію 9'-В', що паралельна 9-В. Точка перетину цих ліній дозволить визначити кінець вектора швидкості точки В.

Аналогічно знаходять і вектор швидкості точки Е.

Згідно з теоремою М.Є. Жуковського вектори сил R_2 та Q потрібно перенести паралельно самим собі в однойменні точки повернутого плану швидкостей (позначимо на плані швидкостей сили Q та R_2 через Q' та R'_2).

Сума моментів від сил Q' та R'_2 відносно полюса плану (точка І) буде дорівнювати нулю, тобто

$$Q'h' - R'_2l' = 0.$$

$$\text{Звідси } Q' = Q = R'_2l'/h'. \quad (2.14)$$

У горизонтальній площині на плуг діє сила R_{xy} (рис. 2.1, б), реакція ґрунту на опорне колесо Q_x , реакція стінок борозни на польові дошки F_{xy} та сила тяги P_{xy} .

Зазначені сили наносять на проекцію схеми плуга в горизонтальній площині, силу R_{xy} прикладають до середнього корпусу під кутом α до напрямку руху. Кут

$$\alpha = \arctg(R_y/R_x). \quad (2.15)$$

Сила Q_x (рис. 2.4, б) є проекцією сили Q на горизонтальну площину ($Q_x = Q\sin\theta$). Сила F_{xy} прикладена до польової дошки середнього корпусу під кутом тертя φ до нормалі.

Побудову багатокутника сил (рис. 2.5, б) починають із складання сил R_{xy} та Q_x . Із полюса P_2 в прийнятому масштабі проводять вектор сили R_{xy} , із його кінця вектор сил Q_x . З'єднуючи початок вектора R_{xy} з кінцем вектора Q_x , отримують значення і напрямок руху рівнодіючої цих сил R_3 . Із кінця вектора R_3 відкладають вектор сили F_{xy} . Їх складання дає вектор сили тяги P_{xy} . Розклавши P_{xy} за напрямками 2-1-9₁, 1'-5' та 1''-5'', знаходимо сили S , N_1 та N_2 у ланках механізму начіпки.

Проекції сил P_{xy} та P_{xz} на вісь Х мають бути однаковими.

У разі необхідності слід провести корегування за рахунок сили F .

2.2.4. Аналіз переведення плуга із робочого стану в транспортний.

Сила S_1 , що виникає на штокові гідроциліндра при піднятті плуга, обчислюють за формулою

$$S_1 = M_c / i\eta L', \quad (2.16)$$

де M_c – момент опору від сил, діючих на плуг при піднятті (відносно миттєвого центра обертання плуга π);

L' – плече сили S_1 відносно осі обертання ланки 8-3, до якого прикладена сила S_1 ;

η – к.к.д. механізму (в приблизних обчисленнях $\eta = 1,0$);

i – передавальне відношення механізму, $i = i_{12}$;

i_1 – передавальне відношення чотириланника 1-6-7-3, $i_1 = a/c/a$;

i_2 – передавальне відношення чотириланника 1-5-9-2, $i_2 = 4/1$;

l_1 – довжина ланки 1-5;

λ – відстань від точки 5 до п.

Якщо миттєвий центр обертання начіпки плуга на аркуші не розміщується, то значення S_1 визначають, користуючись методом М.Є. Жуковського.

План швидкостей побудований за межами механізму начіпки (рис. 2.6, а).

Швидкість точки 5 у довільному масштабі зображена відрізком V_1-5' (вектор швидкості проведений із полюса V_1 паралельно ланці 1-5). Потім із полюса плану швидкостей проведена лінія V_1-9' , що паралельна ланці 2-9, а із точки $5'$ – лінія $5'-9'$, що паралельна 5-9. Точка $9'$ перетину цих ліній визначає кінець вектора швидкості точки 9 механізму начіпки.

На відрізку $5'-9'$ побудований трикутник, подібний трикутнику $5-9-M$. Вектор V_1M є не що інше, як швидкість центра тяжіння плуга.


Вектор швидкості точки 6 буде меншим від вектора швидкості точки 5 в стільки разів, в скільки разів ланка 1-6 менша від ланки 1-5.

Швидкість точки 7 визначається таким чином:

$$\overline{V_1-7} = \overline{V_1-6} \cdot \overline{V_1-7} \quad (2.17)$$

Тому із полюса плану швидкостей проведена лінія V_1-7 , що паралельна ланці 3-7, до перетину з лінією $6'-7'$, проведеної з точки $6'$ паралельно ланці 6-7. На відрізку V_1-7' побудований трикутник, подібний трикутнику $3-7-8$. Так визначається вектор швидкості точки 8, до якої прикладена сила S_1 :

Без урахування опору шару ґрунту



Звідси $S_1 = \frac{CH}{L}$. (2.18)

2.2.5. Тиск у гідросистемі, МПа $P = \frac{4S_1}{\pi d^2}$, (2.19)

де d – діаметр поршня гідроциліндра, мм.

На рис. 2.6, б зображений повернутий план швидкостей механізму начіпки в кінці підняття плуга (без урахування сили тяжіння і опору ґрунту).

2.2.6. Тривалість піднімання плуга можна розрахувати за формулою

$$t = \frac{l}{v} = \frac{1 \text{ м}}{v \cdot 1000 \text{ м/с}}, \quad (2.20)$$

де l – хід штока (вимірюється з креслення), мм;

v – швидкість висування штока, мм/с;

Q_T – розрахункова продуктивність насоса, л/хв;

η_0 – об'ємний к.к.д., $\eta_0 = 0,95$.

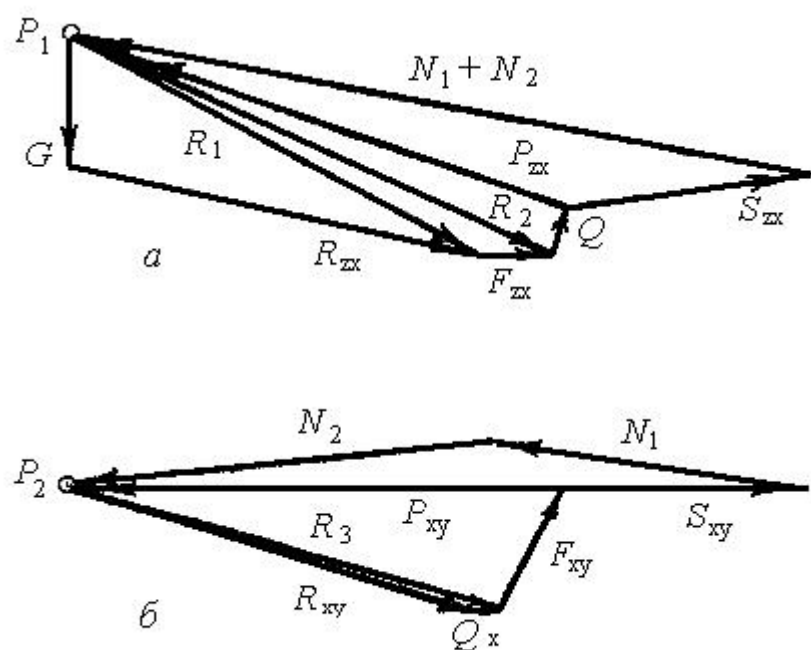


Рис. 2.5. Багатокутник сил

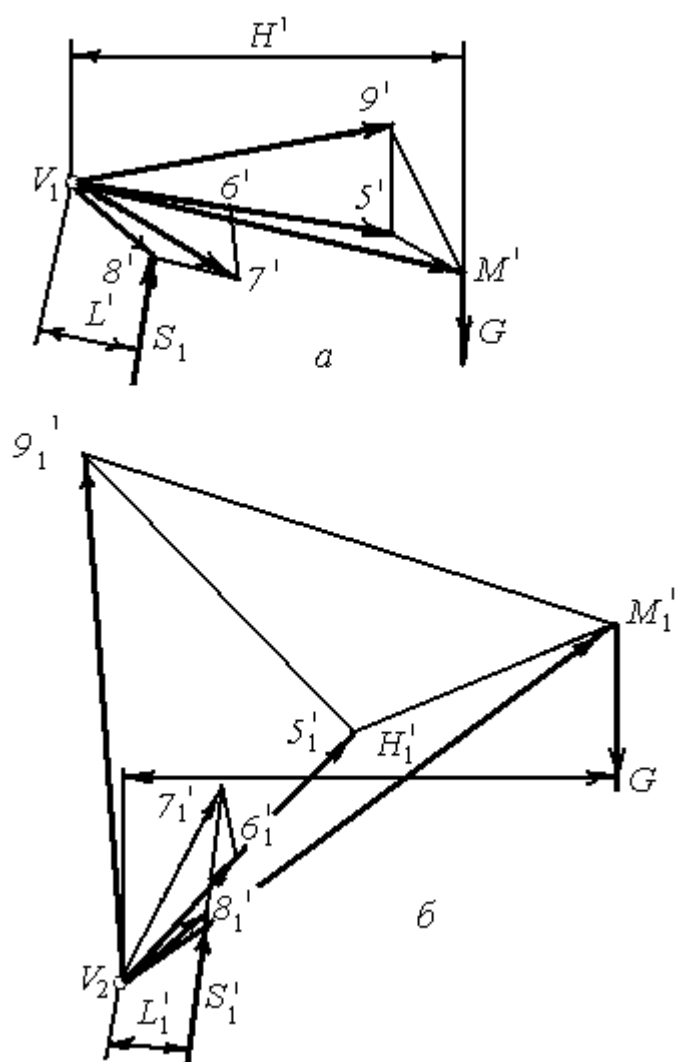


Рис. 2.6. План швидкостей

У додатку 4 наведений приклад кінематичного та силового розрахунку взаємодії плуга з механізмом начіпки трактора.

3. Розміщення зубів на рамі борони

3.1. Зміст завдання

3.1.1. Визначити кількість планок і проекцію похилої.

3.1.2. Побудувати зубове поле борони.

3.1.3. Визначити ширину захвату і довжину секції борони.

3.1.4. Зобразити сили і побудувати багатокутник сил, що діють на борону в профільній площині проекцій.

Завдання виконується відповідно до вихідних даних, що наведені в додатку 5 відповідно до варіанта на креслярському папері розміром 210x297 мм (формат А4). На форматі наводяться фронтальна і профільна проекції (рис. 2.7 або 2.8) борони. На профільній проекції проводяться діючі на борону сили. На цьому самому форматі наводиться силовий багатокутник (рис. 2.9). Розрахункові дані розміщуються так само на цьому форматі.

3.2. Виконання завдання

При розміщенні зубів на рамі борони необхідно враховувати такі основні вимоги.

1. Кожний зуб має проводити самостійну борозенку.

2. Борозенки по всій ширині захвату повинні знаходитися на однакових відстанях.

3. Кожний зуб має працювати в однакових умовах, що досягається правильним розміщенням їх на рамі.

4. Відстань між зубами, які проводять сусідні борозенки, повинна забезпечувати незабиваність проміжку між ними.

5. Сила тяги для забезпечення сталого ходу борони має проходити через слід центра ваги і бути спрямованою під кутом 15° ... 20° до горизонту.

Цим вимогам найбільш повно задовольняє розміщення зубів на розгортках багатоходового гвинта.

При побудові зубового поля користуються двома різноманітними методами:

а) зуби розміщуються в точках перетину розгортки гвинтових ліній з утворюючими циліндрами (поперечними планками), розташованими на однаковій відстані одна від одної;

б) зуби розміщують у точках перетину розгортки прямого й зворотного напрямків.

У першому випадку одержують поширену борону «Зигзаг», що складається з поздовжніх і поперечних планок, з'єднаних між собою зубами, вставленими в місцях їх перетину. Поздовжні планки намічають по розгортках основного і додаткового (зворотного) гвинтів, тому вони мають зигзагоподібну форму, поперечні планки прямолінійні.

У другому випадку планки прямолінійні і накладені одна на іншу по розгортках прямої і зворотної гвинтових ліній.

У передній і задній частинах ланки всі планки зв'язані поперечними смугами. За такою схемою виготовляють сучасні середні і важкі швидкісні борони.

У багатоходовому гвинті

$$T = Kb, \quad (2.21)$$

де T – крок гвинта;

K – кількість заходів;

b – зсув розгорнутих ліній одна відносно іншої.

Позначивши ширину міжряддя через a , маємо

$$B = Ma = \frac{T}{K}, \quad (2.22)$$

де M – кількість поперечних планок, що дорівнює кількості зубів на розгортці гвинтової лінії.

Звідси:

$$T = bK = MKa. \quad (2.23)$$

При розрахунках рекомендується визначати проекцію похилої T_1

$$T_1 = (M - 1) Ka. \quad (2.24)$$

Відповідно до типу борони і її призначення задаємося шириною міжряддя a , відстанню між поперечними планками h і зсувом b .

З формули (2.22) визначаємо кількість планок M . Обравши кількість ходів гвинта K , за формулою (2.24) знаходимо проекцію похилої T_1 .

У табл. 2.1 наведені раціональні параметри зубового поля.

При виборі кількості ходів гвинта необхідно виходити з того, що кількість ходів гвинта повинна не збігатися з кількістю поперечних планок M , не бути йому кратним. Недотримання цих умов призводить до того, що ту саму борозенку проводять кілька зубів.

Таблиця 2.1. Параметри розміщення зубів борін

Борони	Міжряддя a , мм	Зсув гвинтових ліній b , мм	Відстань між поперечними планками h , мм	Глибина ходу зубів, мм
Легкі	25...35	150...200	200...300	25...35
Середні	40...55	200...250	250...350	40...55
Важкі	50...75	250...400	300...450	75...125

Будь-яке зубове поле можна розглядати як розгортку лівостороннього гвинта або як розгортку правостороннього гвинта.

Забивання борони при роботі відбувається головним чином між зубами другої, третьої і четвертої поперечних планок. У зв'язку з цим відстань між першою і другою, четвертою і п'ятою планками може бути зменшена на величину $\Delta h = 50...150$ мм, залежно від типу борін.

Конструктивна ширина секції борони визначається за формулою

$$B_k = a(n - 1), \quad (2.25)$$

де n – кількість зубів в одній секції борони, $n = 20$.

Довжина борони, тобто відстань між крайніми рядами зубів, дорівнює:

$$L = h(M - 1). \quad (2.26, a)$$

Якщо відстані між крайніми і середніми планками різні,

$$L = \frac{h_1 + h_2}{2} M \quad (2.26, б)$$

Тяговий опір борони залежить від її маси, кількості зубів і опору ґрунту. З практичною метою при визначенні тягового опору можна користуватись виразом:

$$P_c = K_3 n, \quad (2.27)$$

де K_3 – опір одного зуба.

При проектуванні борони для визначення сили ваги G можна використати формулу

$$G = K_1 P_T \sin \alpha, \quad (2.28)$$

де P_T – сила тяги:
$$P_T = \frac{P_c}{\cos \alpha};$$

α – кут між напрямком сили тяги і горизонтальної площини (для більшості існуючих конструкцій цей кут дорівнює $15^\circ \dots 20^\circ$);

K_1 – коефіцієнт (його можна прийняти рівним 2...2,5). На рис. 2.7 зображене зубове поле борони «Зигзаг» (напрямок похилих вправо), на рис. 2.8 – зубове поле швидкісної борони (напрямок похилих вліво). На цих же рисунках зображені також сили, що діють на борону. На рис. 2.9 поданий силовий багатокутник. Умовою рівноваги є замкнутість силового багатокутника.

Довжина зуба борони визначається за формулою

$$l_3 = (0,6 \dots 0,8) b. \quad (2.29)$$

3.2.1. Визначають кількість планок M за формулою (2.22) і знаходять величину T_1 за формулою (2.24).

3.2.2. Побудова зубового поля борони ведеться таким чином.

Проводять паралельні лінії, що відповідають знайденій кількості планок M (1, 2, і т.д.) на відстані h одна від іншої і відмічають точку A (рис. 2.21 і 2.22). Від точки A на нижній планці відкладають відстань $T_1 = AB$ і з точки B відновлюють перпендикуляр до перетину з верхньою лінією M -ї планки в точці C .

З'єднавши точки A і C , одержуємо похилу пряму, що визначає напрямок розгортки гвинтової лінії.

На нижній планці від точки A відкладають ряд відстаней b , і через отримані точки проводять похилі прямі (позначені римськими цифрами), паралельні прямій AC . Перетин цих похилих прямих з поперечними планками утворить зубове поле проектованої борони.

3.2.3. Конструктивну ширину захвату і довжину борони визначають за формулами (2.25), (2.26, а) і (2.26, б) відповідно.

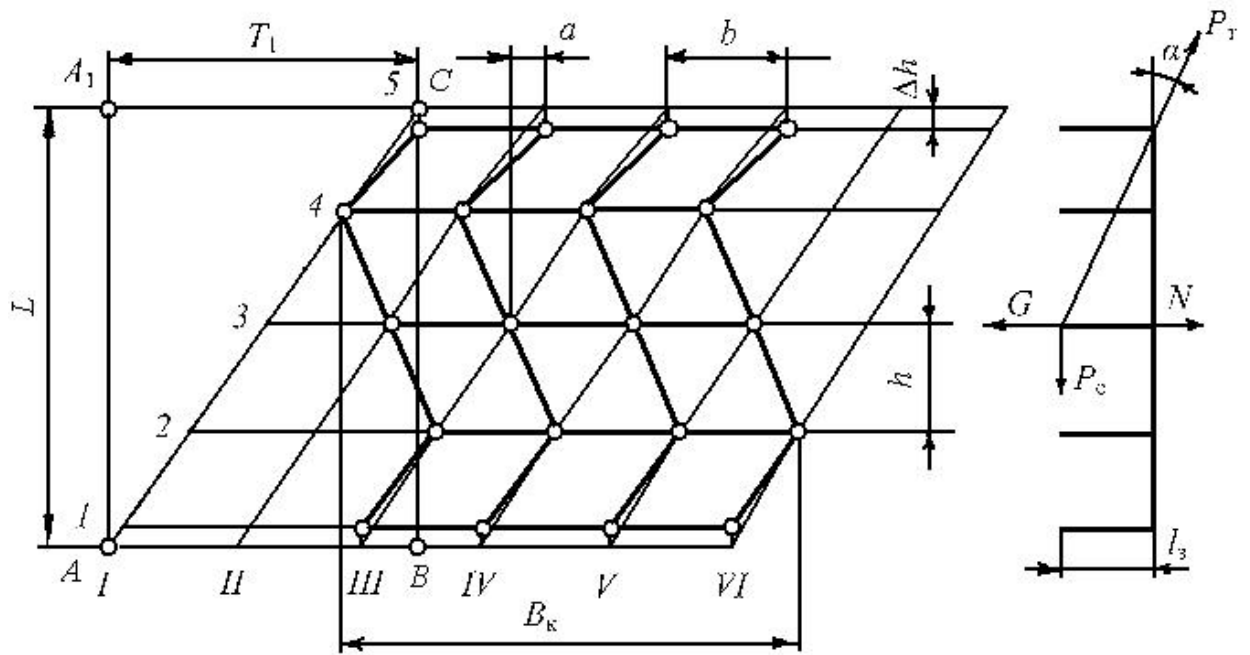


Рис. 2.7. Зубове поле борони «Зигзаг» (напрямок похилих вправо)

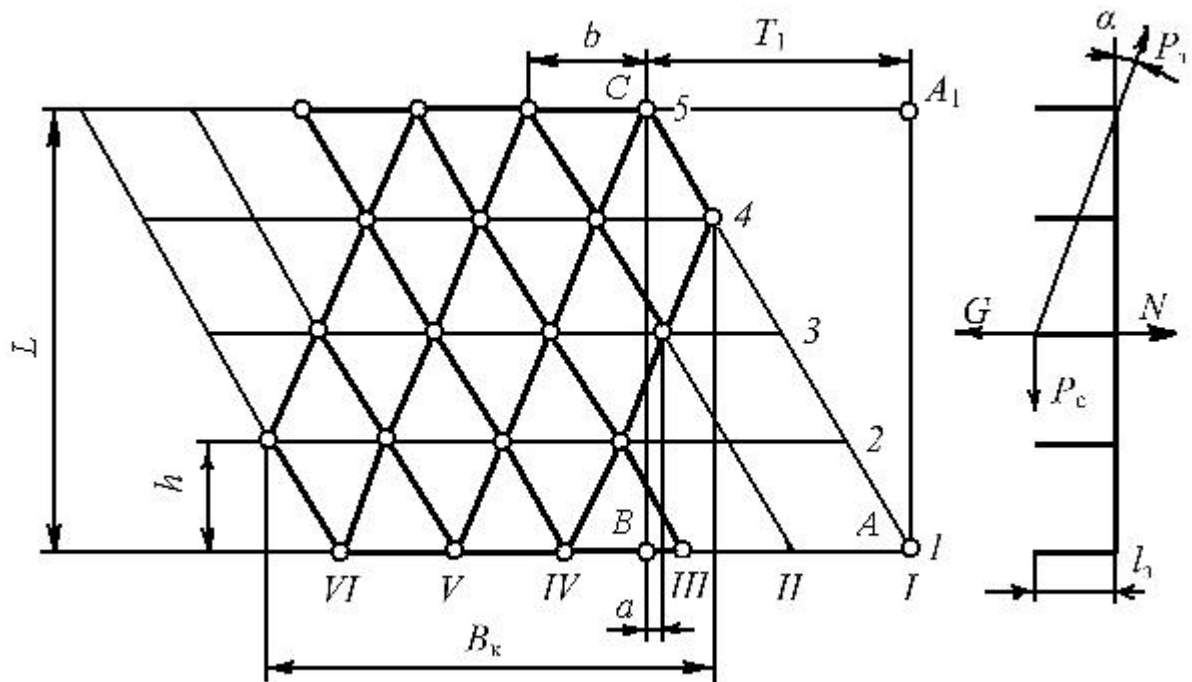


Рис. 2.8. Зубове поле швидкісної борони (напрямок похилих вліво)

3.2.4. Для побудови багатокутника сил (рис. 2.9), що діють на борону в профільній площині проєкцій, слід попередньо визначити тяговий опір P_c за формулою (2.27) і силу тяжіння G за формулою (2.28).

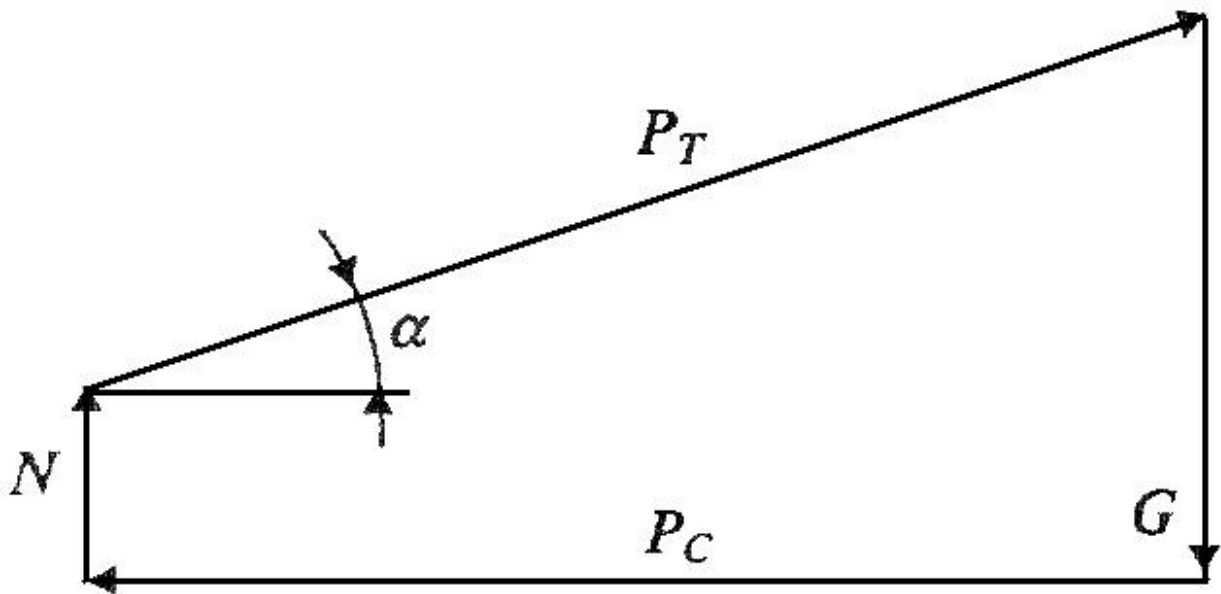


Рис. 2.9. Багатокутник сил, що діють на борону

У додатку 6 наведений приклад розрахунку параметрів зубової борони.

4. Розміщення дисків на осі батареї луцильника і борони

4.1. Зміст завдання

- 4.1.1. Визначити діаметр диска.
- 4.1.2. Визначити радіус кривизни сфери.
- 4.1.3. Визначити відстань між сусідніми дисками на осі батареї.
- 4.1.4. Побудувати горизонтальну і фронтальну проекції лез трьох дисків.
- 4.1.5. Визначити сили, що діють на диск знаряддя. Завдання виконується відповідно до вихідних даних, що наведені в додатку 7 відповідно до варіанта на креслярському папері розміром 297x210 мм (формат А4).

Розрахункові дані наводяться також на цьому форматі.

4.2. Виконання завдання

- 4.2.1. Визначаємо діаметр диска.

Основними геометричними параметрами сферичних дисків, що характеризують їх дію на ґрунт, є діаметр дисків D , радіус кривизни сфери R_c , кут атаки α (кут установки диска до напрямку руху агрегату). Важливим параметром є відстань b між дисками на горизонтальній осі.

Між глибиною обробітку a і діаметром диска D існує залежність

$$D = K a, \quad (2.30)$$

де K – коефіцієнт, для луцильників $K = 5 \dots 6$;

для дискових борін $K = 4 \dots 6$.

- 4.2.2. Радіус кривизни сфери знаходять із формули (2.31).

Діаметр диска і радіус його кривизни пов'язані співвідношенням

$$D = 2R_c \sin \beta, \quad (2.31)$$

де β – половина центрального кута.

4.2.3. Відстань між сусідніми дисками на осі батареї визначають аналітично за формулами (2.32) і (2.33) і графічно.

Відстань b між сусідніми дисками визначають, виходячи з двох умов:

- 1) усунення можливості заклинювання шару й окремих брил ґрунту між дисками (це досягається при $b \geq 1,5a$, де a – глибина обробітку ґрунту);
- 2) забезпечення допустимої висоти гребенів $a_{гр}$, на дні борозни ($a_{гр} \leq 0,5a$).

Відстань між сусідніми дисками однослідного знаряддя

$$b = \frac{b_1}{\cos \alpha}, \quad (2.32)$$

двослідного знаряддя

$$b = \frac{2h_1}{\cos \alpha}, \quad (2.33)$$

де b_1 – довжина хорди еліпса на висоті гребенів;

α – кут атаки.

Довжина хорди еліпса b_1 дорівнює

$$b_1 = c \sin \alpha, \quad (2.34)$$

де c – хорда окружності на висоті $a_{гр}$.

Величина c дорівнює

$$c = 2a_{гр} \sin \alpha, \quad (2.35)$$

Після підстановки значення (2.35) у рівняння (2.34) маємо

$$b_1 = 2a_{гр} \sin^2 \alpha, \quad (2.36)$$

Кут атаки α приймають:

- для луцильників $10 \dots 35^\circ$;
- для борін $10 \dots 25^\circ$.

4.2.4. Графічне визначення відстані між сусідніми дисками полягає в наступному. На горизонтальній площині проєкцій (рис. 2.10 і 2.11) проводять осьову лінію O_1O_1 до горизонту під кутом установки диска до напрямку руху. Перпендикулярно лінії O_1O_1 відкладають діаметр диска A_1B_1 . Через точки A_1 і B_1 проводять дугу радіусом сфери R_c . Центр радіуса сфери знаходиться на осі O_1O_1 .

Потім проєкцію леза диска повертають навколо A_1B_1 і сполучають із площиною креслення. Горизонтальна проєкція точки $I(I_1)$ при цьому виявляється в точці I'_1 .

Фронтальну проєкцію цієї точки знаходять так. Із точки I'_1 проводять перпендикуляр до лінії A_1B_1 і повертаються в точку I_1 . Фронтальна проєкція точки $I(I_2)$ лежить на перетині ліній зв'язку і дна борозни.

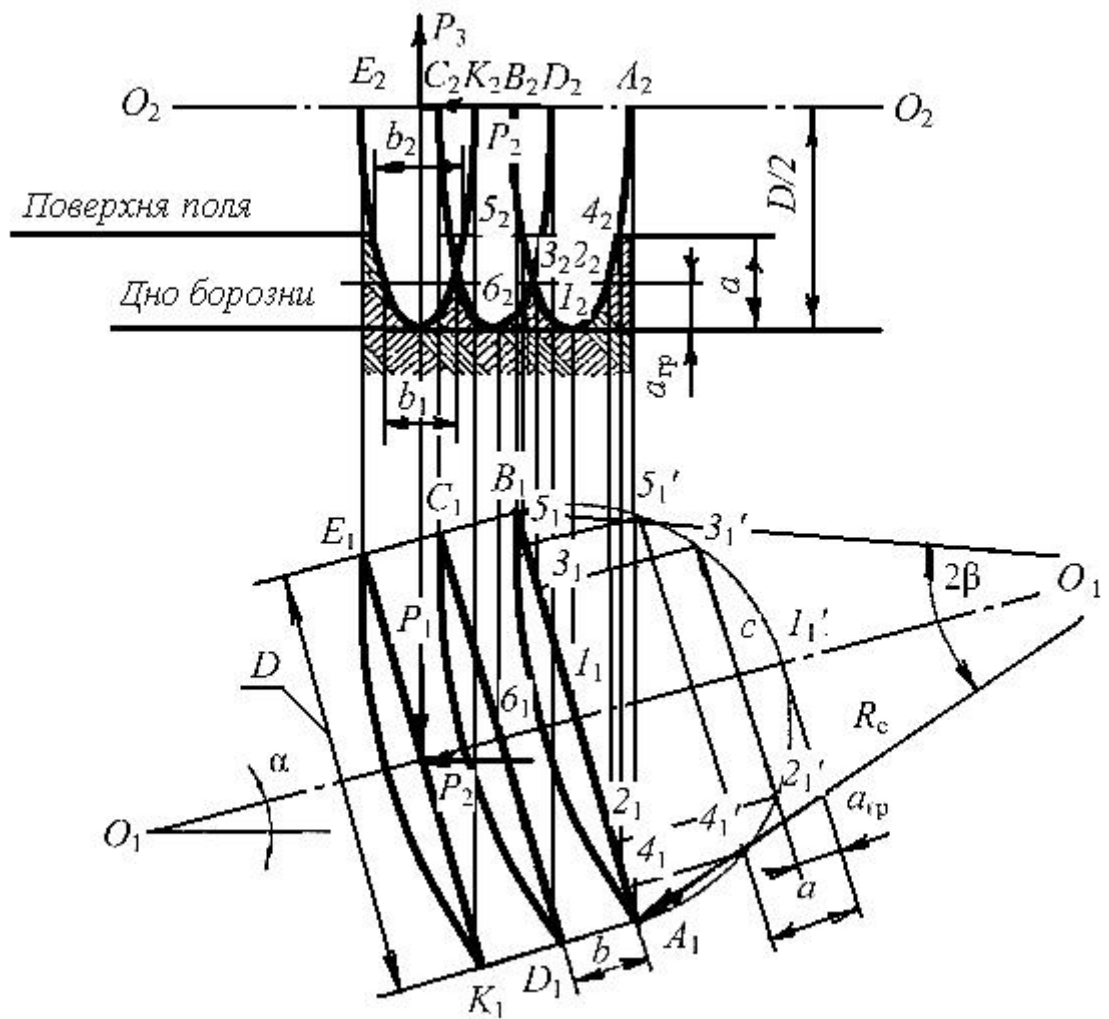


Рис. 2.10. Розташування дисків на осі батареї луцильника

Аналогічним чином знаходять інші точки на фронтальній площині проєкції. Наприклад, для побудови фронтальних проєкцій точок, розташованих від дна борозни на висоті гребнистості $a_{гр}$, необхідно від точки I'_1 , розташованої на горизонтальній площині проєкції, на відстані $a_{гр}$ провести хорду кола $2'_13'_1$. Із точок $2'_1$, $3'_1$ проводять перпендикуляри на A_1B_1 і одержують точки 2_1 і 3_1 . З цих точок на лінію, розташовану на фронтальній площині проєкції на відстані від дна борозни також на відстані $a_{гр}$, проводять лінії зв'язку й одержують точки 2_2 і 3_2 . Аналогічно одержують точки 4_2 і 5_2 , розташовані на поверхні поля. Точки A_2 і B_2 розташовані на перетині фронтальної проєкції осі O_2O_2 і ліній зв'язків, проведених з точок A_1 і B_1 відповідно.

Через знайдені точки A_2 , 4_2 , 2_2 , I_2 , 3_2 , 5_2 і B_2 проводять лекальну криву, що є фронтальною проєкцією диска (нижньої половини).

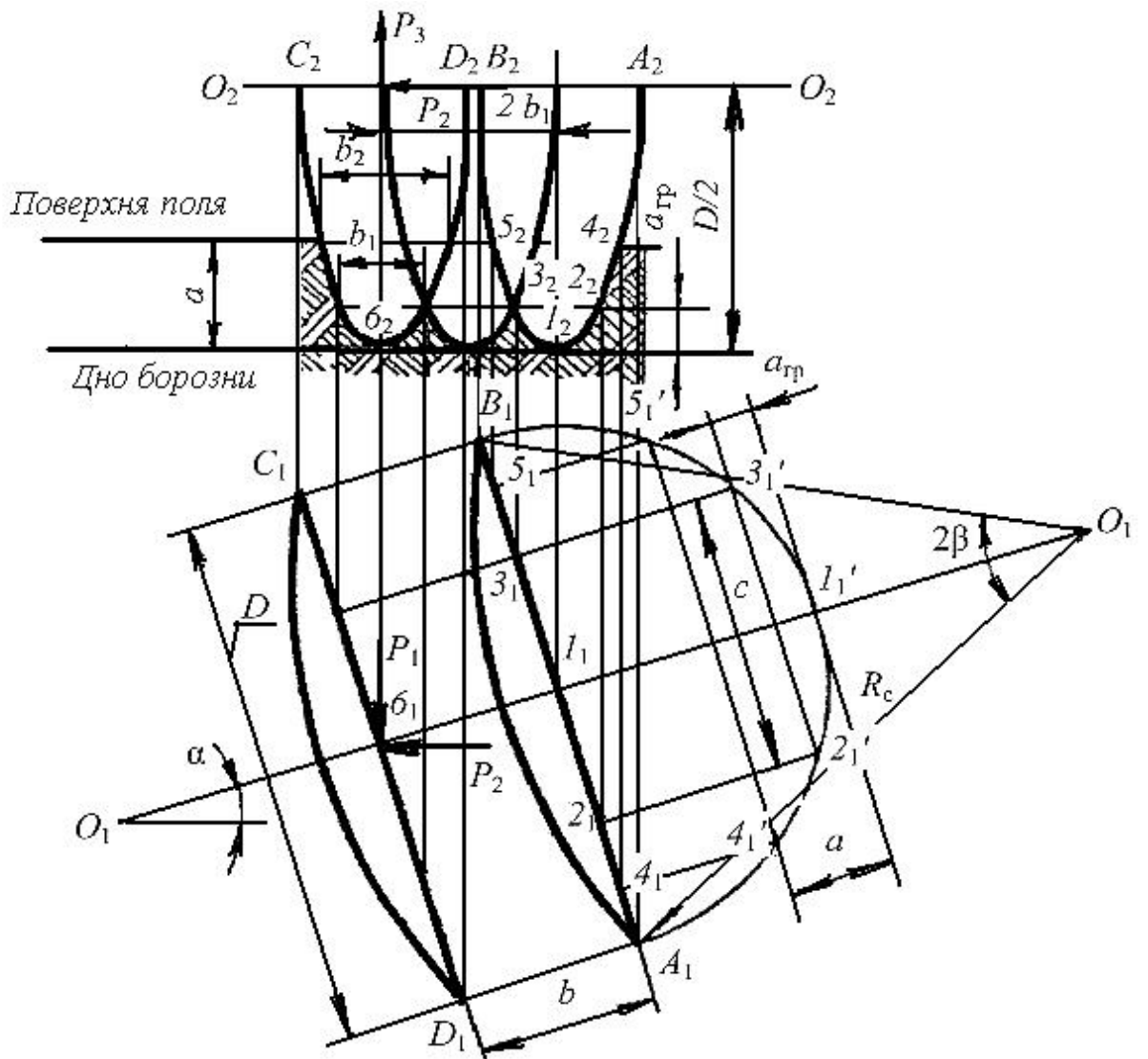


Рис. 2.11. Розташування дисків на осі батареї дискової борони

Для одержання фронтальної проекції сусіднього диска (для луцильників) на лінії дна борозни від точки I_2 відкладаємо хорду еліпса b_1 , рівну 2_23_2 , і одержуємо точку b_2 .

Точки еліпса другого диска розташовані на відстані від відповідних точок суміжних ліній еліпса першого диска. Треба мати на увазі, що перетин еліпсів (фронтальних проекцій) має бути на висоті $a_{гр}$ від лінії дна борозни.

Горизонтальна проекція точок b (b_1) знаходиться на лінії зв'язку з точкою b_2 і розташована на осі O_1O_1 .

Відрізок l_1b_1 визначатиме відстань між сусідніми дисками.

У дисків борін (рис. 2.11) відстань між точками суміжних еліпсів на фронтальній площині проекцій дорівнює $2b_1$. На цій площині необхідно побудувати також проекцію диска другого сліду (не показаного на горизонтальній площині проекцій) між двома еліпсами сусідніх дисків, розташованих на одній осі.

Отримані графічним шляхом відстані між дисками не повинні відрізнятись від розрахункових.

При виконанні варіантів для дискової борони на фронтальній площині будують проекції трьох дисків, на горизонтальній – двох дисків (диск другого сліду не показують).

При виконанні варіанта для луцильника потрібно виконати побудову трьох дисків.

4.2.5. Сили P_1 , P_2 і P_3 визначаються за формулами (2.37), (2.38) і (2.39) відповідно. На кресленні зображують напрямки сил, що діють на диск, у відповідному масштабі.

На сферичний диск у роботі діють елементарні сили опору ґрунту. Дію елементарних сил можна замінити силами P_1 , P_2 і P_3 .

Силу P_1 можна визначити динамометруванням або за даними довідників, а сили P_2 і P_3 – за співвідношеннями із силою P_1 , встановленими дослідним шляхом.

Експериментальні дані показують, що питомий опір лемішних і дискових луцильників практично однаковий.

Сила P_1 визначається за формулою

$$P_1 = k' b_2, \quad (2.37)$$

де k' – питомий опір ґрунту, кПа;

a – глибина обробітку, м;

b_2 – ширина шару, що піднімається диском, м (визначається виміром на кресленні).

Орієнтовні значення питомого опору ґрунту k' різноманітного механічного складу наведені в табл. 2.2.

Таблиця 2.2. Орієнтовні значення k'

Типи ґрунтів	k' , кПа
Легкі	25...35
Середні	35...55
Важкі	55...80
Дуже важкі	80...130

Сила P_2 визначається за формулою

$$P_2 = k_1 P_1, \quad (2.38)$$

де k_1 : для луцильників – 0,76...1,24;

для борін – 0,12...1,2.

Більші значення k_1 відповідають меншій глибині обробітку ґрунту і більшому куту атаки.

Сила P_3 визначається за формулою

$$P_3 = k_2 P_1, \quad (2.39)$$

де k_2 : для луцильників – 0,37...0,76;

для борін – 0,76...1,57.

Більші значення k_2 відповідають більшій глибині обробітку ґрунту і меншому куту атаки.

У додатку 8 наведений приклад розрахунку параметрів дискового знаряддя.

5. Визначення параметрів і режимів роботи ґрунтообробної фрези

5.1. Зміст завдання

- 5.1.1. Встановити агротехнічно допустиму висоту гребенів.
- 5.1.2. Визначити показник кінематичного режиму роботи фрези.
- 5.1.3. Знайти радіус фрезерного барабана.
- 5.1.4. Визначити подачу за одне обертання барабана.
- 5.1.5. Знайти подачу на один ніж.
- 5.1.6. Визначити частоту обертів фрезерного барабана.
- 5.1.7. Побудувати траєкторії руху двох суміжних ножів.
- 5.1.8. Визначити графічно гребенястість дна борозни.

Завдання виконується відповідно до вихідних даних, наведених у додатку 9 згідно з варіантом на креслярському папері розміром 297x210 мм (формат А4).

Розрахункові дані наводяться на цьому форматі.

5.2. Виконання завдання

5.2.1. Встановлюють допустиму гребенястість дна борозни за агротехнічними вимогами

$$h_{\text{гр.}}^{\text{дон}} \leq 0,2h, \quad (2.40)$$

де h – глибина обробітку, м.

5.2.2. Знаходять радіус фрезерного барабана

$$R = R_{\text{д}} + \Delta h + h, \quad (2.41)$$

де $R_{\text{д}}$ – радіус диска, до якого кріпляться ножі, м;

Δh – зазор між диском і поверхнею поля, $\Delta h = 0,02$ м.

Радіус диска

$$R_{\text{д}} = R_{\text{в}} + \frac{z_1 b_{\text{с}}}{2\pi}, \quad (2.42)$$

де $R_{\text{в}}$ – радіус вала барабана, м;

z_1 – загальна кількість ножів, яка установлена на одному диску;

$b_{\text{с}}$ – ширина стійки ножа, м.

5.2.3. Визначають величину показника кінематичного режиму, виходячи з вимог агротехніки, за такою формулою

$$\lambda = \frac{\pi R h_{\text{гр.}}^{\text{дон}}}{z \arccos \frac{R_{\text{д}}}{R}}, \quad (2.43)$$

де z – кількість однобічних ножів на диску;

R – радіус фрезерного барабана, м.

У даній формулі верхній знак (+) ставиться для фрезерування «зверху вниз», нижній знак (–) – для фрезерування «знизу вверх». Якщо для фрезерування «знизу вверх» показник λ буде меншим ніж 1, то його приймають у межах 1,15...1,25.

5.2.4. Визначають подачу за один оберт барабана

$$S_o = \frac{2\pi R}{\lambda} \quad (2.44)$$

5.2.5. Визначають подачу на один ніж

$$S_z = \frac{2\pi R}{z\lambda} \quad (2.45)$$

5.2.6. Обчислюють кутову швидкість і частоту обертів фрезерного барабана.

Кутова швидкість

$$\omega = \frac{\lambda v_n}{R} \quad (2.46)$$

де v_n – поступальна швидкість фрези.

Частота обертів

$$n = \frac{30\omega}{\pi} \quad (2.47)$$

5.2.7. Будують траєкторію руху двох суміжних ножів (рис. 2.12 і 2.13).

а) проводять коло радіусом барабана R і ділять його на рівну кількість частин (наприклад, 12). Отримані точки позначають $0, 1...11$;

б) відкладають відрізок, рівний подачі барабана за один оберт S_o , від центра кола O' в напрямку руху, ділять його на таку саму кількість рівних частин, отримані точки позначають $1', 2'...12'$;

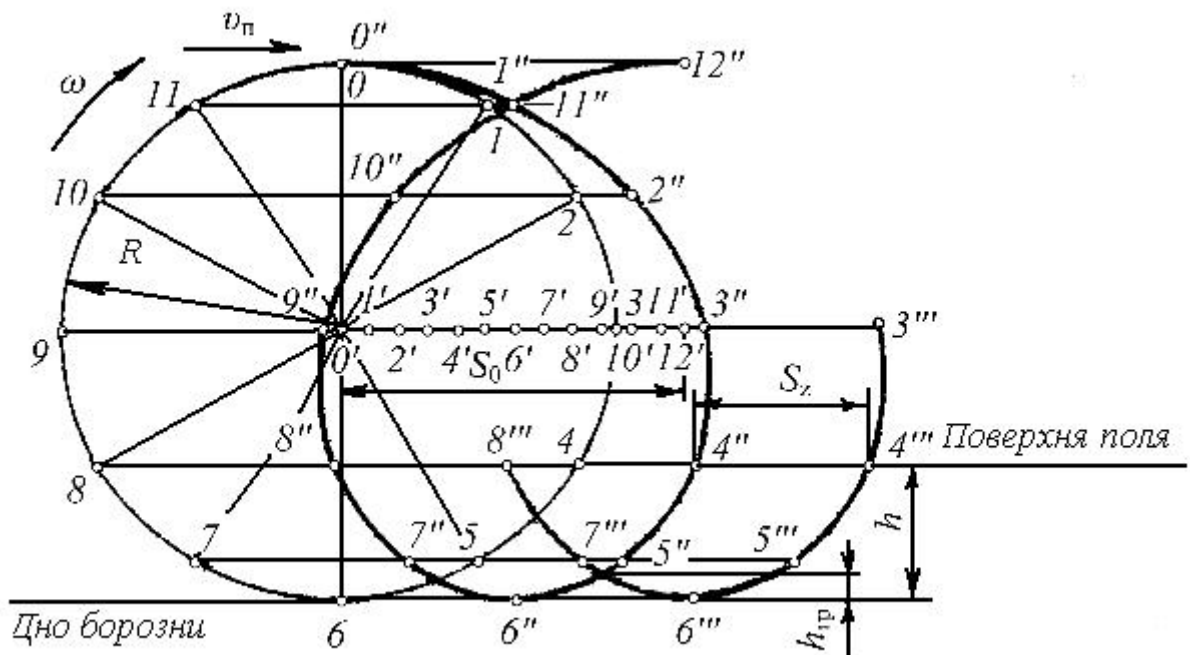


Рис. 2.12. Схема фрезерування ґрунту «зверху вниз»

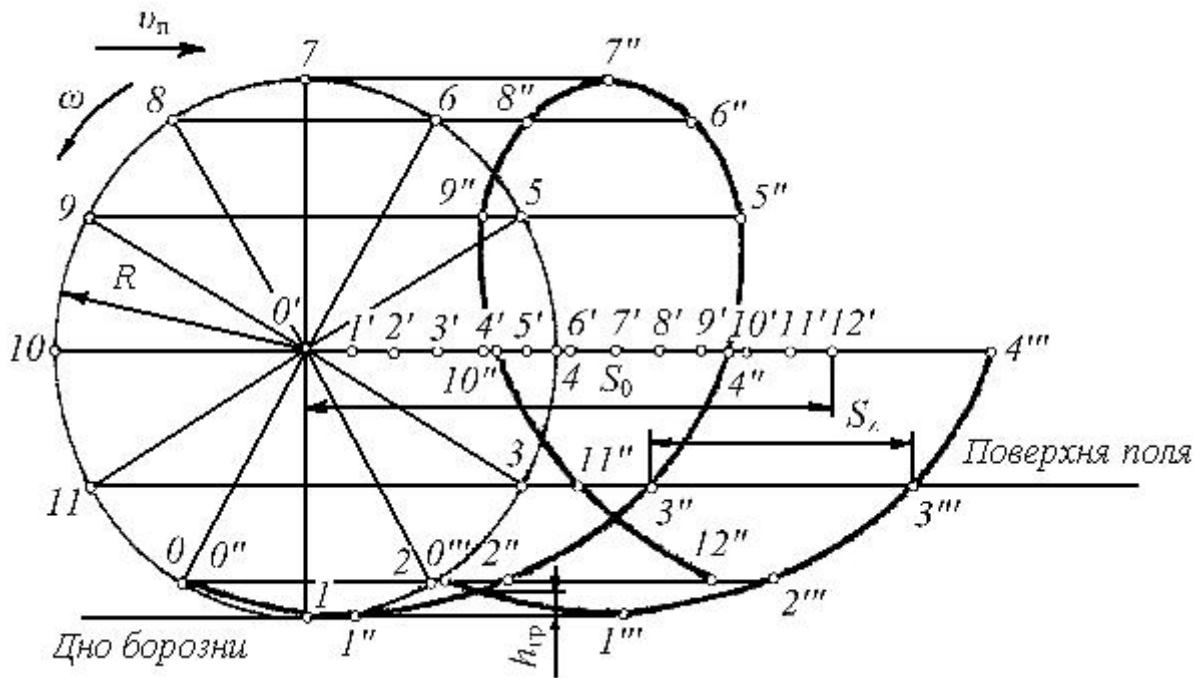


Рис. 2.13. Схема фрезерування ґрунту «знизу вверху»

в) із точок $1, 2, \dots, 11$ проводять горизонтальні прямі, відкладають на них відповідно відрізки, рівні $0, 0'1' \dots 0'12'$, і одержують точки $0'', 1'' \dots 12''$. З'єднуючи знайдені точки плавною кривою, одержують траєкторію абсолютного руху ножа;

г) суміжний ніж описує таку саму траєкторію руху, зсунуту на величину подачі на ніж S_z . Цю криву будують за точками $3''' \dots 8'''$ для фрезерування «зверху вниз» і по точках $0''' \dots 4'''$ для фрезерування «знизу вверху».

5.2.8. Визначають графічно відповідно до прийнятих значень основних параметрів і режимів роботи фрези гребенястість дна борозни і отриманий результат порівнюють із агротехнічно допустимою висотою гребеня.

У додатку 10 наведений приклад розрахунку основних параметрів і режимів роботи ґрунтообробної фрези.

6. Визначення потужності на фрезерування ґрунту і розміщення ножів на роторі фрези

6.1. Зміст завдання

- 6.1.1. Визначити довжину дуги різання.
- 6.1.2. Визначити кількість дисків на роторі фрези.
- 6.1.3. Визначити товщину стружки.
- 6.1.4. Визначити кути між напрямком швидкості різання і вертикаллю на початку і наприкінці відрізання стружки.
- 6.1.5. Визначити кути різання на початку і наприкінці відрізання стружки.
- 6.1.6. Визначити середню величину фронтальної проєкції полки ножа на дузі різання.
- 6.1.7. Визначити коефіцієнт відкидання ґрунту.

6.1.8. Визначити потужність на різання, відкидання і загальну, що реалізується фрезою.

6.1.9. Визначити середню реакцію ґрунту на один ніж.

6.1.10. Визначити кути розміщення ножів на дисках ротора фрези.

6.1.11. Побудувати схеми розміщення ножів на роторі фрези.

6.2. Виконання завдання

6.2.1. Розрахунок потужності на фрезерування ґрунту.

У загальному вигляді потужність, що реалізується фрезою з Г-подібними ножами

$$N = N_{\text{п}} + N_{\text{р}} + N_{\text{в}}, \quad (2.48)$$

де $N_{\text{п}}$, $N_{\text{р}}$ і $N_{\text{в}}$ – потужність, необхідна на подолання постійних опорів, здійснення різання (деформації ґрунтових стружок) і відкидання ґрунту відповідно.

Оскільки витрати потужності на подолання постійних опорів у системі привода ротора фрези залежить від його конструкції, яка в даному випадку нам невідома, то для врахування цих витрат введемо коефіцієнт корисної дії привода η , який приймемо рівним 0,9. Тоді

$$N = (N_{\text{р}} + N_{\text{в}}) / \eta. \quad (2.49)$$

Якщо на осі ротора встановлено $n_{\text{д}}$ дисків з ножами, то потужність на різання ґрунту ротором

$$N_{\text{р}} = v_{\text{п}} l_{\text{р}} n_{\text{д}} [K_{\text{р}}(\delta_{\text{с}} + l_{\text{пл}}) + K_{\text{о}} S_{\text{пс}}] / S, \quad (2.50)$$

де $v_{\text{п}}$ – поступальна швидкість фрези, м/с;

$l_{\text{р}}$ – довжина дуги різання, м;

$n_{\text{д}}$ – кількість дисків;

$K_{\text{р}}$ – питомий опір різання, $K_{\text{р}} = 0,8 \dots 1,2$ кН/м;

$\delta_{\text{с}}$ – товщина стружки, м;

$l_{\text{пл}}$ – довжина леза полки ножа, м;

$K_{\text{о}}$ – питомий опір деформації ґрунту, $K_{\text{о}} = 40 \dots 120$ кПа;

$S_{\text{пс}}$ – середня величина фронтальної проекції площі полки ножа, м²;

S_{z} – подача на один ніж, м.

Визначення довжини дуги різання $l_{\text{р}}$ вимагає наявності відповідних таблиць і значних витрат часу, оскільки доводиться розв'язувати еліптичні інтеграли. Нами запропоноване визначення довжини дуги різання за допомогою закономірностей сферичної тригонометрії.

Довжину дуги різання в загальному вигляді пропонується визначити за формулою

$$l_{\text{р}} = \varepsilon R \varphi, \quad (2.51)$$

де R – радіус фрезерного барабана, м;

φ – центральний кут, радіани;

ε – коефіцієнт пропорційності.

Для залежностей $l_{\text{р}} = f(R, S \text{ і } h)$ фрезерування ґрунту «зверху вниз» $\varepsilon = 0,86$. Для залежностей $l_{\text{р}} = f(S \text{ і } R)$ фрезерування ґрунту «знизу вверх» $\varepsilon = 1,14$. Для залежностей $l_{\text{р}} = f(h)$ фрезерування ґрунту «знизу вверх» $\varepsilon = 1,21$.

Для визначення l_p залежно від λ коефіцієнт ε зручніше знаходити графічним методом (рис. 2.14), а потім підставляти в формулу (2.51). Наприклад, для $\lambda = 5$ для фрезерування ґрунту «зверху вниз» $\varepsilon = 0,83$, а для фрезерування ґрунту «знизу вверх» $\varepsilon = 1,17$.

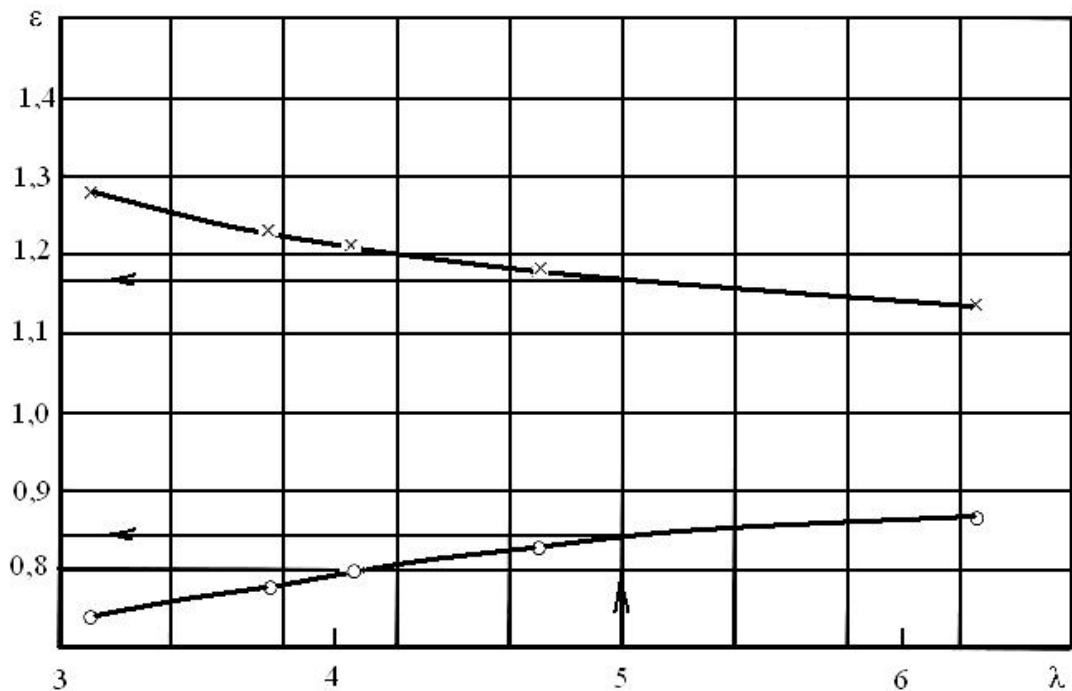


Рис. 2.14. До визначення коефіцієнта ε залежно від λ :
 1 – фрезерування ґрунту «зверху вниз»;
 2 – фрезерування ґрунту «знизу вверх»

Для фрезерування «зверху вниз» центральний кут $\varphi = \beta + \rho$ (рис. 2.15), для фрезерування «знизу вверх» кут $\varphi = \beta_2 + \beta_1$ (рис. 2.16). Тут β і β_2 – кути між вертикаллю і радіусом фрезерного барабана, який спрямований від точки перетину траєкторії леза ножа з поверхнею ґрунту; ρ і β_1 – кути між вертикаллю і радіусом фрезерного барабана, проведеним до вершини гребеня на дні борозни.

Кути β і β_2 (градуси) визначаються за формулою

$$\beta = \arccos \frac{R}{r} \quad (2.52)$$

Кути ρ і β_1 (градуси)

$$\rho = \frac{\pi}{2z}, \quad (2.53)$$

де z – кількість односторонніх ножів, штук;

λ – показник кінематичного режиму;

знак «+» – для фрезерування ґрунту «знизу вверх»;

знак «-» для фрезерування ґрунту «зверху вниз».

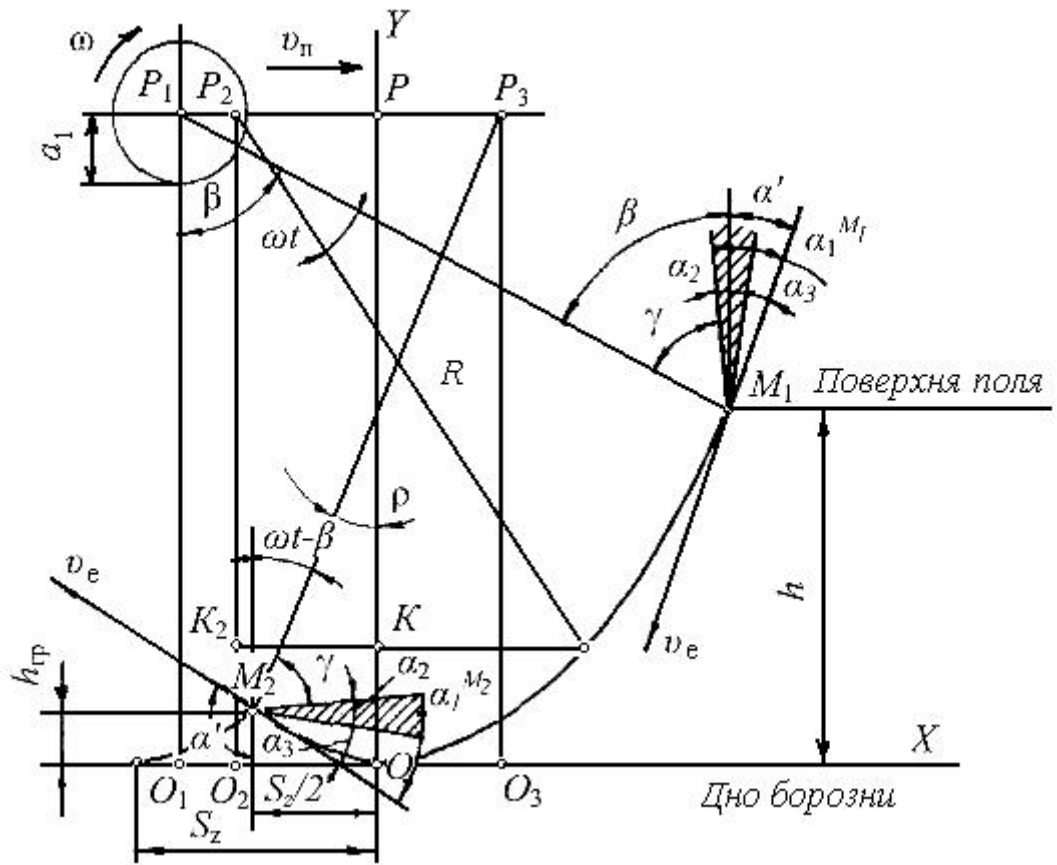


Рис. 2.15. До визначення кінематичних параметрів при фрезеруванні «зверху вниз»

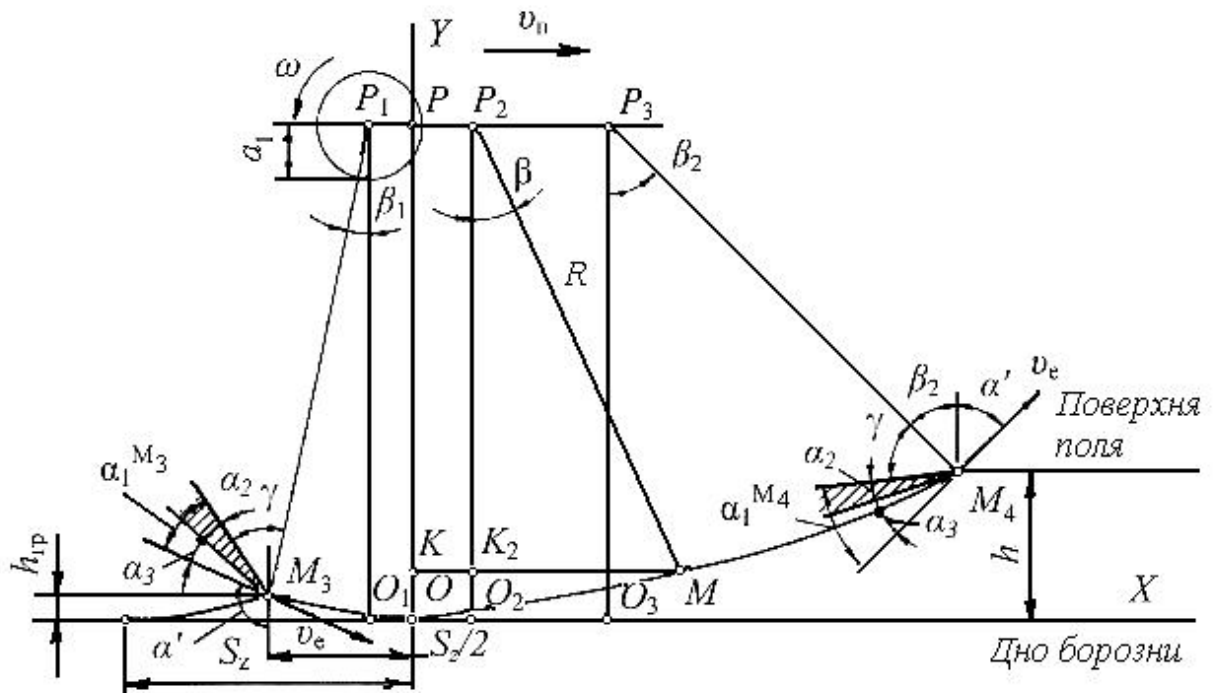


Рис. 2.16. До визначення кінематичних параметрів при фрезеруванні «знизу вверх»

Кількість дисків на роторі

$$n_D = \frac{L + \delta + \Delta}{\delta + \Delta}, \quad (2.54)$$

де L – довжина ротора, м;

δ_d – ширина захвату диска, м; $\delta_d = 2l_n$;

Δ – зазор між кінцями полок ножів сусідніх дисків, $\Delta = 0,02$ м.

Товщина стружки

$$\delta_c = \frac{S_z h}{l_p}, \quad (2.55)$$

де S_z – подача на один ніж, м;

Середня величина фронтальної проекції полки ножа на дузі різання (рис. 2.17):

- для фрезерування «зверху вниз»

$$S_{п.с} = l_n B_n (\cos \alpha_1^{M1} - \cos \alpha_1^{M2}) / [(\alpha_1^{M2} - \alpha_1^{M1}) / 57,3]; \quad (2.56)$$

- для фрезерування «знизу вверх»

$$S_{п.с} = l_n B_n (\cos \alpha_1^{M3} - \cos \alpha_1^{M4}) / [(\alpha_1^{M4} - \alpha_1^{M3}) / 57,3], \quad (2.57)$$

де $l_n = AB$ і $B_n = BM_1$ – довжина і ширина полки ножа відповідно, м.

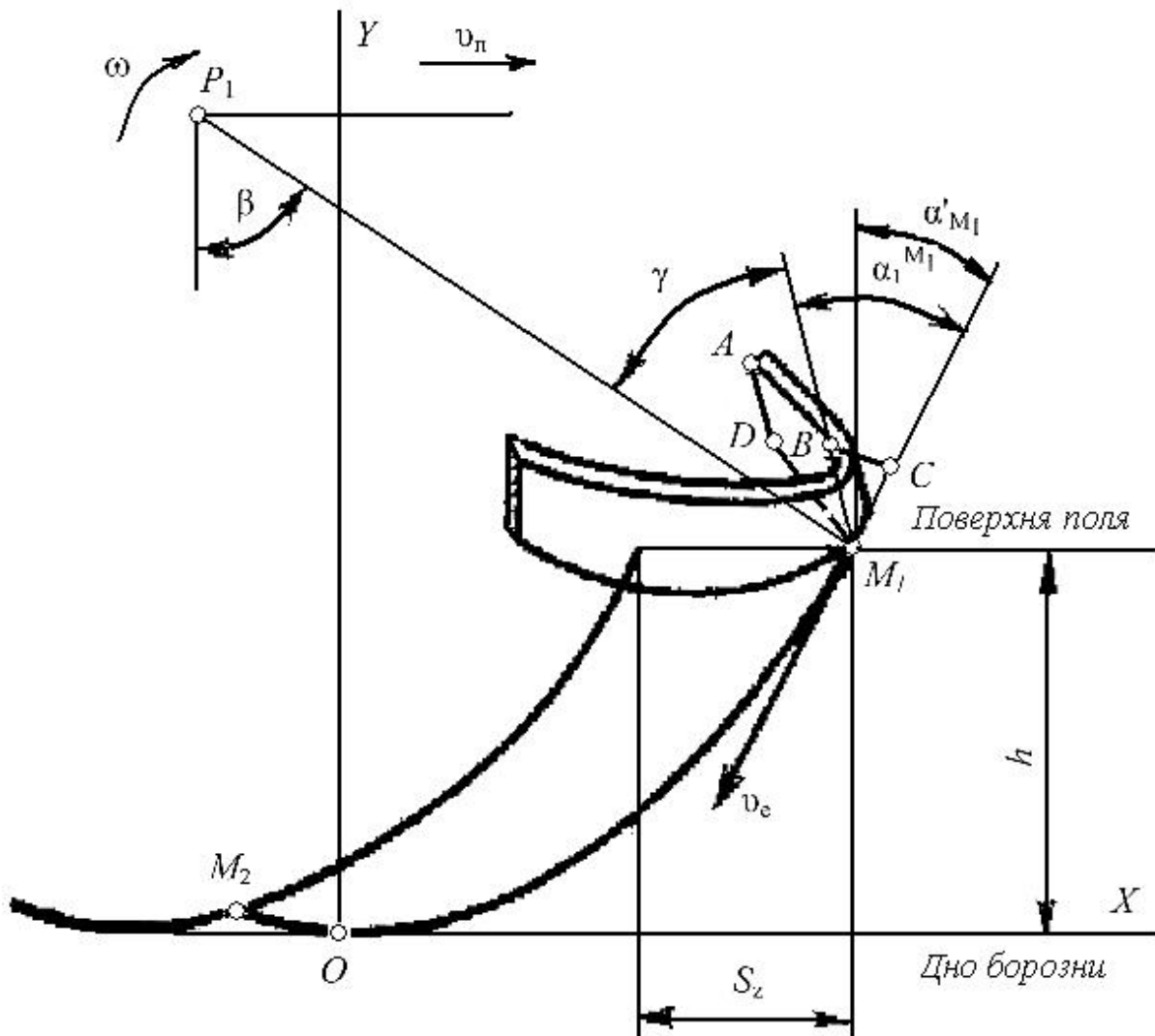


Рис. 2.17. До визначення середньої величини проекції полки ножа на дузі різання

Кути різання на початку відрізання стружки:

для фрезерування «зверху вниз»



$$\alpha_1^{M1} = \beta - \gamma + \alpha'_{M1}; \quad (2.58)$$

для фрезерування «знизу вверх»

$$\alpha_1^{M3} = \pi - \alpha'_{M3} - \gamma + \beta_1. \quad (2.59)$$

Кути різання при закінченні відрізання стружки:

- для фрезерування «зверху вниз»

$$\alpha_1^{M2} = \pi - \alpha'_{M2} - \gamma - \rho; \quad (2.60)$$

- для фрезерування «знизу вверх»

$$\alpha_1^{M4} = \pi - \gamma - \beta_2 - \alpha'_{M4}. \quad (2.61)$$

У формулах (2.58), (2.59), (2.60) і (2.61) кут γ – кут установки ножа, тобто кут між лицевою частиною полки ножа і радіусом фрезерного барабана, $\gamma = 50...70^\circ$; кути – α'_{M1} , α'_{M2} , α'_{M3} і α'_{M4} – кути між напрямком швидкості різання ножа і вертикаллю.

Кути між напрямком швидкості різання і вертикаллю на початку відрізання стружки:

- для фрезерування «зверху вниз»

$$\alpha_1^{M1} = \arccos \frac{\beta_1 \sin \beta}{\sqrt{\beta_1^2 + \beta^2}}; \quad (2.62)$$

- для фрезерування «знизу вверх»

$$\alpha_1^{M3} = \arccos \frac{\beta_1 \sin \beta}{\sqrt{\beta_1^2 + \beta^2}}. \quad (2.63)$$

Кути між напрямком швидкості різання і вертикаллю наприкінці відрізання стружки:

- для фрезерування «зверху вниз»

$$\alpha_1^{M2} = \arccos \frac{\beta_2 \sin \beta}{\sqrt{\beta_2^2 + \beta^2}}; \quad (2.64)$$

- для фрезерування «знизу вверх»

$$\alpha_1^{M4} = \arccos \frac{\beta_2 \sin \beta}{\sqrt{\beta_2^2 + \beta^2}}. \quad (2.65)$$

Потужність на відкидання ґрунту робочими органами фрези, кВт

$$N_B = 0,5 \gamma_T 10 B_p h v_n^3 K_B (\lambda \pm 1)^2 / 1000, \quad (2.66)$$

де γ_T – об'ємна маса ґрунту, $\gamma_T = 1000...1200 \text{ кг/м}^3$;

B_p – ширина захвату фрези, $B_p = L + e_d + \Delta e$, м;

H – глибина обробітку, м;

v_n – поступальна швидкість фрези, м/с;

K_B – коефіцієнт відношення мас відкинутого і всього зрізаного ґрунту (рис. 2.18);

λ – показник кінематичного режиму роботи;
 знак «+» – для фрезерування «знизу вверх»;
 знак «-» для фрезерування «зверху вниз».

Середня реакція ґрунту на один ніж з урахуванням потужностей $N_p + N_b$

$$R_K = \frac{1}{Z_1} \left(\frac{N_p + N_b}{K'} \right)^{0.5}, \quad (2.67)$$

де K' – коефіцієнт, який враховує ударне навантаження, $K' = 2$;

Z_1 – загальна кількість ножів.

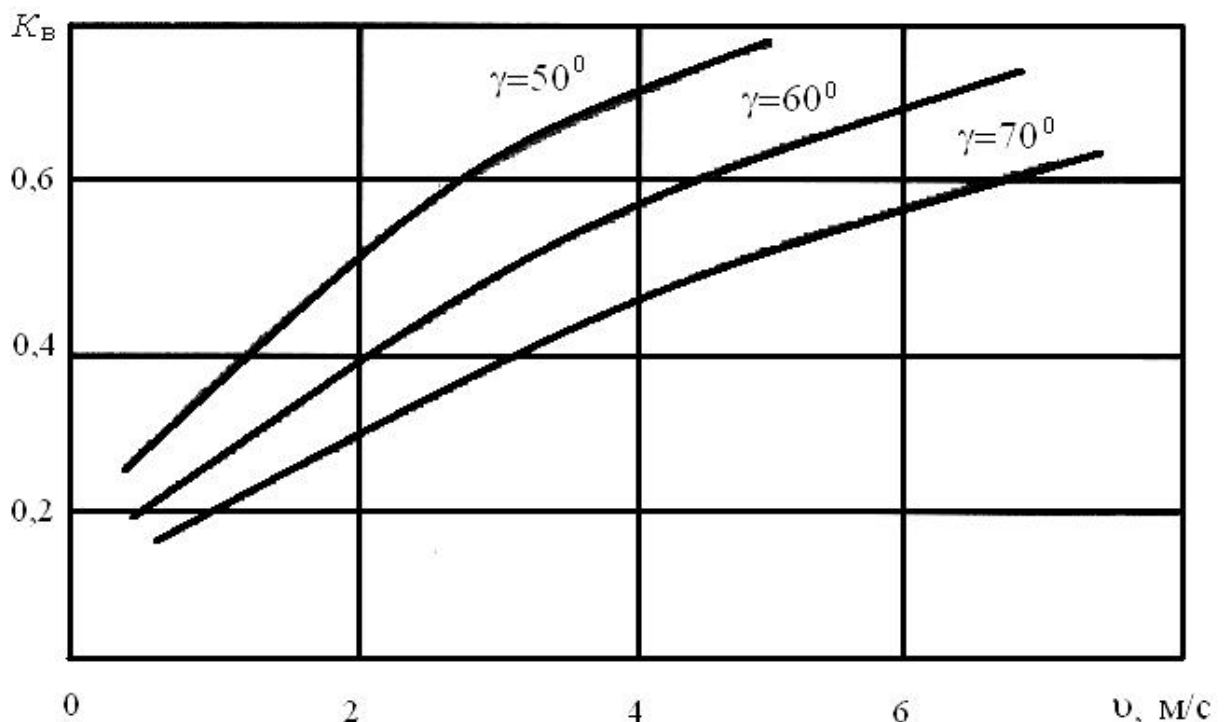


Рис. 2.18. Залежність коефіцієнта відкидання ґрунту від швидкості $v = \omega R - v_n$ (фрезерування «зверху вниз») і $v = \omega R + v_n$ (фрезерування «знизу вверх») у нижній точці траєкторії

6.2.2. Розміщення ножів на роторі фрези

Правильне розташування ножів на роторі фрези забезпечує не тільки найменший опір різанню і прямолінійність руху агрегату, але й сприяє виконанню агротехнічних і технологічних умов, які висуваються до обробітку ґрунту. Ножі фрези повинні рівномірно подрібнювати ґрунт, добре загортати рослинні рештки при найменших витратах механічної енергії. Ці вимоги виконуються в тих випадках, коли додержуються правила рівномірного розміщення ножів.

Дослідження показують, що розміщення ножів уздовж вала фрези по гвинтовій лінії з кутовим зміщенням ножів не більше ніж на $15...30^\circ$ забезпечує майже постійну величину крутного моменту. Проте при роботі фрез з таким розміщенням ножів можуть виникнути значні осьові і вертикальні реакції ґрунту і моменти від них, які не сприяють сталій роботі фрези, унаслідок чого може порушуватися технологічний процес.

Найбільш стійко фреза працює при симетричному розміщенні ножів відносно поздовжньої осі фрезерного барабана. У цьому випадку одержується більша нерівномірність крутного моменту. При збільшенні довжини фрезерного барабана і збільшенні кількості ножів, які одночасно знаходяться в ґрунті, ця нерівномірність може бути значно знижена.

На рис. 2.19, *a* і *б* надані варіанти розміщення ножів на роторі фрези згідно з висловленими положеннями. Можуть бути й інші варіанти розташування ножів.

Кожний варіант має фронтальну і профільну проекції.

На фронтальній проекції можна бачити розміщення ножів за гвинтовою лінією. На профільній проекції зображені ножі, що розташовані через кути δ або δ_1 . Кут δ визначається за формулою

$$\delta = \frac{360}{Z}, \quad (2.68)$$

де Z' – кількість однобічних ножів на роторі, $Z' = Z \cdot n_\delta$.

Кут δ_1 визначається за формулою:

$$\delta_1 = \frac{360}{Z_1}, \quad (2.69)$$

де Z'_1 – загальна кількість ножів на роторі, $Z'_1 = Z_1 n_\delta$, нерівномірність крутного моменту буде меншою.

На рис. 2.19 вказуються номери дисків (римськими цифрами) і номери ножів (ліво- і правобічних) – арабськими цифрами.

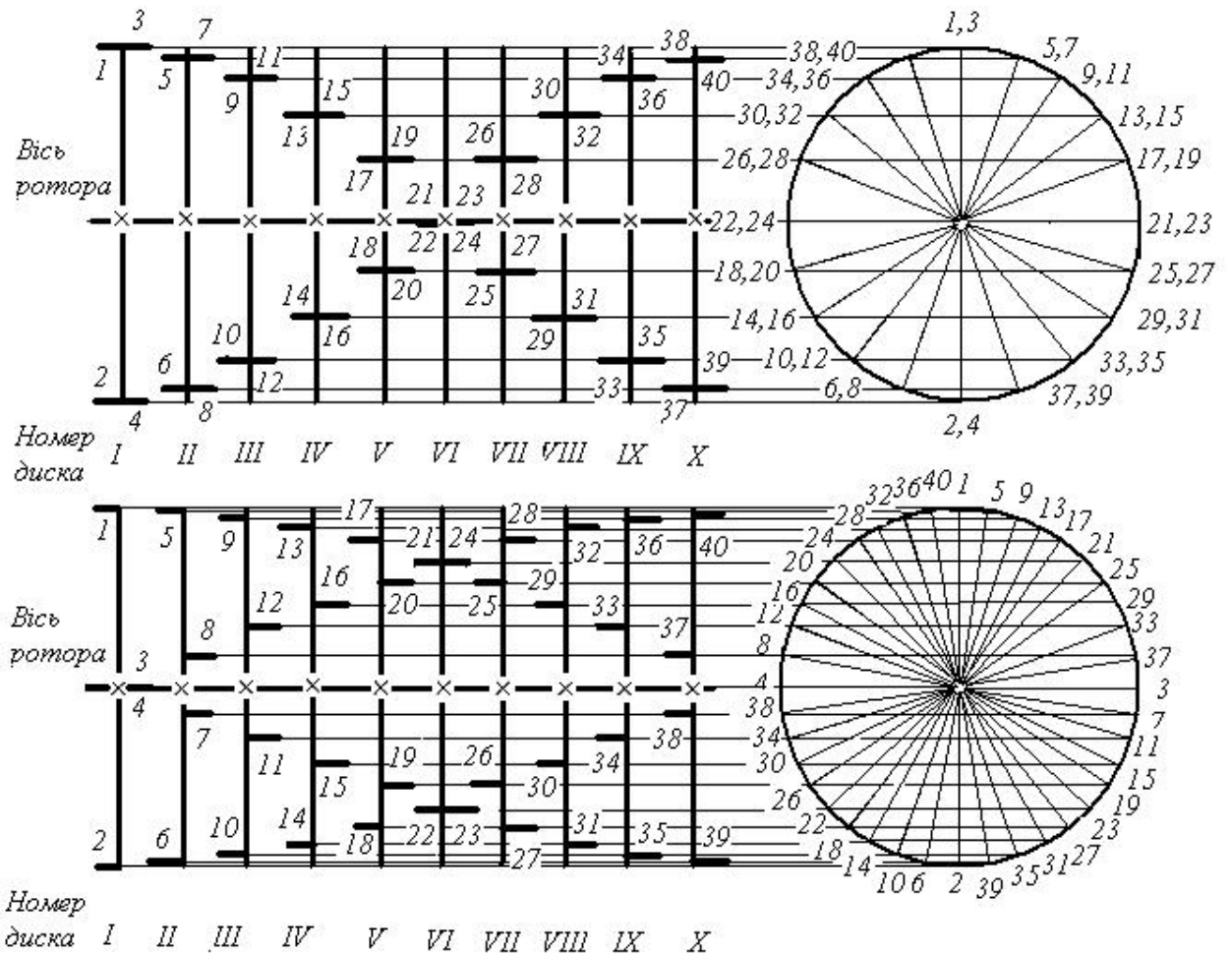


Рис. 2.19. Схема розміщення ножів на роторі фрези

7. Вивчення процесу роботи мотовила

7.1. Зміст завдання

- 7.1.1. Вибрати тип мотовила.
- 7.1.2. Визначити кінематичний режим роботи мотовила.
- 7.1.3. Визначити радіус мотовила.
- 7.1.4. Визначити кутову швидкість мотовила.
- 7.1.5. Визначити кількість граблин.
- 7.1.6. Визначити кут нахилу граблини.
- 7.1.7. Визначити висоту встановлення осі мотовила над різальним апаратом.
- 7.1.8. Побудувати траєкторію абсолютного руху пальця граблини.

7.1.9. Визначити винос мотовила відносно різального апарата.

7.1.10. Визначити коефіцієнт дії мотовила на стебла.

Завдання виконується відповідно до вихідних даних, що наведені в додатку 12 згідно з варіантом на креслярському папері розміром 210x297 мм (формат А4).

7.2. Виконання завдання

7.2.1. Вибір типу мотовила.

Із існуючих типів мотовил (універсальне ексцентрикове жорсткопланчасте, копіювальне) в зв'язку з різноманітністю умов скошування рослин рекомендується вибрати універсальне ексцентрикове мотовило.

7.2.2 Кінематичний режим.

Показник кінематичного режиму λ визначається за формулою:

$$\lambda \leq \sqrt{\frac{v_H^3}{v^3} + 1}, \quad (2.70)$$

де v_H – найбільша швидкість граблини, при якій виникають втрати вільним зерном; м,

v – поступальна швидкість жатки, м/с.

Показник λ визначається для мінімальної v_{\min} та максимальної v_{\max} поступальних швидкостей жатки.

7.2.3. Радіус мотовила.

Радіус мотовила R вибирають з умови:

$$R' \leq R \leq R'' \quad (2.71)$$

де R' і R'' визначаються за формулами:

$$R' = \frac{(L-H)}{3H}, \quad (2.72)$$

$$R'' = \frac{L_{\max} - L_{\min}}{L}, \quad (2.73)$$

де L , L_{\max} , L_{\min} – довжина, максимальна та мінімальна довжини стебла відповідно, м;

l_k – довжина колоса, м;

H – висота зрізу, м.

Дані розрахунків за формулою (2.72) слід навести в таблиці:

L , м	L_{\min}	L_{\max}	L_{\max}	L_{\max}
H , м	H_{\min}	H_{\min}	H_{\max}	H_{\max}
λ	λ_{\max}	λ_{\min}	λ_{\max}	λ_{\min}
R , м	R_1	R_2	R_3	R_4

У таблиці H_{\min} і H_{\max} – мінімальна та максимальна висоти зрізу відповідно.

Середнє значення радіуса визначається за формулою

$$R = \frac{R_1 R_2 R_3 R_4}{4}$$

Радіус R'' визначають як середнє значення від підставлення в формулу (2.73) λ_{\min} і λ_{\max} .

У випадку, якщо R' , R'' не задовольняють умові (2.71), то приймають $R = R'$.

7.2.4. Кутова швидкість граблини мотовила.

Максимальна ω_{\max} та мінімальна ω_{\min} кутові швидкості, відповідно, дорівнюють:

$$\omega_{\max} = \frac{\lambda_{\min} v_{\max}}{R}, \quad (2.74)$$

$$\omega_{\min} = \frac{\lambda_{\max} v_{\min}}{R}, \quad (2.75)$$

де v_{\max} і v_{\min} – максимальна і мінімальна поступальні швидкості жатки відповідно.

7.2.5. Кількість граблин.

Кількість граблин Z визначається за формулою

$$Z \leq \frac{2R}{L'}, \quad (2.76)$$

де L' – середня довжина стебла $L' = L_{\text{сер}}$. Приймається так через те, що розрахунок ведеться для усіх випадків скошування, у тому числі для можливого повного полягання стебел, м.

Розрахунки виконуються для λ_{\min} і λ_{\max} . Із умови відсутності двократної дії граблин на одне й те саме стебло приймається ціле менше кількість граблин.

7.2.6. Кут нахилу граблини (пальця, планки).

У мить входу пальців граблини в стеблостій, кут α нахилу останніх має задовольняти умові:

$$\alpha \geq \varphi, \quad (2.77)$$

де φ – кут тертя стебел об пальці граблини.

З метою запобігання намотування стебел на пальці і перекидання їх через борт жатки має виконуватись вимога

$$\alpha \leq 30^\circ.$$

Щоб стебла добре зісковзували з пальців граблин у мить виходу їх із стеблостою, бажано мати $\alpha = 0$.

Зважаючи на викладене належить прийняти середнє значення $\alpha = 15^\circ$.

7.2.7. Висота встановлення осі мотовила над різальним апаратом.

Враховуючи зміни регульованих характеристик і висоти стебел, найбільша висота T_{\max} встановлення осі мотовила над різальним апаратом

$$T_{\max} = \frac{R}{\sin \alpha} - l_{\text{п}}, \quad (2.78)$$

найменша висота T_{\min}

$$T_{\min} = \frac{R}{\sin \alpha} - l_{\text{п}}, \quad (2.79)$$

де $l_{\text{п}}$ – довжина пальця граблини, $l_{\text{п}} = 0,15 \dots 0,20$ м.

Для кращого очищення різального апарата від зрізаних стебел приймають мінімальну відстань між кінцями пальців мотовила і різальним апаратом $\Delta S = 0,05$ м. Тоді

$$\frac{v}{\omega} = R \quad (2.80)$$

Діапазон регулювання мотовила за висотою

$$\frac{v}{\omega} = R \quad (2.81)$$

7.2.8. Винос мотовила відносно різального апарата.

Мінімальний винос одержують, розмістивши вісь мотовила над спинкою ножа. Максимальний винос визначають графічно (рис. 2.20).

7.2.8.1. Побудова траєкторії абсолютного руху пальця граблини (планки) мотовила:

а) проводять коло радіусом мотовила R і ділять його на кілька частин (наприклад, на 12). Отримані точки позначають $1, 2, \dots, 12$;

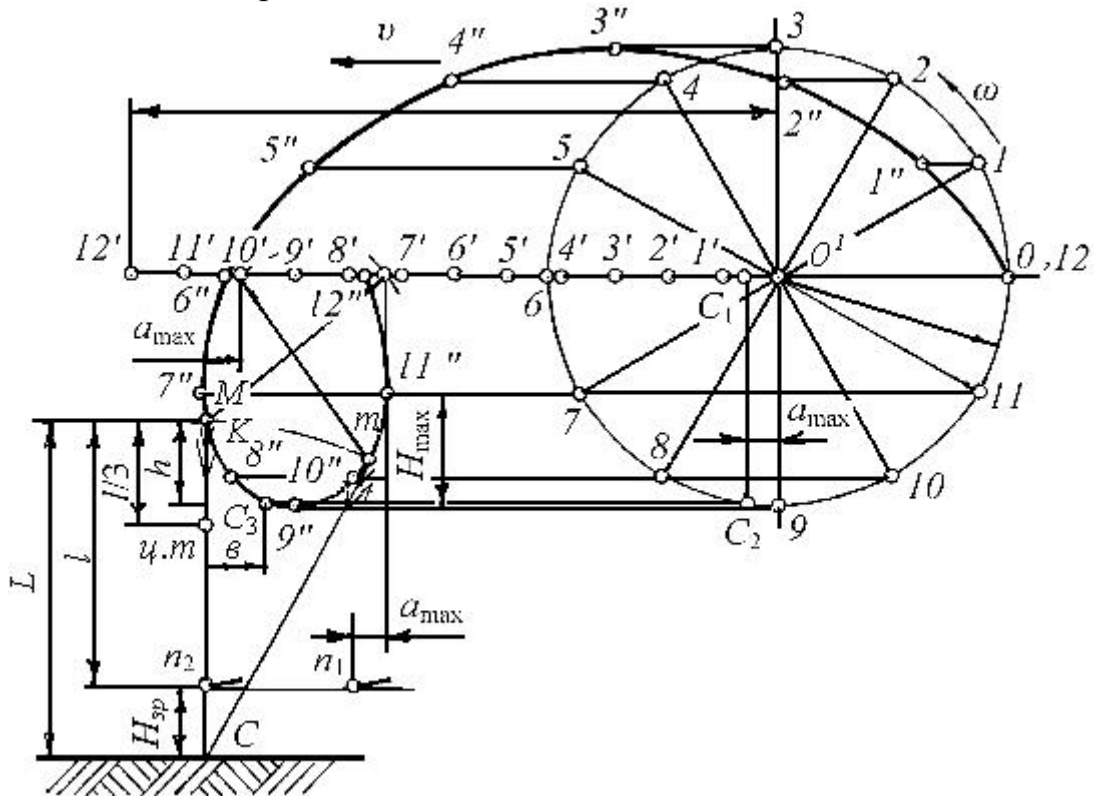


Рис. 2.20. Схема роботи мотовила

б) відкладають відрізок, що дорівнює шляху S_0 , пройденому машиною за 1 оберт мотовила від центра кола O , ділять його на стільки ж рівних частин і позначають отримані точки $1', 2', \dots, 12'$. Величина $S_0 = \frac{2\pi R}{\lambda}$. Значення λ вибирають з таких величин: $\lambda_{\min}, \lambda_{\max}, \lambda_{\text{сер}}$

$$\lambda_{\text{сер}} = \frac{\lambda_{\min} + \lambda_{\max}}{2}$$

в) з точок $1, 2, \dots, 12$ проводять горизонтальні прямі, відкладають на них відповідно відрізки $01', 02', \dots, 012'$ і отримують точки $1'', 2'', \dots, 12''$. З'єднуючи знайдені точки плавною кривою, отримують траєкторію руху пальця граблини (планки).

7.2.8.2. Визначення максимального виносу мотовила:

а) від нижньої точки петлі відкладають вверх величину заглиблення пальців граблини (планки) у стебла h і отримують точку K , яка визначає положення верхівки стебла.

Величина заглиблення планки в стебла має задовольняти умові:

$$\frac{L_{\text{сер}}}{3} \leq h \leq \frac{L_{\text{сер}}}{2} \quad (2.82)$$

де H_{max} – відстань від найбільшої хорди MN до нижньої точки петлі, м;

$H_{\text{сер}}$ – середня висота зрізу, м;

б) від точки K перпендикулярно траєкторії руху осі мотовила відкладають униз середню довжину стебла $L_{\text{сер}}$ і знаходять точку C . У точці C стебло вважають закріпленим у ґрунті;

в) знаходять точку m , яка визначає момент вислизання стебел із – під пальця (планки);

г) визначають положення осі мотовила в мить, коли палець (планка) знаходиться в точці m , для цього з точки m радіусом R роблять зарубку на лінії руху його осі і визначають точку O_2 ;

д) для усунення можливості вислизання стебел приймають, що в мить, коли палець граблини знаходиться в точці m , різальний апарат має розміщуватись на лінії CK у точці n_2 . Винос мотовила заміряється по горизонталі між його віссю (точка O_2) і різальним апаратом (точка n_2). Цей винос визнають максимальним, тому що збільшення його призведе до вислизання стебел з-під пальця граблини.

Винос мотовила визначають:

- позитивним, якщо вісь мотовила знаходиться попереду різального апарата;
- негативним, якщо вісь знаходиться позаду апарата;
- рівним 0, якщо вісь знаходиться над різальним апаратом.

7.2.8.3. Положення різального апарата в мить входу граблини в стебла.

При вході пальця граблини в стебла положення різального апарата визначають так:

а) із точки K радіусом R на лінії руху осі мотовила роблять зарубку, визначають положення осі O_1 ;

б) від точки O_1 з урахуванням знаку (+ чи –) відкладають a_{max} і, спроектувавши отриману точку на траєкторію руху ножа mn , знаходять положення різального апарата в мить входу пальця граблини в стебла (точка n_1).

Визначення положення різального апарата в мить виходу пальця із стеблостою наведено в п. 7.2.8.2, д.

7.2.9. Коефіцієнт дії мотовила на стебла.

Коефіцієнт дії мотовила K_d на стебла визначається за формулою

$$K_d = \frac{vZ}{S_v} \quad (2.83)$$

де v – ширина ділянки, з якою при дії пальця граблини зрізуються стебла, м;

Ширина ділянки

$$v = \frac{B}{2} \left(1 - \frac{\hat{I}}{\lambda} \right) \quad (2.84)$$

де B – ширина хорди на рівні верхівки стебла (визначається замірюванням, рис. 2.20), м;

«+», «-» – знак «+» приймається при позитивному виносі мотовила, знак «-» – при негативному виносі.

На рис. 2.20 показане також і графічне визначення ширини ділянки b для негативного виносу мотовила.

Величина K_d не повинна бути більшою ніж 1 і звичайно знаходиться в межах 0,2...0,8.

У додатку 13 наведений приклад розрахунку цього завдання.

8. Розрахунок різального апарата сегментно-пальцевого типу

8.1. Зміст завдання

8.1.1. Визначити величину подачі ножа та частоту обертів кривошипного вала привода ножа.

8.1.2. Побудувати траєкторію абсолютного руху ножа.

8.1.3. Визначити площу, з якої стебла зрізуються за один хід ножа.

8.1.4. Визначити висоту стерні.

8.1.5. Побудувати графік зміни швидкості руху сегмента.

8.1.6. Виконати силовий розрахунок ножа.

Завдання виконується відповідно до вихідних даних, що наведені в додатку 14 згідно з варіантом на креслярському папері розміром 210x297 мм (формат А4).

8.2. Виконання завдання

Величина подачі

$$L = \frac{h_1}{k_1}, \quad (2.85)$$

де h_1 – висота сегмента;

k_1 – коефіцієнт пропорційності, $k_1 = 0,7...0,9$.

Частота обертання n кривошипного вала привода ножа

$$n = \frac{v_{\min} \cdot 30}{L}, \quad (2.86)$$

де v_{\min} – мінімальна швидкість жатки.

8.2.1. Побудова траєкторії абсолютного руху ножа (рис. 2.21).

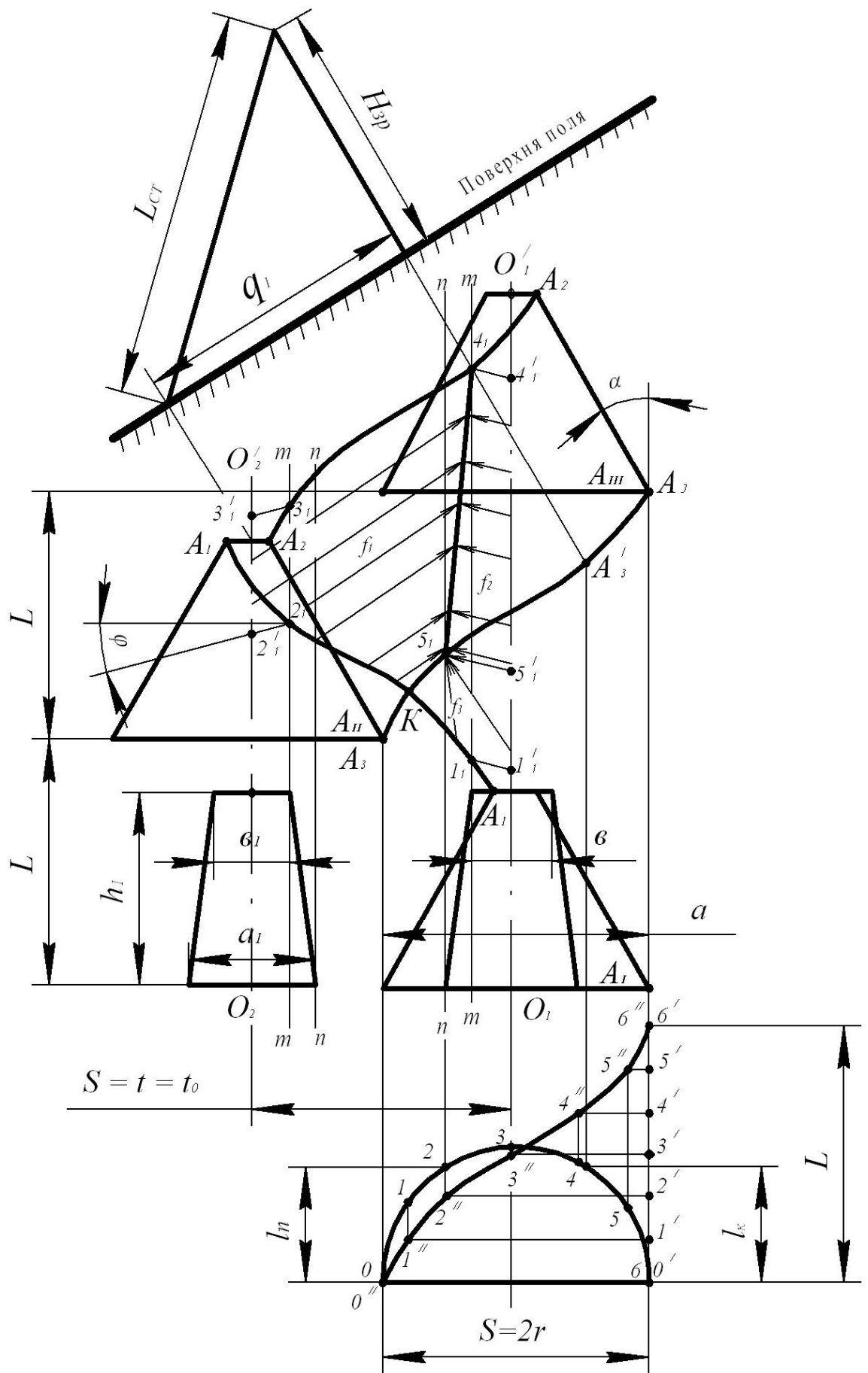


Рис. 2.21. Схема роботи різального апарата

Для побудови:

- а) відкладають горизонтально величину ходу ножа S і перпендикулярно їй величину L ;
- б) на основі S , як на діаметрі, будують півколо радіусом $r = S/2$;
- в) дугу півкола радіусом S і подачу L поділяють на однакову кількість частин (6, 8, 12) і, відповідно, позначають точками $1, 2, \dots, 6$ і $1', 2', \dots, 6'$;
- г) через точки $1, 2, \dots, 6$ на дузі півкола проводять вертикальні лінії, а через точки $1', 2', \dots, 6'$ – горизонтальні лінії. Одержують точки перетину $1'', 2'', \dots, 6''$;
- д) з'єднавши точки $1, 2, \dots, 6$ плавною кривою, отримують абсолютну траєкторію руху будь-якої точки сегмента.

Порядок побудови діаграми руху сегмента різального апарата такий:

- а) викреслюють сегмент у положеннях: A_1 – початкове, A_{11} – на відстані S ліворуч і на відстані L уперед від попереднього положення; A_{111} – на відстані $2L$ попереду початкового положення сегмента;
- б) проводять осі симетрії двох пальців $O_1 - O_1$ і $O_2 - O_2$ на відстані t_0 ;
- в) паралельно лініям $O_1 - O_1$ і $O_2 - O_2$ проводять траєкторії руху $m - m$ передніх і $n - n$ задніх точок лез пальцевих пластинок;
- г) за допомогою шаблона будують траєкторію руху крайніх точок активних лез сегмента $A_1 - A_1, A_2 - A_2$;
- д) знаходять положення крайніх точок активних лез сегмента в мить сходу (точки сходу) з лез пальцевих пластинок і в мить набігання їх (точки набігання) на леза пальцевих пластинок. Ці положення визначаються точками перетину траєкторії $A_1 - A_1, A_2 - A_2$ для передніх і $A_3 - A_3$ для задніх точок активних лез сегмента з траєкторіями передніх $m - m$ і задніх $n - n$ активних лез пальцевих пластинок. Наприклад, точка A_1 минає пальцеву пластинку в точці 1_1 , а набігає на неї в точці 2_1 , точка A_3 набігає на пальцеву пластинку в точці 5_1 ;
- е) визначають положення лінії набігання (лінії перерізування). Наприклад, при переміщенні сегмента зліва праворуч праве його лезо починає зрізати на пальці в точці 5_1 і закінчує перерізування стебел на цьому пальці в точці 4_1 . Перерізування стебел відбувається на лінії $5_1 - 4_1$;
- ж) проводять лінії $1_1 - 1_1', 2_1 - 2_1', 3_1 - 3_1', 4_1 - 4_1', 5_1 - 5_1'$, які показують напрямки нахилу стебел пальцями. Ці лінії повинні бути спрямовані до осі сегмента пальців від точок $1_1, 2_1, 3_1, 4_1$ і 5_1 лез пальцевих пластинок і відхилені на кут тертя φ від перпендикуляра ($\varphi = 26^\circ 30'$).

8.2.2. Визначення площі, з якої стебла зрізуються за один хід ножа.

Виявляють форму та розміщення ділянок, з яких стебла зрізуються сегментом за один хід. Сегмент при русі справа ліворуч зрізує на першому пальці всі стебла, розташовані нижче від лінії $1_1' - 1_1 - 2_1 - 2_1'$, а при русі зліва праворуч стебла будуть зрізані на другому пальці нижче лінії $3_1' - 3_1 - 4_1 - 4_1'$.

При сході з першого пальця сегмент A_{11} захоплює стебла, відігнуті пальцем з ділянки $2_1 - 2_1' - 3_1' - 3_1 - 2_1$ і відгинає їх разом з стеблами з ділянки $5_1 - K - 2_1 - 3_1 - 4_1 - 5_1$ до лінії перерізування $5_1 - 4_1$. На цій лінії будуть перерізані стебла, відхилені другим пальцем з ділянки $5_1' - 5_1 - 4_1 - 4_1' - 5_1'$. Стебла з цих двох ділянок будуть розподілятися уздовж лінії перерізування $5_1 - 4_1$

рівномірно. З ділянки $I_1 - I_1' - K - S_1 - S_1' - I_1'$ стебла будуть відхилені другим пальцем ліворуч і пальцьовим брусом чи виступами пальців уперед та в точці S_1 будуть зрізані пучком.

Площі, які зрізуються сегментом A_{11} при русі зліва праворуч, на рис. 2.21 заштриховані. Напрямок лінії штрихування зі стрілками на кінцях, умовно показує напрямок відгинання стебел до лінії перерізування. За хід ножа зліва праворуч сегмент зрізує стебла на другому пальці з площі



де f_1 – площа, з якої стебла відгинаються до лінії перерізування сегментом;

f_2 – площа, з якої стебла відгинаються до лінії перерізування пальцем;

f_3 – площа, з якої стебла зрізуються пучком у початку перерізування – точці S_1 .

Площа, з якої стебла зрізуються за один хід ножа, визначають за формулою:

$$F_{SA} \quad (2.87)$$

8.2.3. Визначення висоти стерні.

Висота стерні після зрізання стебел визначається за формулою

$$H_{зр} = \frac{I_1 - I_1'}{g_i} \quad (2.88)$$

де $H_{зр}$ – висота зрізу, м;

g_i – відгинання стебел, м.

Максимально можливе поперечне відгинання стебла g_i характеризується відрізком

$$g_i = \frac{t_0 - b_1/2}{\cos \alpha} \quad (2.89)$$

де t_0 – відстань між пальцями, $t_0 = 76,2$ мм;

b_1 – ширина передньої основи пальцьової пластини, $b_1 = 20$ мм;

α – кут нахилу леза сегмента до напрямку руху машини, $\alpha = 30^\circ$.

Цей відрізок можна також приблизно визначити заміром відстані між точками $S_1' - A_1$. Максимальне поздовжнє відгинання стебел у напрямку руху машини характеризується відрізком g_2 між точками I_1' і S_1 .

8.2.4. Побудова графіка зміни швидкості руху сегмента.

Графік зміни швидкості будують для визначеної точки сегмента, наприклад точки A_3 . Його розташовують у нижній частині діаграми на прямій, яка паралельна основі сегмента. Спроектуювавши на цю пряму точку A_3 в початку і в кінці робочого ходу, отримують відрізок, рівний ходу сегмента S . На цьому відрізку радіусом $r = S/2$ будують півколо, яке являє залежність $\dot{x} = f(x)$, де \dot{x} – швидкість руху сегмента, x – переміщення сегмента. Положення точки A_3 в початку різання на другому пальці визначається точкою S_1 . Положення точок A_3 в кінці різання визначається, якщо через точку A_1 провести пряму, паралельну лезу сегмента, тоді лінія $A_1 - A_3'$ відповідатиме положенню правого леза сегмента в кінці різання на другому пальці. Спроектуюмо на графік зміни швидкості руху сегмента точки S_1 і A_3' , відповідні початку і кінцю різання. На діаграмі отримуємо відрізки l_n і l_k , пропорційні швидкості різання в зазначені миті. Ці швидкості дорівнюють:

в початку різання на другому пальці:

$$\dot{x}_1 = l_1 \omega, \quad (2.90)$$

наприкінці різання на другому пальці:

$$\dot{x}_2 = l_2 \omega, \quad (2.91)$$

де m – масштаб швидкості.

Масштаб визначається за формулою

$$m = \frac{\dot{x}_{\max}}{S/2}, \quad (2.92)$$

де \dot{x}_{\max} – максимальна швидкість руху сегмента;

S – береться з креслення (рис. 2.21).

Швидкість

$$\dot{x}_{\max} = r \omega, \quad (2.93)$$

де r – радіус кривошипа, м;

ω – кутова швидкість, рад/с:

$$\omega = \frac{2\pi}{60}. \quad (2.94)$$

8.2.5. Силовий розрахунок різального апарата.

Розрахунок ведеться для різального апарата шириною захвату один метр.

Середнє зусилля різання (рис. 2.22):

$$P_{\text{зр}} = \frac{\varepsilon \cdot \eta}{S}, \quad (2.95)$$

де ε – робота, яка витрачається на зрізання рослин з площі 1 см^2 ; $\varepsilon = 1 \dots 3 \text{ Н} \cdot \text{см}/\text{см}^2$.

F – площа, з якої стебла зрізуються сегментом за один хід ножа; визначається за формулою (2.87), см;

n_c – кількість сегментів на довжині ножа один метр, $n_c = 13$;

S – хід ножа, см.

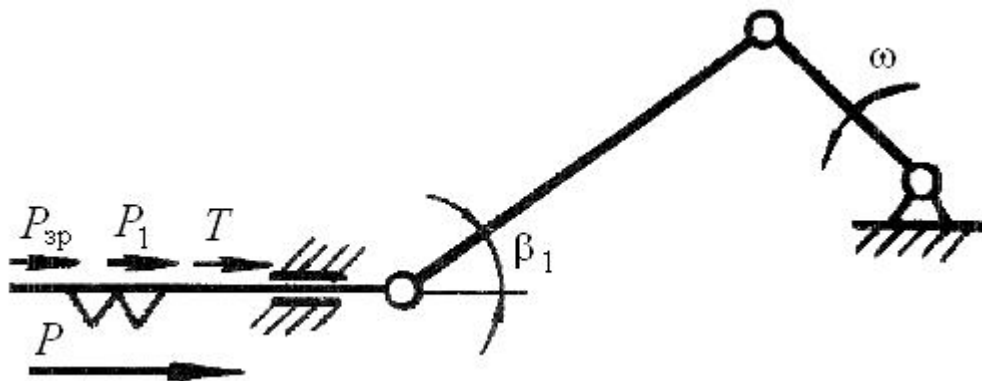


Рис 2.22. Сили, які діють на ніж

Сила інерції, яка діє на ніж:

$$P_{\text{ін}} = m'_H r \omega^2, \quad (2.96)$$

де m'_H – маса ножа довжиною один метр, $m'_H = 2 \dots 2,5 \text{ кг}$;

ω – кутова швидкість кривошипа, рад/с;

r – радіус кривошипа, м.

Сила тертя

$$P_{\text{зв}} = P_{\text{зв}} \cdot f \cdot \beta_1 \quad (2.97)$$

де f – коефіцієнт тертя ножа, $f = 0,25 \dots 0,35$;

β_1 – кут нахилу шатуна до площини ножа, $\beta_1 = 25 \dots 35^\circ$.

Загальний опір переміщенню ножа P :

$$P = P_{\text{зв}} \cdot f \cdot \beta_1 \quad (2.98)$$

Потужність N (кВт), яка потрібна для привода ножа:

$$N = \frac{P_{\text{зв}}}{100} \quad (2.99)$$

де $v_{\text{сер}}$ – середня швидкість ножа, м/с.

Швидкість

$$v_{\text{сер}} = \frac{2\pi n}{\pi} \quad (2.100)$$

У додатку 15 наведений приклад розрахунку цього завдання.

9. Загальні розрахунки валкової жатки

9.1. Зміст завдання

9.1.1. Визначити ширину викидного вікна.

9.1.2. Визначити ширину захвату жатки.

9.1.3. Виконати розрахунок транспортера.

9.1.4. Розрахувати відстань між колесами (гусеницями) і дорожній просвіт енергетичного засобу.

Завдання виконується відповідно до вихідних даних, що наведені у додатку 16 згідно з варіантом на креслярському папері розміром 210x297 мм (формат А4). Зобразити схему захвату жатки (рис. 2.25, а або 2.25, б).

9.2. Виконання завдання

9.2.1. Розрахунок ширини викидного вікна.

Ширину викидного вікна (рис. 2.23) слід вибрати із умов відсутності утворення над ним склепіння. Утворення склепіння стебел транспортерами жатки не виникне, якщо:

$$B_{\text{в}} \geq L_{\text{max}} \cdot \beta \quad (2.101)$$

де $B_{\text{в}}$ – ширина викидного вікна, м;

L_{max} – максимальна довжина зрізаних стебел, м;

β – кут повороту стебел, які скидаються, $\beta = 45^\circ$.

9.2.2. Розрахунок ширини захвату жатки.

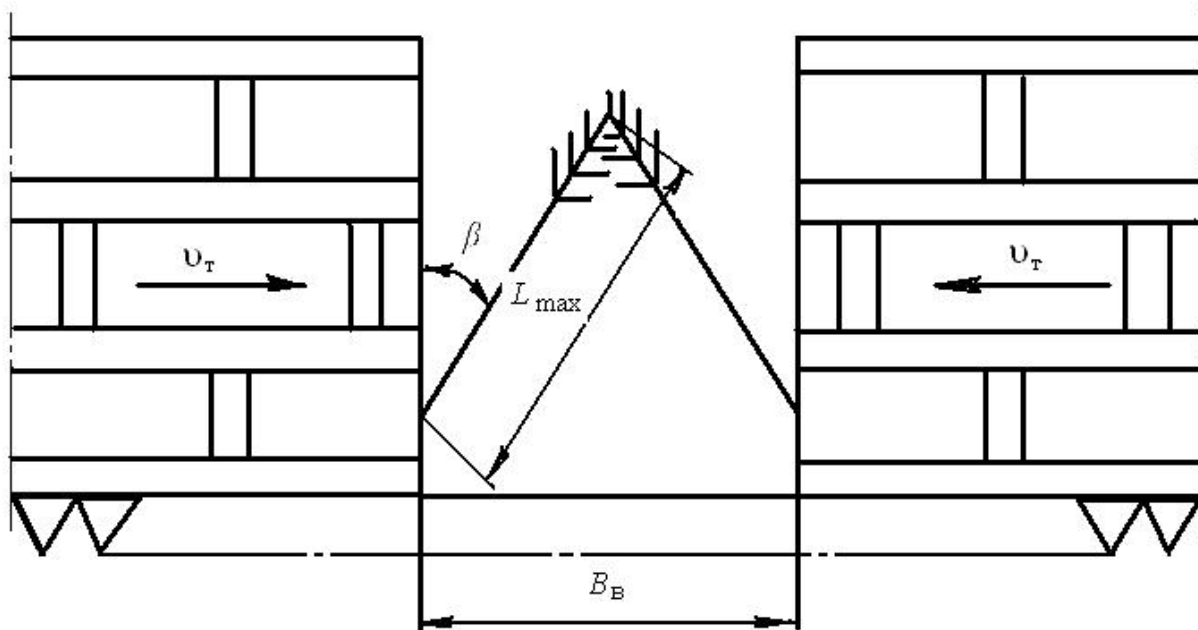


Рис 2.23. Схема для визначення викидного вікна

З умов якісного обмолоту валка маємо ширину захвату жатки B :

$$B = \frac{q}{\epsilon_B v_K \gamma_z \gamma_c a v} \quad (2.102)$$

де q – пропускна здатність молотарки, кг/с;

ϵ_B – коефіцієнт використання ширини захвату, $\epsilon_B = 0,85 \dots 0,95$;

v_K – швидкість комбайна при підбиранні валка, м/с;

γ_z і γ_c – урожайність зерна та соломи, кг/м²;

a і v – вологість зерна при скошуванні і підбиранні відповідно, частки одиниці.

З умови утримання валка стернею маємо ширину захвату жатки B :

$$B = \frac{\Gamma m_{ст} \rho}{\alpha v} \left(\frac{R_B}{\eta_0} \right) \quad (2.103)$$

де Γ – густина стеблостою, шт/м²;

$m_{ст}$ – маса одного стебла, кг;

ρ – об'ємна маса валка, кг/м³;

α – кут між дотичною до перерізу валка в точці контакту зі стернею і горизонталлю, град; $\alpha = 25 \dots 30^\circ$ (рис. 2.24),

R_B – сила, яка викликає поздовжній вигин однієї стеблини, Н;

v – коефіцієнт, який враховує зниження несучої здатності стерні, $v = 0,3 \dots 0,85$;

g – прискорення вільного падіння $g = 9,81$ м/с²;

η_0 – коефіцієнт нерівномірності розподілу маси валка за його шириною, $\eta_0 = 1,1 \dots 1,5$.

Для двопотокової жатки ширина захвату з урахуванням захисних зон (рис. 2.25, а):

$$B_{\text{вал}} = B_{\text{вікна}} + 2n + 2v_1 + d_1 \quad (2.104)$$

де $B_{\text{вікна}}$ – ширина викидного вікна, м;

n – розкидання валка відносно викидного вікна, м; $n = 0,25 \dots 0,35$ м;

v_1 – захисна зона між валком, що укладається, і лівим колесом (гусеницею), м; $v_1 = 0,45 \dots 0,55$ м;

d_1 – захисна зона між ще не зрізаними стеблами і колесом (гусеницею), м.

Захисну зону d_1 можна прийняти з умов:

$$d_1 = L - \Delta B$$

де L – довжина стебел, м;

ΔB – різниця між конструктивною та фактичною шириною захвату, м;

x – розкидання валка у зовнішній бік, м; $x = 0,15 \dots 0,25$ м.

Для трипотокової жатки ширина захвату з урахуванням захисних зон (рис. 2.25, б)

$$B_{\text{вал}} = B_{\text{валка}} + 2c + d + S$$

де $B_{\text{валка}}$ – ширина валка, м;

c – захисна зона між валком і ходовою частиною, м; $c = 0,25 \dots 0,35$ м;

d – ширина колеса (гусениці) (прийняти за технічною характеристикою), м;

S – захисна зона, м; $S = 0,4 \dots 0,6$ м.

9.3. Розрахунок транспортера.

9.3.1. Швидкість транспортера:

- полотняного

$$v = \frac{B_{\text{вал}} \cdot H \cdot \alpha}{1000} \quad (2.105)$$

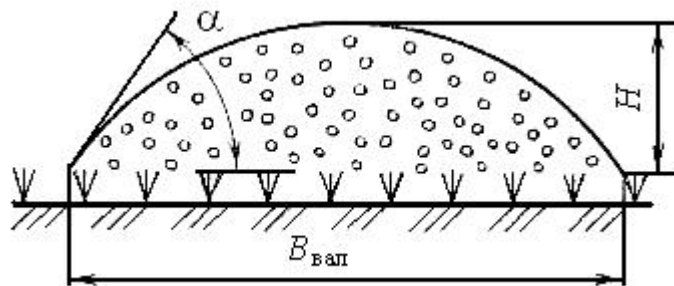


Рис 2.24. Поперечний переріз валка

- пасово-планчастого

$$v = \frac{f_1 \cdot f_2 \cdot l_0 \cdot \eta \cdot g}{1000} \quad (2.106)$$

де f_1 і f_2 – коефіцієнти тертя стебел відповідно по транспортеру і по настилу, $f_1 = 0,5 \dots 0,8$; $f_2 = 0,15 \dots 0,4$;

l_0 – шлях прослизання стебел відносно транспортера, $l_0 = 0,5 \dots 0,7$ м;

η – частина маси (сили тяжіння) стебел, яка сприймається пасами, $\eta = 0,7 \dots 0,9$;

g – прискорення вільного падіння, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

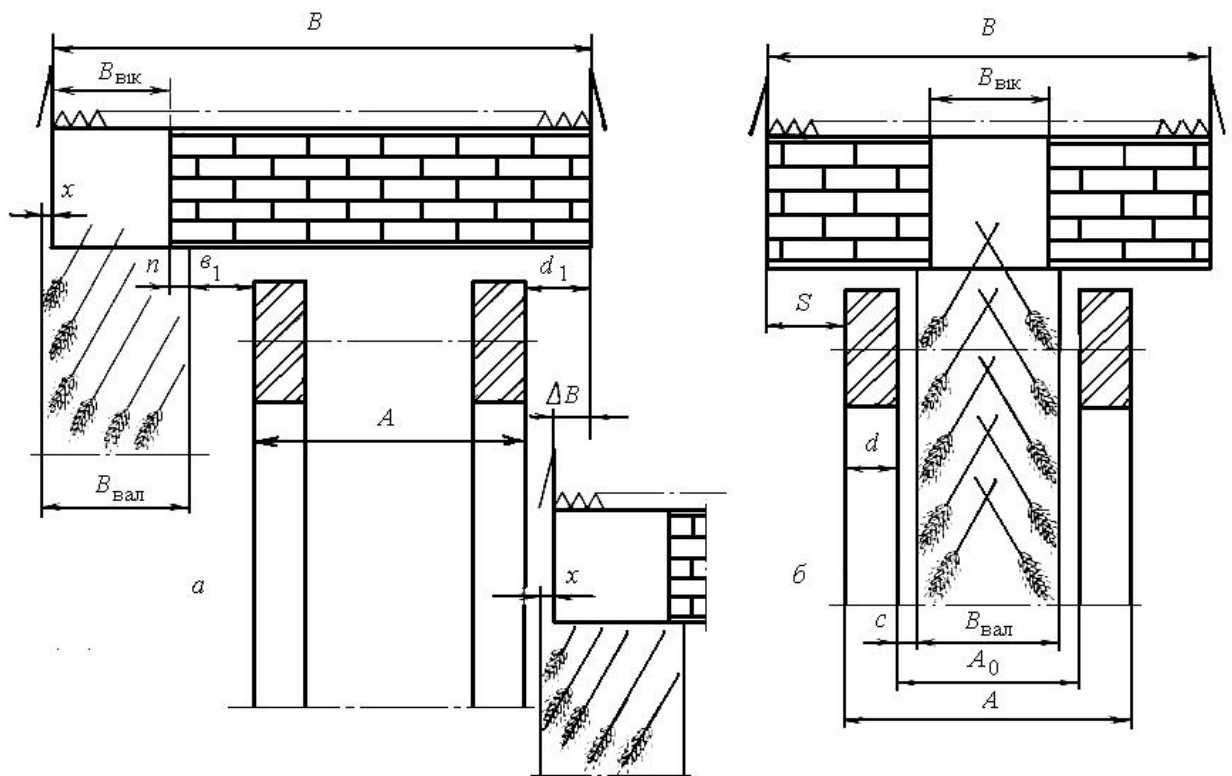


Рис. 2.25. Схема обґрунтування захвату жатки:
a – двопотокової; *б* – трипотокової

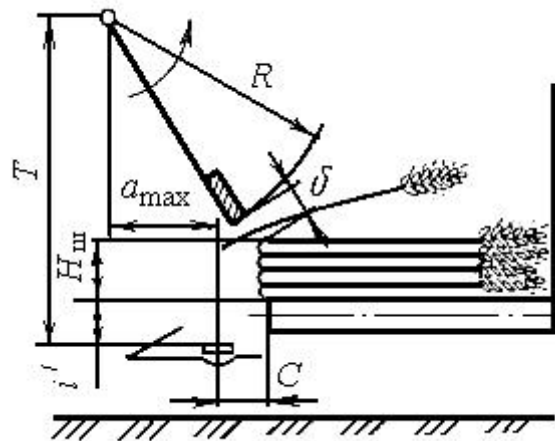


Рис. 2.26. Укладання стебел на транспортері

9.3.2. Вибір типу транспортера і місця розміщення викидного вікна.

Довжина транспортера для двопотокової жатки

$$L'_T = B - B_{\text{Вік}} \quad (2.107)$$

Довжина транспортера для трипотокової жатки

$$L''_T = (B - B_{\text{Вік}})/2 \quad (2.108)$$

Максимальна товщина шару стебел на транспортері визначається за формулою

$$L_{\text{max}} = \frac{L_{\text{max}}}{v_{\text{max}}}, \quad (2.109)$$

де L_{T} – довжина транспортера, м;
 v_{max} – максимальна швидкість жатки, м/с;
 $m_{\text{СТ}}$ – густина стеблостою, шт/м²;
 ρ – об'ємна маса валка, кг/м³;
 L_0 – середня довжина зрізаних стебел, м;
 v_{T} – швидкість транспортера, м/с;

Допустиму висоту шару на транспортері визначають за формулою

$$T = \frac{L_0}{v_{\text{T}}}, \quad (2.110)$$

де T – висота встановлення осі мотовила над різальним апаратом, м;
 R – радіус мотовила, м;
 δ – відстань від верхнього шару стебел, що транспортуються, до траєкторії граблин, $\delta = 50 \dots 100$ мм;
 C та i' – відстань верхньої вітки транспортера від різального апарата по горизонталі і по вертикалі відповідно, $C = 0,06 \dots 0,1$ м; $i' = 0,04 \dots 0,06$ м;
 a_{max} – винос мотовила відносно різального апарата, м.
 Результати розрахунків за формулами (2.109) і (2.110) дозволяють вибрати жатку (двопотокову чи трипотокову) і тип транспортера.

З умови упорядкованого укладання стебел на транспортері визначають допустиму його довжину:

$$L_{\text{T}} \leq \frac{(l_{\text{ЗР}} + a) v_{\text{max}}}{v_{\text{СТ}}}, \quad (2.111)$$

де $l_{\text{ЗР}}$ – довжина зрізаних стебел, м;
 L_0' – ширина потоку стебел, м, $L_0' = 1,2l_{\text{ЗР}}$, м;
 v_{max} – максимальна швидкість жатки, м/с.

Робиться остаточний висновок за типом транспортера.

Визначають мінімальну ширину викидного вікна і робимо висновок відносно вільного проходу стебел:

- для двопотокової жатки:

$$B_{\text{вик}} \geq \frac{2L_0'}{g}, \quad (2.112)$$

- для трипотокової жатки:

$$B_{\text{вик}} \geq \frac{2L_0'}{g}, \quad (2.113)$$

де μ – дослідний коефіцієнт, $\mu = 1,3 \dots 1,9$. Менші значення беруть при рідкому та короткому стеблостої.

9.4. Розрахунок відстані між колесами (гусеницями) і дорожнього просвіту енергетичного засобу.

Відстань $B_{\text{к}}$ між колесами (гусеницями)

$$B_{\text{к}} > B_{\text{вал}}, \quad (2.114)$$

де $B_{\text{вал}}$ – ширина валка, м.

Ширина валка

$$S' = \frac{S}{H_v} \quad (2.115)$$

де S' – площа перерізу валка,
Дорожній просвіт

$$H_v = H_{CT} + h \quad (2.116)$$

де H_v – товщина валка, м;

H_{CT} – висота стерні, м.

Дорожній просвіт приймають з урахуванням провалювання ходової частини в ґрунт.

У додатку 17 наведений приклад розрахунку цього завдання.

10. Вивчення процесу переміщення вороху на клявішному соломотрясі

10.1. Теоретична частина

Головне призначення соломотряса – виділити зерно, що не проникло через решітку підбарабання на грохот під час обмолоту з соломі, і направити на верхню решето, а саму солому – у копнувач або подрібнувач.

Робочий процес соломотряса полягає в тому, що при багаторазовому підкиданні обмолоченого матеріалу під час вільного падіння й удару об поверхню соломотряса зернини, що мають малу питому парусність, менші розміри і більш обтічну форму, ніж солома, падають скоріше і повільно рухаються в просторову решітку соломі. Досягнувши поверхні соломотряса, вони проникають далі через його отвори. Разом з ними проникають дрібні соломисті частинки.

Механізм клявіші соломотряса є шарнірним чотириланковим, протилежні ланки якого рівні між собою і паралельні (рис. 2.27). Усі точки клявіші описують одну й ту саму траєкторію – кола, радіуси яких рівні довжині колін O_1A і O_2B .

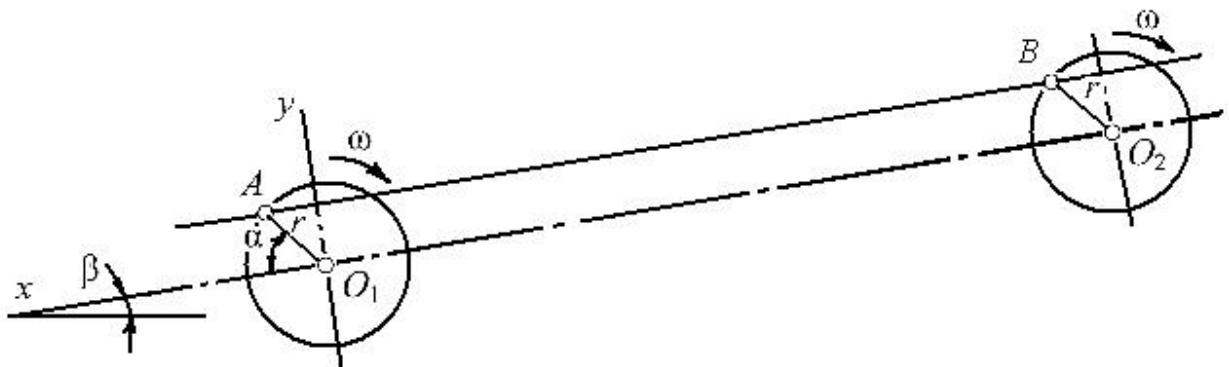


Рис. 2.27. Кінематична схема клявіші соломотряса

Робоча поверхня клявіші має нахил до горизонту під кутом $\beta = 10 - 30^\circ$.

Із рис. 2.27 видно, що переміщення клявіші (а також частинки вороху до відриву від клявіші) можна виразити формулами:

$$x = r \cos \alpha, \quad (2.117)$$

$$y = r \sin \alpha, \quad (2.118)$$

де α – кут, на який повернеться коліно клавiші за час t з кутовою швидкістю ω

$$\alpha = \omega t. \quad (2.119)$$

У мить відриву частинки вороху колінчасті вали клавiші повернуться на кут

$$\alpha_0 = \omega t_0 = \arcsin(\cos \beta / k), \quad (2.120)$$

де t_0 – час, за який повернуться колінчасті вали клавiші до миті відриву частинки вороху;

k – показник кінематичного режиму роботи соломотряса:

$$k = (\omega^2 r) / g, \quad (2.121)$$

де g – прискорення вільного падіння.

Рівняння руху частинки вороху в польоті має вигляд:

$$x = r[\cos \alpha_0 - (\alpha - \alpha_0) \sin \alpha_0 + \sin \alpha_0 \operatorname{tg} \beta (\alpha - \alpha_0)^2 / 2], \quad (2.122)$$

$$y = r[\sin \alpha_0 + (\alpha - \alpha_0) \cos \alpha_0 - \sin \alpha_0 \cdot (\alpha - \alpha_0)^2 / 2]. \quad (2.123)$$

Користуючись рівняннями (2.122) та (2.123), можна побудувати траєкторію польоту частинки вороху.

10.2. Зміст завдання

10.2.1. Визначити кут повороту колінчастого вала соломотряса до моменту відриву частинки вороху від клавiші соломотряса.

10.2.2. Визначити координати точок траєкторії польоту частинки вороху.

10.2.3. Знайти значення кутів, що визначають положення колін перших клавiш у момент підхоплення крупного вороху іншими клавiшами і в момент падіння дрібного вороху на робочу поверхню клавiш.

10.2.4. Знайти пересування крупного і дрібного вороху за одне підкидання.

Завдання виконується у відповідності з вихідними даними, що наведені в додатку 18 згідно з варіантом. Графічна частина подається на аркуші креслярського паперу розміром 297×210 мм (формат А4).

У додатку 19 наведені результати розрахунків завдання.

10.3. Виконання завдання

Виконання завдання розглянемо на конкретному прикладі. Вихідні дані: колінчастий вал двохвального соломотряса з розміщенням колін під кутом 180° обертається з частотою $n = 200 \text{ хв}^{-1}$; радіус кривошипа $r = 50 \text{ мм}$; кут нахилу робочої поверхні клавiші $\beta = 10^\circ$.

10.3.1. Послідовність розрахунку:

- кутова швидкість:

$$\omega = \pi n / 30; \quad \omega = 3,14 \cdot 200 / 30 = 21 \text{ рад/с};$$

- показник кінематичного режиму:

$$k = \omega^2 r / g; \quad k = 21^2 \cdot 0,05 / 9,8 = 2,25;$$

- кут повороту колінчастого вала соломотряса до моменту відриву частинки від соломотряса:

$$\sin\alpha_0 = \cos\beta/k; \sin\alpha_0 = \cos 10^\circ/2,25 = 0,44;$$

$$\alpha_0 = \arcsin 0,44 = 26^\circ 06'.$$

10.3.2. Користуючись формулами (2.122) та (2.123), визначити координати точок траєкторії польоту частинки вороху. Для полегшення розрахунків можна користуватись формою додатка 19.

10.3.3. За даними додатка 19 накреслити траєкторію польоту частинки вороху відповідно до значень x та y .

10.3.4. Визначити момент падіння вороху на клавіші. Клавіші, що підкидають ворох, називають першими, а сумісні – другими. У чотириклавішного соломотряса коліна розміщені під кутом 180° . Положення клавіші на осі x вважають вихідними для відрахування кута α (рис. 2.28). Приймають, що точка M визначає вихідне положення для першої клавіші, а точка N – для другої. При обертанні колінчастого вала за годинниковію стрілкою перша клавіша буде підніматись, друга опускатись. Точка K вказує на положення першої клавіші в момент відриву вороху від поверхні. Точки $1, 2, 3, \dots, 10$ вказують на розміщення частинки вороху при польоті в моменти, коли положення першої клавіші визначається точками $1', 2', 3', \dots, 11'$.

При повороті колінчастого вала на 180° обидві поверхні клавіш будуть розміщені на осі x . Точка $5'$ суміститься з точкою N і вказуватиме положення першої клавіші, а точка M – другої. Положення вороху в цей момент визначається точкою 5 . При подальшому повороті колінчастого вала друга клавіша рухатиметься вгору і в деякий момент (точка C) підхопить ворох, що падає.

При роботі соломотряса другими клавішами буде підхоплюватись крупна фракція-солома. Дрібний ворох падатиме вниз і зустрічатиметься з першими клавішами (точка D).

У момент падіння вороху на клавіші ординати y для вороху і робочої поверхні однакові:

$$y_v = y_{кл.} \quad (2.124)$$

Для перших клавіш ордината y визначається рівнянням:

$$y = r \cdot \sin\alpha; \quad (2.125)$$

для других – рівнянням:

$$y = r \sin(\alpha + \pi) = -r \sin\alpha. \quad (2.126)$$

Для вороху ординати y визначаються рівнянням (2.123).

Падіння дрібного вороху на перші клавіші трапляється, якщо $\alpha = \alpha_1'$, а падіння крупного на другі – якщо $\alpha = \alpha_2'$.

Кути α_1' та α_2' доцільно визначати графічним шляхом (рис. 2.29) в координатах $y = f(x)$.

Для цього потрібно:

- побудувати криві $y = r \sin\alpha$ (крива 3) та $y = -r \sin\alpha$ (крива 2) й визначити відстань робочих поверхонь першої та другої клавіші від осі x ;

- побудувати криву $y = r[\sin\alpha_0 + (\alpha - \alpha_0)\cos\alpha_0 - \sin\alpha_0(\alpha - \alpha_0)^2/2]$, (крива 1) яка визначає відстань вороху від осі x ;

- визначити точки перетину I та II кривих. Ці точки проєктують на осі x і знаходять пошукові значення кутів α_1' та α_2' . Для даного прикладу вони становлять: $\alpha_1' = 318^\circ$, $\alpha_2' = 234^\circ$.

10.3.5. Визначити переміщення вороху за одне підкидання. Для цього на траєкторії польоту частинки вороху (рис. 2.28) відкласти на осі x кут α_2' і знайти точку E , що вказує положення перших клавіш у момент підхоплення крупного вороху другими клавішами в точці C . Положення кривошипа інших клавіш у цей момент визначається точкою A , зміщеною на 180° по дузі кола.

Переміщення крупного вороху в напрямку до виходу із молотарки за одне підкидання позначається S_K .

Відкласти кут α_1' для перших клавіш і знайти точку B , що визначає положення їх кривошипа в момент зустрічі з дрібним ворохом в точці D .

Переміщення дрібного вороху за одне підкидання по відношенню до робочої поверхні клавіші, що підкидає цей ворох, позначається S_D .

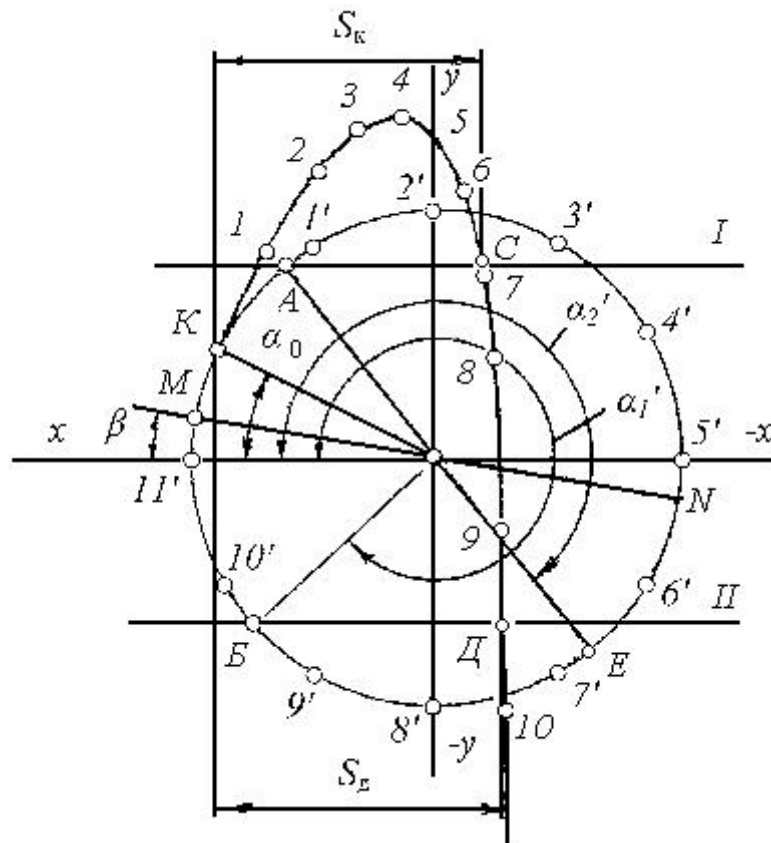


Рис. 2.28. Дальність польоту дрібної та крупної фракцій

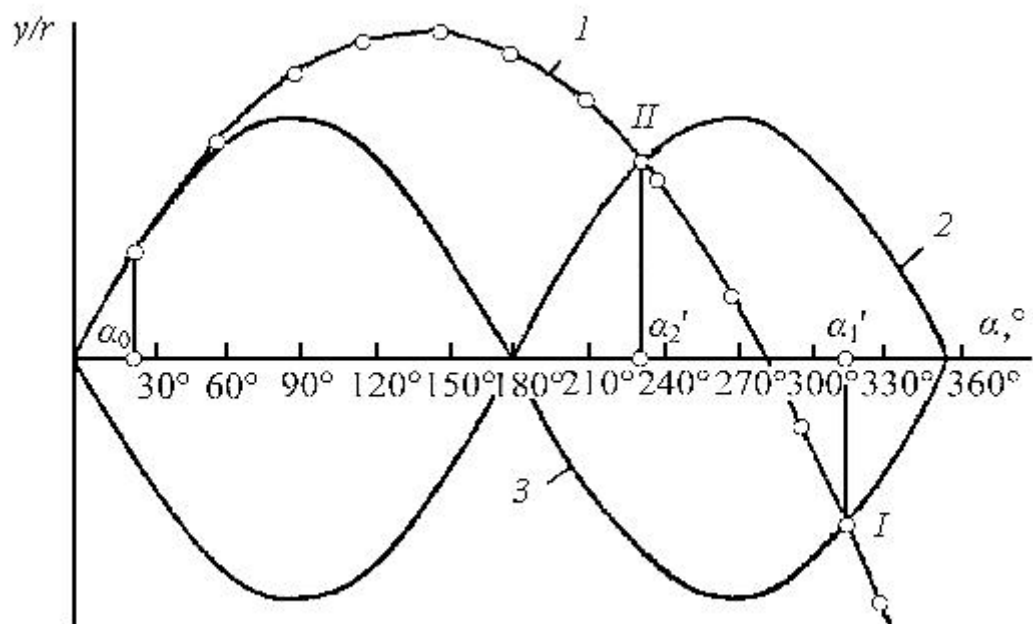


Рис. 2.29. Визначення моменту падіння вороху на клавіші соломотряса

РОЗДІЛ ТРЕТІЙ. ВПРАВИ

3.1. Вправи до теми 1. Машина та знаряддя для обробітку ґрунту

1. Визначити і побудувати залежність кута встановлення твірної до стінки борозни від висоти її розміщення для культурної лемішно-полицевої поверхні за такими даними: глибина оранки a ; ширина захвату корпусу 0,35 м; кут, який визначає положення нижньої твірної до стінки борозни, γ_0 ; кут, який визначає положення верхньої твірної до стінки борозни, γ_{\max} ; найменший кут нахилу твірної до стінки борозни γ_{\min} .

2. Визначити і побудувати залежність кута дії твірної до стінки борозни від висоти її розміщення для напівгвинтової лемішно-полицевої поверхні за такими даними: глибина оранки a ; ширина захвату корпусу 0,35 м; кут, який визначає положення нижньої твірної до стінки борозни, γ_0 ; кут, який визначає положення верхньої твірної до стінки борозни, γ_{\max} ; найменший кут нахилу твірної до стінки борозни γ_{\min} .

3. Визначити і зобразити на схемі сили, що діють на корпус плуга для таких умов: питомий опір ґрунту κ ; глибина оранки a ; ширина захвату корпусу 0,35 м.

4. Визначити тяговий опір плуга за такими показниками: маса плуга $m = 1000$ кг, глибина оранки a ; кількість корпусів n ; ширина захвату корпусу 0,35 м; питомий опір ґрунту κ ; динамічний показник $\varepsilon = 2000$ Н·с²/м⁴; коефіцієнт опору переміщення $f = 0,5$; швидкість агрегату $v = 7,2$ км/год.

5. Для умов вправи 4 визначити коефіцієнт корисної дії плуга.

6. Визначити основні параметри і сили, що діють на зубову борону за такими показниками: ширина міжряддя a ; відстань між похилими b ; відстань між поперечними планками h , зменшення відстані між першою і другою, четвертою і п'ятою планками Δh ; опір одного зуба κ_3 . Побудувати силовий багатокутник.

7. Визначити відстань між дисками на осі батареї луцильника для таких умов: глибина обробітку a ; кут атаки α ; центральний кут 2β .

8. Визначити відстань між дисками на осі батареї дискової борони для таких умов: глибина обробітку a ; кут атаки α ; центральний кут 2β .

9. Визначити відстань між рядами лап культиватора (при двохрядному розміщенні) для таких умов роботи: виліт наральника лапи $l = 0,25$ м; глибина обробітку a ; коефіцієнт зовнішнього тертя f ; коефіцієнт внутрішнього тертя $f^d = 0,7$; кут кришення $\alpha = 20^\circ$; ширина захвату лапи b .

10. Визначити відстань між розпушувальними лапами культиватора в ряду (при двохрядному розміщенні) для таких умов роботи: ширина захвату лапи $b = 0,05$ м; глибина обробітку a ; кут кришення $\alpha = 20^\circ$; коефіцієнт зовнішнього тертя f ; коефіцієнт внутрішнього тертя $f^d = 0,7$; висота гребеня дорівнює глибині обробітку.

11. Визначити, чи буде відбуватися різання культиваторною лапою з ковзанням за таких умов: кут розхилу стрілкової лапи 2γ ; коефіцієнт тертя ґрунту об лапу f .

12. Для умов вправи 11 визначити коефіцієнт ковзання ґрунту по культиваторній лапі.

13. Для фрезерування ґрунту «зверху вниз» визначити показник кінематичного режиму λ при таких умовах: радіус фрезерного барабана R , кількість односторонніх ножів Z , глибина обробітку h .

14. Для фрезерування ґрунту «знизу вгору» визначити показник кінематичного режиму за таких умов: радіус фрезерного барабана R , кількість односторонніх ножів Z , глибина обробітку h .

15. Визначити подачу на один ніж, якщо параметри фрези такі: діаметр фрезерного барабана D , швидкість руху фрези v_n , частота обертання барабана n , кількість односторонніх ножів Z .

3.2. Вправи до теми 2. Посівні та садильні машини

1. Визначити робочий об'єм котушки за таких умов роботи: норма висіву насіння Q , передаточне відношення i .

2. Визначити довжину робочої частини котушки при нормі висіву Q та передаточному відношенні i .

3. Визначити, на яку розрахункову норму висіву насіння $Q_{роз}$ потрібно встановити сівалку, щоб забезпечити висів заданою нормою $Q_з$, якщо за 10 повних обертів опорно-приводних коліс вона пройшла шлях l .

4. Як змінюється максимально допустима, за умовами якості робоча швидкість картоплесаджалки з ложечково-дисковим садильним апаратом при переході з гніздового на рядовий спосіб саджання? Відстань між гніздами $l_г$, відстань між бульбами в рядку $l_к = 0,35$ м. Кількість бульб у гнізді m .

5. За даними вправи 4 визначити частоту обертання диска садильного апарата при гніздовому і рядовому способах посадки картоплі.

6. Визначити робочу швидкість розсадосадильної машини, якщо крок посадки l_p , кількість садильниць, що обслуговують апарат, n_c , частота посадки v .

7. За даними вправи 6 визначити час, відведений на закладку розсади в розсадотримач.

8. Розрахувати, яке кількість розсадотримачів Z необхідно встановити на кожному диску садильного апарата для регулювання розсадосадильної машини на заданий режим роботи: крок посадки l_p , показник кінематичного режиму $\lambda = 1,12$. Діаметр диска по кінцях розсадотримачів $D = 750$ мм.

3.3. Вправи до теми 3. Машини для внесення добрив

1. Розрахувати необхідну величину висівної щілини для таких умов роботи тукової сівалки: норма внесення добрив Q , об'ємна маса добрив γ , ширина захвату сівалки 4,2 м, робоча швидкість 10 км/год, кількість висівних апаратів 11.

2. Як змінюється швидкість транспортера гноєрозкидача при переході з робочої швидкості агрегату 8 км/год до робочої швидкості 10 км/год при нормі

внесення добрив Q , ширині захвату b м, об'ємній масі добрив γ , ширині транспортера $b = 2,5$ м, товщині шару, що подається транспортером $H = 0,5$ м.

3. Визначити ширину розсіву мінеральних добрив дводисковим апаратом при частоті обертання n і висоті розміщення дисків над поверхнею поля H .

4. Визначити дальність кидання частинки органічного добрива роторним апаратом з діаметром бітера 300 мм з горизонтальною віссю обертання з частотою 400 хв^{-1} при куті кидання β і висоті розміщення сходу частинки над рівнем поля H .

3.4. Вправи до теми 4. Машини для хімічного захисту рослин

1. Польовий вентиляторний обприскувач, укомплектований розпилюючим пристроєм з 12 розпилювачами і, завдяки використанню вентилятора, має ширину захвату $B = 20$ м. Вихід отрутохімікату через розпилювач $q_{\text{хв}} = 1,0$ л/хв. Визначити необхідну робочу швидкість v_p руху агрегата, яка забезпечить внесення отрутохімікату з нормою Q .

2. За даними вправи 1 визначити діаметр d вихідного отвору розпилюючого наконечника, якщо обприскувач обладнаний тангенціальними наконечниками відцентрового типу, а тиск робочої рідини в системі H .

3. Садовий обприскувач обладнаний осьовим вентилятором, діаметр вихідного отвору якого $d = 0,4$ м. Визначити необхідну продуктивність вентилятора Q , якщо висота дерев H , ширина міжряддя $B = 6$ м, крона достатньо густа і необхідна швидкість повітряного потоку на вході в крону $v_{\text{х}}$.

3.5. Вправи до теми 5. Збиральні машини

1. Визначити висоту встановлення мотовила над різальним апаратом за таких умов роботи жатки: довжина стебел $l_{\text{ст}}$, висота зрізу $H_3 = 0,2$, радіус мотовила $R_m = 0,6$ м, поступальна швидкість $v_{\text{п}}$, частота обертання мотовила n .

2. Визначити швидкість початку і кінця різання стеблин сегментом згідно з рис. 5 при умовах: частота обертання кривошипа механізму привода ножа $n_{\text{к}}$, хід ножа S .

3. Знайти площу подачі при роботі сегментно-пальцевого різального апарата при поступальній швидкості машини $v_{\text{п}}$, частоті обертів кривошипного вала $n_{\text{к}}$, ході ножа $S = 76,2$ мм.

4. Як зміниться пропускна здатність молотарки комбайна при переході з обмолоту хлібної маси співвідношенням $m_3' : m_c'$ на обмолот з співвідношенням $m_3'' : m_c''$ при допустимих втратах зерна?

5. З якою швидкістю повинен рухатись зернозбиральний комбайн в наступних умовах роботи: при відношенні $m_3 : m_c$, пропускній здатності $m' = 8$ кг/с, врожайності зерна V_3 , ширині захвату жатки B_p .

6. Розрахувати потужність на привод молотильного барабана при пропускній здатності m' , радіусі барабана r_6 , частоті обертів барабана n_6 .

7. Визначити абсолютні та відносні втрати зерна за соломотрясом при пропускній здатності m' , довжині соломотряса l_c , коефіцієнтові сепарації $\mu = 9 \cdot 10^{-3} \text{ 1/см}$ та відношенні $m_3 : m_c$.

8. Визначити дальність польоту соломи за одне підкидання клавішами за таких умов: радіус колінвала r_c , кут нахилу клавіші до горизонту α , частота обертання вала n_c . Скільки підкидань потрібно для проходження соломи по соломотрясу довжиною l_c ?

9. Визначити діаметр стебел, при якому буде здійснюватись їх якісне захоплення вальцями, та діаметр качанів, при якому вони не будуть затягуватись в зазор між вальцями за таких умов: діаметр вальців D_B , зазор h_B , коефіцієнт тертя стебел об вальці $f_{ст}$, коефіцієнт тертя качанів об вальці $f_{кач}$.

10. При якій швидкості руху кукурудзозбирального комбайна вальці забезпечують безперервне і рівномірне протягування стебел, якщо урожайність $У$, ширина міжрядь $e = 0,7$ м, об'ємна маса $\gamma = 350$ кг/м³, діаметр вальців $D_B = 80$ мм, довжина вальців $l_B = 0,450$ м, частота обертання n_B , зазор між вальцями $h_B = 4$ мм?

11. Визначити, при якій частоті обертів еліптичної зірочки картоплезбиральної машини буде здійснюватись рух вороху з відривом від поверхні елеватора, якщо його нахил до горизонту α , радіус зірочки r_3 .

12. Визначити кут нахилу до горизонту та ширину розхилу вилчастого копача коренезбиральної машини при куті розхилу створюючих наконечників λ куті розхилу осей вилки λ_0 , діаметрі коренеплоду d_k .

13. З якою швидкістю має рухатись комбайн при збиранні льону при густоті стеблостою $n_{ст}$ якщо затискувач повинен забезпечити щільність стрічки δ при швидкості $v_{тр}$?

3.6. Вправи до теми 6. Машини для післязбиральної обробки зерна

1. Розрахувати пропускну здатність решета площею 1 м² повітряно-решітної машини при обробці заданої культури.

2. Визначити допустиму швидкість руху гороха діаметром d , по плоскому решету с кутом нахилу α і довжиною отворів $l = 20$ мм.

3. Визначити пропускну здатність трієрного блока, який складається із чотирьох паралельно працюючих циліндрів при виділенні домішок, якщо діаметр циліндра $D_{ц} = 0,6$ м, довжина – $l_{ц}$.

4. Визначити масу продовольчої пшениці до сушіння на зерноочисному комплексі, що має сушарку продуктивністю $Q = 20$ т/год протягом часу $t = 10$ год. Вологість зерна до сушіння W_1 , після сушіння W_2 .

5. Визначити основні вихідні дані вентилятора комбайна (швидкість на виході із горловини $v_{п}$, маса повітря, що подається Q_B , повний тиск H для виділення із зернового вороху домішок, що мають найбільшу критичну швидкість $v_{кр}$. Пропускна здатність очистки по зерну m_3 , співвідношення динамічного тиску до статичного $h_d : h_{ст}$.

3.7. Вправи до теми 7. Меліоративні машини

1. Бульдозер з неповоротним відвалом, що має параметри: висоту відвала $H = 1,2$ м, ширину захвату $B = 3,6$ м, працює на незв'язаних ґрунтах, які мають коефіцієнт наповнення $K_H = 0,7$ і кут природного схилу ϕ . Визначити, на яку

величину h необхідно додатково заглиблювати ніж, щоб компенсувати втрати ґрунту в процесі його транспортування на відстань l .

2. Визначити максимальну товщину стружки δ_{\max} на початку копання, якщо скрепер працює на ґрунті з питомим опором копання K_k , коефіцієнт зчеплення гусениць трактора з ґрунтом $\varphi_{зч} = 0,95$, а коефіцієнт опору перекочування коліс скрепера f . Маса скрепера $m_{ск} = 2300$ кг, ширина захвату $B = 2,1$ м, маса трактора $m_{тр} = 5700$ кг.

3. Визначити робочу швидкість v_e і товщину стружки h_c траншейного ланцюгового екскаватора, якщо місткість ковша $V_k = 23$ дм³; ширина ковша B_k ; крок ковшів $t_k = 950$ мм; швидкість руху ковшів $v_k = 0,7$ м/с; глибина траншеї H_T .

4. Дощувальна установка позиційної дії обладнана дефлекторною насадкою з діаметром отвору $d = 5$ мм, тиск води перед насадкою H . Визначити середню інтенсивність дощу $\rho_{ср}$, якщо з однієї позиції поливається кругова площа діаметром D .

5. Для умов прикладу 4 визначити, чи будуть створюватись калюжі при роботі дощувальної установки на легких, середніх та важких ґрунтах.

6. Користуючись графіком (рис. 3.4), визначити тривалість часу t , на яку потрібно включати дощувальну установку позиційної дії, щоб виконати полив без створення калюж, а також кількість води $H_{п}$, що виливається за цей час на поливну площу в перерахунку на 1 га. Середня інтенсивність дощу $\rho_{ср}$.

3.8. Теоретичні відомості з виконання вправ

1. Машина та знаряддя для обробітку ґрунту

1.1. Плуги

1.1.1. Зміна кутів нахилу твірної до стінки борозни (див. п. 1.2.5 завдання „Розрахунок основних параметрів лемішно-полицевої поверхні»).

1.1.2. Сили, які діють на корпус плуга

Сили, які діють на корпус плуга (рис. 3.1), залежать від властивостей ґрунту, глибини оранки, швидкості руху, геометричної форми поверхні корпусу, гостроти леза лемеша, наявності ножа та передплужника. Елементарні нормальні та дотичні напруження, які діють на корпус, приводяться до результуючої і динамі сил. При розв'язанні деяких задач (розміщення робочих органів на рамі, визначення тиску на польову дошку та ін.) зручно мати сили, які діють у напрямках X , Y , Z .

Горизонтальна складова R_x спрямована вздовж осі X і визначається за формулою, кН

$$R_x = ka, \quad (3.1)$$

де k – питомий опір ґрунту, кПа;

a – глибина оранки, м;

b – ширина захвату корпусу, м.

Складова, що діє в площині, перпендикулярній напрямку руху агрегату, визначається за формулою

$$R_y = \frac{1}{3} R_x. \quad (3.2)$$

$$\vec{R} = R_x \vec{i} + R_y \vec{j} + R_z \vec{k}$$

(3.3)

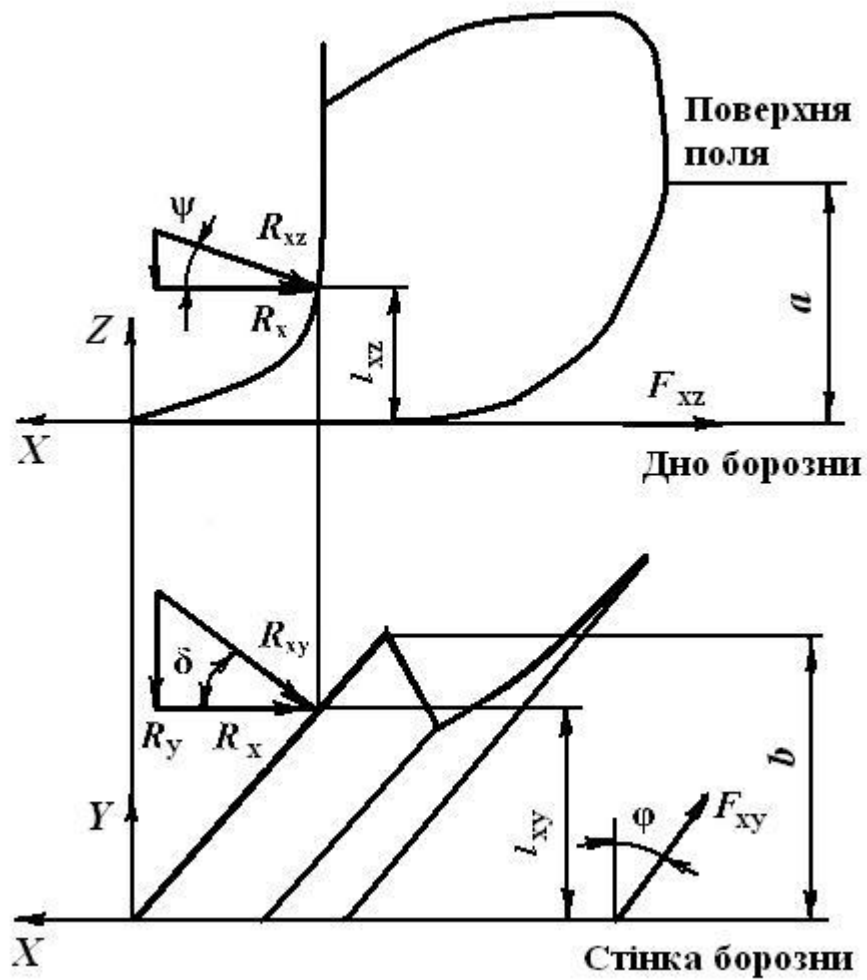


Рис. 3.1. Сили, що діють на корпус плуга

Сили

$$\vec{R} = R_x \vec{i} + R_y \vec{j} + R_z \vec{k}$$

(3.4)

$$\vec{R} = R_x \vec{i} + R_y \vec{j} + R_z \vec{k}$$

Лінія дії R_{zx} перетинає польовий обріз при гострих лемешах на відстані від дна борозни

$$l_{zx} = \frac{1}{2} a$$

(3.5)

Величина

$$l_{xy} = \frac{1}{2} b$$

(3.6)

Величина F_{xz} визначається за формулою

$$F_{xz} = f F_y$$

(3.7)

де f – коефіцієнт тертя ґрунту по сталі, $f = 0,5$.

Сила

$$F_{xy} = \frac{R_y}{\cos \varphi} \quad (3.8)$$

де φ – кут зовнішнього тертя. При $f = 0,5$, $\varphi = 26^\circ 30'$.
Кути $\psi = \pm 12^\circ$, $\delta = 15 \dots 25^\circ$.

1.1.3. Раціональна формула В.П. Горячкіна

Формула має вигляд:

$$P = P_1 + P_2 + P_3 \cdot \eta_{пл} \quad (3.9)$$

де P_1 – опір руху від тертя коліс по ґрунту, корпусів по дну борозни (мертвий опір), кН;

P_2 – опір, обумовлений деформацією пласта, кН;

P_3 – опір, який виникає при наданні «живої» сили, тобто кінетичної енергії пласту, кН;

f – коефіцієнт опору переміщення плуга;

Y – вага плуга, кН;

k – питомий опір ґрунту, кПа;

a – глибина оранки, м;

b – ширина захвату корпусу, м;

n – кількість корпусів;

ε – динамічний показник, $\text{Н} \cdot \text{с}^2 / \text{м}^4$;

v – швидкість агрегату, м/с.

Коефіцієнт корисної дії плуга

$$\eta_{пл} = \frac{P_2 + P_3}{P} \quad (3.10)$$

1.2. Зубові борони

1.2.1. Визначення основних параметрів зубових борін (див. п. 3.2 завдання «Розміщення зубів на рамі борони»).

1.3. Дискові знаряддя (див. п. 4.2 завдання «Розміщення дисків на осі батареї лушпильника і борони»).

1.4. Культиватори

1.4.1. Розміщення лап на рамі культиватора

Відстань між рядами лап визначається за формулою (рис. 3.2)

$$l_1 - l_2 \quad (3.11)$$

де l_1 – проекція площини деформації на поверхню поля;

l_2 – виліт наральника лапи (конструктивний розмір).

Проекція площини деформації на поверхні поля:

$$l_1 = a \cdot \cos \alpha \cdot \cos \varphi \quad (3.12)$$

де a – глибина обробітку;

α – кут кришення;

φ – кут зовнішнього тертя.

Тоді

$$L = \frac{B}{\sin \alpha} \quad (3.13)$$

Ця формула прийнятна як для підрізаючих, так і для розпушувальних лап.

У ряду підрізаючі лапи встановлюються з перекриттям. При дворядному розміщенні розпушувальних лап відстань між ними в ряду

$$l = \frac{B}{2} \quad (3.14)$$

де B – ширина смуги деформації ґрунту на поверхні поля.

Ширина

$$B = \frac{2a}{\sin \alpha} \quad (3.15)$$

де b – ширина захвату лапи;

ϕ' – кут внутрішнього тертя.

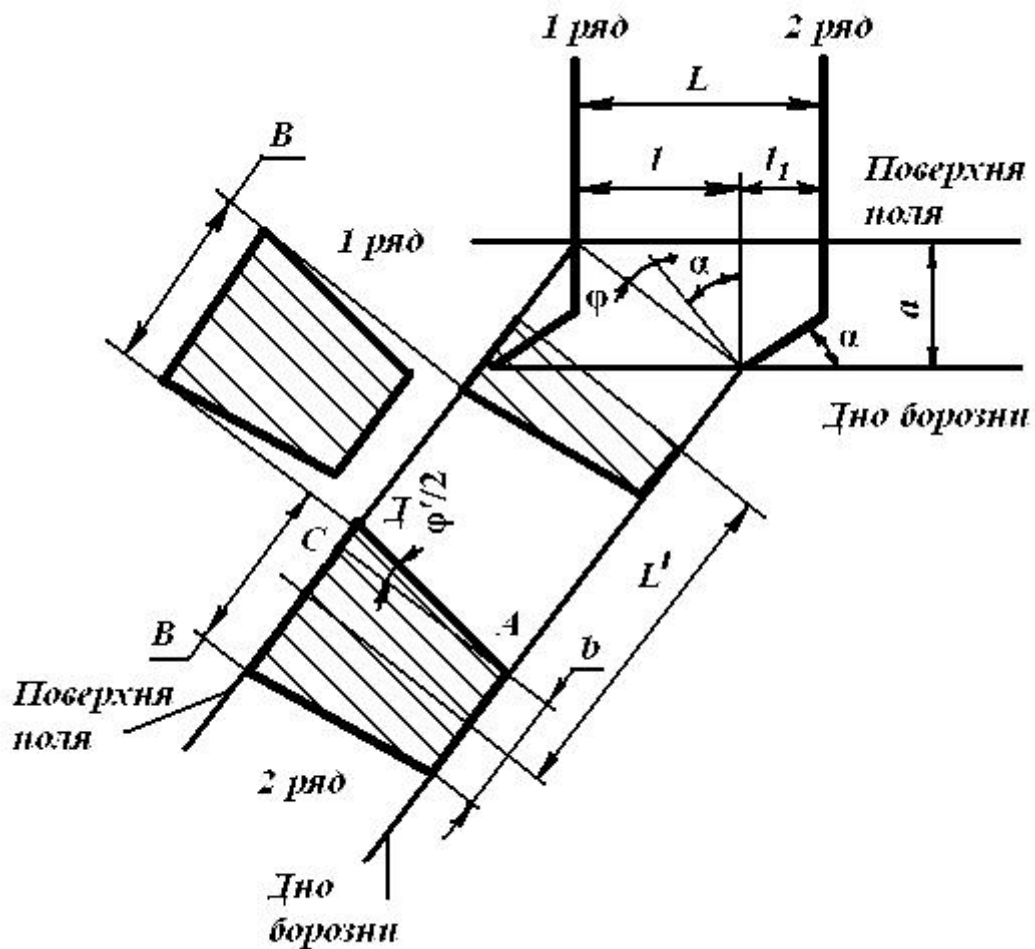


Рис. 3.2. Схема визначення відстані між рядами лап та між лапами в ряду

1.4.2. Умова різання культиваторних лап з ковзанням.

Умова різання культиваторних лап з ковзанням

$$K = \frac{2a}{\sin \alpha} \quad (3.16)$$

де γ – половина кута розхилу культиваторної лапи.

Коефіцієнт ковзання ґрунту по культиваторній лапі

$$K = \frac{2a}{\sin \alpha} \quad (3.17)$$

1.5. Ґрунтообробні фрези (див. п. 5.2 завдання «Визначення параметрів роботи ґрунтообробної фрези»).

2. Посівні і садильні машини

2.1. Зернотукові сівалки

Об'єм насіння, який висіває один висівний апарат за одне обертання колеса сівалки, см^3


$$V_{\text{с}} = \frac{\pi D_k^2 a Q \gamma \epsilon}{4} \quad (3.18)$$

де D_k – діаметр опорно-привідного колеса зернотукової сівалки, $D_k = 1,2$ м;

a – ширина міжряддя, $a = 0,15$ м;

Q – норма висіву, кг/га;

γ – об'ємна маса насіння, для пшениці $\gamma = 0,75 \dots 0,9$ г/см³;

ϵ – коефіцієнт проковзування коліс сівалки по ґрунту, $\epsilon = 0,05 \dots 0,1$.

Робочий об'єм катушки (об'єм насіння, висіяного одним висівним апаратом за одне обертання катушки), см^3


$$V_{\text{к}} = \frac{\pi d^2 i n_{\text{в}}}{4} \quad (3.19)$$

де i – передаточне відношення від приводного колеса n_k до вала висівних апаратів $n_{\text{в}}$, $i = n_{\text{в}}/n_k$.

Формула зв'язує в єдину залежність основні конструктивні й технологічні параметри, надає можливість знайти необхідну довжину робочої частини катушки (мм) для заданої норми висіву і ширини міжряддя, яка має вигляд


$$l = \frac{4 V_{\text{с}}}{\pi d^2 i n_{\text{в}}} \quad (3.20)$$

α – коефіцієнт заповнення жолобів, $\alpha = 0,7 \dots 0,9$;

n_k – частота обертання колеса;

z – кількість жолобків, $z = 12$;

$n_{\text{в}}$ – частота обертання вала висівних апаратів;

s – площа поперечного перерізу жолобка (для зернових культур $s = 5,8$ см²);

d – діаметр катушки ($d = 50$ мм), см;

c_n – приведена товщина активного шару (для пшениці $c_n = 3,2 \dots 5$ мм), см.

Коефіцієнт ковзання коліс сівалки по ґрунту

$$\epsilon = \frac{l - \pi r N}{\pi r N} \quad (3.21)$$

де l – фактично пройдений шлях сівалкою за N обертів колеса, м.

Між розрахунковою і заданою нормами висіву існує залежність


$$Q = \frac{V_{\text{с}}}{V_{\text{к}}} \quad (3.22)$$

2.2. Картоплесаджалки

Максимально допустима швидкість картоплесаджалки (м/с)


$$v_{\text{max}} = \frac{l_k}{t} \quad (3.23)$$

де v_{max} – максимально допустима частота захвату бульб, $v_{\text{max}} = 7$ кл./с ;

l_k – відстань між гніздами (бульбами) в рядку, м;

t – кількість бульб у гнізді. При рядовій посадці $t = 1$.

Частота обертання диска садильного апарату (хв^{-1}) визначається схемою розміщення бульб і швидкістю v машини (м/с)

$$\text{[scribble]} \quad (3.24)$$

де Z – кількість ложечок на диску.

2.3. Розсадосадильні машини

Частота посадки (шт./хв)

$$\text{[scribble]} \quad (3.25)$$

де v – швидкість посадки, м/с;

l_n – крок посадки, м;

n_c – кількість садильниць, одночасно обслуговуючих садильний апарат;

ν – середня частота закладки розсади однією саджальницею, $\nu = 30 \dots 40$ шт./хв.

Розрахункова швидкість руху машини (м/с)

$$\text{[scribble]} \quad (3.26)$$

Період закладки (с)

$$\text{[scribble]} \quad (3.27)$$

Показник кінематичного режиму роботи

$$\lambda = \frac{2R}{Zl_n} \quad (3.28)$$

де R – радіус кола, по якому розміщені центри розсадотримачів, м;

Z – кількість розсадотримачів.

3. Машини для внесення добрив

Висота висівної щілини тукової сівалки, мм

$$\text{[scribble]} \quad (3.29)$$

де Q – норма висіву добрив, кг/га;

B – ширина захвату, м;

v – швидкість машини, м/с;

k – кількість висівних апаратів;

γ – об'ємна маса добрив, кг/м³; для більшості мінеральних добрив $\gamma = 800 \dots 1200$ кг/м³;

ω – кутова швидкість висівного апарата $\omega = 0,2 \dots 0,4$ рад/с;

R – радіус туковисівного апарата, $R = 0,2$ м;

r – конструктивний параметр. Можна прийняти $r \approx 0$.

Швидкість транспортера для внесення органічних і мінеральних добрив

$$\text{[scribble]} \quad (3.30)$$

де Q – норма внесення добрив, кг/га;

B – ширина розкидання добрив, м;

v_m – швидкість руху машини, м/с;

γ – об'ємна маса добрив, кг/м³; для органічних добрив $\gamma = 300 \dots 800$ кг/м³;

b – ширина транспортера, м;

H – товщина шару добрив, які подаються транспортером, м.

Ширина висіву мінеральних добрив дводисковим апаратом, м

$$B = \omega r + A, \quad (3.31)$$

де ω – кутова швидкість дисків, рад/с;

r – радіус дисків, м;

H – висота розміщення дисків над поверхнею поля, м;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

A – відстань між центрами дисків, м.

Частота обертання дисків $n_d = 400 \dots 600 \text{ хв}^{-1}$. В існуючих машинах $2r = 0,35 \dots 0,7$ м, висота $H = 0,5 \dots 1$ м. Відстань між центрами дисків $A = (2,4 \dots 2,6)r$.

Дальність польоту частинок добрив, кинутих під кутом β до горизонту, м

$$L = \frac{v_a^2 \sin 2\beta}{g}, \quad (3.32)$$

де v_a – абсолютна швидкість частинок у момент її сходження з робочого органа, м/с;

H – висота розміщення сходження частинки над рівнем поля, м,

g – прискорення вільного падіння, м/с².

Орієнтовно $v_a = v_e$. Тут v_e – переносна швидкість в момент сходження частинки, $v_e = \omega r$.

4. Машина для хімічного захисту рослин

Налагоджування розпилювачів, обприскувачів на визначений режим роботи ведеться відповідно заданої норми витрати отрутохімікатів з урахуванням швидкості руху і ширини захвату. Витрати отрутохімікатів через розпилювач (л/хв)

$$Q = Z \cdot B_p \cdot v_p, \quad (3.33)$$

де Q – задана норма витрати отрутохімікатів, л/га;

B_p – ширина захвату обприскувача, м;

v_p – робоча швидкість руху, км/год;

Z – кількість розпилювачів.

Подача отрутохімікатів через розпилювач (л/хв) може бути також визначена за формулою

$$Q = \mu \cdot f \cdot H, \quad (3.34)$$

де μ – коефіцієнт витрати, залежний від типу наконечника (для відцентрових наконечників з осердям $\mu = 0,41$; для відцентрових тангенціальних типу РЦ та УН $\mu = 0,27$);

f – площа вихідного отвору, мм²;

g – прискорення сили тяжіння, м/с²;

H – тиск робочої рідини, м вод. стовпа.

Оскільки $f = \frac{\pi d^2}{4}$, де d – діаметр вихідного отвору, тоді із попередньої формули для даних умов можна визначити діаметр вихідного отвору розпилювача.

Продуктивність вентилятора, який використовується на вентиляторних обприскувачах, м³/с, розраховується за формулою

$$S = \frac{Q}{v_s}, \quad (3.35)$$

де S – площа вихідного отвору сопла, м²;

v_{cp} – середня швидкість повітряного потоку на виході із сопла; дорівнює $(0,75...1)v_0$. Тут

v_0 – швидкість потоку на виході із сопла.

Швидкість потоку визначається із виразу

$$v_x = v_0 \left(1 - \alpha \frac{x}{d} \right) \quad (3.36)$$

де v_x – швидкість потоку на відстані x від сопла, м/с;

α – коефіцієнт турбулентності, $\alpha = 0,07...0,14$;

d – діаметр сопла, м. Відстань x при обприскуванні саду визначають за формулою

$$x = H + \left(\frac{B}{2} \right)^2 \quad (3.37)$$

де H – висота дерев, м;

B – ширина міжряддя, м.

Швидкість на вході в густу крону приймають в межах 20...30 м/с, на вході в розріджену крону 10...20 м/с.

Годинна продуктивність вентилятора, м²/год

$$Q = v \cdot S \cdot t \quad (3.38)$$

5. Збиральні машини

5.1. Мотовило

Висота встановлення мотовила над різальним апаратом h_m визначається за формулою:

$$h_m = \frac{l_{ст}}{\lambda} + R_m \quad (3.39)$$

де $l_{ст}$ – довжина стебел, м;

H_3 – висота зрізу стебел, м;

R_m – радіус мотовила, м;

λ – показник кінематичного режиму роботи мотовила.

Показник

$$\lambda = \frac{v_n}{\omega R_m} \quad (3.40)$$

де ω – кутова швидкість мотовила, рад/с;

v_n – поступальна швидкість машини, м/с.

Кутова швидкість

$$\omega = 2\pi n \quad (3.41)$$

де n – частота обертання мотовила, хв⁻¹.

5.2. Різальний апарат

Швидкості початку і кінця різання сегмента визначаються за формулами:

$$v_{п} = \mu_{x'} y_{п} \quad (3.42)$$

$$v_{к} = \mu_{x'} y_{к} \quad (3.43)$$

де $y_{п}$, $y_{к}$ – ординати початку і кінця різання відповідно, мм.

Визначаються із графіка $x = f(y)$ (рис. 3.3),

$\mu_{x'}$ – масштаб швидкості, м/с·мм;

Масштаб швидкості

$$\mu_{x'} = \frac{v_{x'}}{y_{п}} \quad (3.44)$$

де ω_k – кутова швидкість кривошипа, рад/с;

r_k – радіус кривошипа, м;

y_{\max} – максимальна ордината із графіка ~~$x = f(x)$~~ мм;

Кутова швидкість

$$\omega_k = \frac{v_{\text{п}}}{r_k} \quad (3.45)$$

де n_k – частота обертів кривошипного вала, хв^{-1} ;

Площа подачі (мм^2) стебел F :

$$F = S \cdot v_{\text{п}} \quad (3.46)$$

де S – хід ножа, мм;

L – подача за один хід ножа, мм;

$$L = v_{\text{п}} \cdot t_0 \quad (3.47)$$

де $v_{\text{п}}$ – поступальна швидкість машини, м/с;

ω_k – кутова швидкість кривошипного вала, рад/с.

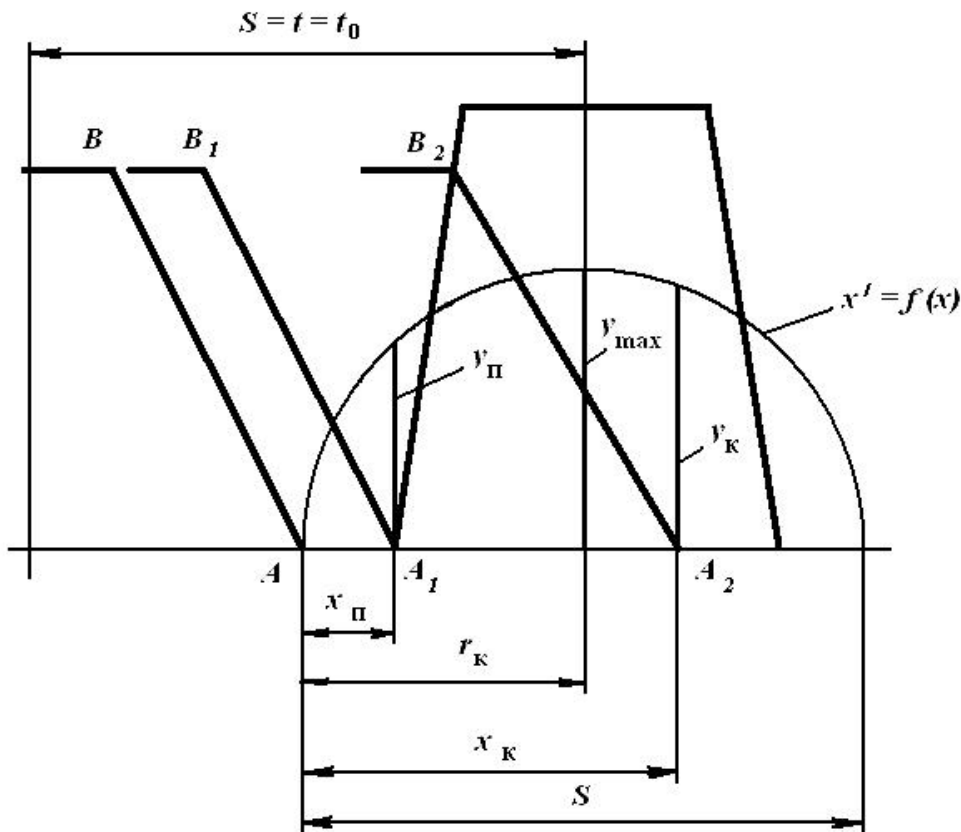


Рис. 3.3. Схема для визначення швидкості різання

5.3. Молотильний апарат

Пропускна здатність молотарки визначається за формулою

$$m' = \frac{B_c \cdot h_c \cdot \gamma_c \cdot v_{\text{сер}}}{\delta} \quad (3.48)$$

де m' – пропускна здатність, кг/с;

h_c – допустима товщина шару соломи на соломотрясі, м;

B_c – ширина соломотряса, м;

γ_c – об'ємна маса соломи на соломотрясі, кг/м^3 ;

$v_{\text{сер}}$ – середня швидкість переміщення соломи на соломотрясі, м/с;

δ – вміст зерна в хлібній масі

$$m'_z, m'_c \quad (3.49)$$

m'_z, m'_c – відповідно подача зерна і соломи, кг/с (або часткові співвідношення);

Поступальна швидкість руху зернозбирального комбайна v_n .

$$U_3 \quad (3.50)$$

де U_3 – урожайність зерна, ц/га;

B_p – робоча ширина захвату жатки, м;

K – коефіцієнт, що характеризує хлібну масу в часткових співвідношеннях мас зерна та соломи

$$N_1 \quad (3.51)$$

Потужність на привод молотильного барабана

$$N_2 \quad (3.52)$$

де N_1 – затрати потужності на подолання опору тертя в підшипниках, передавальних механізмах, а також опору повітря, Вт;

$$N_2 \quad (3.53)$$

N_2 – затрати потужності на виконання технологічного процесу обмолоту, Вт.

$$v \quad (3.54)$$

де v – лінійна швидкість планок барабана, м/с:

$$\omega_6 \quad (3.55)$$

де ω_6 – кутова швидкість барабана, рад/с;

r_6 – радіус барабана, м;

f – коефіцієнт перетирання соломи, $f = 0,6 \dots 0,7$.

5.4. Соломотряс

Відносні втрати зерна за соломотрясом

$$q_n \quad (3.56)$$

де q_n – абсолютні втрати зерна за соломотрясом, кг/с;

m'_z – маса зерна, що потрапляє в молотильний апарат, кг/с.

$$q_c \quad (3.57)$$

де q_c – маса зерна, що надходить разом із соломною з молотильного апарата на соломотряс, кг/с, $q_c = (24 \dots 30) 10^{-3} m^1$;

e – основа натуральних логарифмів, $e = 2,7183$;

μ – коефіцієнт сепарації, 1/м;

l_c – довжина соломотряса, м.

Дальність польоту соломи за одне підкидання

$$r_c \quad (3.58)$$

де r_c – радіус коліна вала соломотряса, м;

α – кут нахилу клавіші до горизонту, град;

k – показник кінематичного режиму роботи соломотряса

$$k \quad (3.59)$$

де ω_c – кутова швидкість обертання вала соломотряса, рад/с;

g – прискорення вільного падіння, м/с.

Довжина соломотряса

$$l_c \quad (3.60)$$

де ψ – коефіцієнт, що враховує ущільненість вороху соломи, $\psi = 0,7$;
 Z – кількість підкидань соломи на соломотрясі.

5.5. Кукурудзозбиральні машини

Умова захоплення стебел качановідривними вальцями:

$$D_B > \frac{d_k - h_B}{1 - \cos \varphi_k} \quad (3.61)$$

де D_B – діаметр вальців, мм;
 $d_{ст}$ – діаметр стебел, мм;
 h_B – зазор між вальцями, мм;
 $\varphi_{ст}$ – кут тертя стебел об вальці, град.

Умова відсутності затягування качанів:

$$D_B \leq \frac{d_k - h_B}{1 - \cos \varphi_k} \quad (3.62)$$

де d_k – діаметр качанів, мм;
 φ_k – кут тертя качанів об вальці, град.

Умова відсутності скупчення рослин перед вальцями:

$$q_B = q_M \quad (3.63)$$

де q_B – пропускна здатність вальців, кг/с;
 q_M – подача маси до вальців, кг/с.

Пропускна здатність вальців, кг/с

$$q_B = \frac{v_B \cdot \gamma \cdot \delta}{l_B} \quad (3.64)$$

де l_B – довжина вальців, мм;
 h_B – зазор між вальцями, мм;
 ε – коефіцієнт використання робочої щілини вальців, $\varepsilon = 0,6 \dots 0,7$.
 v_B – лінійна швидкість шипів вальців, м/с;
 γ – об'ємна маса рослин, кг/м³;
 δ – коефіцієнт буксування, $\delta = 0,1 \dots 0,2$.

Подача маси до вальців, кг/с

$$q_M = v \cdot U \cdot Y \quad (3.65)$$

де v – ширина міжрядь, м, $v = 0,7$ м;
 U – поступальна швидкість машини, м/с;
 Y – врожайність, ц/га.

5.6. Картоплезбиральні машини

Умова відриву частинок від поверхні елеватора:

$$m > \frac{G_{ч}}{\omega_3^2 \cdot r_3 \cdot \cos \alpha} \quad (3.66)$$

де m – маса частинки, кг;
 ω_3 – кутова швидкість еліптичної зірочки, рад/с;
 r_3 – радіус зірочки, м;
 α – кут нахилу елеватора до горизонту, град;
 $G_{ч}$ – сила тяжіння частинки, Н.

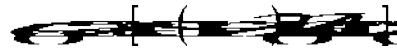
Частота обертів еліптичної зірочки n_3 (с⁻¹):

$$n_3 > \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{G_{ч}}{m \cdot r_3}} \quad (3.67)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с^2 .

5.7. Бурякозбиральні машини

Кут нахилу вилчастого копача до горизонту α_0 :



(3.68)

де λ – кут розхилу твірних наконечників, $\lambda = 15...18^\circ$;

λ_0 – кут розхилу осей вилок, град.



Ширина розхилу вилчастого копача a :



(3.69)

де d_k – діаметр коренеплоду, мм;

Δa_1 – товщина захисного шару ґрунту між тілом коренеплоду і носиком наконечника при вході коренеплоду в русло копача, $\Delta a_1 = 10...20$ мм;

Δa_2 – приріст, викликаний нечутливістю пристрою автоматичного водіння, $\Delta a_2 = 10...20$ мм;

Δa_3 – приріст, викликаний відхиленням центрів коренеплодів від осей лінії рядка, $\Delta a_3 = 10...30$ мм.

5.8. Льонозбиральні машини

Щільність стрічки стеблин льону δ (шт./м), що надходить у машину:

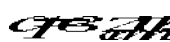


(3.70)

де q – кількість стеблин льону, що потрапляє в машину, шт./с;

v – швидкість транспортера, м/с;

Кількість стеблин



(3.71)

де b – ширина захвату одного брального струмка, $b = 0,38$ м;

z – кількість струмків, $z = 4$;

$n_{ст}$ – густина стеблин льону, $n_{ст} = 800...2000$ шт/м²;

$v_{п}$ – поступальна швидкість руху машини, м/с.

6. Машини для післязбирального обробітку зерна

6.1. Плоскі решета

Продуктивність плоского решета Q_p (кг/с);



(3.72)

де ε – коефіцієнт еквівалентності, що враховує особливості культури:

- для пшениці $\varepsilon = 0,9...1,0$;

- для жита $\varepsilon = 0,75...0,90$;

- для гречки $\varepsilon = 0,50...0,60$;

- для ячменю $\varepsilon = 0,65...0,8$;

- для льону $\varepsilon = 0,15...0,2$;

- для конюшини $\varepsilon = 0,10...0,12$;

$q_{ор}^I$ – пропускна здатність 1 м² решета, **кг/см²**;

- для попереднього очищення $q_{ор}^I = 1,6$ **кг/см²**;

- для кінцевого очищення $q_{op}^I = 0,8 \text{ кг/см}^2$:

- для сортування $q_{op}^I = 0,5 \text{ кг/см}^2$;

S_p – площа решета, м^2 .

Допустима швидкість руху зерна по решету v (м/с):

$$v = \sqrt{\frac{g \cdot l}{\sin \alpha}} \quad (3.73)$$

де l – довжина отвору решета, м;

α – кут нахилу решета, град;

r – радіус зернини, м;

g – прискорення вільного падіння, м/с^2 .

6.2. Повітряне очищення

Швидкість повітря на виході із горловини вентилятора v_{II} (м/с):

$$v_{II} = \alpha_v \cdot v_{кр} \quad (3.74)$$

де α_v – коефіцієнт перевищення швидкості:

- для полови $\alpha_v = 1,9 \dots 3,7$;

- для збійок $\alpha_v = 2,5 \dots 5,0$;

$v_{кр}$ – критична швидкість для компонентів (для полови $v_{кр} = 0,75 \dots 5,25 \text{ м/с}$).

Продуктивність вентилятора Q_v (кг/с):

$$Q_v = m_d \cdot \lambda \quad (3.75)$$

де m_d – маса домішків, що підлягають виділенню за одиницю часу, кг/с;

λ – коефіцієнт концентрації, $\lambda = 0,2 \dots 0,3$

Маса домішків

$$m_d = \varepsilon' \cdot m_3 \quad (3.76)$$

де ε' – коефіцієнт, що визначає масову частку полови і збійки, які необхідно вилучати із зерноsumіші:

- для комбайнового очищення $\varepsilon' = 0,2 \dots 0,3$;

- для зерноочисних машин:

первинного очищення $\varepsilon' = 0,01 \dots 0,1$;

вторинного очищення $\varepsilon' = 0,03 \dots 0,05$.

m_3 – маса зерна, що подається на очищення, кг/с.

Повний тиск

$$h_{\Sigma} = h_{ст} + h_{д} \quad (3.77)$$

де $h_{д}$ – динамічний тиск, Па;

$h_{ст}$ – статичний тиск, Па.

Для комбайнового очищення $h_{ст} = (2 \dots 5)h_{д}$.

Динамічний тиск знаходять за формулою

$$h_{д} = \rho \cdot v^2 \quad (3.78)$$

6.3. Трієри

Продуктивність трієра

$$Q_{тр} = \varepsilon \cdot R_{ц} \cdot l_{ц} \quad (3.79)$$

де $R_{ц}$ – радіус циліндра, м;

$l_{ц}$ – довжина циліндра, м;

ε – дослідний коефіцієнт, що враховує особливості культури (див. п. 6.1);

q_0 – пропускна здатність 1 м² внутрішньої поверхні циліндра, кг/см²;
 n – кількість циліндрів у трієрі.

При видаленні довгих домішків із вмістом їх до 7% рекомендується приймати $q_0 = 0,16...0,18$ кг/(см²); при видаленні коротких домішків із вмістом до 1,5% – $q_0 = 0,15..0,17$ кг/(см²).

6.4. Зерносушарки

Маса випаровуваної води m_v (кг/год):

$$m_v = m_1 W_1 - m_2 W_2 \quad (3.80)$$

де m_1 – маса вологого зернового матеріалу, що надходить у сушарку, кг/год;

m_2 – маса зернового матеріалу, що виходить із сушарки, кг/год;

Рівняння балансу сухого зернового матеріалу:

$$m_1 (1 - W_1) = m_2 (1 - W_2) \quad (3.81)$$

де W_1 – вологість зернового матеріалу, що надходить у сушарку, %;

W_2 – вологість зернового матеріалу після сушіння, %. Втрата маси матеріалу після сушіння U (%):

$$U = \frac{m_1 W_1 - m_2 W_2}{m_2} \quad (3.82)$$

7. Меліоративні машини

7.1. Бульдозери

Додаткове заглиблення ножа з метою компенсувати втрати ґрунту в процесі транспортування

$$V_{вт} = V_{пр} \cdot k_{вт} \quad (3.83)$$

де $V_{вт}$ – об'єм ґрунту, що втрачається в процесі руху бульдозера (3...6 % від загального об'єму призми волочення; менше значення для зв'язних, більше - для незв'язних ґрунтів);

B – ширина захвату відвала;

l – довжина шляху.

Об'єм призми волочення залежить від розмірів відвала і властивостей ґрунту. Визначається за формулою:

$$V_{пр} = \frac{B^3 \cdot \tan^3 \Theta - B^3 \cdot \tan^3 \phi}{3 \cdot (\tan \Theta - \tan \phi)} \quad (3.84)$$

де K_n – коефіцієнт наповнення місткості перед відвалом $K_n = 0,6...0,8$;

H – висота відвала;

Θ – кут атаки, $\Theta = 60^\circ...90^\circ$;

ϕ – кут природного схилу ґрунту, $\phi = 30^\circ...40^\circ$.

7.2. Скрепери

Максимальну товщину стружки δ_{max} на початку копання визначають за формулою:

$$\delta_{max} = \frac{F_T}{R_{ск} + K_k} \quad (3.85)$$

де F_T – максимальне тягове зусилля тягача;

$R_{ск}$ – опір переміщенню порожнього скрепера;

K_k – питомий опір копанню;

B – ширина захвату ножа.

На горизонтальній ділянці

$$\frac{P_T}{m \cdot g} \quad (3.86)$$

де P_T – сила тяжіння тягача;
 $\phi_{зч}$ – коефіцієнт зчеплення рушія з ґрунтом.
 Опір

$$\frac{P_{ск}}{f \cdot P_{ск}} \quad (3.87)$$

де $P_{ск}$ – сила тяжіння скрепера;
 f – коефіцієнт опору перекочуванню коліс скрепера.

7.3. Екскаватор

Теоретична продуктивність екскаватора Q_m , м³/год)

$$\frac{V_k \cdot n_z}{60} \quad (3.88)$$

де V_k – об'єм ковша, дм³;
 n_z – кількість розвантажень, 1/хв;

$$\frac{v_k}{t_k} \quad (3.89)$$

де v_k – відносна швидкість руху ковшів, м/с;
 t_k – шаг ковшів (відстань між сусідніми ковшами), мм.
 Товщина стружки h_c (м):

$$\frac{v_e}{60} \quad (3.90)$$

де v_e – швидкість руху екскаватора, м/год.
 Швидкість

$$\frac{B_k}{H_T} \quad (3.91)$$

де B_k – ширина ковша, м;
 H_T – глибина траншеї, м.

7.4. Дощувальні пристрої

Інтенсивність дощу $\rho_{сер}$ (мм/хв):

$$\frac{h_{сер} \cdot t \cdot Q}{S} \quad (3.92)$$

де $h_{сер}$ – середній шар опадів, мм;
 t – тривалість безперервного дощування, хв;
 Q – витрати води дощувальним пристроєм, л/хв;
 S – площа поливу, м².
 Витрати води

$$\mu \cdot f \cdot g \cdot H \quad (3.93)$$

де μ – коефіцієнт, що залежить від типу дощувальних апаратів (для дефлекторних насадок $\mu = 0,8...0,9$; для отруйних $\mu = 0,94...0,99$;

f – площа вихідного отвору, мм²;
 g – прискорення сили тяжіння, м/с²;
 H – напір води в дощувального апарата, м вод. стовпа.

Швидкість вбирання води ґрунтом v_y орієнтовно можна прийняти:

- для важких ґрунтів **0,1...0,2** мм/хв;
- для середніх ґрунтів **0,21...0,3** мм/хв;
- для легких ґрунтів **0,5...0,8** мм/хв.

Швидкість вбирання води ґрунтом v_y залежно від тривалості дощування

показана на рис. 3.4.

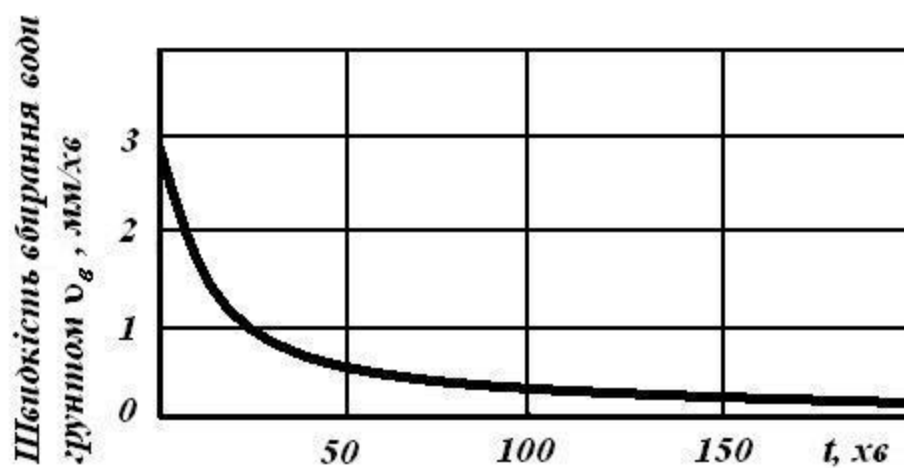


Рис. 3.4. Зміна швидкості v_g вбирання води ґрунтом залежно від часу дощування

ДОДАТКИ

Додатки до розділу 2

Додаток 1. Вихідні дані до завдання “Розрахунок основних параметрів лемішно-полицевої поверхні”

Кути, що характеризують поверхню плуга	Номера варіантів										Глибина оранки a , мм
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	200
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	210
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	220
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	230
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	240
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	250
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	260
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	270
	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	280
ϵ_0 , град.	33	35	27	29	30	28	21	22	24	25	290
γ_0 , град.	46	48	42	43	44	45	37	38	39	40	
γ_{\max} , град.	46	48	46	47	48	49	45	46	47	48	
γ_{\min} , град.	46	48	40	41	42	43	35	36	37	38	
Тип полиці	циліндричний	культурний				напівгвинтовий					

Додаток 2. Приклад розрахунку основних параметрів лемішно-полицевої поверхні

Вихідні дані

Глибина оранки a, мм	250
Кут ϵ, град.	22
Кут γ, град.	38
Кут γ_{\max}, град.	47
Кут γ_{\min}, град.	37
Тип полиці	напівгвинтовий

Вихідні дані

Глибина оранки a , мм	250
Кут ϵ_0 , град.	22
Кут γ_0 , град.	38
Кут γ_{\max} , град.	47
Кут γ_{\min} , град.	37
Тип полиці	напівгвинтовий

Розрахунок

1. Ширина захвату корпусу плуга

$$v = ka = 1,6 \cdot 250 = 400 \text{ мм.}$$

2. Висота польового обрізу $H = v = 400$ мм.

3. Найбільша висота полиці



4. Радіус напрямної кривої



Приймаємо $R = 430$ мм.

5. Визначення кутів γ .

Нехай $\gamma_{\max} = 47^\circ$; $\gamma_{\min} = 37^\circ$; $H_{\max} = 472$ мм; $Z_1 = 60$ мм, тоді



де $\lambda = 1$ град./мм.

Параметр



Тут $x_{\max} = H_{\max} - Z_1 = 472 - 60 = 412$ мм.

Якщо при $x_1 = 50$ мм



Якщо при $x_2 = 100$ мм



Результати розрахунків зведемо в таблицю.

Результати розрахунків кутів γ

$x_i, \text{мм}$	$U_i, \text{мм}$	$\gamma_i, \text{град.}$
0	0	37
50	0,15	37,15
100	0,59	37,59
150	1,32	38,32
200	2,35	39,35
250	3,68	40,68
300	5,29	42,29
350	7,20	44,20
400	9,41	46,41
412	10,00	47,00

Додаток 3. Вихідні дані до завдання «Кінематичний та силовий розрахунки взаємодії плуга з механізмом начіпки трактора»

Пара- метри	Номера варіантів										Пито- мий опір плуга к, кПа
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	40
	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	50
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	60
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	70
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	80
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	40
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	50
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	60
	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	70
											80
Зовнішній радіус заднього колеса (зірочки), мм	580	580	760	760	760	760	787	787	375	375	
Координати опорних підшипників механізму начіпки трактора, мм											
Точка 1.	0	414	285	285	285	285	285	285	170	170	
X ₁	250	250	250	250	250	250	250	250	80	80	
Y ₁	-60	-130	-235	-235	-235	-235	-235	-235	0	0	
Z ₁											
Точка 2.	350	557	484	484	484	484	493	493	240	240	
X ₂	0	0	0	0	0	0	0	0	80	80	
Y ₂	262	100	147	147	147	147	150	150	650	650	
Z ₂											
Точка 3.	300	507	376	376	376	376	398	398	240	240	
X ₃	477	270	347	347	347	347	340	340	650	650	
Z ₃											
Точка 4. x ₄	245	452	345	345	345	345	438	438	170	170	
Z ₄	25	-182	-261	-261	-261	-261	-261	-261	0	0	
Точка 5' (5)											
Y ₅	300	300	300	300	300	300	300	300	505	505	
Y ₅	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-300	-345	-345	
Довжина ланок, мм											
1-5	810	810	800	800	800	800	800	800	815	815	
1-6	340	310	400	400	400	400	400	400	430	430	
3-7	220	220	260	260	260	260	260	260	400	400	

Продовження додатка 3

3-8	105	105	140	140	140	140	140	140	200	200
4-8 (max)	490	490	715	715	715	715	715	715	810	810
4-8 (min)	380	380	515	515	515	515	515	515	515	560
α, град.	8	49	9	9	9	9	9	9	17	17
6-7	492	435	515	515	515	515	515	515	620	620
Теоретична продуктив- ність насо- са Q _T , л/хв	16	16	44	44	44	44	47	47	60	60
Діаметр силового циліндра, мм	75	75	90	90	90	90	100	100	110	110
Висота лан- ки 5-9, мм	450	450	450	450	450	450	450	450	880	880
Діаметр опорного колеса, мм	355	355	355	355	355	355	500	500	500	500
Координа- ти центра тяжіння плуга, мм: від осі під- вісу по го-	400	400	400	400	400	400	632	632	1020	1020

ризонталі від дна борозни по вертикалі	350	350	430	430	430	430	470	470	470	470
Відстань від осі під- вісу до «се- реднього» корпуса в горизонта- льній пло- щині, мм	530	530	520	520	520	520	822	822	1310	1310
Кількість корпусів	1	1	2	2	2	2	3	3	4	4
Відстань від осі підвісу до опорного колеса в горизон- тальній площині, мм	370	370	370	370	370	370	430	430	920	920
Висота роз- ташування осі підвісу над дном борозни, мм	635	635	635	635	635	635	635	635	635	635

Продовження додатка 3

Відстань від осі підвісу до опорного колеса в горизон- тальній площині, мм	370	370	370	370	370	370	430	430	920	920
Висота роз- ташування осі підвісу над дном борозни, мм	635	635	635	635	635	635	635	635	635	635

Додаток 4. Приклад кінематичного та силового розрахунків взаємодії плуга з механізмом начіпки трактора

Вихідні дані

Глибина обробітку a , мм 250

Питомий опір плуга k , кПа 50

Ширина захвату корпусу плуга b , мм 400

Кількість корпусів n 4

Коефіцієнт тертя f 0,5

Діаметр поршня гідроциліндра d , мм 110

Теоретична продуктивність насоса Q_T , л/хв 60

Об'ємний к.к.д. насоса η_0 0,95

Хід штока (з креслення), мм 189

Розрахунок

1. Горизонтальна складова сил

$$R_x = kavn = 50 \cdot 0,25 \cdot 0,4 \cdot 4 = 20 \text{ кН.}$$

2. Вертикальна складова сил

$$R_z = 0,2R_x = 0,2 \cdot 20 = 4 \text{ кН.}$$

3. Складова сил R_y

$$R_y = 1/3R_x = 1/3 \cdot 20 = 6,67 \text{ кН.}$$

4. Сила R_{zx}

$$R_{zx} = R_x \cdot 0,2 = 20 \cdot 0,2 = 4 \text{ кН.}$$

5. Сила R_{xy}

$$R_{xy} = R_y \cdot 0,2 = 6,67 \cdot 0,2 = 1,33 \text{ кН.}$$

6. Відстань l_{zx}

$$l_{zx} = 100 \cdot 0,2 = 20 \text{ мм.}$$

7. Відстань l_{xy}

$$l_{xy} = 100 \cdot 0,2 = 20 \text{ мм.}$$

8. Сила F_{zx}

$$F_{zx} = fR_y = 0,5 \cdot 6,67 = 3,33 \text{ кН.}$$

9. Сила тяжіння плуга

$$G = m_{\text{плг}} g = g_{\text{плг}} v n g = 500 \cdot 0,4 \cdot 4 \cdot 9,8 = 7,84 \text{ кН.}$$

10. Згідно з рис. 2.4; 2.5; 2.6:

10.1. Реакція Q поверхні поля на обід опорного колеса

$$Q = Q' = R'_2 l'/h' = 26,58 \cdot 189/999 = 5,03 \text{ кН.}$$

10.2. Зусилля, що виникає на штокові при піднятті плуга

$$F_{\text{шток}} = Q \cdot 10 = 5,03 \cdot 10 = 50,3 \text{ кН.}$$

11. Тиск у гідросистемі

$$P = F_{\text{шток}} / S_{\text{шток}} = 50,3 / 0,0001 = 503000 \text{ Па.}$$

12. Тривалість піднімання плуга

$$t = l_{\text{шток}} / v_{\text{шток}} = 1000 / 100 = 10 \text{ с.}$$

Додаток 5. Вихідні дані до завдання “Розміщення зубів на рамі борони”

Напрямок похилої	Номер варіанта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вправо	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Вліво	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Вправо	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Вліво	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Вправо	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Вліво	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Вправо	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Вліво	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Вправо	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Вліво	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100

Тип борони Ширина міжряддя a , мм	"Зигзаг"					Швидкісна				
	30	35	40	50	60	40	50	55	60	70

Продовження додатка 5

Відстань між похилими b , мм	150	175	200	250	300	200	250	275	300	350
Відстань між поперечними планками h , мм	200	200	200	250	250	250	250	300	300	300
Зменшення відстані Δh , мм	0	50	60	70	80	0	0	0	0	0
Кількість ходів гвинта k , мм	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Опір одного зуба K_3 , мм	10	20	30	40	50	10	20	30	40	50

Додаток 6. Приклад розрахунку параметрів зубової борони

Вихідні дані до завдання "Розміщення зубів на рамі зубової борони"

Тип борони	"Зигзаг"
Ширина міжряддя a , мм	50
Відстань між похилими, мм	250
Відстань між поперечними планками, мм	200
Зменшення відстані, мм	50
Кількість ходів гвинта, мм	3
Опір одного зуба K_3 , мм	30

Розрахунок

1. Кількість планок

$$N = \frac{b}{a} = \frac{250}{50} = 5$$

2. Проекція похилої

$$b \cdot \cos \alpha = 250 \cdot \cos 30^\circ = 216,5 \text{ мм.}$$

3. Конструктивна ширина секції борони

$$b \cdot \cos \alpha + a = 216,5 + 50 = 266,5 \text{ мм.}$$

4. Довжина борони

$$L = (b \cdot \cos \alpha + a) \cdot N = 266,5 \cdot 5 = 1332,5 \text{ мм.}$$

5. Тяговий опір борони

$$R = F \cdot L = 0,06 \cdot 1332,5 = 80 \text{ Н.}$$

6. Сила тяги

$$P = \frac{R}{\cos \alpha} = \frac{80}{\cos 30^\circ} = 92,4 \text{ Н.}$$

7. Сила тяжіння борони



8. Нормальна сила



9. Довжина зуба борони



Додаток 7. Вихідні дані до завдання «Розміщення дисків на осі батареї луцильника і борони»

Тип ґрунту	Номер варіанта									
	Легкі	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Середні	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Важкі	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Дуже важкі	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Легкі	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Середні	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Важкі	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
Дуже важкі	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
Легкі	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
Середні	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Параметри	Значення параметрів									
Глибина обробітку a , мм	50	60	80	100	120	40	50	60	80	100
Припустима висота гребенів $a_{гр}$, мм	25	30	40	50	60	20	25	30	40	50
Кут атаки α , град.	12	15	18	21	25	15	20	25	30	35
Центральний кут 2β , град.	42	48	50	52	54	40	44	46	48	50
Тип знаряддя	Дискова борона					Луцильник				
Кількість слідів	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1

Додаток 8. Приклад розрахунку параметрів дискового знаряддя

Вихідні дані

Тип ґрунту	середній, $K' = 40$ кПа
Глибина обробітку a , мм	50
Припустима висота гребенів $a_{гр}$, мм	25
Кут атаки α , град.	15
Центральний кут 2β , град.	50
Тип знаряддя	дискова борона
Кількість слідів	2

Розрахунок

8. Діаметр диска

$$D = Ka = 5 \cdot 50 = 250 \text{ мм.}$$

8. Радіус кривизни сфери

$$R = \frac{D}{2 \sin \alpha} = 297 \text{ мм.}$$

1. Хорда кола на висоті $a_{гр}$

$$c = 2R \sin \alpha = 223 \text{ мм.}$$

4. Довжина хорди еліпса b_1 дорівнює

~~_____~~ мм.

5. Відстань між сусідніми дисками

$b = \frac{D - d}{2} = \frac{238 - 100}{2} = 69$ мм.

6. Сила ~~_____~~ Н.

7. Сила ~~_____~~ Н.

8. Сила ~~_____~~ Н.

Додаток 9. Вихідні дані до завдання «Визначення основних параметрів і режимів роботи ґрунтообробної фрези»

Поступальна швидкість фрези, м/с	Номер варіанта									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1,2	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1,3	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1,4	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1,5	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
1,6	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
1,7	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
1,8	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
1,9	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
2,0	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Параметри	Значення параметрів									
Глибина обробітку h , м	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16
Ширина стійки ножа b_c , м	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
Радіус вала барабана R_b , м	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04
Загальна кількість ножів на диску z_1 (у т.ч. односторонніх)	4(2)	4(2)	6(3)	6(3)	8(4)	4(2)	4(2)	6(3)	6(3)	8(4)
Довжина ротора L , мм	1,2	1,5	1,6	1,8	2,0	1,2	1,5	1,6	1,8	2,0
Довжина полки ножа l_n , м	0,08	0,10	0,08	0,10	0,12	0,08	0,10	0,08	0,10	0,12
Спосіб фрезерування	«зверху вниз»					«знизу вверх»				

Продовження додатка 9

Довжина ротора L , мм	1,2	1,5	1,6	1,8	2,0	1,2	1,5	1,6	1,8	2,0
Довжина полки ножа l_n , м	0,08	0,10	0,08	0,10	0,12	0,08	0,10	0,08	0,10	0,12
Спосіб фрезерування	«зверху вниз»					«знизу вверх»				

Додаток 10. Приклад розрахунку основних параметрів і режимів роботи ґрунтообробної фрези

Вихідні дані

Поступальна швидкість фрези v_f
м/с **1**

Глибина фрезерування $r_{фр}$, м	0,06
Ширина стійки ножа b , м	0,03
Відносна висота барабана $r_{б}$, м	0,02
Загальна кількість стійок ножа в напілкуванні (у т.ч. односторонні) Z	4(2)
Повжина ротора L , мм	2,0
Повжина полки ножа l , м	0,1
Спосіб фрезерування	а) «зверху вниз» б) «знизу вгору»

Розрахунок

1. Агротехнічно допустима висота гребенів на дні борозни

$$h_{доп} = 0,02 \text{ м.}$$

Приймаємо $R_{доп} = 0,02 \text{ м.}$

2. Радіус диска

$$R = 0,02 \text{ м.}$$

Приймаємо $R_{доп} = 0,02 \text{ м.}$

3. Радіус фрезерного барабана

$$R_{б} = 0,02 \text{ м.}$$

4. Показник кінематичного режиму

а) фрезерування «зверху вниз»

$$\lambda = \frac{\pi \cdot R \cdot Z}{L \cdot r_{фр}} = \frac{3,14 \cdot 0,02 \cdot 4}{0,2 \cdot 0,06} = 21$$

Приймаємо $\lambda = 5$;

б) фрезерування «знизу вгору»

$$\lambda = \frac{\pi \cdot R \cdot Z}{L \cdot r_{фр}} = \frac{3,14 \cdot 0,02 \cdot 4}{0,2 \cdot 0,06} = 21$$

Приймаємо $\lambda = 3$.

5. Подача за одне обертання барабана

а) фрезерування «зверху вниз»

$$S = \frac{2 \cdot R \cdot r_{фр}}{\lambda} = \frac{2 \cdot 0,02 \cdot 0,06}{3} = 0,008 \text{ м;}$$

б) фрезерування «знизу вгору»

$$S = \frac{2 \cdot R \cdot r_{фр}}{\lambda} = \frac{2 \cdot 0,02 \cdot 0,06}{3} = 0,008 \text{ м.}$$

6. Подача на один ніж:

а) фрезерування «зверху вниз»

$$S_{н} = \frac{2 \cdot R \cdot r_{фр}}{\lambda \cdot Z} = \frac{2 \cdot 0,02 \cdot 0,06}{3 \cdot 4} = 0,002 \text{ м;}$$

б) фрезерування «знизу вверху»

$$S_{\text{фр}} = 0,12 \cdot 0,06 \cdot 2 = 0,0144 \text{ м.}$$

7. Кутова швидкість барабана

а) фрезерування «зверху вниз»

$$\omega_n = \frac{\lambda n Z}{R Q Z} = 4 \text{ рад/сек.}$$

б) фрезерування «знизу вверху»

$$\omega_n = \frac{\lambda n Z}{R Q Z} = 2 \text{ рад/сек.}$$

8. Частота обертання фрезерного барабана:

а) фрезерування «зверху вниз»

$$n = \frac{30801}{\pi \cdot 3 \cdot 4} \text{ хв}^{-1};$$

б) фрезерування «знизу вверху»

$$n = \frac{30805}{\pi \cdot 3 \cdot 4} \text{ хв}^{-1}.$$

9. Гребенястість дна борозни, отримана графічно:

а) фрезерування «зверху вниз»

$$h_p = 0 \text{ м.}$$

б) фрезерування «знизу вверху»

$$h_p = 0 \text{ м.}$$

Додаток 11. Приклад розрахунку потужності на фрезерування ґрунту та розміщення ножів на роторі фрези (у разі необхідності використати вихідні дані додатка 9)

1. Довжина дуги різання

$$l_p = \varepsilon R \varphi:$$

а) фрезерування «зверху вниз»

$$\varphi = \beta + \rho = \arccos(R - h)/R + \pi/Z(\lambda - 1) = \arccos(0,12 - 0,06)/0,12 + 180/2 \cdot (5 - 1) = 60^\circ + 22^\circ 30' = 82^\circ 30' = 1,44 \text{ рад.}$$

$$l_p = 0,86 \times 0,12 \times 1,44 = 0,15 \text{ м.}$$

б) фрезерування «знизу вверху»

$$\varphi = \beta_2 + \beta_1 = \arccos(R - h)/R + \pi/Z(\lambda + 1) = \arccos(0,12 - 0,06)/0,12 + 180/2/(5 + 1) = 60^\circ + 22^\circ 30' = 82^\circ 30' = 1,44 \text{ рад.}$$

$$l_p = 1,14 \times 0,12 \times 1,44 = 0,20 \text{ м.}$$

2. Кількість дисків на роторі (фрезерування «зверху вниз» і «знизу вверху»)

$$n_d = (L + b_d + \Delta b)/(b_d + \Delta b) = (2 + 0,2 + 0,02)/(0,2 + 0,02) = 10 \text{ дисків.}$$

Приймаємо цілу кількість дисків.

3. Товщина стружки

$$\delta_c = (S_z \times h)/l_p:$$

а) фрезерування «зверху вниз»

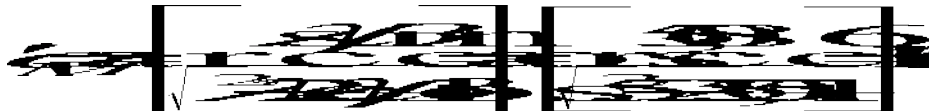
$$\delta_c = (0,075 \times 0,06) / 0,15 = 0,03 \text{ м};$$

б) фрезерування «знизу вверху»

$$\delta_c = (0,126 \times 0,06) / 0,20 = 0,038 \text{ м}.$$

4. Кути між напрямком швидкості різання і вертикаллю на початку відрізання стружки:

а) фрезерування «зверху вниз»

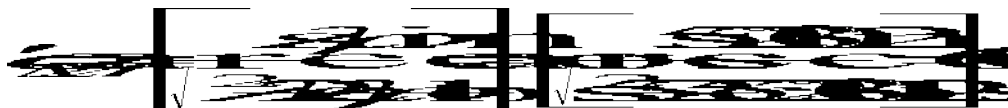


б) фрезерування «знизу вверху»

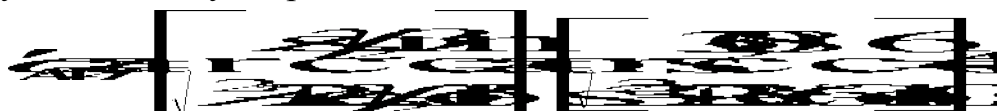


5. Кути між напрямком швидкості різання і вертикаллю наприкінці відрізання стружки:

а) фрезерування «зверху вниз»



б) фрезерування «знизу вверху»



6. Кути різання на початку відрізання стружки:

а) фрезерування «зверху вниз»



б) фрезерування «знизу вверху»



7. Кути різання наприкінці відрізання стружки:

а) фрезерування «зверху вниз»



б) фрезерування «знизу вверху»



8. Середня величина фронтальної проекції полки ножа на дузі різання:

а) фрезерування «зверху вниз»



б) фрезерування «знизу вверху»



9. Коефіцієнт відкидання ґрунту K_B :

а) фрезерування «зверху вниз» (при швидкості відкидання $v_{\text{відкидання}}$ м/с і куті установки $\gamma = 60^\circ$) дорівнює (рис. 2.18) 0,58;

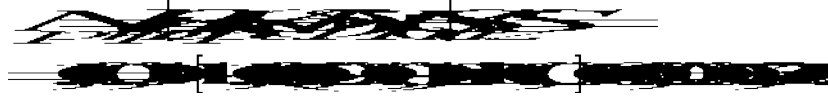
б) фрезерування «знизу вверх» (при швидкості відкидання ~~м/с~~ м/с і куті установки $\gamma = 60^\circ$) дорівнює (рис. 2.18) 0,58.

10. Нехай властивості ґрунту, для обробітки якого проектується фреза, мають такі показники:

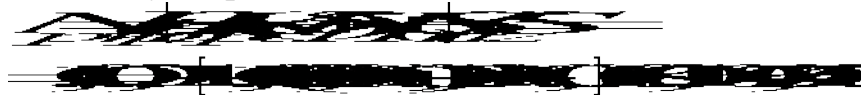
- питомий опір різання $K_p = 1,0$ кН/м;
- питомий опір деформації ґрунту $K_o = 100$ кПа;
- об'ємна маса ґрунту $\gamma = 1200$ кг/м³.

11. Потужність на різання ґрунту, кВт:

а) фрезерування «зверху вниз»



б) фрезерування «знизу вверх»



12. Потужність на відкидання ґрунту, кВт:

$$N_B = 0,5\gamma_r \cdot 10 \cdot B_p h \vartheta_n^3 K_B (\lambda \pm 1)^2 / 1000; B_p = (b_d + \Delta b)n_d.$$

а) фрезерування «зверху вниз»

$$N_B = 0,5 \cdot 1200 \cdot 10 \cdot (0,1 \cdot 2 + 0,02) \cdot 10 \cdot 0,06 \cdot 1^3 \cdot 0,58 \cdot (5 - 1)^2 / 1000 = 7,35 \text{ кВт};$$

б) фрезерування «знизу вверх»

$$N_B = 0,5 \cdot 1200 \cdot 10 \cdot (0,1 \cdot 2 + 0,02) \cdot 10 \cdot 0,06 \cdot 1^3 \cdot 0,58 \cdot (3 + 1)^2 / 1000 = 7,35 \text{ кВт}.$$

13. Потужність, що реалізується фрезою

$$N = (N_p + N_B) / \eta;$$

а) фрезерування «зверху вниз»

$$N = (7,2 + 7,35) / 0,9 = 15,37 \text{ кВт};$$

б) фрезерування «знизу вверх»

$$N = (7,43 + 7,35) / 0,9 = 16,42 \text{ кВт}.$$

14. Середня реакція ґрунту на один ніж з урахуванням потужностей $N_p + N_B$ дорівнює

$$R_c = (K1000NS_z) / n_d z_1 \vartheta_n l_p.$$

а) фрезерування «зверху вниз»

$$R_c = (2 \cdot 1000 \cdot (7,2 + 7,35) \cdot 0,075) / 10 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 0,15 = 364 \text{ Н};$$

б) фрезерування «знизу вверх»

$$R_c = (2 \cdot 1000 \cdot (7,43 + 7,35) \cdot 0,0126) / 10 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 0,20 = 466 \text{ Н}.$$

15. Розміщення ножів на роторі фрези:

кут 120°

кут 120°

На рис. 2.19 наведені варіанти розміщення ножів на роторі фрези за гвинтовою лінією.

Додаток 12. Вихідні дані для виконання завдання «Вивчення процесу роботи мототиля»

Найбільша швидкість граблини, м/с	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2,1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2,2	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2,3	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
2,4	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
2,5	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
2,6	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
2,7	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
2,8	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
2,9	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
3,0	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Показники	Значення показників									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Поступальна швидкість, м/с: мінімальна v_{\min}	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
максимальна v_{\max}	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
Довжина стебла, м: мінімальна, L_{\min} максимальна, L_{\max}	0,4	0,5	0,55	0,60	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9
	0,5	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,90	0,95	
Висота зрізу $H_{\text{зр}}$, м: мінімальна	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25
максимальна	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,30
Довжина колоса k , м	0,05	0,055	0,06	0,065	0,07	0,075	0,08	0,085	0,09	0,10

Додаток 13. Приклад розрахунку завдання «Вивчення процесу роботи мототила» (наведений без розшифрування символів)

Умови збирання.

Поступальна швидкість жатки:

мінімальна – $v_{\min} = 1,5$ м/с;

максимальна – $v_{\max} = 2,8$ м/с;

Довжина стебел – $L_{\min} \dots L_{\max} = 0,45 \dots 0,55$ м.

Висота зрізу $H_{\min} \dots H_{\max} = 0,08 \dots 0,10$ м.

Вибивання зерна із колоса можливе при $v_{\text{кр}} = 3$ м/с.

Розрахунок мототила

1. Приймаємо ексцентрикове мототило.

2. Кінематичний режим:



$l_{\max} = 2,24$. Приймаємо $\lambda_{\max} = 2,2$.

$\lambda_{\min} = 1,46$. Приймаємо $\lambda_{\min} = 1,4$.

3. Радіус мототила.

L , м	0,45	0,45	0,55	0,55
H , м	0,08	0,08	0,10	0,10

λ	2,2	1,4	2,2	1,4
$R, \text{ м}$	0,23	0,43	0,27	0,52

$$R' \leq R \leq R''$$

$$R' = (L - H) \lambda / [3(\lambda - I)],$$

$$R_1' \leq (0,45 - 0,08) \cdot 2,2 / 3 \cdot 2,2 - 1 = 0,23 \text{ м.}$$

$$R_2' \leq (0,45 - 0,08) \cdot 1,4 / 3 \cdot 1,4 - 1 = 0,43 \text{ м.}$$

$$R_3' \leq (0,55 - 0,10) \cdot 2,2 / 3 \cdot 2,2 - 1 = 0,27 \text{ м.}$$

$$R_4' \leq (0,55 - 0,10) \cdot 4 / 3 \cdot 1,4 - 1 = 0,52 \text{ м.}$$

$$R' = (0,23 + 0,43 + 0,27 + 0,52) / 4 = 0,36 \text{ м.}$$

$$R'' \geq (L_{\max} - L_{\min} + l_k) \cdot \lambda / (\lambda - I).$$

$$R_1'' \geq (0,55 - 0,45 + 0,035) \cdot 2,2 / (2,2 - 1) = 0,25 \text{ м.}$$

$$R_2'' \geq (0,55 - 0,45 + 0,035) \cdot 1,4 / (1,4 - 1) = 0,47 \text{ м.}$$

$$R'' = (0,25 + 0,47) / 2 = 0,36 \text{ м.}$$

Приймаємо $R = 0,36 \text{ м}$.

4. *Кутова швидкість мотовила:*

$$\omega_{\max} = \lambda_{\min} v_{\max} / R = 1,4 \cdot 2,8 / 0,36 = 10,9 \text{ рад/с.}$$

$$\omega_{\min} = \lambda_{\max} v_{\min} / R = 2,2 \cdot 1,5 / 0,36 = 9,2 \text{ рад/с.}$$

5. *Кількість граблин:*

$$Z \leq 2\pi R / \lambda L'$$

$$Z' \leq 2 \cdot 3,14 \cdot 0,36 / 2,22 \cdot 0,5 = 2,06.$$

$$Z'' \leq 2 \cdot 3,14 \cdot 0,36 / 1,4 \cdot 0,5 = 3,23.$$

Із умови відсутності двократної дії граблин на одне й те саме стебло приймаємо $Z = 2$.

6. *Кут нахилу граблини.*

$$0 \leq \alpha \leq 30.$$

Приймаємо $\alpha = 15^\circ$.

7. *Висота встановлення осі мотовила над різальним апаратом.*

$$T_{\max} = L_{\max} + R / \lambda_{\min} + l_{\text{п}} \cos \alpha - H_{\min} = 0,55 + 0,36 / 1,4 + 0,15 \cdot 0,96 - 0,08 = 0,87 \text{ м.}$$

$$T_{\min} = R + \Delta S = 0,36 + 0,05 = 0,41 \text{ м.}$$

Діапазон регулювання мотовила за висотою.

$$\Delta T = T_{\max} - T_{\min} = 0,87 - 0,41 = 0,46 \text{ м.}$$

8. *Максимальний винос мотовила (див. рис. 2.20):*

$$a_{\max} = -86 \text{ мм.}$$

9. *Коефіцієнт дії мотовила на стеблостій:*

$$K_d = [B/2 \pm a_{\max} (1 - 1/\lambda_{\text{сер}})] z / S_0.$$

$$\text{Якщо } B = 351 \text{ мм (див. рис. 7.1.) і } \lambda_{\text{сер}} = (2,2 + 1,4) / 2 =$$

$$= 1,8, S_0 = 2\pi R / \lambda_{\text{сер}} = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,36 / 1,8 = 1,26 \text{ м, маємо}$$

$$K_d = [0,351/2 - 0,086(1 - 1/1,8)] \cdot 2 / 1,26 = 0,22.$$

Додаток 14. Вихідні дані для виконання завдання «Розрахунок різального апарата сегментно-пальцевого типу»

Варіанти									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40

	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80
	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90
	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
Показники	Значення показників									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Поступальна швидкість жатки, м/с:										
мінімальна U_{\min}	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
Максимальна U_{\max}	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
Висота зрізу $H_{\text{зр}}$, м:										
- мінімальна	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,25
- максимальна	0,13	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,30
Питома робота на зріз рослин ϵ , Н см/см ²	1,0	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0

Додаток 15. Приклад розрахунку завдання «Розрахунок різального апарата сегментно-пальцевого типу»

Вихідні дані

Мінімальна швидкість жатки $v_{\min} = 1,5$ м/с.

Висота зрізу $H_{\min} \dots H_{\max} = 0,08 \dots 0,1$ м.

Сегмент має висоту $h_1 = 54$ мм, хід – 76,2 мм.

Питома робота на зріз рослин $\epsilon = 2$ Нсм/см².

Відгини рослин взяті з рис. 8.1.

Розрахунок різального апарата

1. Величина подачі:

$$L = h_1 / K_1 = 54 / 0,8 = 67 \text{ мм.}$$

2. Частота обертання кривошипного вала привода ножа:

$$n = (30v_{\min}) / L = (30 \cdot 1,5 / 0,067) = 672 \text{ хв}^{-1}.$$

3. Площа, з якої стебла зрізуються за один хід ножа:

$$F = SL = 76,2 \cdot 67 = 5105 \text{ мм}^2.$$

4. Висота стерні:

З максимально можливим поперечним відгинанням стебла:

$$l_{\text{п}} = 24 \cdot 0,12 = 2,88 \text{ м.}$$

З максимально можливим поздовжнім відгинанням стебла:

$$l_{\text{п}} = 24 \cdot 0,107 = 2,57 \text{ м.}$$

5. Швидкість сегмента:

- максимальна

$$\dot{X}_{\max} = r\omega = 0,038 \cdot 70,3 = 2,67 \text{ м/с (тут } \omega = 2\pi n / 60 = 2 \cdot 3,14 \cdot 672 / 60 = 70,3 \text{ рад/с);}$$

- на початку різання

$$\dot{X}_{\text{п}} = l_{\text{п}} m = 24 \cdot 0,106 = 2,54 \text{ м/с (тут } m = \dot{X}_{\max} / S / 2 = 2,67 / 25 = 0,106 \text{ м/мм} \cdot \text{с),}$$

з креслення (рис. 8.1) $S = 50$ мм;

- наприкінці різання

$$\dot{X}_k = l_k m = 21 \cdot 0,106 = 2,23 \text{ м/с.}$$

б. Силовий розрахунок (для довжини ножа 1 м).

Середнє зусилля різання ножем

$$P_{зр} = (\varepsilon F n_c) / S = 2 \cdot 51 \cdot 13 / 7,62 = 174 \text{ Н.}$$

Сила інерції

$$P_i = m_n \omega^2 r = 2 \cdot 70,3^2 \cdot 0,038 = 375 \text{ Н.}$$

Сила тертя

$$T = [(P_{зр} + P_i + f m'_{нг}) \operatorname{tg} \beta_1] / (1 - f \operatorname{tg} \beta_1) + f m'_{нг} =$$

$$= [(174 + 375 + 0,3 \cdot 2 \cdot 9,81) \cdot 0,58 \cdot 0,3 / (1 - 0,3 \cdot 0,58)] + 0,3 \cdot 2 \cdot 9,81 = 123 \text{ Н.}$$

Загальний опір переміщенню ножа:

$$P = P_{зр} + P_i + T = 174 + 375 + 123 = 672 \text{ Н.}$$

Потужність, яка потрібна на привод ножа:

$$N = P 2r \omega / \pi = 672 \cdot 2 \cdot 0,038 \cdot 70,3 / 3,14 = 1148 \text{ Вт.}$$

Додаток 16. Вихідні дані для виконання завдання «Загальні розрахунки валкової жатки»

	Варіанти									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	
Показники	Значення показників									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Маса одного зрізаного стебла $m_{ст}, \text{ г}$	1,5	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,5	2,6	2,8	3,0
Урожайність зерна, ц/га	30	31	32	33	34	35	36	37	38	40
Співвідношення мас зерна і соломи $\gamma_z : \gamma_c$	1:1	1:1,2	1:1,4	1:1,5	1:1,6	1:1,8	1:2,0	1:2,2	1:2,4	1:2,5
Довжина колоса $l_k, \text{ м}$	0,05	0,055	0,06	0,065	0,07	0,075	0,08	0,085	0,09	0,10
Вологість зерна, а	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29
в	0,1	0,11	0,12	0,13	0,14	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14
Вологість соломи, і	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39
т	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16

Густота стеблостою Γ , шт./м ²	300	350	375	400	450	475	500	550	575	600
Поздовжнє навантаження вигину стебла R_b , Н	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5
Об'ємна маса валка ρ , кг/м ³	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
Пропускна здатність молотарки комбайна на підбиранні валків q , кг/с	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8
Швидкість комбайна v_k , м/с	2	1,8	1,6	2	1,8	1,6	2	1,8	1,6	2

Примітка: відсутні дані слід прийняти самостійно.

Додаток 17. Приклад розрахунку завдання «Загальні розрахунки валкової жатки»

Вихідні дані

Маса одного зрізаного стебла $m_c = 2$ г.

Урожайність зерна – 30 ц/га.

Співвідношення мас зерна і соломи – $\gamma_z:\gamma_c = 1:1,5$.

Довжина колоса – $l_k = 0,035$ м.

При сушінні у валку вологість зерна знижується від $a = 0,25$ до $v = 0,1$, а соломи $i = 0,35$ до $m = 0,12$.

Вигин одного стебла стерні відбувається при поздовжньому навантаженні $R_b = 0,4$ Н.

Щільність валка $\rho = 30$ кг/м³.

Густота стеблостою $\Gamma = 400$ шт./м².

Валок має бути підібраний комбайном з пропускною здатністю $q = 5$ кг/с на швидкості $v_k = 1,9$ м/с.

Загальні розрахунки жатки

1. Ширина викидного вікна:

$$B_{\text{вік}} \geq 2L_{\text{max}} \sin \beta = 2) \cdot 0,55 - 0,08) \cdot 0,707 = 0,66 \text{ м.}$$

Приймаємо $B_{\text{вік}} = 0,7$ м.

2. Ширина захвату жатки

- за умови якісного обмолоту валка:

$$B \leq q/\varepsilon_B v_k [\gamma_z(1-a)/(1-v) + \gamma_c(1-i)/(1-m)].$$

$$B \leq 5 / 0,9 \cdot 1,9] \cdot 0,3) \cdot 1 - 0,25)/(1 - 0,1) + 0,45) \cdot 1 - 0,35)/(1 - 0,12)] = 5,05 \text{ м;}$$

- за умови утримання валка стернею:

$$B \leq [8\Gamma/\varepsilon_B m_c \rho (\pi\alpha/90^0 - \sin 2\alpha)] (R_b v \sin \alpha / g \eta_0)^2 = [8 \cdot 400 / 0,9 \cdot 0,002 \cdot 30) \cdot 3,14 \cdot 30^0 / 90^0 - \sin 2 \cdot 30^0)] \cdot 0,4 \cdot 0,5 \cdot \sin 30^0 / 9,81 \cdot 1,3)^2 = 20,1 \text{ м.}$$

Для двопотокової жатки ширина захвату з урахуванням захисних зон:

$$B \geq B_{\text{вік}} + n + v + A + d_1 = 0,7 + 0,3 + 0,5 + 3,2 + 0,65 = 5,35 \text{ м.}$$

Двопотокова жатка не задовольняє вимогам, що висуваються.

З урахуванням захисних зон для трипотокової жатки ширина захвату:

$$B \geq B_{\text{вік}} + x + n + 2(c + d + S) = 0,7 + 0,2 + 0,3 + 2) \cdot 0,3 + 0,55 + 0,5) = 3,9 \text{ м.}$$

Приймаємо трипотокову жатку, $B = 5,0$ м.

3. Розрахунок транспортера.

Швидкість полотняного транспортера

$$v_T = 2,66 \text{ м/с.}$$

Швидкість пасово-планчастого транспортера

$$v_T = 2,3 \text{ м/с.}$$

Довжина транспортера

$$L_T = (B - B_{\text{вик}})/2 = (5 - 0,7)/2 = 2,15 \text{ м.}$$

Максимальна товщина шару стебел:

- при полотняному транспортері

$$H_{\text{ш. max}} = (L_T v_T m_c \Gamma) / (\rho L_0 v_T) = (2,15 \cdot 2,8 \cdot 0,002 \cdot 400) / [(30) \cdot 0,55 - 0,08] \cdot 2,66 = 0,128 \text{ м;}$$

при пасово – планчастому транспортері

$$H_{\text{ш. max}} = (2,15 \cdot 2,8 \cdot 0,002 \cdot 400) / [(30) \cdot 0,55 - 0,08] \cdot 2,3 = 0,145 \text{ м.}$$

Допустима висота шару стебел на транспортері



м.

Допускається застосування як полотняного, так і пасово-планчастого транспортера.

Із умови упорядкованого укладання стебел на транспортері допустима його довжина:

- полотняного

$$L_T \leq [(l - 3i') \rho L_0 v_T] / (3v_{\text{max}} m_c \Gamma) = [(0,55 - 0,08) - 3 \cdot 0,05] \cdot 30 \cdot 1,2 \cdot 0,47 \cdot 2,66 / (3 \cdot 2,8 \cdot 0,002 \cdot 400) = 2,15 \text{ м;}$$

пасово-планчастого

$$L_T \leq [(0,55 - 0,08) - 3 \cdot 0,05] \cdot 30 \cdot 1,2 \cdot 0,47 \cdot 2,3 / (3 \cdot 2,8 \cdot 0,002 \cdot 400) = 1,85 \text{ м.}$$

Отже довжина 2,15 м задовольняє постановці полотняного транспортера.

Мінімальна ширина викидного вікна за умови вільного проходу стебел:

$$B_{\text{вик}} = 0,7 \text{ м.}$$

Ширина викидного вікна $B_{\text{вик}} = 0,7 \text{ м} > 0,58$ є достатньою.

Ширина валка:

$$B_{\text{валка}} = 0,3 \text{ м.}$$

$$B_{\text{валка}} = 0,3 \text{ м.}$$

4. Відстань між колесами (гусеницями) енергетичного засобу

$$B_K > B_B.$$

$$\text{Якщо } c = 0,3 \text{ м, } B_K = 1,15 + 2 \cdot 0,3 = 1,75 \text{ м.}$$

5. Дорожній просвіт

$$H_{\text{пр}} > H_B + H_{\text{ст}} > 0,5 B_B \text{tg } \alpha / 2 + 0,10 = 0,5 \cdot 1,15 \cdot 0,268 + 0,10 = 0,254 \text{ м.}$$

Приймаємо $H_{\text{пр}} = 0,3 \text{ м.}$

Додаток 18. Вихідні дані для виконання завдання «Вивчення процесу переміщення вороху на клавiшному соломотрясі»

Номери варіантів

Частота обертів
колінчастого вала
соломотряса n , хв^{-1}

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	180
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	185
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	190
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	195
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	200
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	205
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	210
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	215
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	220
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	225

Номери варіантів										Частота обертів колінчастого вала соломотряса n , хв^{-1}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	180
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	185
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	190
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	195
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	200
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	205
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	210
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	215
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	220
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	225

Номери варіантів										Частота обертів колінчастого вала соломотряса n , хв^{-1}
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	180
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	185
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	190
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	195
41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	200
51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	205
61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	210
71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	215
81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	220
91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	225

Кут нахилу поверхні клавішей до горизонту β , град.

12	13	14	15	16	17	17	16	15	14
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Радіус коліна вала соломотряса r , мм

50	55	60	50	55	60	55	50	60	50
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Кут нахилу поверхні клавішей до горизонту β , град.

12	13	14	15	16	17	17	16	15	14
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Радіус коліна вала соломотряса r , мм

50	55	60	50	55	60	55	50	60	50
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Продовження додатка 18

Додаток 19. Результати розрахунків завдання «Вивчення процесу переміщення вороху на клавiшному соломотрясі»

Показники	Кут повороту колiнчастого вала, α											
	α_0	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	α_7	α_8	α_9	α_{10}	α_{11}
Градуси	26°10'	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°	360°
Радіани	0,457	1,05	1,57	2,1	2,62	3,14	3,66	4,19	4,71	5,24	5,76	6,28
$\alpha - \alpha_0$, радiан	–	0,59	1,11	1,64	2,16	2,68	3,20	3,73	4,25	4,78	5,30	5,82
$\sin \alpha_0$	0,44	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
$(\alpha - \alpha_0) \sin \alpha_0$	–	0,26	0,49	0,72	0,95	1,18	1,41	1,64	1,87	2,10	2,33	2,56
$\cos \alpha_0$	0,9	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
$(\alpha - \alpha_0) \cos \alpha_0$	–	0,53	0,99	1,48	1,94	2,41	2,88	3,36	3,83	4,30	4,77	5,24
$(\alpha - \alpha_0)^2/2$, рад.	–	0,17	0,61	1,34	2,33	3,59	5,12	6,96	9,03	11,42	14,05	16,94
$\text{tg} \beta$	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18	0,18
$\sin \alpha_0 \text{tg} \beta (\alpha - \alpha_0)^2/2$	–	0,013	0,048	0,107	0,186	0,287	0,41	0,557	0,722	0,914	1,124	1,355
$\sin \alpha_0 \cdot (\alpha - \alpha_0)^2/2$	–	0,075	0,268	0,59	1,025	1,579	2,253	3,071	3,973	5,025	6,187	7,454
X/r	0,9	0,715	0,458	0,287	0,136	-0,007	-0,1	-0,183	-0,248	-0,286	-0,306	-0,305
Y/r	0,44	0,895	1,162	1,33	1,355	1,271	1,067	0,729	0,297	-0,285	-0,972	-1,774
X , мм	45	35,75	22,9	14,35	6,8	-0,350	-5	-9,15	-12,4	-14,3	-15,3	-15,25
Y , мм	22	42,95	58,1	66,5	67,75	63,55	53,35	36,45	14,85	-14,25	-48,6	-88,7
Положення перших клавiшей	–	1'	2'	3'	4'	5'	6'	7'	8'	9'	10'	11'
Положення частинок вороху в польотi	–	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Додатки до розділу 3

Додаток 20. Вихідні дані до вправ теми 1. Машини та знаряддя для обробітку ґрунту

Номер вправи	Позначення параметра, од. виміру	Варіанти									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.	a, м	0,2	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29
		0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20
	γ_0 , град.	40	41	42	43	44	40	41	42	43	44
	γ_{\max} , град.	44	45	46	47	48	43	44	45	46	47
	γ_{\min} , град.	38	39	40	41	42	37	38	39	40	41
2.	a, м	0,2	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29
		0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20
	γ_0 , град.	36	37	38	39	40	36	37	38	39	40
	γ_{\max} , град.	44	45	46	47	48	46	47	48	49	50
	γ_{\min} , град.	34	35	36	37	38	34	35	36	37	38
3.	K, кПа	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
	a, м	0,2	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,29
4.	a, м	0,29	0,28	0,27	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22	0,21	0,20
	a, м	0,2	0,21	0,22	0,23	0,30	0,18	0,24	0,25	0,27	0,29
6.	l, шт.	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,21	0,22	0,27	0,26	0,28
	K, кПа	2	3	4	5	6	2	3	4	5	6
	a, м	40	50	60	70	80	90	40	50	60	70
	a, м	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
	b, м	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35
	h, м	0,2	0,25	0,30	0,35	0,40	0,22	0,27	0,32	0,37	0,42
	Δh , м	0	0,05	0,07	0,08	0,1	0,06	0,09	0,11	0,12	0,13
k _з , Н/зуб		0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,08	0,11	0,13	0,14	0,15
		10	20	30	40	50	15	25	35	45	55

Номер вправи	Позначення параметра, од. виміру	Варіанти									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
7.	a, м	0,04	0,045	0,05	0,055	0,06	0,065	0,07	0,075	0,08	0,09
		0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09
		2	7	2	7	2	7	2	7	5	
8.	α , град.	15	17	20	22	25	27	30	32	33	35
	2 β , град.	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
9.	a, м	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13
		0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14
	α , град.	12	14	15	17	18	20	22	23	24	25
10.	2 β , град.	40	41	42	43	44	45	46	47	48	50
	a, м	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27	0,27
	b, м	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
11.	a, м	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,07	0,06	0,05	0,04
	f	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85
	a, м	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14
13.	f	0,07	0,08	0,09	0,1	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16
	2 γ , град.	132	125	123	117	115	110	106	102	98	94
	f	130	123	121	115	113	108	104	100	95	90
14.	R, м	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85
	Z	0,1	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,2
	h, м	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
14.	R, м	0,05	0,055	0,06	0,065	0,07	0,075	0,08	0,085	0,09	0,010
	Z	0,06	0,065	0,07	0,075	0,08	0,085	0,09	0,095	0,10	0,11
	R, м	0,2	0,22	0,24	0,26	0,28	0,3	0,32	0,34	0,36	0,4
Z	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	

15.	h , м	0,05	0,055	0,06	0,065	0,07	0,075	0,08	0,085	0,09	0,1
		0,06	0,065	0,07	0,075	0,08	0,085	0,09	0,095	0,10	0,11
	D , м	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6	0,7
	U_n , м/с	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
	n , хв ⁻¹	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
	Z	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425
		3	3	3	3	3	4	4	4	4	4

Додаток 21. Вихідні дані до вправ теми 2. Посівні та садильні машини

Номер вправи	Позначення параметра, од. виміру	Варіанти									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.	Q , кг/га	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210
		70	75	80	85	90	95	100	105	110	115
	i	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
2.	Q , кг/га	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210
		70	75	80	85	90	95	100	105	110	115
	i	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
3.	Q , кг/га	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195
	l , м	39,6	39,8	40	40,2	40,4	40,6	40,8	41	41,2	41,5
		39,7	39,9	40,1	40,3	40,5	40,7	40,9	41,1	41,3	41,4
	k , м	0,52	0,52	0,52	0,52	0,52	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
4.	m , шт.	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3
	l_p , см	105	70	50	42	35	30	25	21	18	15
		30	25	21	18	15	105	70	50	42	35
	l_c	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
6.	v , шт./хв	20	25	30	35	40	20	25	30	35	40
	l_p , м	0,15	0,18	0,21	0,25	0,3	0,35	0,42	0,54	0,70	1,05

Додаток 22. Вихідні дані до вправ теми 3. Машини для внесення добрив

Номер вправи	Позначення параметра, од. виміру	Варіанти									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.	Q , кг/га	250	270	290	310	330	350	370	390	410	430
	γ , кг/м ³	260	280	300	320	340	360	380	400	420	440
2.	Q , т/га	800	900	1000	1100	1200	800	900	1000	1100	1200
	γ , кг/м ³	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85
3.	H , м	42	47	52	57	62	67	72	77	82	87
	n , хв ⁻¹	800	850	900	950	1000	800	850	900	950	1000
4.	H , м	0,5	0,55	0,60	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
	β , град.	0,52	0,57	0,62	0,67	0,72	0,77	0,82	0,87	0,92	0,97
4.	H , м	400	450	500	550	600	400	450	500	550	600
	β , град.	1,4	1,45	1,5	1,55	1,6	1,65	1,7	1,75	1,8	1,85
4.	β , град.	1,42	1,47	1,52	1,57	1,62	1,67	1,72	1,77	1,82	1,87
		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14

Додаток 23. Вихідні дані до вправ теми 4. Машини для хімічного захисту рослин

Номер вправи	Позна- чення парамет- ра, од. виміру	Варіанти									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.	Q, л/га	300	400	500	600	700	800	900	1000	1100	1200
		350	450	550	650	750	850	950	1050	1150	1250
2.	H, МПа	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
		1,05	1,15	1,25	1,35	1,45	1,55	1,65	1,75	1,85	1,95
3.	H, м	5	5	5	5	5	6	6	6	6	6
		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	V _x , м/с	20,5	21,5	22,5	23,5	24,5	25,5	26,5	27,5	28,5	29,5

Додаток 24. Вихідні дані до вправ теми 5. Збиральні машини

Номер вправи	Позна- чення парамет- ра, од. виміру	Варіанти									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.	l _{ст} , м	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
		1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5
	v _п , м/с	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
		n _м , хв ⁻¹	25	27	30	32	34	36	38	40	42
2.	n _к , с ⁻¹	10	10,2	10,4	10,6	10,8	11	11,2	11,4	11,6	12
		12	11,6	11,4	11,2	11	10,8	10,6	10,4	10,2	10
3.	S, мм	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2	76,2
		94	94	94	94	94	94	94	94	94	94
4.	v _п , м/с	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	2,0
		2,0	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0
5.	n _к , с ⁻¹	10	10,2	10,4	10,6	10,8	11	11,2	11,4	11,6	12
		m' _з : m' _с	1:1,5	1:1,6	1:1,7	1:1,8	1:1,9	1:2	1:2,1	1:2,2	1:2,3
6.	m'' _з : m'' _с	1:2,4	1:2,3	1:2,2	1:2,1	1:2	1:1,9	1:1,8	1:1,5	1:1,6	1:1,7
		1:1	1:1,1	1:1,2	1:1,3	1:1,4	1:1,5	1:1,6	1:1,7	1:1,8	1:1,9
7.	m _з : m _с	1:1	1:1,1	1:1,2	1:1,3	1:1,4	1:1,5	1:1,6	1:1,7	1:1,8	1:2
		U _з , ц/га	40	38	36	34	32	30	28	26	24
8.	B _р , м	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
		6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
9.	m', кг/с	5	5,2	5,4	5,6	5,8	6	6,2	6,4	6,6	6,8
		6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8	8,0
10.	n _б , хв ⁻¹	800	800	800	800	800	700	700	700	700	700
		г _б , м	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
11.	m _з : m _с	1:1	1:1,1	1:1,2	1:1,3	1:1,4	1:1,5	1:1,6	1:1,7	1:1,8	1:2
		l _с , м	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6
12.	m', кг/с	4	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8
		6	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,6	7,8
13.	r _с , мм	50	50	50	50	50	60	60	60	60	60
		α, град.	10	11	12	13	14	15	14	13	12
14.	n _с , хв ⁻¹	192	194	196	198	200	180	184	186	188	190
		202	204	206	208	210	192	194	196	198	200
15.	l _с , м	2	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3	3,6	3,8
		D _в , мм	70	70	70	70	70	80	80	80	80
16.	h _в , мм	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4
		f _{ст}	0,5	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,56	0,57	0,58
17.	f _{квч}		0,6	0,59	0,58	0,57	0,56	0,5	0,51	0,52	0,53
		0,7	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,79

Закінчення додатка 24

Номер вправи	Позначення параметра, од. виміру	Варіанти									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
10.	n_b, c^{-1}	14	14,5	15	15,5	16	16,5	17	17,5	18	18,5
	$У, ц/га$	100	110	120	130	140	150	160	170	180	200
		200	180	170	160	150	140	130	120	110	100
11.	$\alpha, град.$	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	$r_3, мм$	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14
		65	65	65	65	65	60	60	60	60	60
12.	$\lambda, град.$	15	16	17	18	19	15	16	17	18	19
	$d_k, мм$	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115
		115	110	105	100	95	90	85	80	75	70
13.	$n_{ст}, шт./м^2$	1800	1800	1800	1800	1800	2000	2000	2000	2000	2000
	$\delta, шт./м$	4000	4100	4200	4300	4400	4500	4600	4700	4600	5000
		5000	4900	4800	4700	4600	4000	4100	4200	4300	4400
	$v_{тр}, м/с$	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Додаток 25. Вихідні дані до вправ теми 6. **Машини для післязбиральної обробки зерна**

Номер вправи	Позначення параметра, од. виміру	Варіанти										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1.	Вид обробки ^x	П.	О.	С.	П.	О.	С.	П.	О.	С.	П.	
	Культура ^{xx}	Пш.	Ж.	Гр.	Гр.	Пш.	Ж.	Ж.	Гр.	Пш.	Гр.	
		Л.	Гр.	Яч.	Ж.	Пр.	Л.	Ов.	Пш.	Яч.	Ов.	
	Примітка	x	П. – попередня очистка									
			О. – остаточна очистка									
xx		С. – сортування										
	Пш. – пшениця, Ж. – жито, Гр. – гречка, Яч. – ячмінь, Пр. – просо, Л. – льон, Ов. – овес.											
2.	$d, мм$	4,0	4,2	4,4	4,6	4,8	5,0	5,2	5,4	5,6	5,8	
		6,0	6,2	6,4	6,6	6,8	7,0	7,2	7,4	7,4	7,8	
	$\alpha, град.$	4	4,5	6	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	
3.	Культура ^{xxx}	Пш.	Ж.	Яч.	Л.	К.	Пш.	Ж.	Яч.	Л.	К.	
	$l_{ц}, м$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	
		2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6	1,8	1,7	1,9	2,0	
	Примітка	xxx	Пш. – пшениця, Ж. – жито, Яч. – ячмінь, Л. – льон, К. – конюшина.									
4.	$W_1, \%$	16	16,5	17	17,5	18	18,5	19	19,5	20	20,5	
		21	21,5	22	22,5	23	23,5	24	24,5	25	25,5	
	$W_2, \%$	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	
5.	$v_{кр}, м/с$	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	
		4,0	4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7	4,8	5,0	
	$m_3, кг/с$	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	
	$h_d:h_{ст}$	1:2	1:2,2	1:2,3	1:2,4	1:2,5	1:2,6	1:2,7	1:2,8	1:2,9	1:3	

Додаток 26. Вихідні дані до вправ теми 7. **Меліоративні машини**

Номер вправи	Позначення параметра, од. виміру	Варіанти									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1.	$l, м$	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5
		15	15,5	16	16,5	17	17,5	18	18,5	19,5	19,5
	$\phi, град.$	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
2.	$K_k, кПа$	150	155	160	165	170	175	180	185	190	195
		200	205	210	215	220	225	230	235	240	245
	f	0,2	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,27	0,28	0,30

Закінчення додатка 26

3.	B_{κ} , м	0,4	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,52	0,54	0,56	0,60
	H_{τ} , м	1,0	1,05	1,1	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45
		1,5	1,55	1,6	1,65	1,70	1,75	1,80	1,85	1,90	1,95
4.	H , кПа	200	205	210	215	220	225	230	235	240	245
		250	255	260	265	270	275	280	285	290	300
	\bar{D} , м	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13	13,5	14	14,5
5.	ρ_{cp} , мм/хв	0,5	0,55	0,6	0,65	0,7	0,75	0,8	0,85	0,9	0,95
		1,0	1,05	1,1	1,15	1,20	1,25	1,30	1,35	1,40	1,45

Список рекомендованої літератури

1. Бакум В.М., Нікітін С.П., Сергєєва А.В. Проектування сільськогосподарських машин. / За ред. М.В. Бакума. – Х., 2003. – Ч. 1: Плуги загального призначення. 336 с.
2. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. – К.: Урожай, 1994. – 446 с.
3. Долгов И.А., Зальцерман И.М. Машины и орудия для механизации сеноуборочных работ. – М.: Машгиз, 1963. – 344 с.
4. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. – Х.: Око, 2001. – Т.1, ч.1: Машины та знаряддя обробітку ґрунту. 444 с.
5. Иванцов В.И., Солощенко О.И. Валковые жатки. – М.: Машиностроение, 1984. – 200 с.
6. Канарев Ф.М. Ротационные почвообработывающие машины и орудия. – М.: Машиностроение, 1983. – 142 с.
7. Кленин Н.И., Сакун В.А. Сельскохозяйственные машины: Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1980. – 671 с.
8. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины. – М.-Л.: Госиздат сельскохозяйственной литературы, 1955. – 764 с.
9. Матяшин Ю.И. и др. Расчет и проектирование ротационных машин. – М.: ВО «Агропромиздат», 1988.
10. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. Практикум: Навч. посібник / Войтюк Д.Г., Царенко О.М., Яцун С.С. та ін.; За ред. С.С. Яцуна. – К.: Аграрна освіта, 2003. – 93 с.
11. Особов В. И., Васильев Г. К. Сеноуборочные машины и комплексы. – М.: Машиностроение, 1983. – 304 с.
12. Сабликов М.В. Сельскохозяйственные машины. – М.: Колос, 1988. – Ч. 2: Основы теории и технологического расчета. 296 с.
13. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Листопад Г.Е., Демидов Г.К., Зонов Б.Д. и др.; Под общ. ред. Г.Е. Листопада. – М.: Агропромиздат, 1986. – 688 с.
14. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Машины для рільництва / За ред. М.І. Чорновола. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.
15. Сільськогосподарські та меліоративні машини. Програма для вищих аграрних закладів освіти 3–4 рівнів акредитації із спеціальності 7.091902 Механізація сільського господарства. – К.: НМЦ аграрної освіти, 1988. – 20 с.
16. Скотников В.В. и др. Практикум по сельскохозяйственным машинам. – Минск: Урожай, 1984. – 375 с.
17. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин: Учебник для вузов сельскохозяйственного машиностроения / Е.С. Босой, О.В. Верняев, И.И. Смирнов и др.; Под ред. Е.С. Босого. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1977. – 568 с.

Зміст

Вступ	3
Розділ перший. Лабораторні роботи	4
<i>Лабораторна робота 1.</i> Тарування пружин приладів для визначення механічних характеристик сільськогосподарських матеріалів	4
<i>Лабораторна робота 2.</i> Визначення характеристик лемішно-полицевої поверхні корпусу плуга	10
<i>Лабораторна робота 3.</i> Визначення деяких параметрів та режимів роботи висівного апарата зернової сівалки	15
<i>Лабораторна робота 4.</i> Вивчення технологічного процесу роботи туковисівного апарата шнекового типу	20
<i>Лабораторна робота 5.</i> Визначення коефіцієнта витрати розпилювальних наконечників обприскувачів	24
<i>Лабораторна робота 6.</i> Вивчення впливу показника кінематичного режиму на роботу мотовила жатки	27
<i>Лабораторна робота 7.</i> Вивчення роботи повітряної очистки зерноочисної машини	32
<i>Лабораторна робота 8.</i> Визначення середньої швидкості руху зернового матеріалу по плоскому решету	37
<i>Лабораторна робота 9.</i> Вивчення технологічного процесу роботи решітної частини зерноочисної машини	43
<i>Лабораторна робота 10.</i> Вивчення якості роботи та продуктивності решітної частини зерноочисної машини	46
<i>Лабораторна робота 11.</i> Вивчення технологічного процесу роботи циліндричного трієра	50
Розділ другий. Розрахунково-графічні роботи	57
1. Завдання «Розрахунок основних параметрів лемішно-полицевої поверхні»	57
2. Завдання «Кінематичний та силовий розрахунок взаємодії плуга з механізмом начіпки трактора»	63
3. Завдання «Розміщення зубів на рамі борони»	70
4. Завдання «Розміщення дисків на осі батареї луцильника і борони»	74
5. Завдання «Визначення параметрів і режимів роботи ґрунтообробної фрези»	79
6. Завдання «Визначення потужності на фрезерування ґрунту і розміщення ножів на роторі фрези»	81
7. Завдання «Вивчення процесу роботи мотовила»	88
8. Завдання «Розрахунок різального апарата сегментно-пальцевого типу»	93
9. Завдання «Загальні розрахунки валкової жатки»	98
10. Завдання «Вивчення процесу переміщення вороху на клавішному соломотрясі»	103
Розділ третій. Вправи	107
3.1. Вправи до теми 1. Машини та знаряддя для обробки ґрунту	107
3.2. Вправи до теми 2. Посівні та садильні машини	108

3.3. Вправи до теми 3. Машина для внесення добрив	108
3.4. Вправи до теми 4. Машина для хімічного захисту рослин	109
3.5. Вправи до теми 5. Збиральні машини	109
3.6. Вправи до теми 6. Машина для післязбиральної обробки зерна	110
3.7. Вправи до теми 7. Меліоративні машини	110
3.8 Теоретичні відомості з виконання вправ	111
1. Машина та знаряддя для обробітку ґрунту	111
2. Посівні і садильні машини	114
3. Машина для внесення добрив	116
4. Машина для хімічного захисту рослин	117
5. Збиральні машини	118
6. Машина для післязбирального обробітку зерна	122
7. Меліоративні машини	124
Додатки	126
Додатки до розділу 2	126
Додаток 1. Вихідні дані до завдання «Розрахунок основних параметрів лемішно-полицевої поверхні»	126
Додаток 2. Приклад розрахунку основних параметрів лемішно-полицевої поверхні	126
Додаток 3. Вихідні дані до завдання «Кінематичний та силовий розрахунок взаємодії плуга з механізмом начіпки трактора»	128
Додаток 4. Приклад кінематичного та силового розрахунків взаємодії плуга з механізмом начіпки трактора	130
Додаток 5. Вихідні дані до завдання «Розміщення зубів на рамі борони» ...	131
Додаток 6. Приклад розрахунку параметрів зубової борони	132
Додаток 7. Вихідні дані до завдання «Розміщення дисків на осі батареї луцильника і борони»	133
Додаток 8. Приклад розрахунку параметрів дискового знаряддя	133
Додаток 9. Вихідні дані до завдання «Визначення параметрів і режимів роботи ґрунтообробної фрези»	134
Додаток 10. Приклад розрахунку основних параметрів і режимів роботи ґрунтообробної фрези	135
Додаток 11. Приклад розрахунку потужності на фрезерування ґрунту та розміщення ножів на роторі фрези	136
Додаток 12. Вихідні дані для виконання завдання «Вивчення процесу роботи мотовила»	139
Додаток 13. Приклад розрахунку завдання «Вивчення процесу роботи мотовила»	140
Додаток 14. Вихідні дані для виконання завдання «Розрахунок різального апарата сегментно-пальцевого типу»	141
Додаток 15. Приклад розрахунку завдання «Розрахунок різального апарата сегментно-пальцевого типу»	142
Додаток 16. Вихідні дані для виконання завдання «Загальні розрахунки валкової жатки»	143
Додаток 17. Приклад розрахунку завдання «Загальні розрахунки валкової жатки»	143

<i>Додаток 18.</i> Вихідні дані для виконання завдання «Вивчення процесу переміщення вороху на клавiшному соломотрясі»	145
<i>Додаток 19.</i> Результати розрахунків завдання «Вивчення процесу переміщення вороху на клавiшному соломотрясі»	146
Додатки до розділу 3	147
<i>Додаток 20.</i> Вихідні дані до вправ розділу 1. Машина та знаряддя для обробітку ґрунту	147
<i>Додаток 21.</i> Вихідні дані до вправ розділу 2. Посівні та садильні машини ...	148
<i>Додаток 22.</i> Вихідні дані до вправ розділу 3. Машина для внесення добрив	148
<i>Додаток 23.</i> Вихідні дані до вправ розділу 4. Машина для хімічного захисту рослин	149
<i>Додаток 24.</i> Вихідні дані до вправ розділу 5. Збиральні машини	149
<i>Додаток 25.</i> Вихідні дані до вправ розділу 6. Машина для післязбиральної обробки зерна	150
<i>Додаток 26.</i> Вихідні дані до вправ розділу 7. Меліоративні машини	150
Список рекомендованої літератури	152