

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**Факультет
механіки та
енергетики**



**Кафедра
сільськогосподарських
машин**

**СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ ТА МЕЛІОРАТИВНІ МАШИНИ
(РОЗРАХУНКОВИЙ КУРС)**

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

**до виконання лабораторних робіт для студентів
напряму підготовки 6.100102 «Процеси, машини та обладнання
агропромислового виробництва» ОКР «Бакалавр»**

ЛЬВІВ-2014

Рекомендовано до друку
методичною радою ЛНАУ
Протокол № 8 від 13.03.2014р.

Укладачі: к.т.н., доцент О.М. Крупич,
асистент С.І. Левко

Відповідальний за випуск: к.т.н., доцент Я.В. Семен

Рецензент: к.т.н., доцент О.С. Миронюк

Видається в авторській редакції

© Львівський національний аграрний університет, 2014

З М І С Т

	Передмова.....	4
Лабораторна робота №1	Профілювання робочої поверхні корпуса плуга	5
Лабораторна робота №2	Побудова схеми парового культиватора.....	9
Лабораторна робота №3	Проектування та аналіз роботи ланки зубової борони	15
Лабораторна робота №4	Аналіз робочого процесу дискового розкидача мінеральних добрив	20
Лабораторна робота №5	Розрахунок основних параметрів посівного агрегату	25
Лабораторна робота №6	Дослідження роботи мотовила на фізичній моделі з визначенням технологічних параметрів.....	29
Лабораторна робота №7	Визначення робочих характеристик сегментно-пальцевого різального апарату	36
Лабораторна робота №8	Обґрунтування режиму роботи молотильного барабана та швидкості руху комбайна	44
Лабораторна робота №9	Визначення основних параметрів технологічного процесу роботи соломотряса...	49
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК		54
ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ ПИТАННЯ		55
ЗАДАЧІ.....		56

ПЕРЕДМОВА

Лабораторні роботи з розрахункового курсу с.-г. машин передбачають закріплення теоретичних знань та отримання практичних навиків з дослідження і розрахунків робочих процесів, оптимальних регулювань і режимів роботи с.-г. машин.

До їх виконання передбачається самостійна робота студентів з лекційними матеріалами та рекомендованою літературою.

Методичні поради спрямовані на поліпшення організації та підвищення ефективності роботи студентів в аудиторії та в часі самостійного вивчення дисципліни.

Роботи виконуються у зошитах для лабораторних робіт з берегами і на стандартних аркушах креслярського міліметрового паперу, які оформляються за вимогами стандарту до графічних робіт. Назви лабораторних робіт, формули та цифрові розрахунки виконуються креслярським шрифтом за вимогами стандарту до технічної документації. Лабораторні роботи можуть бути оформлені з використанням комп'ютерної техніки, але кожним студентом індивідуально.

Структура методичних порад до кожної роботи : мета та зміст роботи; вихідні дані за варіантом; послідовність виконання; зміст звіту; питання для самоконтролю.

Готовність студента до роботи перевіряється викладачем на початку занять, а за виконану роботу студент отримує відповідну кількість балів у відповідності до кредитно-модульної системи організації навчального процесу. Кожна робота оцінюється у п'ять балів: два бали за виконання роботи і якість звіту та три бали за індивідуальний захист кожної роботи. Навчальним планом передбачено виконання дев'яти лабораторно-практичних робіт, отже студент може отримати в сумі 45 балів, які сумуються до загальної кількості балів, що студент отримав на іспиті.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

ПРОФІЛЮВАННЯ РОБОЧОЇ ПОВЕРХНІ КОРПУСА ПЛУГА

1. Мета роботи: засвоїти визначення та оцінку технологічних і конструктивних параметрів корпусів плугів та передплужників за допомогою профілографа.

2. Тривалість заняття – 2 академічні години.

3. Зміст роботи: накреслити дві проекції поверхні корпусу за допомогою профілографа. Визначити основні параметри лемішно-полицевої поверхні корпусу і дати її технологічну характеристику.

4. Обладнання робочого місця: профілограф, лінійка, лекало, транспортир, олівець, корпуси плугів (передплужників).

5. Місце проведення заняття: лабораторія №38 розрахункового курсу дисципліни «Сільськогосподарські машини» кафедри сільськогосподарських машин.

6. Загальні відомості.

На рис.1 наведена схема профілографа, на горизонтальному столі якого закріплюється аркуш креслярського паперу. Над столом у двох повзунах *a*, *b* установлений стержень *cd*, кінець *c* якого загострений, а на другому кінці прикріплений олівець, який торкається до аркуша. Стержень *cd* з повзунами *a*, *b* може переміщатися над столом вздовж напрямної *Gf*, перпендикулярної до осі стержня, в той же час стержень можна переміщати вздовж його осі. При цьому стержень буде залишатись паралельним столу (поверхні). Всі переміщення стержня записуються на аркуші олівцем, який закріплений на стержні.

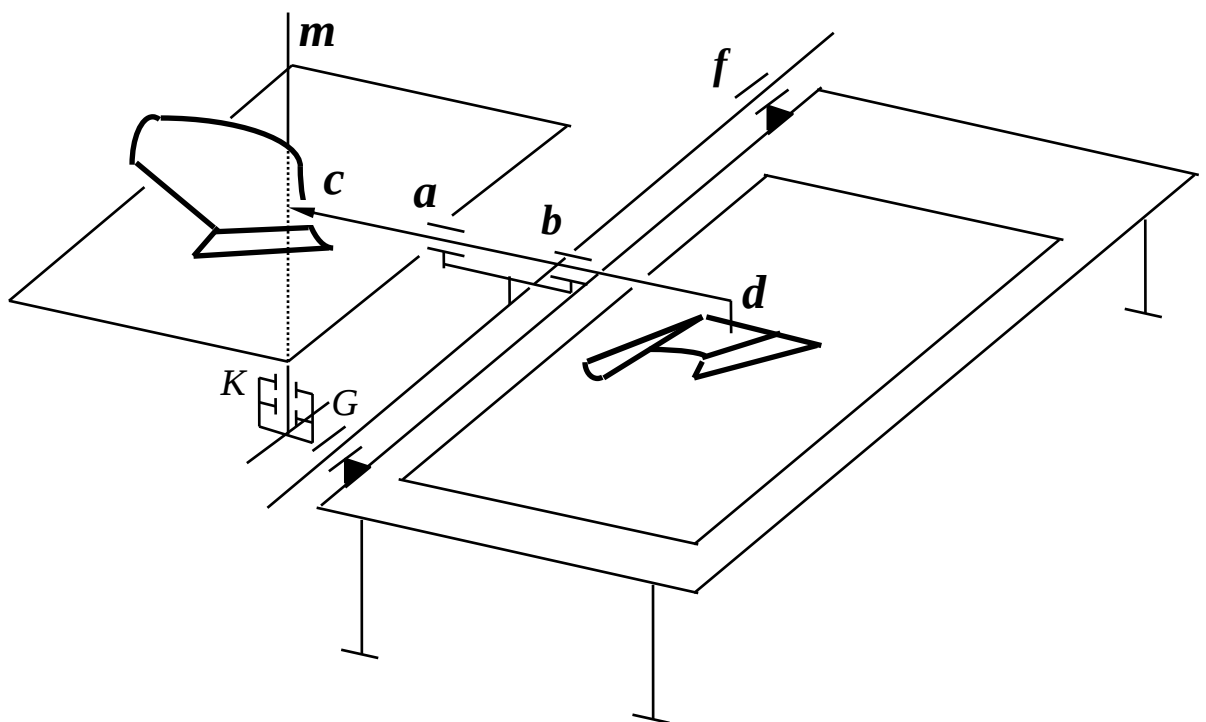


Рис.1. Схема профілографа

Корпус плуга закріплюється збоку стола на спеціальній підставці **Km** так, щоб лезо його лемеша лежало у горизонтальній площині, а польовий обріз був розміщений у вертикальній площині, перпендикулярній до напрямної **Gf**. Якщо кінцем стержня провести вздовж робочої поверхні корпусу, то олівець накреслить на папері лінію, яка буде відповідати лінії перерізу корпусу горизонтальною площиною. Початок і кінець цієї лінії будуть точками, які належать контуру робочої поверхні. Якщо корпус опустити відносно стола або підняти вище і знову провести кінцем стержня горизонтальну лінію вздовж його поверхні, то на аркуші олівець накреслить нові лінії. Ці лінії будуть слідами перерізу корпусу горизонтальними площинами в натуральну величину. Щоб отримати сліди вертикальних січних площин, треба повернути корпус на 90° і знову повторити перерізи кінцем стержня на різних висотах.

7. Послідовність виконання роботи.

1. Накреслити дві проекції робочої поверхні корпусу. Для цього на столі профілографа закріпити аркуш паперу, розміри якого дозволяють одержати в натуральну величину дві проекції корпусу. Корпус встановити на підставці так, щоб його положення можна було змінювати в невеликих проміжках по вертикалі. Торкаючись кінцем стержня точок леза лемеша, досягти його горизонтального положення на підставці, після чого корпус закріпити болтами. (Таким же методом досягають розташування польового обрізу корпусу паралельно поверхні стола після повертання корпусу на 90° .)

Сумістити вісь стержня з носком лемеша і, ковзаючи кінцем стержня вздовж леза лемеша, записати його горизонтальну проекцію на папері. Потім опустити корпус на 25 мм, що відповідає п'яти обертам маховика механізму опускання стола підставки і, проводячи горизонтально вздовж його поверхні гострий кінець стержня, записати на папір слід нової січної площини, стежачи за тим, щоб чітко були позначені точки, які належать контурній лінії корпусу. Після цього знову опустити корпус на 25 мм нижче і записати новий переріз і т.д. Ці операції проводять доти, доки вся робоча поверхня корпусу з її характерними точками і лініями не буде викреслена на папері. З'єднавши точки контура корпусу кривою, отримаємо горизонтальну проекцію поверхні з слідами перерізів горизонтальними площинами.

Повернувши корпус на підставці на 90° і повторивши ці ж кроки, отримаємо на папері вертикальну проекцію поверхні.

Роботу на профілографі зручно виконувати трьом студентам, один з яких слідкує за олівцем, другий – за переміщенням гострого кінця стержня, а третій опускає і піднімає корпус та переміщає стержень.

2. Визначити основні параметри полицево-лемішної поверхні корпусу. Характеристика корпусів здійснюється за кресленням, побудованим з допомогою профілографа, шляхом дослідження перерізів робочої поверхні горизонтальними і поздовжньо-вертикальними площинами. Сліди перерізів поверхні горизонтальними площинами характеризують зміну кута γ нахилу горизонталей (розташування твірної) до стінки борозни. Сліди поздовжньо-вертикальних площин у вертикальній боковій проекції відображають характер зміни кута α , що визначає розпушувальну здатність поверхні.

За кресленням визначити основні технологічні та конструктивні параметри корпусу:

- ширину захвату корпусу b ;
- довжину леза лемеша ℓ ;
- висоту розміщення верхньої точки польового обрізу H ;
- висоту розміщення верхньої точки полиці H_{max} .

3. Визначити максимально можливу глибину оранки (a_{max}) корпусом із залежності ($\Delta H=0...2$ см і приймається додатнім для корпусів, що орють з глибиною до 15 см ($a \leq 15$ см) і від'ємним, коли $a > 16$ см.

$$H_{max} = \sqrt{a_{max}^2 + b^2} \pm \Delta H, \quad (1.1)$$

де $\Delta H=0...2$ см і приймається додатнім для корпусів, що орють з глибиною до 15 см ($a \leq 15$ см) і від'ємним, коли $a > 16$ см. Можемо прийняти: $\Delta H=+2$ см, коли $a=12..15$ см; $\Delta H=0$ см, коли $a=15..17$ см; $\Delta H=-1$ см, коли $a=17..20$ см; $\Delta H=-1,5$ см, коли $a=20..25$ см; $\Delta H=-1,5$ см, коли $a=25..25$ см;

та показник k стійкого положення скиби при роботі корпусу без передплужника:

$$k = \frac{b}{a_{max}}. \quad (1.2)$$

Якщо показник k стійкого положення скиби буде меншим 1,27, то необхідно ще раз розрахувати максимально можливу глибину оранки, за формулою 1.2 коли $k=1,27$.

4. Всі параметри та максимально можливу глибину оранки позначити на проєкціях корпусу (за натуральними значеннями), а їх значення записати у таблицю, яка розташовується над штампом креслення та у зошиті.

Таблиця 1.1.

Параметри робочої поверхні корпусу

Перерізи								
1			2			3		
α_1	γ_1	β_1	α_1	γ_1	β_1	α_1	γ_1	β_1
Тип робочої поверхні: $\Delta\gamma = \gamma_{max} - \gamma_o =$								
b , см	a_{max} , см	k	ℓ , см	H , см	H_{max} , см	γ_o	γ_{max}	γ_{min}

8. Зміст звіту.

Оформлений за стандартом аркуш формату А1 з двома проєкціями робочої поверхні, на яких позначені натуральні значення параметрів і таблиця 1.1.

В зошиті або на аркушах паперу А4 оформляється індивідуальний звіт виконаної роботи.

Зміст звіту:

Лабораторна робота № 1
Назва роботи

Мета роботи:

Зміст роботи:

Обладнання робочого місця:

Послідовність виконання роботи:

Студент описує всі пункти послідовності в представленому порядку виконання лабораторної роботи з розрахунками та результатами.

Наприклад:

1. Накреслив дві проекції робочої поверхні корпусу плуга: горизонтальну та вертикальну (бокову).

2. Визначив основні параметри полицево-лемішної поверхні корпусу плуга, та заніс їх значення в таблицю 1.1.

В тому числі, за кресленням визначив основні технологічні та конструктивні параметри корпусу.

ширину захвату корпусу $b = 30$ см;

довжину леза лемеша $l = 45$ см;

висоту розміщення верхньої точки польового обрізу $H = 30$ см;

висоту розміщення верхньої точки полиці $H_{max} = 38$ см.

Висновки.

9. Питання для самоконтролю та захисту виконаної роботи.

1. Яким методом визначаються конструктивні параметри та технологічні властивості корпусу плуга на профілографі?

2. Покажіть напрямок руху корпусу плуга на проекціях креслення, дно та стінку борозни.

3. Як впливає зміна кута α , β , γ на переміщення скиби при її відокремленні від моноліту, на тяговий опір плуга?

4. Які робочі поверхні відносяться до культурних, напівгвинтових за значеннями $d\gamma$? Їх відмінності в дії на ґрунт.

5. Відмінність у технологічній дії на ґрунт циліндричної, напівгвинтової, гвинтової поверхні корпусу плуга? Для яких ґрунтів доцільне їх застосування?

6. Які функції кутів α , β , γ робочої поверхні корпусу плуга, як розвинутого косопоствавленого тригранного клина?

7. Якою залежністю виражається співвідношення між кутами α , β , γ для тригранного клина (виведіть її)?

8. Як змінюється розпушувальна дія робочої поверхні (за кресленням) при зміні кутів α та γ .

9. Що таке напрямна крива і де вона знаходиться на корпусі плуга?

10. Як закріпити корпус плуга на столі профілографа, щоб отримати закономірності зміни кута β (фронтальну проекцію), напрямну криву?

11. Чому і як глибина оранки залежить від ширини захвату корпусу плуга?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №2

ПОБУДОВА СХЕМИ ПАРОВОГО КУЛЬТИВАТОРА

1. Мета роботи: засвоїти принцип роботи та розстановки робочих органів ґрунтообробних машин (знарядь) на прикладі побудови схеми парового культиватора.

2. Тривалість заняття – 4 академічні години.

3. Зміст роботи: визначити ширину захвату розпушувальних лап культиватора і допустиму максимальну відстань між рядами лап при розміщенні їх у два ряди. Побудувати на основі вихідних даних (табл. 2.1) схеми розміщення робочих органів на рамі культиватора при комплектуванні його розпушувальними і стрілочастими лапами у вибраному масштабі.

4. Місце проведення заняття: лабораторія №38 розрахункового курсу дисципліни «Сільськогосподарські машини» кафедри сільськогосподарських машин.

5. Вихідні дані: для побудови схеми культиватора для суцільного обробітку ґрунту використовуються наступні параметри:

B – задана ширина захвату культиватора, м;

a – глибина обробітку ґрунту, см;

d – конструктивна ширина розпушувальної лапи, мм;

α – кут входження у ґрунт розпушувальної лапи, град;

Θ – кут зони деформації ґрунту, град;

ℓ_o – виліт носка лапи відносно стояка, мм;

f – коефіцієнт тертя ґрунту по сталі;

δ – можливий кут відхилення гряділя, град.

Таблиця 2.1

Варіанти вихідних даних *

Варіант	B , м	a , см	d , мм	α^0	Θ^0	ℓ_o , мм	f	δ^0
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	3	10	20	35	40	150	0,58	4
2	4	11	45	30	45	120	0,53	5
3	3	12	50	25	50	150	0,51	5
4	4	13	60	25	50	135	0,64	6
5	3	14	63	30	45	145	0,53	4
6	4	15	20	45	42	150	0,47	6
7	3	16	45	40	40	180	0,48	4
8	4	10	50	25	50	143	0,53	5
9	3	11	60	30	44	120	0,51	6
10	4	12	63	30	46	120	0,54	7
11	3	17	20	40	48	200	0,45	8
12	4	18	45	40	50	170	0,43	5

13	3	15	50	35	48	135	0,44	6
----	---	----	----	----	----	-----	------	---

Продовження табл.2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
14	4	16	60	35	46	145	0,56	5
15	3	18	63	40	44	210	0,58	6
16	4	16	20	30	42	150	0,64	4
17	3	12	45	25	45	120	0,58	5
18	4	16	50	40	40	145	0,46	6
19	3	14	60	25	50	130	0,60	6
20	4	12	50	25	46	145	0,58	7
21	3	17	20	40	42	150	0,46	4
22	4	14	45	25	40	150	0,54	6
23	3	16	50	30	40	120	0,60	4
24	4	18	60	40	45	125	0,62	5
25	3	17	63	30	50	145	0,55	6

*Графічну побудову зручно виконувати на міліметровому папері формату А3.

6. Послідовність виконання роботи.

1. Визначити графічно ширину зони деформації ґрунту долотоподібною розпушувальною лапою, для чого (рис. 2.1):

- в масштабі 1:5 або 1:10 у відповідності до вихідних даних, побудувати контури розпушувальної лапи з вильотом ℓ_o , зануреної в ґрунт на глибину a . Для цього провести горизонтальну лінію поверхні поля та від неї на віддалі a (глибини обробітку ґрунту) відкласти поверхню дна розпушеного шару. На лінії дна розпушеного шару вибрати точку O , від якої провести вертикальну пряму OA до перетину з поверхнею поля, точка A . Від точки A на відстані ℓ_o провести вертикальну лінію стояка лапи. З точки O під кутом α проводимо похилу частину лапи до вертикального стояка. Отриману розпушувальну лапу наводимо товстішою лінією
- визначаємо довжину зони деформації L . Для цього необхідно провести пряму OB , перпендикулярно до похилої частини лапи до перетину з поверхнею поля. Від отриманої прямої OB провести пряму OC , що зміщена від прямої OB на кут тертя φ . Кут тертя φ визначається як $\arctg f$, де f – коефіцієнт тертя ґрунту по сталі. На перетині з поверхнею поля отримаємо точку C . Відстань від стояка до точки C і є довжина зони деформації L .
- визначаємо ширину зони деформації b_p , яка буде відповідати ширині захвату розпушувальної лапи.

Для цього необхідно побудувати натуральний вигляд зони деформації, що на основному вигляді проектується у відрізок OC :

- перпендикулярно до OC провести прямі CC_2 і OO_2 ;

- відкласти на прямій OO_2 відрізок O_1O_2 , що дорівнює конструктивній ширині розпушувальної лапи d ;
- перпендикулярно до OO_2 через точки O_1 та O_2 провести прямі O_1E_1 і O_2E_2 ;
- провести під кутом $\theta/2$ прямі O_1C_1 і O_2C_2 ;
- відрізок C_1C_2 і буде шукана ширина захвату розпушувальної лапи b_p ;
- виміряти ширину захвату розпушувальної лапи b_p . Щоб знайти дійсне значення ширини захвату, необхідно виміряне значення помножити на масштаб побудови.

Правильність графічної побудови перевірити аналітичним розрахунком $\mathbf{b}_p$:

$$b_p = d + \frac{2a \operatorname{tg} \Theta / 2}{\cos(\alpha + \varphi)}, \quad (2.1)^*$$

де φ – кут тертя, що визначається за відомим коефіцієнтом тертя f .

* Примітка. Слідкуйте за системою одиниць (використовуємо СІ)

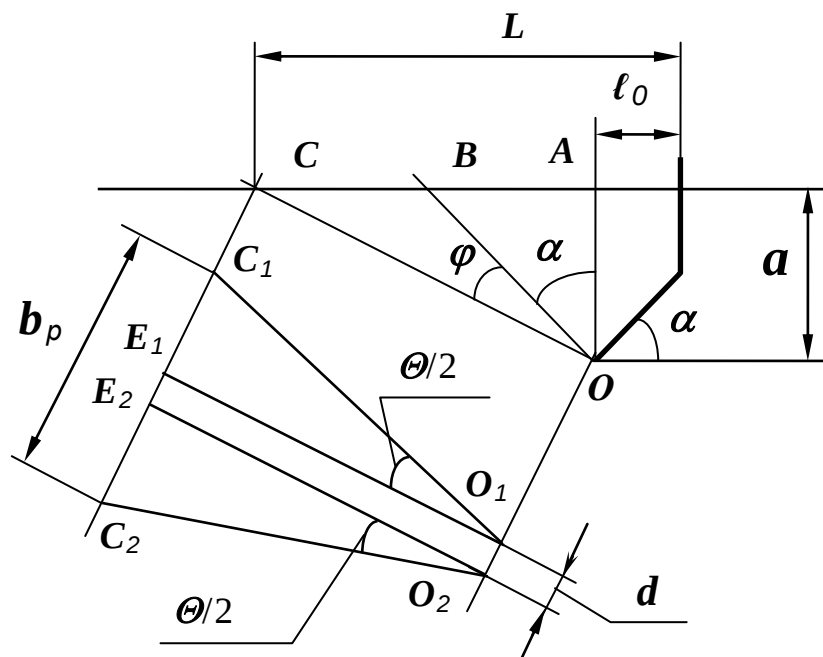


Рис.2.1. Схема для визначення ширини зони деформації ґрунту

2. Визначити мінімальну відстань між рядами лап (за формулою 2.2 та з креслення) і заокруглити її до мінімальних рекомендованих значень.

$$L \geq \ell_0 + a \operatorname{tg}(\alpha + \varphi). \quad (2.2)$$

Простір між лапами не повинен забиватися рослинними рештками. З цією метою лапи на рамі культиватора розміщують у 2 або 3 ряди в шахматному порядку. Відстань між рядами розпушувальних лап можна визначити з умови максимального використання зони деформації

Відстань між рядами лап приймають в межах 400...500 мм. Для уникнення забивання стрілкової лапи встановлюють так, щоб відстань між краями суміжних лап була не менше 30...50 мм

3. Визначити ширину перекриття Δb за залежністю 2.3.

Ширина захвату стрілкової лапи дорівнює конструктивній ширині. Перекриття Δb у стрілкових лап виключає можливі огріхи при обробці ґрунту внаслідок зміщення лап культиватора в горизонтальній площині (рис. 2.3). Аналогічна ситуація можлива і для долотоподібних (розпушувальних) лап.

Під час робочого процесу стрілкові лапи більше відхиляються у бік ніж долотоподібні, оскільки долотоподібні лапи більш стійкіші під час руху. Тому розрахунок зони перекриття проводимо для стрілкових лап. Розрахована зона перекриття буде задовольняти умовам роботи долотоподібних розпушувальних лап

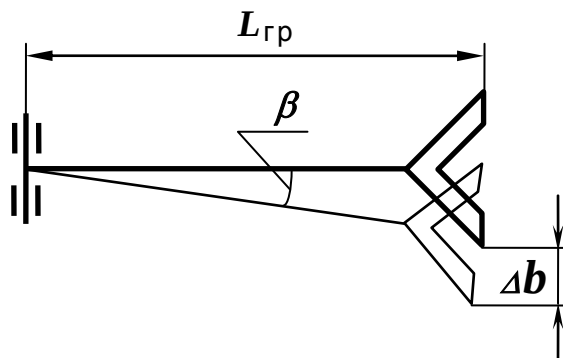


Рис.2.2. Сема для визначення ширини перекриття

Отже,

$$\Delta b \geq L_{гр} \sin \delta, \quad (2.3)$$

де $L_{гр}$ – довжина гряділя, м. Довжина гряділя має бути не менша довжини зони деформації L , що не відбувалося накладання двох суміжних зон деформації ґрунту. Для стрілкових лап дана умова не обов'язкова, оскільки розпушення ґрунту відбувається за лапами. З врахуванням всіх умов довжину гряділя прийняти з діапазону $L_{гр} = 0,4 \dots 0,8$ м.

У відповідності до розрахункового значення, перекриття прийняти в діапазоні $\Delta b = 35 \dots 80$ мм залежно від способу кріплення лап на рамі.

В одних і тих же точках на брусі встановлені гряділі як з розпушувальними, так і стрілковими лапами, тому необхідно виконувати умову $b_p \leq b_c$, де b_p – ширина захвату розпушувальної (долотоподібної) лапи; b_c – ширина захвату стрілкової лапи. Якщо цю умову важко виконати, то розпушувальні лапи встановлюють у 3 ряди.

4. Підрахувати необхідну кількість лап (формула 2.4), заокруглити отриманий результат до цілого непарного числа.

При однаковій ширині захвату лап в обох рядах їх кількість:

$$z = \frac{B}{t} = \frac{B}{b - \Delta b}, \quad (2.4)$$

де t – відстань між слідами сусідніх лап.

Тяговий опір другого ряду лап значно менший, ніж першого, тому при розміщенні стрілочастих лап частіше у другому ряді встановлюють лапи з більшою шириною захвату, ніж у першому.

5. Побудувати схему розміщення розпушувальних лап на рамі культиватора аналогічно до схеми рис.2.4, вибравши необхідний масштаб.

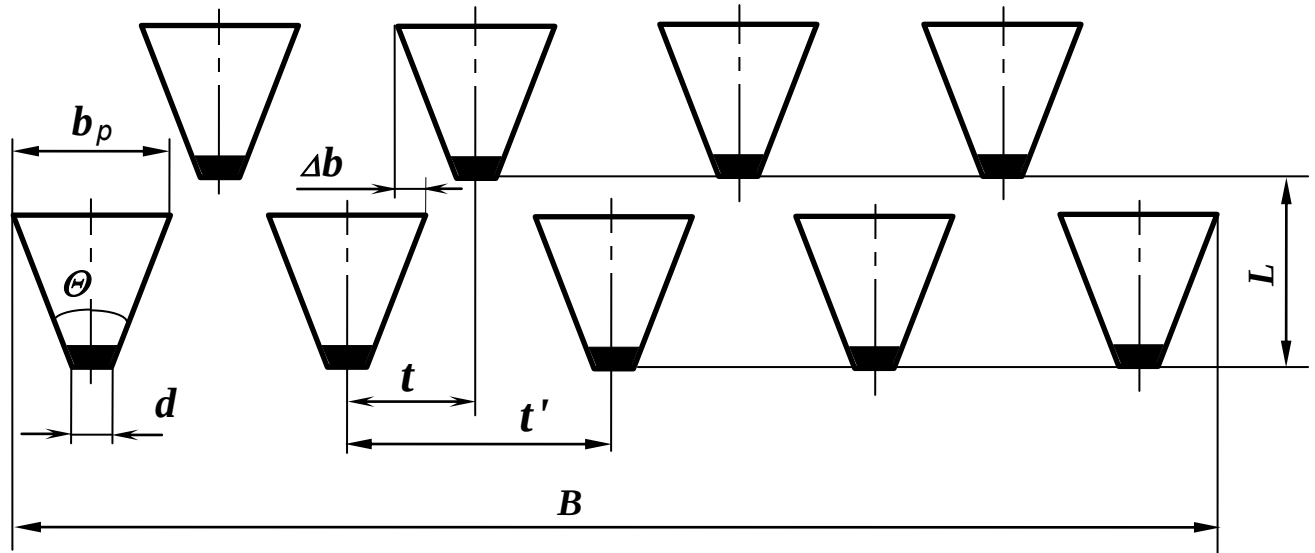


Рис.2.3. Схема розміщення розпушувальних лап на рамі

6. Вибрати необхідні типорозміри універсальних стрілочастих лап з таким розрахунком, щоб їх гряділі можна було закріпити в цих точках, що і гряділі розпушувальних лап. Стрілочасті універсальні лапи випускаються з шириною захвату 220, 270 і 330 мм при $2\gamma=65^\circ$ і 250, 330 і 380 мм при $2\gamma=60^\circ$.

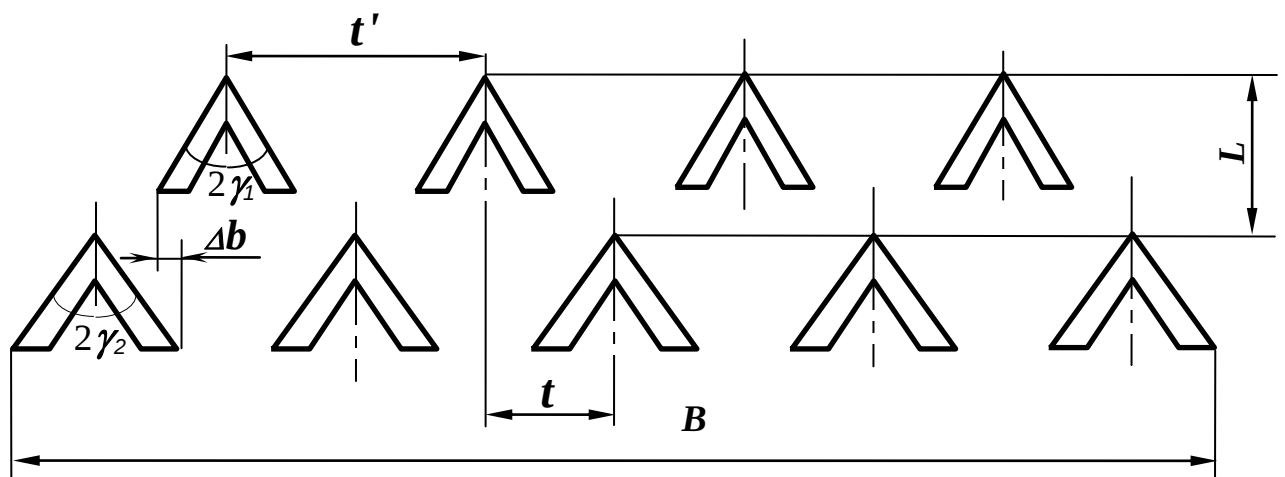


Рис.2.4. Схема розміщення стрілочастих лап на рамі

Із запропонованого ряду розмірів стрілочастих лап вибрати такі розміри, які дорівнюють або дещо більші ширини зони деформації розпушувальної лапи і встановити однотипні лапи в обох рядах, або щоб сума розмірів двох стрілочастих лап різної ширини захвату дорівнювала або дещо перевищувала $2b_p$. Різниця в розмірах не повинна виходити за межі можливого значення перекриття.

7. Побудувати схему розміщення стрілочастих лап на рамі культиватора аналогічно до схеми рис.2.4 у масштабі рис.2.5.

8. Визначити отриману ширину захвату культиватора з розпушувальними B_p та стрілочастими лапами B_c при їх розташуванні у два ряди за залежністю (2.5):

$$B_p = b_p(z_1 + z_2) - \Delta b(z_1 + z_2 - 1), \quad B_c = b_1 z_1 + b_2 z_2 - \Delta b(z_1 + z_2 - 1). \quad (2.5)$$

7. Зміст звіту.

В зошиті або на аркушах паперу А4 оформляється індивідуальний звіт виконаної роботи за заданим варіантом.

Лабораторна робота № 2

Назва роботи

Мета роботи:

Зміст роботи:

Вихідні дані:

Послідовність виконання роботи:

Студент описує всі пункти послідовності в представленому порядку виконання лабораторної роботи з розрахунками та результатами.

Висновки.

8. Питання для самоконтролю.

1. Для чого потрібне перекриття робочих органів культиватора?
2. На яку глибину, якими робочими органами доцільно проводити передпосівну культивацію і чому?
3. Чому розпушувальні лапи культиваторів, сошники зернових сівалок не розташовують в один ряд?
4. З яких міркувань віддалі між рядами лап L заокруглюють (приймають) ближче до мінімально рекомендованого значення?
5. У якому випадку задана ширина захвату культиватора і запроектована точно співпадають?
6. Яка різниця між конструктивною і технологічною шириною захвату для культиватора з розпушувальними лапами і чи є вона для культиватора зі стрілочастими лапами?
7. З яких міркувань леза стрілочастих і однобічних (брить) лап ставлять з кутом γ до напрямку руху?
8. Від чого залежить значення кута θ для розпушувальних лап?
9. Яка різниця у будові, призначенні та роботі стрілочастих плоскорізальних та універсальних лап?
10. Чому у перший ряд рекомендують ставити стрілочасті лапи меншої ширини захвату та з меншим кутом γ ?
11. Які стрілочасті лапи заточують зверху, а які знизу леза?
12. До чого призведе відсутність перекриття робочих органів?
13. Яким чином, на Вашу думку, можна підвищити ефективність знищення бур'янів культиваторами?

14. Як запобігають присипанню культурних рослин при міжрядному обробітку; коли, як і для чого його здійснюють?
15. Що сприяє підвищенню робочої швидкості та зменшенню захисної смуги при міжрядному обробітку просапних культур?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3

ПРОЕКТУВАННЯ ТА АНАЛІЗ РОБОТИ ЛАНКИ ЗУБОВОЇ БОРОНИ

1. Мета роботи: оволодіти методом побудови зубового поля і проектування ланки борони на ньому та засвоїти умови стійкої рівноваги ґрунтообробних знарядь у роботі.

2. Тривалість заняття – 3 академічні години.

3. Зміст роботи: спроектувати за заданим варіантом вихідних даних (табл.3.1) ланку зубової борони типу "зиг-заг", визначити основні розміри, вагу, лінію тяги і тяговий опір борони.

4. Місце проведення заняття: лабораторія №38 розрахункового курсу дисципліни «Сільськогосподарські машини» кафедри сільськогосподарських машин.

5. Вихідні дані: основні параметри сучасних зубових борін наведені у табл. 3.2., а варіанти вихідних даних у табл. 3.1.

Таблиця 3.1.

Варіанти вихідних даних

Варіант	Тип борони	Число заходів основного гвинта, K	h , мм	a , мм	q , мм	P_o , Н/зуб	ℓ , мм	N
1	Легка	3	200	25	9	12	120	4
2	Легка	2	225	35	8	10	100	5
3	Важка	3	300	50	16	45	150	6
4	Важка	2	325	60	20	50	200	4
5	Середня	3	250	40	12	22	140	5
6	Середня	2	275	45	15	25	175	6
7	Легка	3	250	25	7	12	125	4
8	Легка	2	275	30	8	16	150	5
9	Середня	3	300	40	14	24	175	6
10	Середня	2	325	50	13	25	200	4
11	Важка	3	350	75	20	45	250	5

Продовження табл.3.1

Варіант	Тип борони	Число заходів основного гвинта, K	h , мм	a , мм	q , мм	P_o , Н/зуб	ℓ , мм	N
12	Важка	2	375	70	18	47	275	6
13	Легка	3	300	30	9	15	125	4
14	Легка	2	200	25	10	15	100	5
15	Середня	3	350	45	13	21	125	6
16	Важка	2	400	55	20	45	300	4
17	Важка	3	425	70	17	48	250	5
18	Легка	2	225	25	8	12	120	5
19	Легка	3	250	30	10	14	125	4
20	Важка	2	450	60	16	45	250	5
21	Важка	3	300	55	18	49	225	6
22	Середня	2	250	50	15	24	175	4
23	Середня	3	275	40	14	23	200	5
24	Легка	2	275	25	6	11	130	6
25	Легка	3	300	30	7	14	140	4
26	Середня	2	275	45	12	23	225	5
27	Середня	3	300	50	13	22	200	4
28	Важка	2	350	60	16	43	275	6
29	Важка	3	400	55	17	45	300	5
30	Легка	2	275		9	12	150	4

Примітка. Для всіх варіантів завдання прийняти $M=5$.

Таблиця 3.2

Основні параметри зубових борін

Типи борін	Міжряддя a , мм	Глибина ходу a_1 , мм	Навантаження на 1 зуб q , Н	Тяговий опір на 1 зуб P_o , Н
Важкі	50...75	75...125	16...20	40...50
Середні	40...55	40...75	12...15	20...25
Легкі	25...35	20...40	6...10	10...15
Типи борін	Відстань між рядами зубів, мм		Довжина зуба ℓ , мм	Переріз зуба
	h	h_1		
Важкі	300...450	150...300	150...300	квадратний
Середні	250...350	150...250	100...200	квадратний

Легкі	200...300	100...200	100...150	круглий
-------	-----------	-----------	-----------	---------

6. Послідовність виконання роботи.

1. На аркуші міліметрового паперу (формат А4 у масштабі 1:5 або 1:10) нанести твірні розгорнутої циліндричної поверхні **1-1**, **2-2** і т.д. у кількості **М+1**, розмістивши їх на заданій віддалі **h** між поперечними планками (рис.3.1). Верхня твірна **М+1** повторює першу твірну.

Якщо розгорнуту поверхню звернути в циліндр, то ці твірні (перша і остання) співпадуть.

2. Визначити крок гвинта

$$b = Ma, \quad (3.1)$$

де **М** – кількість поперечних планок;

a – ширина міжряддя.

3. За даним значенням числа заходів основного гвинта **К** розрахувати хід основного гвинта:

$$t = bK. \quad (3.2)$$

4. Далі знайти число ходів додаткового гвинта:

$$K_1 = M - K; \quad (3.3)$$

та хід додаткового гвинта:

$$t_1 = bK_1. \quad (3.4)$$

5. На твірній **1-1** вибрати точку **В** і від неї вліво відкласти відрізок **AB = t** (хід основного гвинта) а вправо відрізок **BC = t₁**, (хід додаткового гвинта), розділивши їх на відповідну кількість частин, відповідно до кількості заходів основного та додаткового гвинтів. Рохмір кожного частинки має буде рівний кроку гвинтів **b**.

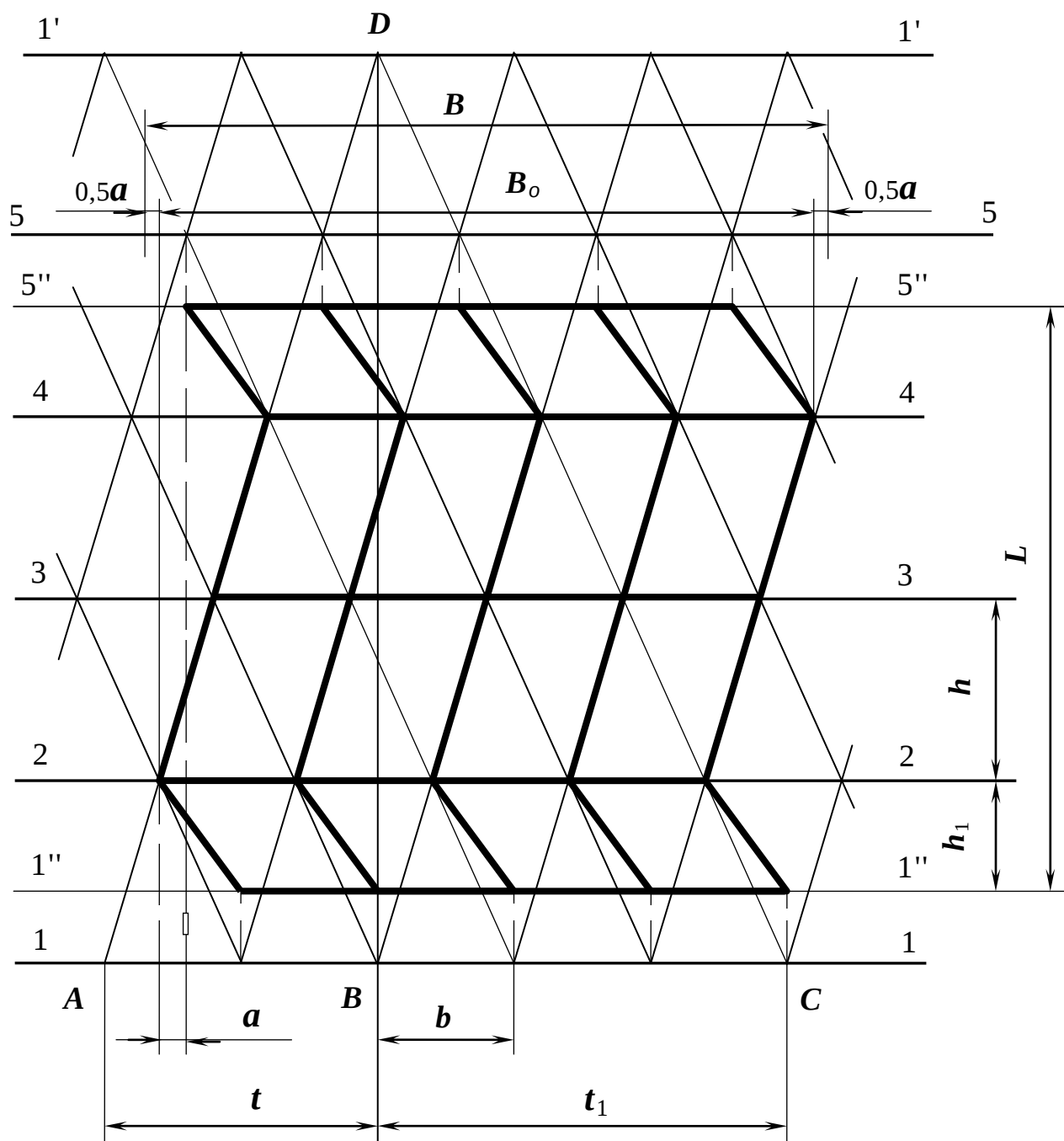
З точки **В** поставити перпендикуляр **BD** і точку **D** перетину його з твірною **1'-1'** і з'єднати з точками **A** і **C**. Прямі **AD** і **CD** є розгорткою гвинтових ліній основного і допоміжного гвинта. Вправо і вліво від точки **D** провести похилі прямі, що паралельні **AD** і **CD** і віддалені одна від одної на відстань **b** (крок гвинта).

Якщо в точках перетину розгорток гвинтових ліній і твірних розмістити зуби, то отримаємо зубове поле.

6. Контур ланки борони будують, розміщуючи середню частину зигзагоподібних планок між 2-ю і 4-ю твірними вздовж розгортки гвинта з меншим ходом. Крайні частини поздовжніх планок повинні бути розміщені вздовж розгортки гвинта з більшим ходом.

Необхідно мати на увазі, що кожен зуб борони буде утворювати одну окрему борозенку у тому випадку, коли число поперечних рядів зубів (планок) і число заходів гвинта **К** не матимуть спільного множника, тобто $M \neq nK \neq kK_1$, де **n**, **k**=1,2,3...**i**. У іншому випадку по одній борозенці пройде така кількість зубів, яка дорівнює спільному множнику. Не допустиме і число **К**=1 для одного з гвинтів, тому число поперечних планок приймають **М**=5, а число заходів гвинта **К**=2 або 3.

Зуби на крайніх поперечних планках менше схильні до забивання рослинними рештками. Через це, для зменшення габаритів борони, вони можуть бути наближені



Правильність побудови ланки борони перевірте, спроектувавши сліди усіх зубів на **1-1**. Якщо віддалі між ними рівні ***a***, борона спроектована правильно, а якщо ні – шукайте помилку. Вкажіть порядок роботи борони (з яких поперечних планок проводяться послідовні борозенки).

7. Конструктивну ширину захвату ланки зубової борони можна визначити за залежністю:

$$B_0 = (z - 1)a, \quad (3.5)$$

де $z = M \cdot N$ – кількість зубів;

N – кількість поздовжніх планок.

Технологічна ширина захвату B борони буде $B = B_0 + a$.

Довжина ланки L борони:

$$L = \frac{h + h_1}{2} (M - 1). \quad (3.6)$$

8. Для стійкого ходу ланки борони необхідно, щоб лінія тяги проходила через слід центра ваги борони (рис.3.2).

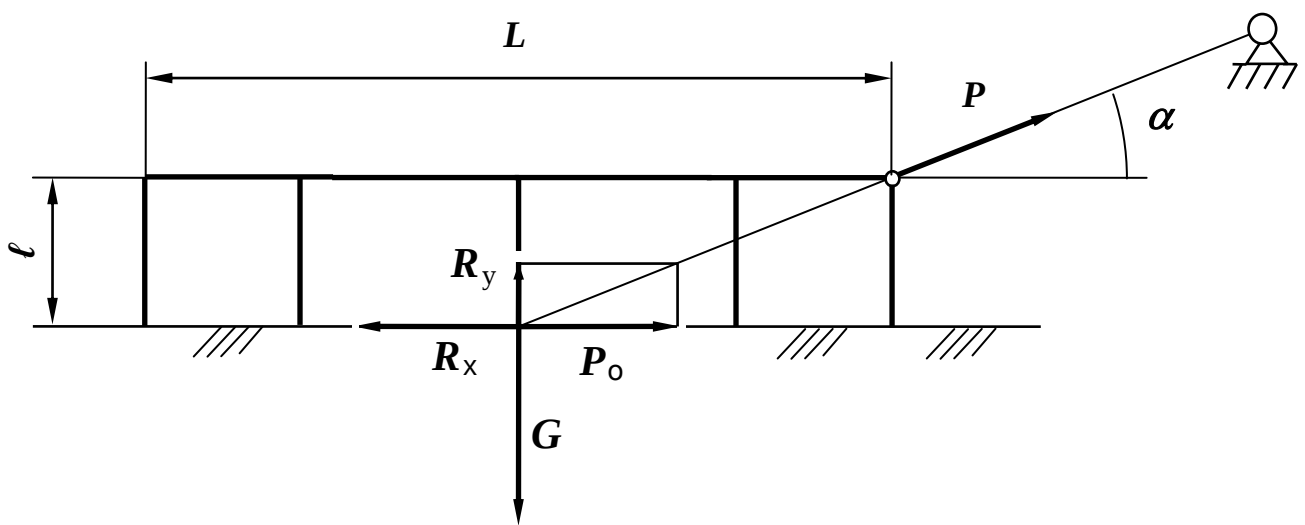


Рис.3.2. Схема сил, що діють на ланку зубової борони

Ця умова виконується при:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{2l}{L}\right). \quad (3.7)$$

Цей кут α забезпечується зміною довжини тяги і висотою її приєднання. Необхідне навантаження на зуб буде забезпечене при вазі ланки борони G , Н

$$G = qz + P_o z \operatorname{tg} \alpha, \quad (3.8)$$

а її тяговий опір R , Н

$$R = P_o z.$$

7. Зміст звіту.

В зошиті або на аркушах паперу А4 оформляється індивідуальний звіт виконаної роботи за заданим варіантом. До звіту додаються креслення на форматі А4 контуру ланки борони з всіма проміжними побудовами в масштабі 1:5 або 1:10 та схема борони в поздовжньо-вертикальній проекції зі схемою дії сил.

Назва роботи

Мета роботи:

Зміст роботи:

Вихідні дані:

Послідовність виконання роботи:

Студент описує всі пункти послідовності в представленму порядку виконання лабораторної роботи з розрахунками та результатами.

Висновки.

8. Питання для самоконтролю.

1. Класифікація борін за типом робочого органа, їх призначення.
2. Яка різниця в технологічній дії на ґрунт різних типів борін?
3. Яка основна агротехнічна вимога до роботи зубових борін?
4. Як перевірити якість складання середніх та важких зубових борін після ремонту?
5. Як забезпечується стабільна глибина обробітку середніми та важкими зубовими боронами?
6. Проаналізуйте (схематично) роботу двох суміжних розпушувальних робочих органів ґрунтообробних машин.
7. Чому у вибраній схемі парового культиватора (чизельного плуга) розпушувальні лапи не можна ставити в один ряд? Як це положення реалізоване у спроектованій бороні?
8. З яких міркувань крайні поперечні планки борони зміщують з h до h_1 ?
9. Який принцип закладений у побудову зубового поля?
10. Чому ширину ланки борони не роблять великою?
11. Яка різниця у поняттях “конструктивна” і “технологічна” ширина захвату ланки борони? Як вони визначаються?
12. Як визначити кількість зубів на ланці борони?
13. Чим обумовлюється та як визначається необхідна вага борони?
14. Умова стійкого ходу борони в роботі.
15. Що потрібно зробити, коли при боронуванні агрегатом зі зчіпкою задні частини борін піднімаються вгору і “доганяють” трактор?
16. Як визначається та в яких межах знаходиться тяговий опір різних типів зубових борін?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

АНАЛІЗ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ДИСКОВОГО РОЗКИДАЧА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

1. Мета роботи: засвоїти принцип роботи та особливості встановлення робочих органів машин для внесення добрив на прикладі одно- та дводискового розкидача мінеральних добрив.

2. Тривалість заняття – 3 академічні години.

3. Зміст роботи: дослідити залежність величини кута сходження $\theta_{сх}$ від початкового радіуса r_0 за вихідними даними (табл. 4.1). Розрахувати режим роботи розкидача, що забезпечує максимальну ширину захвату B , вважаючи, що туки потрапляють на диск в точці А (рис. 4.2) і рухаються вздовж лопатки до місця сходження з диска.

4. Місце проведення заняття: лабораторія №38 розрахункового курсу дисципліни «Сільськогосподарські машини» кафедри сільськогосподарських машин.

5. Загальні відомості.

Дисковий робочий орган з вертикальною віссю обертання працює за рахунок надання кінетичної енергії частинкам добрив, що безперервним потоком подаються на один або два диски напрямними пристроями. Диск має радіальні, або нахилені під кутом до радіуса лопатки.

Після падіння на диск частинки добрив спочатку рухаються на його поверхні (траєкторія близька до логарифмічної спіралі) до того часу, доки не зустрінуться з лопаткою. Далі частинки переміщуються вздовж лопатки. При цьому на частинку масою m діють (рис. 4.1): сила тяжіння mg , відцентрова сила інерції $m\omega^2 r$, коріолісова сила інерції $2m\omega v_r$, сила тертя добрив по диску від ваги fmg і сила тертя по лопатці $f(2m\omega v_r \pm m\omega^2 r \sin\psi)$, де знак «+» відповідає нахилу лопатки вперед, а знак «-» назад відносно напрямку обертання диска.

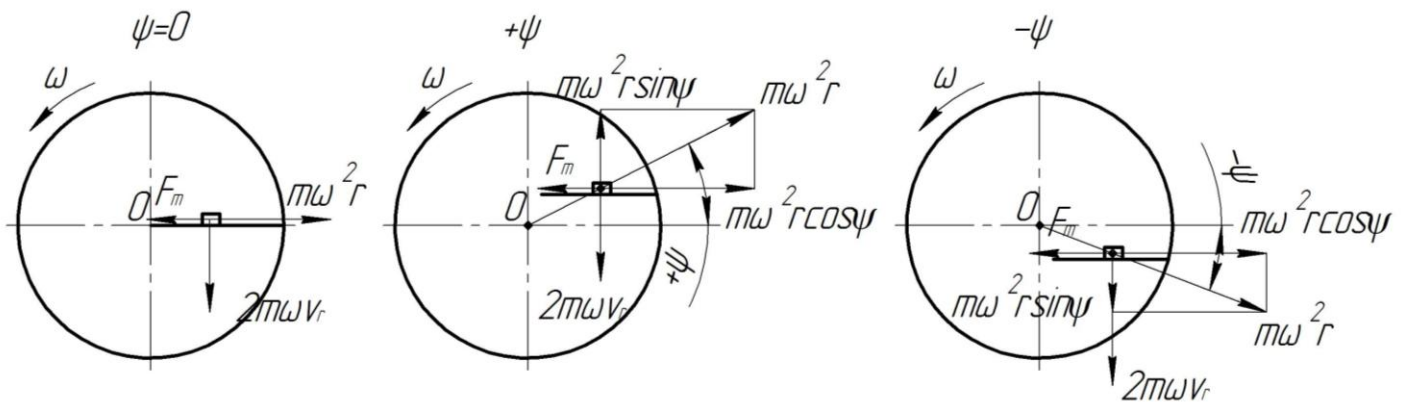


Рис. 4.1. Схема дії сил на частинку добрив при різних розміщеннях лопатки диска.

6. Вихідні дані:

Тип розкидача – одно- (дво-) дисковий;

D – діаметр диска, м;

ω – кутова швидкість, c^{-1} ;

H – висота розташування, м;

r_{01}, r_{02}, r_{03} – початковий радіус, м;

l – віддаль між дисками, м;

ψ_0 , – кут встановлення лопатки, град.;

f – коефіцієнт тертя добив по матеріалу диска.

Таблиця 4.1

Варіанти вихідних даних

№	Тип розкидача	D , м	ω , с ⁻¹	H , м	r_{01} , м	r_{02} , м	r_{03} , м	l , м	ψ_0 , град	f
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Дво-дисковий	0,35	80	0,45	0,06	0,12	0,17	0,4	0	0,25
2		0,40	75	0,60	0,06	0,12	0,18	0,5	-4	0,30
3		0,45	70	0,70	0,06	0,14	0,22	0,6	-8	0,35
4		0,50	65	0,50	0,06	0,15	0,24	0,7	-12	0,35
5		0,55	60	0,55	0,06	0,16	0,23	0,6	+4	0,30
6		0,60	55	0,60	0,06	0,15	0,25	0,65	+8	0,25
7		0,65	50	0,65	0,06	0,16	0,30	0,7	+12	0,30
8		0,70	45	0,70	0,06	0,17	0,29	0,7	0	0,25
9		0,60	80	0,60	0,08	0,14	0,20	0,65	-4	0,30
10		0,65	70	0,70	0,08	0,15	0,30	0,7	+6	0,25
11	Одно-дисковий	0,8	40	0,80	0,08	0,18	0,30	–	-10	0,30
12		0,5	80	1,00	0,10	0,14	0,18	–	+10	0,30
13		0,7	60	0,70	0,12	0,23	0,30	–	0	0,25
14		0,6	70	1,00	0,08	0,15	0,23	–	0	0,35
15		0,75	80	0,60	0,07	0,14	0,21	–	+15	0,25
16	Дво-дисковий	0,70	80	0,70	0,08	0,16	0,24	0,90	+12	0,25
17		0,65	75	0,65	0,08	0,16	0,24	0,80	-12	0,35
18		0,60	70	0,60	0,07	0,16	0,25	0,70	+8	0,30
19		0,55	65	0,50	0,07	0,14	0,21	0,60	-8	0,30
20		0,50	50	0,45	0,09	0,16	0,23	0,55	+6	0,25
21		0,60	45	0,60	0,09	0,17	0,25	0,65	-6	0,25
22		0,70	40	0,60	0,08	0,25	0,30	0,80	0	0,35
23		0,60	80	0,70	0,09	0,15	0,24	0,70	0	0,30
24		0,40	80	0,70	0,07	0,12	0,18	0,65	0	0,25
25	Одно-дисковий	0,50	80	1,00	0,07	0,12	0,17	–	0	0,35
26		0,60	75	0,90	0,08	0,16	0,24	–	+14	0,30
27		0,70	70	0,45	0,09	0,17	0,25	–	-14	0,30
28		0,80	65	0,50	0,10	0,20	0,30	–	0	0,35
29		0,75	60	0,60	0,12	0,20	0,28	–	+6	0,25
30		0,65	75	0,80	0,10	0,21	0,31	–	-6	0,35

*Примітка: подавання туків на диски може здійснюватись вздовж їх поперечної осі (МВУ-0,5) або повздовжньої. За результатами аналізу автору (конструктору) необхідно вибрати спосіб подачі на диск.

7. Послідовність виконання роботи.

1. Перевірка роботоздатності розкидача за умови, коли відцентрова сила більша сили тертя, що забезпечує рух добрив вздовж поверхні диска до зустрічі з лопаткою:

$$m\omega^2 r_0 > fmg \quad \text{або} \quad r_0 \geq \frac{f \cdot g}{\omega^2}, \text{ м.} \quad (4.1)$$

2. Для заданих трьох значень r_0 визначити кут сходження частинки з лопатки Θ_{cx} , рад.:

$$\Theta_{cx_n} = \frac{\cos \phi}{1 - \sin \phi} \cdot \ln \frac{2 \left((R - r_{0_n}) \cos \phi + r_{0_n} \cos(\psi_0 + \phi) \right)}{r_{0_n} (1 + \sin \phi) \cos(\psi_0 + \phi)}. \quad (4.2)$$

Побудувати графік залежності $\Theta_{cx} = f(r_0)$ на основі залежності (рис. 4.2).

3. Розрахувати відносну v_r (м/с) і абсолютну v_a (м/с) швидкість руху частинок вздовж лопатки для вибраних трьох значень r_0 :

$$v_r = \frac{\omega}{1 + \sin \phi} \cdot \left((R - r_0) \cos \phi + r_0 \cos(\psi_0 + \phi) \right); \quad (4.3)$$

$$v_a = \sqrt{\frac{\omega^2 D^2}{4} + (v_r \cos \psi_0)^2}. \quad (4.4)$$

Абсолютна швидкість v_a є геометричною (векторною) сумою відносної v_r і колової v_k (м/с) швидкостей.

Колова швидкість точки сходження добрив з диска $v_k = \omega R$ і спрямована перпендикулярно до радіуса диска.

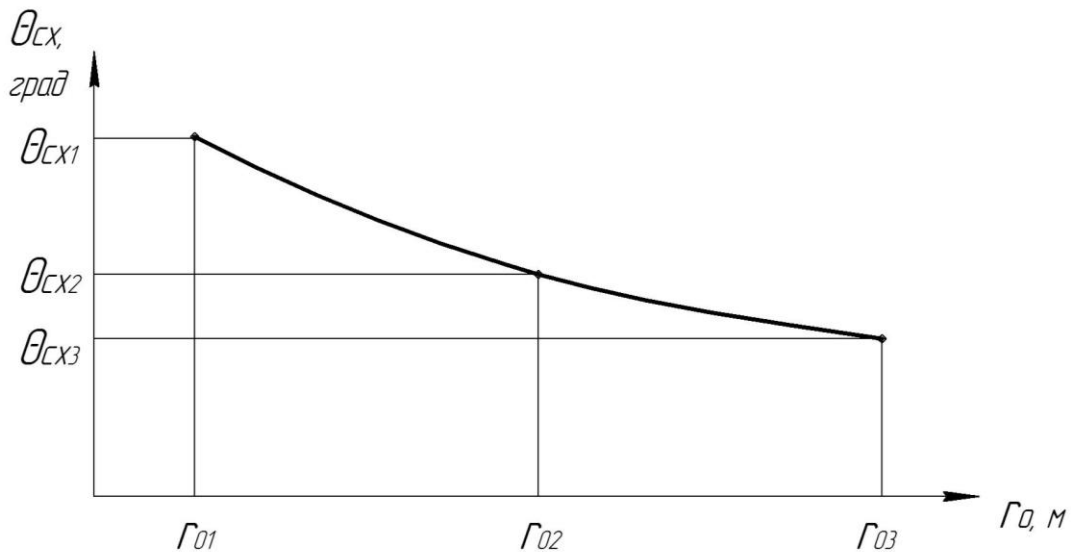


Рис. 4.2. Графік залежності $\Theta_{cx} = f(r_0)$

4. На схемі дисків розкидача побудувати трикутники швидкостей і визначити найбільш раціональне значення початкового радіуса, при якому абсолютна швидкість сходження туків з диска має напрям найближчий до перпендикулярного стосовно напрямку руху.

5. Розрахувати дальність польоту L і ширину захвату B розкидача при r_0 за формулами:

$$L = v_a \sqrt{\frac{2H}{g}}; \quad (4.5)$$

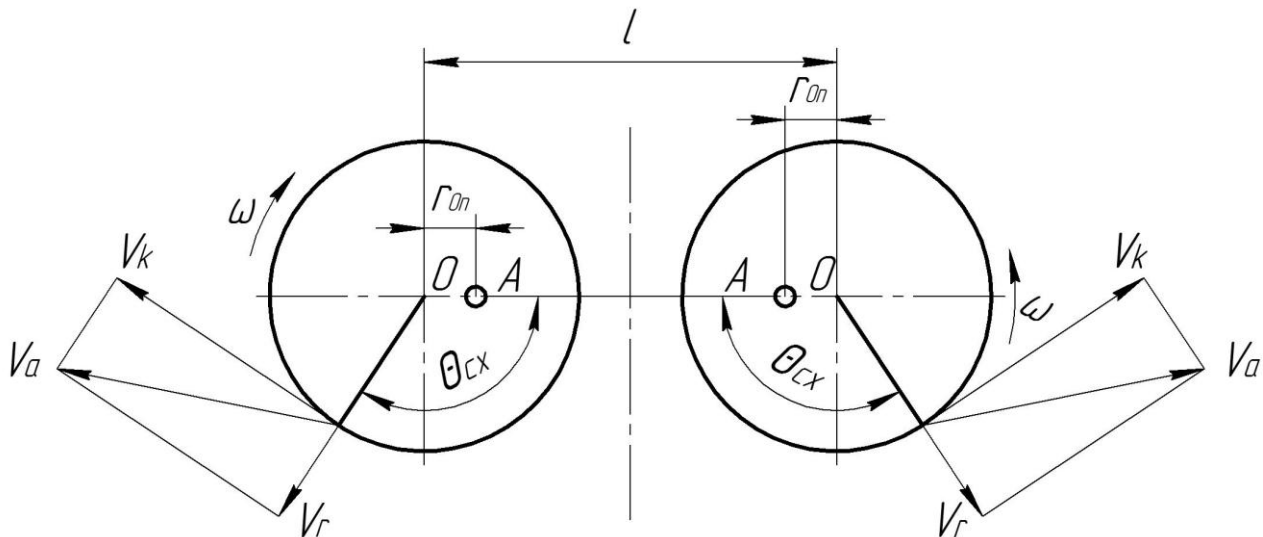


Рис. 4.3. Схема дводискового розкидача

$$B = 2(L - \Delta b) + l, \quad (4.6)$$

де Δb – зона перекриття між суміжними проходами, $\Delta b = 1 \dots 1,5$ м;

l – віддаль між центрами дисків, м.

8. Зміст звіту.

В зошиті або на аркушах паперу А4 оформляється індивідуальний звіт виконаної роботи за заданим варіантом. До звіту додаються графік залежностей кута сходження частинок з диска та схема дисків розкидача з трикутниками швидкостей частинки на краях з розрахунками і висновками

Лабораторна робота №4

Назва роботи

Мета роботи:

Зміст роботи:

Вихідні дані:

Послідовність виконання роботи.

Студент описує всі пункти послідовності в представленому порядку виконання лабораторної роботи з розрахунками та результатами.

Висновки.

9. Питання для самоконтролю.

1. Які сили діють на частинку що переміщається вздовж лопатки?

2. Як зміниться кут сходження Θ_{cx} від збільшення початкового радіуса r_0 падіння частинки на диск?
3. Чому добрива з диска сходять по дузі?
4. Як регулюється рівномірність внесення добрив по ширині захвату?
5. Від чого залежить ширина захвату розкидача добрив та як вона регулюється?
6. Від чого залежить дальність польоту частинки добрив та як вона регулюється?
7. Яку траєкторію описує частинка під час руху по поверхні диска?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОСІВНОГО АГРЕГАТУ

1. Мета роботи: засвоїти принцип роботи та особливості встановлення робочих органів машин для сівби зернових культур на прикладі посівного агрегату.

2. Тривалість заняття – 4 академічні години.

3. Зміст роботи: на основі вихідних даних визначити передатне відношення i (від приводного колеса зернової сівалки до валика висівних апаратів); ширину борозенки, що утворюється дисковим сошником; здійснити вибір та розрахунок слідкуючих пристроїв (засобів) відповідно до ширини захвату агрегату; час роботи агрегату між заправками та тяговий опір посівного агрегату.

4. Місце проведення заняття: лабораторія №38 розрахункового курсу дисципліни «Сільськогосподарські машини» кафедри сільськогосподарських машин.

5. Загальні відомості: для розрахунку основних параметрів посівного агрегату використовують наступні параметри:

D_k – діаметр колеса, м;

B – ширина захвату агрегату, м;

b – величина міжряддя – $b = 0,15$ м;

V_p – робочий об'єм катушки, см^3 ;

Q – норма висіву насіння, кг/га ;

$V_{\text{я}}$ – об'єм насіннєвого ящика, $V_{\text{я}} = 0,453 \text{ м}^3$;

D – діаметр диска сошника, $D = 35$ см;

α – кут сходження дисків в точці А, град;

β – кут між площинами дисків для точки А, град;

v_p – робоча швидкість агрегату, км/год ;

$l_{\text{сл}}$ – виліт слідопоказчика, м.

Таблиця 5.1

Варіанти вихідних даних

№ п/п	С.-г. культура	Параметри							
		D_k , м	B , м	V_p , м	Q , кг/га	α , град	β , град	v_p , км/год	$l_{\text{сл}}$, м

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Пшениця	1,10	3,6	24	120	80	18	7,2	1,6
2		1,15	3,6	24	140	70	18	7,5	1,6
3		1,18	7,2	28	180	40	10	8,0	0
4		1,20	7,2	28	190	50	10	8,0	0
5		1,22	10,8	30	200	50	10	8,3	2
6		1,24	10,8	34	210	60	18	7,4	2
7		1,17	10,8	35	160	50	18	7,9	2

Продовження табл. 5.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
8	Ячмінь	1,23	10,8	34	240	60	18	7,5	2
9		1,20	10,8	32	220	70	18	7,8	2
10		1,17	7,2	31	200	65	18	8,2	0
11		1,20	7,2	30	190	30	10	8,0	0
12		1,18	3,6	28	140	50	10	7,4	1,6
13		1,20	3,6	24	130	40	10	8,0	1,6
14	Жито	1,17	3,6	28	150	30	10	8,2	1,6
15		1,19	7,2	29	170	50	10	8,0	1,6
16		1,20	3,6	30	180	40	10	7,9	0
17		1,23	10,8	31	190	25	10	7,4	2,0
18		1,10	7,2	32	200	45	10	8,0	0
19		1,17	10,8	34	210	50	10	7,5	2,0
20	Горох	1,20	3,6	35	290	70	18	8,0	1,6
21		1,18	7,2	34	280	80	18	7,9	0
22		1,18	10,8	33	350	60	18	7,8	2,0
23		1,17	3,6	34	280	70	18	7,6	1,6
24		1,21	7,2	35	340	80	18	7,5	0
25		1,22	10,8	32	320	55	18	7,7	2,0
26	Овес	1,20	3,6	22	80	50	10	8,0	1,6
27		1,22	7,2	24	90	60	18	7,8	0
28		1,20	10,8	26	120	40	10	7,6	2,0
29		1,18	70,8	28	100	60	18	7,4	2,0
30		1,17	3,6	30	110	30	10	8,0	1,6

*Примітка. 1. Значення $b = 0,15$ м – відповідає віддалі між осями суміжних дискових сошників (віддаль між суміжними рядками може бути 15 і 7,5 см – рядкова і вузькорядна сівба).

2. Дискові сошники загортають насіння на глибину 4...8,0 см залежно від ґрунту та с.-г. культури ($a = 4...8,0$ см).

3. Колія трактора: 1,33 м; 1,68 м для класу 3,0 та регульована в універсально-просапних тракторів 1200...1800 мм.

4. Для односівалкового агрегату доцільно використовувати слідопоказчики, для три і більше сівалкових маркери зі слідопоказчиками.

6. Послідовність виконання роботи.

1. Визначити передатне відношення i при заданій нормі висіву Q , ширині міжряддя b із врахуванням заданого значення робочого об'єму котушки, за залежністю:

$$i = \frac{10^2 \cdot Q \cdot \pi \cdot D_k \cdot b}{V_p \cdot \gamma \cdot (1 - \varepsilon)}, \quad (5.1)$$

де ε – коефіцієнт проковзування коліс $\varepsilon = 0,08 \dots 0,1$;

γ – густина насіння сільськогосподарської культури (табл. 5.3), кг/м^3 .

Передача на вал висівного апарату: Д=А; Е=В; Ж=В; І=Г.

Підібравши необхідну схему передач уточнюють (при неспівпаданні отриманого передатного числа з розрахунком) з допомогою діаграми довжину робочої частини котушки для забезпечення норми висіву – коректують величину робочого об'єму котушки.

Таблиця 5.2

Варіанти встановлення передач

Встановлення	Шестерні				Передатне відношення	$i_{\text{ред}}$	Культура
	А	Б	В	Г			
1	17	25	17	30	0,198	0,385	Просо
2	25	17	17	30	0,428	0,833	Пшениця
3	17	25	30	17	0,616	1,2	Ячмінь
4	25	17	30	17	1,33	2,595	Овес

Таблиця 5.3

Густина та абсолютна вага с.-г. культур

Культура	Густина, $\gamma \text{ т/м}^3$	Абсолютна вага, г/1000 зерен
Пшениця	0,65...0,81	22...42
Жито	0,55...0,79	12...32
Ячмінь	0,43...0,75	31...51
Овес	0,39...0,50	20...42
Кукурудза	0,60...0,82	286
Гречка	0,51...0,70	23,5
Просо	0,66...0,82	6...6,5
Горох	0,70...0,80	155

2. Для визначення ширини борозенки C , що утворюється дводисковим сошником проводять лінії рівнів поля і дна борозенок, а також коло радіусом $D/2$ (рис. 5.1). На колі від вертикального діаметра відкладають кут α і знаходять точку A стику країв дисків. Поряд викреслюють переріз в площині $A-A$ двох дисків сошника, які нахилені один до другого під кутом β . Проекція точки B , що лежить на рівні дна борозенки на переріз $A-A$ дасть значення ширини борозенки C . Знайдене графічно значення C порівняти з розрахунком аналітично і оцінити помилку графічного методу.

Розрахункова ширина борозенки:

$$C_p = D \cdot (1 - \cos \alpha) \sin \frac{\beta}{2}, \quad \text{мм.} \quad (5.2)$$

Похибка графічного методу визначення ширини борозенки:

$$\Delta = \frac{C_p - C}{C_p} \cdot 100\%. \quad (5.3)$$

3. Визначити виліт маркера за формулами:

- правого:

$$l_n = \frac{B + b - B'}{2}; \quad (5.4)$$

- лівого :

$$l_{\text{л}} = \frac{B + b + B'}{2}. \quad (5.5)$$

де B' – колія трактора, м.

При водінні агрегату слідопоказчиком по маркерній лінії виліт маркера буде рівний:

$$l_n = l_{\text{л}} = \frac{B + b}{2} - l_{\text{сл}}, \quad (5.6)$$

де $l_{\text{сл}}$ – виліт слідопоказчика, м.

4. Час роботи агрегату між заправками t розрахувати за формулою:

$$t = \frac{L}{V_p} = \frac{10 \cdot V \cdot \gamma \cdot \eta}{Q \cdot B \cdot v_p}. \quad (5.7)$$

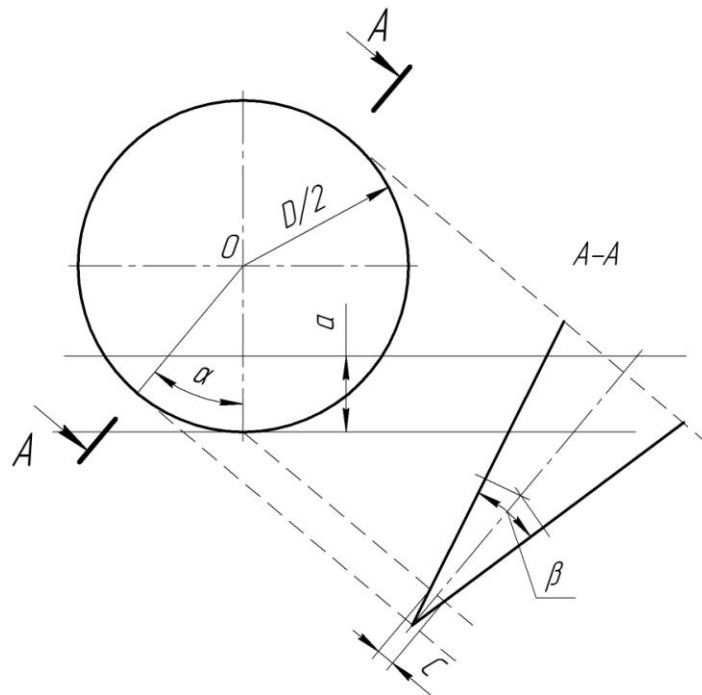


Рис. 5.1. Схема для визначення ширини борозенки

5. Розрахувати наближений тяговий опір агрегату за формулою:

$$R_{\text{агр}} = kB, \quad (5.8)$$

де k – питомий опір машини, ($k=1,0 \dots 1,5 \text{ кН/м}$ для причіпних зернових сівалок).

Більш точне значення тягового опору, враховуючи приріст тягового опору при збільшенні кількості машин в агрегаті і швидкості руху, отримують із залежності:

$$R_{azp} = k_0 B \left[1 + \varepsilon (v_p - v_0) \right] \cdot \left[1 + \beta (B - B_0) \right], \quad (5.9)$$

де k_0 – питомий опір машини при початковій швидкості робочого діапазону, кН/м;
 ε – коефіцієнт приросту тягового опору при підвищенні швидкості на 1 км/год,
 $\varepsilon = 0,03 \dots 0,05$;
 v_p – робоча швидкість руху агрегату, км/год;
 v_0 – початкова швидкість руху агрегату, $v_0 = 3 \dots 5$ км/год;
 β – коефіцієнт приросту тягового опору при збільшенні ширини захвату на 1 м,
 $\beta = 0,03 \dots 0,05$;
 B_0 – ширина захвату однієї машини, м.

7. Зміст звіту. В зошиті або на аркушах паперу А4 оформляється індивідуальний звіт виконаної роботи за заданим варіантом. До звіту додаються схема для визначення ширини борозенки з розрахунками і висновками.

Лабораторна робота № 5 Назва роботи

Мета роботи:

Зміст роботи:

Вихідні дані:

Послідовність виконання роботи:

Студент описує всі пункти послідовності в представленому порядку виконання лабораторної роботи з розрахунками та результатами.

Висновки.

8. Питання для самоконтролю.

1. Від чого залежить ширина борозенки?
2. За якою формулою визначається об'єм насіння, що висівається катушковим висівним апаратом за один оберт?
3. В яких випадках доцільно використовувати маркери та слідопоказчики?
4. Від чого залежить тяговий опір посівного агрегату?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №6

ДОСЛІДЖЕННЯ РОБОТИ МОТОВИЛА НА ФІЗИЧНІЙ МОДЕЛІ З ВИЗНАЧЕННЯМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ

1. Мета роботи: оволодіти принципом роботи та методикою визначення технологічних параметрів процесу ротаційних робочих органів с.-г. машин на прикладі мотовила.

2. Тривалість заняття – 4 академічні години.

3. Зміст роботи: за вихідними даними умов роботи (табл. 6.1) отримати (формат А1) траєкторії руху двох суміжних планок мотовила для чотирьох заданих

значень показника кінематичного режиму роботи λ на фізичній моделі. Визначити за кресленням та перевірити розрахунком параметри робочого процесу мотовила: крок X_z ; значення інтервалів спільної роботи різального апарату з участю мотовила σ_1 , холостого ходу різального апарату σ_2 , роботи різального апарату без участі мотовила σ_3 ; пучка ΔX ; залежність коефіцієнта взаємодії $\eta_e = f(\lambda)$ при виносі $b=0$ і $b=b_{\max}$.

4. Місце проведення заняття: лабораторія №38 розрахункового курсу дисципліни «Сільськогосподарські машини» кафедри сільськогосподарських машин.

5. Вихідні дані: Основні параметри, що визначають показники роботи мотовила: висота хлібостою L , найменша висота стерні h , число планок z , показник кінематичного режиму роботи λ .

Таблиця 6.1.

Варіанти вихідних даних

Параметри	Група (ланка), варіант							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Висота хлібостою L , см	90	100	110	90	100	110	90	100
Висота встановлення різального апарату h , мм	100	120	140	110	160	150	130	180
Кількість планок мотовила z	4	6	5	4	4	6	4	8
Показник кінематичного режиму роботи λ	1,4; 1,5; 1,6; 1,7	1,6; 1,7; 1,8; 1,9	1,5; 1,6; 1,7; 1,8	1,4; 1,5; 1,6; 1,7	1,6; 1,7; 1,8; 1,9	1,5; 1,6; 1,7; 1,8	1,4; 1,5; 1,6; 1,7	1,5; 1,6; 1,7; 1,8

Заданий варіант вихідних даних, результати вимірів та розрахунків занести у табл. 6.2.

6. Послідовність виконання роботи.

1. Засвоїти призначення мотовила та принцип роботи його планки (рис.6.1). Вивчити будову і принцип роботи фізичної моделі (рис.6.2).

Лабораторна установка (рис.6.2) – це фізична модель планчастого мотовила в масштабі 1:5, змонтована на креслярській дошці 2 і закріплена у станині 1. До станини зверху закріплена горизонтальна напрямна 3, вздовж якої пересувається каретка 4. Для фіксування каретки в заданому положенні призначений фіксатор 5. З кареткою через вертикальну напрямну з'єднаний повзун 7, який установлюється фіксатором 6. До повзуна шарнірно прикріплена пластина 8 з горизонтальними і вертикальними пазами, в яких закріплюються олівці, що викреслюють лінію руху різального апарату 9 на заданій висоті і лінію поверхні поля 10. На пластині закріплений лімб 11 з двома взаємноперпендикулярними лінійками.

Для встановлення заданих значень висоти стерні і виносу мотвила біля олівців **9** і **10** закріплені відповідні шкали. Висоту стебел відлічують за допомогою шкали на вертикальній напрямній **12** (нульова поділка на ній співпадає з віссю моделі мотвила).

До каретки **4** шарнірно закріплений кронштейн **15** з диском **14** і роликом **16**. Диск у неробочому положенні утримується фіксатором **17**. На диску **14** закріплені три олівці **18**, **19**. Центральний олівець **18** викреслює лінію осі мотвила, а два інших **19** – траєкторії руху суміжних планок мотвила. Залежно від числа планок мотвила (4, 5, 6, 8) олівець **19** з тримачем на диску переставляється у відповідний сектор.

2. Перевірити готовність моделі до виконання лабораторної роботи. Для цього закріпити на дошці аркуш паперу, звільнити фіксатор **5**, натиснути центральний олівець і, пересуваючи каретку **4**, викреслити лінію руху осі мотвила, після чого олівець звільнити.

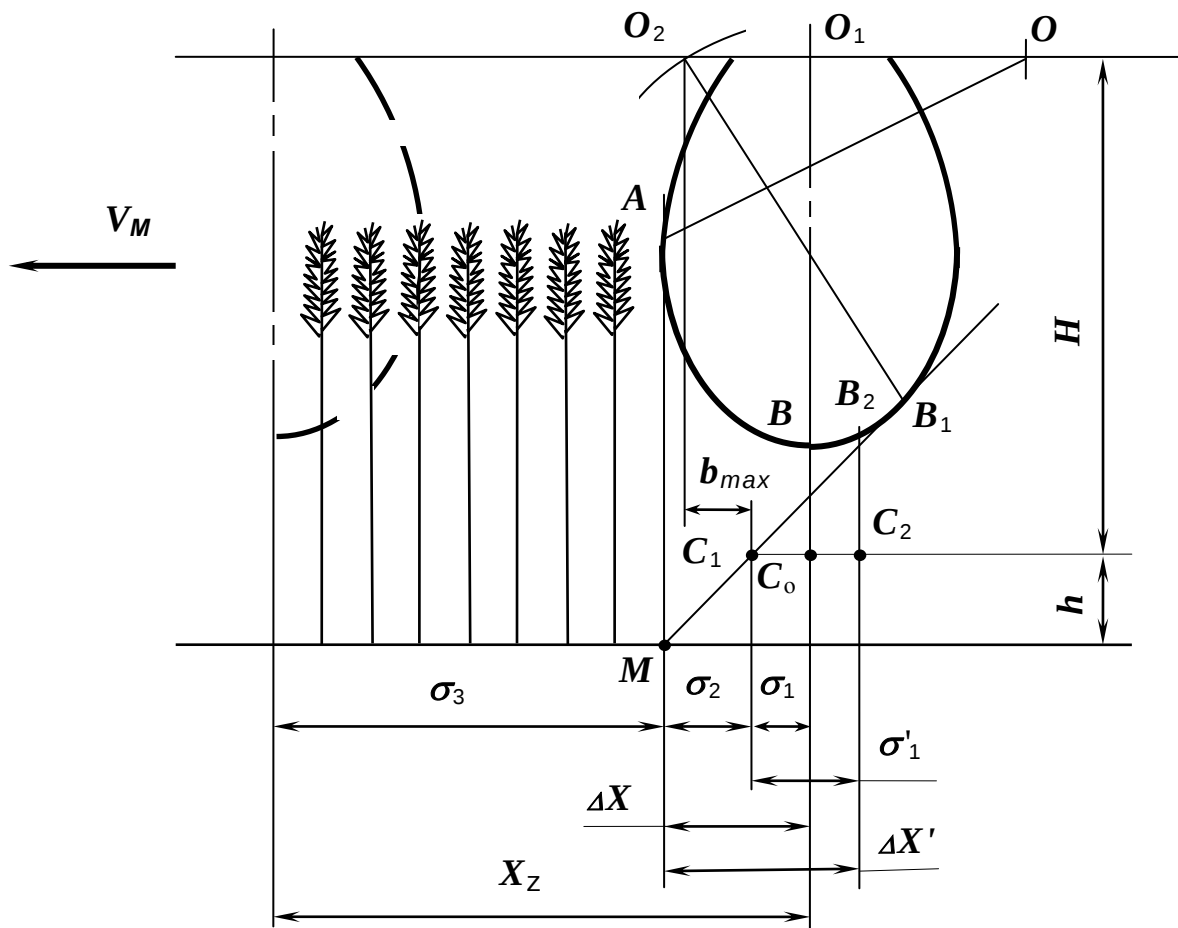


Рис.6.1. Траєкторія руху планки мотвила

3. Визначити за номограмою рис.6.3 радіус мотвила **R** для кожного значення λ із чотирьох заданих. Значення **R** приймаємо виходячи з умови, щоб зрізані стебла не перевалювалися через планки мотвила вперед. Планки повинні під час зрізу знаходитися вище центра ваги зрізаного стебла, орієнтовно не нижче $2/3L$. Варіант вихідних даних та інші результати записати у табл. 6.2.

4. Розрахувати висоту встановлення вала мотовила H над різальним апаратом для заданих значень λ , L , h та прийнятого R :

$$H = L - h + \frac{R}{\lambda}, \quad (6.1)$$

де L – висота хлібостою;

h – висота встановлення різального апарата над поверхнею поля.

6. Викреслити на форматі A1 за допомогою експериментальної установки чотири траєкторії двох суміжних планок мотовила для відповідних значень r і z , визначити основні технологічні параметри роботи мотовила при $b=0$ і $b=b_{max}$ (рис.6.1).

Таблиця 6.2

Вихідні дані за варіантом і визначені показники

Визначені показники																					
Вихідні дані				Визначені показники																	
$L, \text{ см}$	$h, \text{ см}$	z	λ	$R, \text{ мм}$	$R_{пр}, \text{ мм}$	$H, \text{ см}$	$r, \text{ мм}$	$X_{зроз}, \text{ см}$	$X_{зм}, \text{ см}$	при $b=0$							при $b=b_{max}$				
										$\sigma_1, \text{ см}$	$\sigma_2, \text{ см}$	$\sigma_3, \text{ см}$	$\Delta X, \text{ см}$	η	$\eta_в$	$b_{max}, \text{ см}$	$\Delta X', \text{ см}$	$\sigma_1', \text{ см}$	η'	$\eta_в'$	

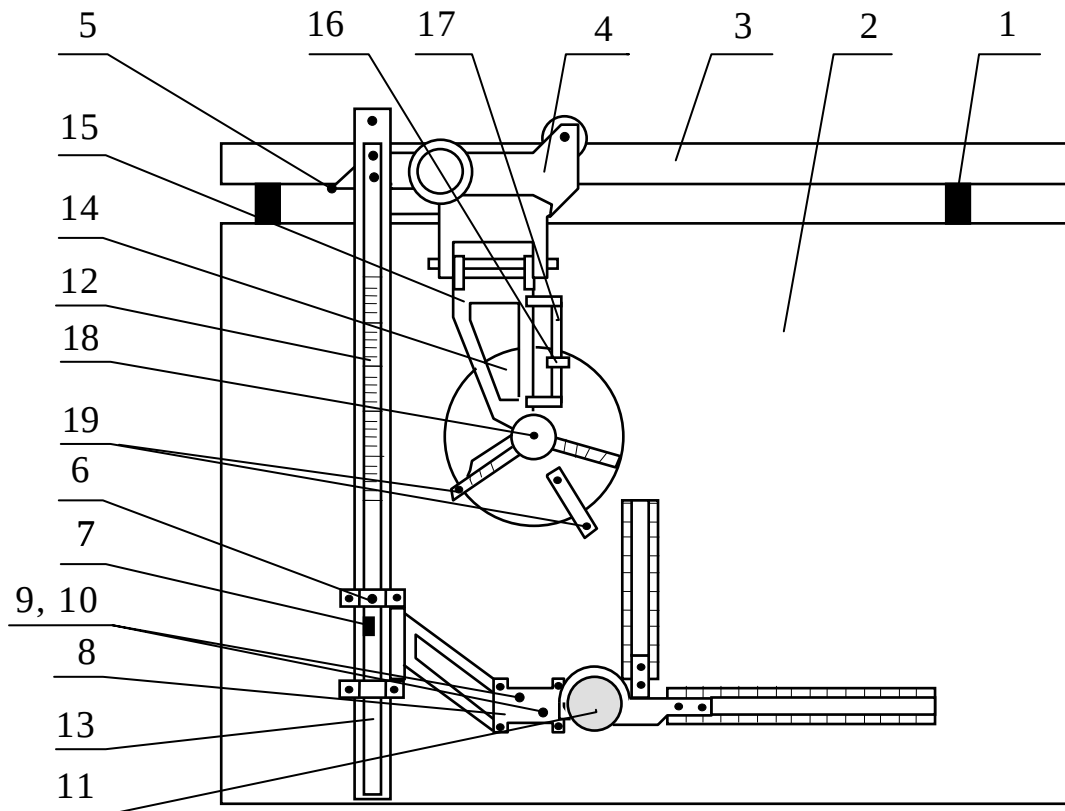


Рис.6.2. Експериментальна установка:

1 – станина; 2 – креслярська дошка; 3 – напрямна рейка;
 4 – каретка; 5, 6, 17 – фіксатори; 7 – повзун; 8 – пластина;
 9, 10, 18, 19 – олівці; 11 – лімб; 12 – напрямна лімба;
 13 – рейка; 14 – диск; 15 – кронштейн; 16 – ролик.

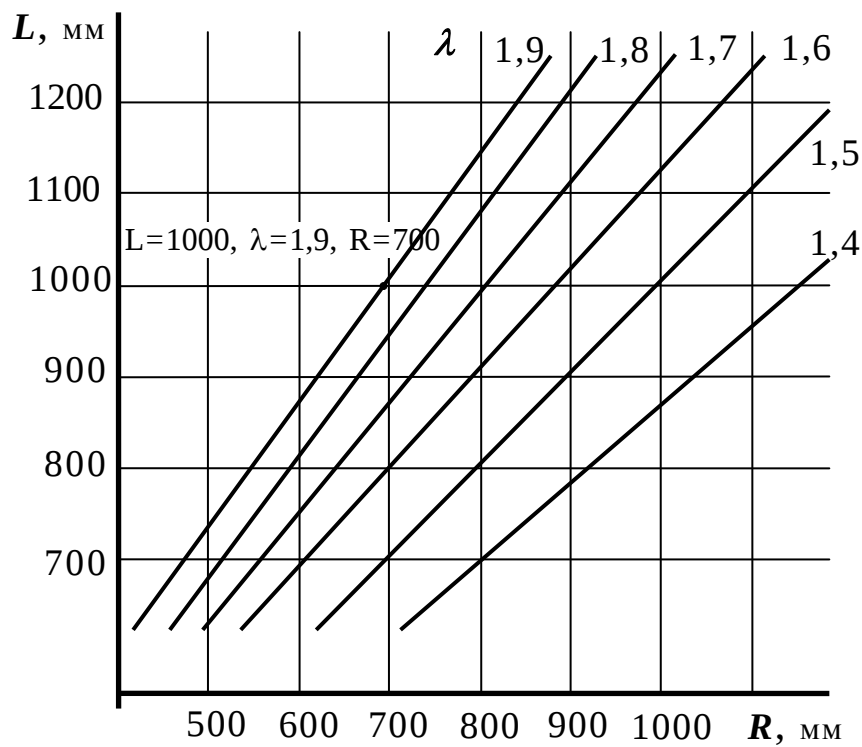


Рис.6.3. Номограма для визначення R

5. Визначити за номограмою (рис.6.4), для відомого значення R і чотирьох заданих значень λ , віддаль r від приводного ролика до центра диска (радіус фрикційного приводу моделі мотовила).

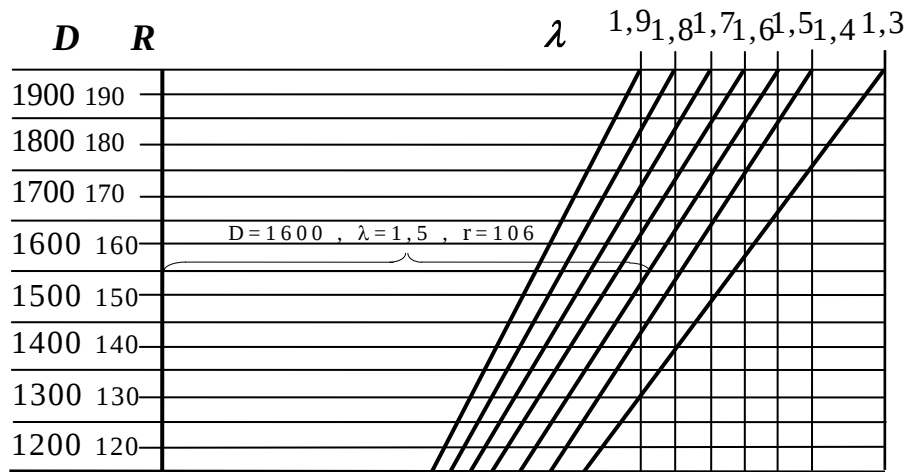


Рис. 6.4. Схема номограми для визначення r (дійсна номограма міститься на дошці моделі установки)

Кожний студент опрацьовує одну траєкторію руху планки мотовила згідно індивідуального завдання. Побудова виконується на міліметровому папері у вибраному масштабі. Для цього на міліметровий папір необхідно скопіювати одну траєкторію руху планки мотовила з формату А1. Індивідуальні результати студенти групи заносить в таблицю 6.2. і отримують підсумкові результати.

7. На рисунку викреслюємо: лінію руху вісі обертання мотовила, що знаходиться на віддалі R від нижньої точки траєкторії руху планки мотовила; лінію руху ножа на відстані H від лінії руху осі обертання мотовила; лінію поверхня поля на відстані h від лінії руху ножа.

8. Визначити коефіцієнти корисності мотовила η і взаємодії η_6 при заданих λ і $b=0$. Для цього з точки A траєкторії руху планки мотовила проводимо дотичну, що є перпендикуляром до поверхні поля і отримуємо точку M . З точки M до траєкторії планки мотовила провести другу дотичну MB_1 (рис.6.1), що перетинає лінію різання в точці C_1 . В точці C_1 завершується процес різання. Враховуючи те, що початок різання з участю планки мотовила відповідає моменту, коли вісь, планка мотовила і різальний апарат розташовується на одній вертикалі у випадку $b=0$, $\sigma_1=C_1C_0$.

Відстань від лінії AM до точки C_1 , це є відрізок σ_2 холостого пробігу ножа, а $\sigma_1+\sigma_2$ рівна ширині зрізаного пучка ΔX .

Перевірку правильності роботи моделі здійснюють, порівнюючи графічне і розраховане значення ширини зрізаного пучка ΔX :

$$\Delta X = \sigma_1 + \sigma_2 = \frac{R}{\lambda} \left(\arcsin \frac{l}{\lambda} - \frac{\pi}{2} + \sqrt{\lambda^2 - l} \right). \quad (6.2)$$

Розрахувати значення η_6 та η із залежностей:

$$\eta_6 = \frac{\sigma_1 + \sigma_2}{X_z} = \frac{\Delta X}{X_z}; \quad \eta = \frac{\sigma_1}{X_z}, \quad (6.3)$$

де X_z – крок мотовила,

$$X_z = \frac{2\pi R}{\lambda z}. \quad (6.4)$$

9. Визначити коефіцієнти корисності мотовила η' та взаємодії η_6' за заданими значеннями λ і $b = b_{max}$.

Для цього з точки B_1 проводять засічку радіусом R на траєкторії осі вала мотовила (точка O_2). Віддаль між проекцією точки O_2 на лінію різання і точкою C_1 є значення b_{max} у масштабі рисунка.

Визначити ширину зрізаного пучка $\Delta X'$ при $b = b_{max}$:

$$\Delta X' = \Delta X - \frac{R}{\lambda} \arcsin \frac{b_{max}}{R} + b_{max}. \quad (6.5)$$

Відкласти від точки M (див. рис. 6.1) відрізок $\Delta X'$ і отримати точку C_2 , від якої починається спільна робота планки мотовила і різального апарата.

При $b = b_{max}$, $\sigma_1' = C_1 C_2$.

Розрахувати значення η_6' та η' із залежностей:

$$\eta_6' = \frac{\Delta X'}{X_z}; \quad (6.6)$$

$$\eta' = \frac{\sigma_1'}{X_z}. \quad (6.7)$$

де σ_1' – інтервал шляху, на якому різальний апарат зрізує стебла нахилені планкою при $b = b_{max}$.

7. Зміст звіту.

В зошиті або на аркушах паперу А4 оформляється індивідуальний звіт виконаної роботи за заданим варіантом. До звіту додаються креслення на міліметровому папері у вибраному масштабі 1:5 (рис 6.1. – схема руху планки мотовила з необхідними побудовами для визначення основних параметрів роботи мотовила).

Лабораторна робота № 6

Назва роботи

Мета роботи:

Зміст роботи:

Вихідні дані:

Послідовність виконання роботи:

Студент описує всі пункти послідовності в представленому порядку виконання лабораторної роботи з розрахунками та результатами.

Висновки.

8. Питання для самоконтролю.

1. Призначення мотовила.
2. Визначення показника кінематичного режиму роботи мотовила λ та межі зміни його значення у жатках комбайна.
3. Чим і коли змінюють показник λ у зернозбиральних комбайнах та на фізичній моделі мотовила?
4. Від чого залежить радіус мотовила?
5. Що впливає на висоту H установки осі мотовила над різальним апаратом?
6. Що таке крок мотовила та як він визначається? Що це буде для ножа ґрунтообробної фрези?
7. Як буде діяти планка мотовила на хлібостій, якщо $\lambda=1$, $\lambda<1$?
8. З яких ділянок складається крок мотовила при спільній його роботі з різальним апаратом?
9. Як визначається ступінь корисності мотовила , коефіцієнт взаємодії мотовила та різального апарату?
10. У яких випадках виносять вперед вісь мотовила за різальний апарат?
11. Як впливає винос мотовила на коефіцієнт корисності?
12. Як визначають початок і кінець спільної роботи мотовила і різального апарату без виносу мотовила та при максимальному виносі?
13. Чим обумовлюється максимально можливий винос мотовила відносно різального апарату?
14. Як входить планка мотовила у хлібостій за правильного регулювання стосовно режиму його роботи?
15. Яку траєкторію описує планка мотовила?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №7

ВИЗНАЧЕННЯ РОБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕГМЕНТНО-ПАЛЬЦЕВОГО РІЗАЛЬНОГО АПАРАТУ

1. Мета роботи: засвоїти принцип роботи та методику графоаналітичного визначення робочих характеристик різальних апаратів зі зворотно-поступальним рухом ножа.

2. Тривалість заняття – 4 академічні години.

3. Зміст роботи: для заданих умов і типу різального апарата (табл. 7.1, 7.2), (рис. 7.1) графо-аналітичним методом визначити робочі швидкості різання, площу подачі, складову швидкості ножа відносно стебла вздовж леза сегмента.

4. Місце проведення заняття: лабораторія №38 розрахункового курсу дисципліни «Сільськогосподарські машини» кафедри с.-г. машин.

Таблиця 7.1

Параметри різальних апаратів

Тип різального апарату	b	f	l	t	h	b_1	b_2	Тип машини
Нормального різання з одинарним пробігом ножа	75	21	16	76	57	22	22	Самохідні комбайни, рядкові жатки
	80	25	16	76	59	37	22	Косарки
	85	34	12	90	59	37	21	Жатки для грубостебельних культур
Нормального різання з подвійним пробігом ножа	75	21	17	76	57	22	22	Жатки
	70	22	15	50	57	37	21	Косарки

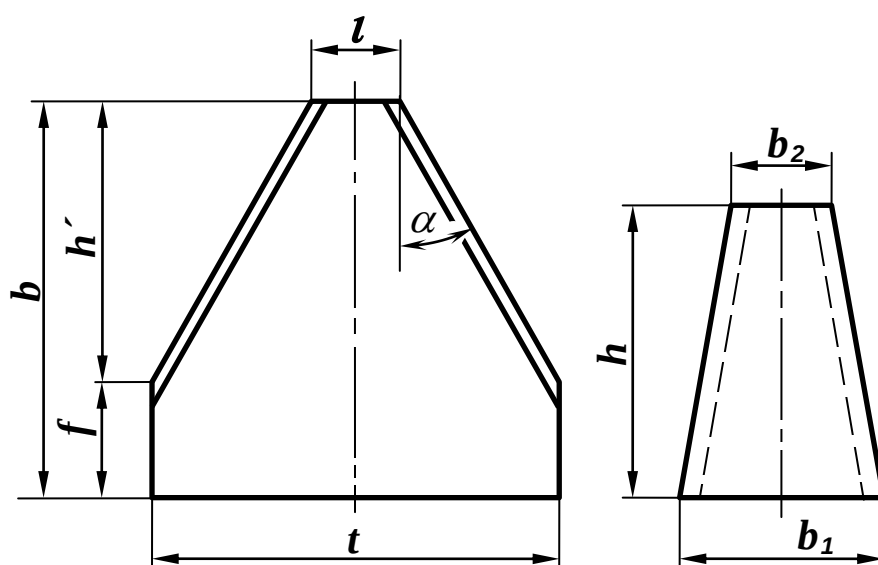


Рис.7.1. Схема сегмента і протирізальної пластини

5. Вихідні дані. Варіанти вихідних даних наведені в табл. 7.2:

V_m – швидкість руху агрегату, м/с;

ω – кутова швидкість вала кривошипа, рад/с (s^{-1});

m – висота ділянки сегмента, що виключена з роботи, мм.

Таблиця 7.2

Варіанти вихідних даних

Варіант завдання	Тип різального апарату	V_m , м/с	ω , рад/с, s^{-1}	m , мм *
1	2	3	4	5
1	Нормального різання,	1,2	48	10

2	однопробіжний (комбайни)	1,3	49	12
3		1,4	52	0
4		1,5	55	9

Продовження табл. 7.2

1	2	3	4	5
5	Нормального різання, однопробіжний (косарки)	1,2	70	0
6		1,4	75	12
7		1,5	80	0
8		2,2	85	10
9		2,6	90	0
10		2,8	95	9
11		3,0	100	0
12		3,3	110	10
13		3,5	140	0
14	Однопробіжний для грубостеблових культур	1,8	55	0
15		2,0	56	0
16		2,2	58	0
17		2,6	60	0
18		2,8	64	0
19		3,0	65	0
20	Нормального різання, двопробіжний (косарки)	2,1	52	10
21		2,3	56	0
22		3,0	65	9
23		2,9	68	0
24		3,2	100	9
25		2,7	62	0

* $m=0, (9 \dots 12 \text{ мм})$ і залежить від конструкції пальців (упорів, що запобігають їх поперечному зміщенню).

6. Послідовність виконання роботи.

1. Робочі швидкості різання визначаються за допомогою графіка залежності швидкості ножа $\mathcal{G}_n$ від його переміщення X :

$$\mathcal{G}_n = \omega \sqrt{2Xr - X^2}, \quad (7.1)$$

де r – радіус кривошипа, м.

Якщо вибрати масштаб $\mu = \omega$ і виразити швидкість ножа змінною ординатою Y , матимемо:

$$Y = \frac{\mathcal{G}_n}{\omega} = \sqrt{2Xr - X^2}. \quad (7.2)$$

Це рівняння кола радіусом r з центром, зміщеним від початку координат на величину радіуса.

Швидкості різання визначаються в такій послідовності (рис.7.2, 7.3).

Для апарату нормального різання з одинарним пробігом ножа викреслити положення вкладиша і леза суміжного сегмента (рис.7.2). Радіусом r провести

півколо так, щоб крайня нижня точка активної частини леза a_0 співпала з початком координат (початком дуги півкола). Ординати півкола в масштабі ω зображають швидкості ножа, відповідні до його переміщення.

Зрізування стебел розпочнеться тоді, коли лезо сегмента a_0c_0 зустрінеться з лезом вкладиша пальця і завершиться тоді, коли точка c_0 леза торкнеться вкладиша пальця.

Через точку зустрічі леза сегмента і вкладиша провести лінії, паралельні лезу a_0c_0 , до перетину з віссю абсцис. Ординати точок a_n і a_k відповідають у масштабі графіка швидкостям початку ϑ_n і кінця ϑ_k різання.

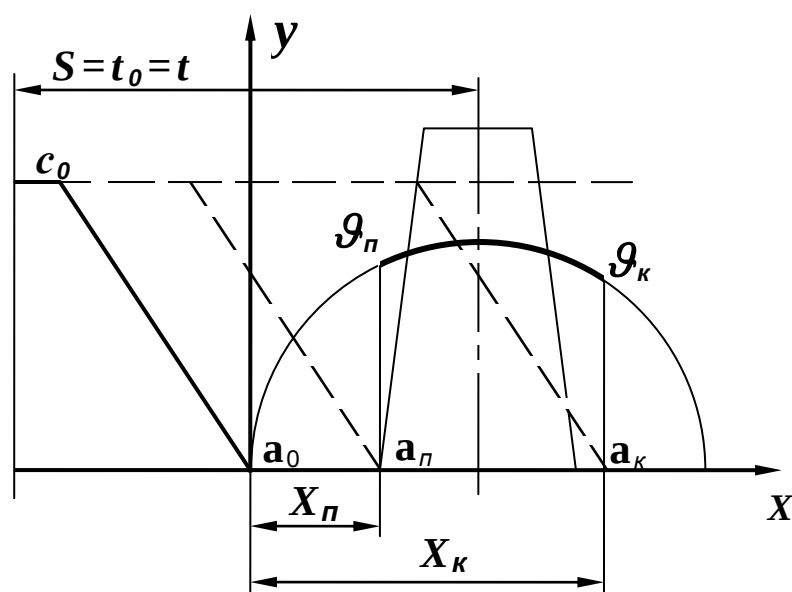


Рис.7.2. Схема для визначення робочих швидкостей різання однопробіжного ножа

Аналогічно знаходяться швидкості різання і при зворотному ході ножа.

Для різального апарату з подвійним пробігом ножа (рис.7.3) викреслити положення сегмента, двох вкладишів і визначити швидкості початку ϑ_n та кінця ϑ_k різання біля середнього і ϑ'_n та ϑ'_k крайнього пальця.

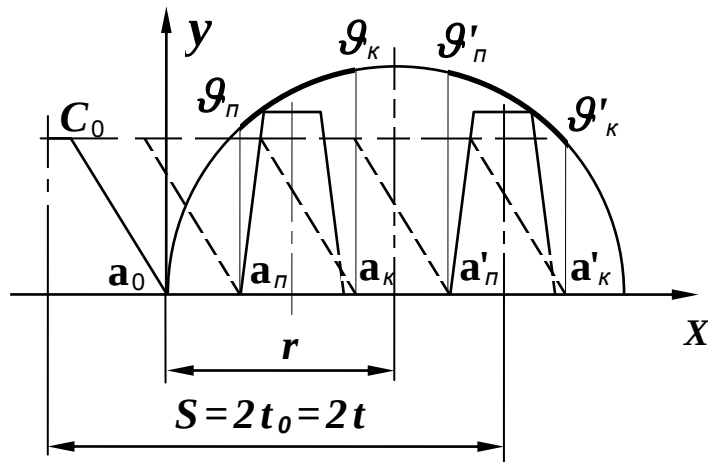


Рис.7.3. Схема для визначення робочих швидкостей різання двопробіжного ножа

Значення швидкостей різання отримують множенням відповідної ординати Y графіка на масштаб, тобто:

$$g_n = |Y_n| \omega, \quad g_k = |Y_k| \omega. \quad (7.3)$$

В діапазоні швидкостей різання $g_n \div g_k$ перебувають робочі швидкості різання, що обмежені відрізком дуги півкола та ординатами Y_n і Y_k .

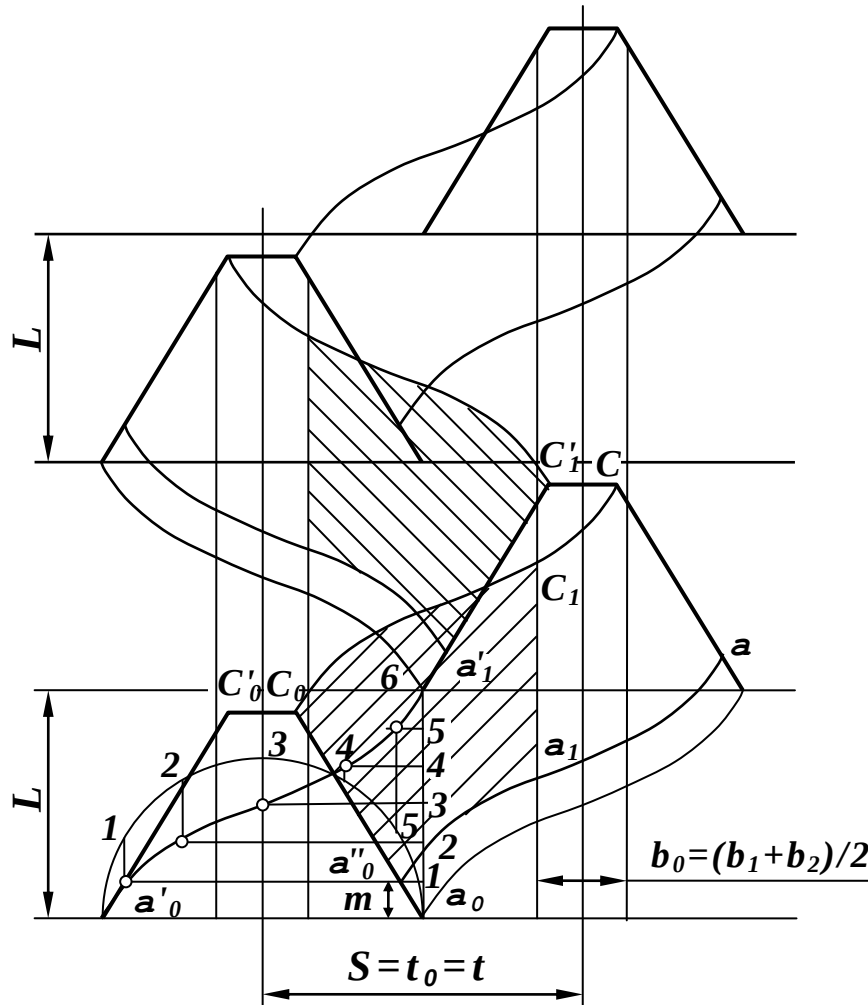


Рис.7.4. Схема для визначення площі подачі і навантаження на лезо однопробіжного ножа

2. Для визначення площі подачі розрахувати подачу машини L , м (переміщення машини за один хід ножа) за залежністю:

$$L = \frac{\pi V_m}{\omega}, \quad (7.4)$$

де V_m – швидкість машини, м/с.

Вибрати масштаб побудови і викреслити сегмент та протирізальну пластину пальця. Для апарату нормального різання з одинарним пробігом ножа викреслюються положення одного сегмента, а для апарату нормального різання з подвійним пробігом ножа – положення двох суміжних сегментів за два наступних ходи ножа (рис.7.4, 7.5).

Висота сегмента $h=b-f$. З точки перетину осі сегмента і основи леза провести півколо радіусом $r=S/2$ (S – хід ножа). Поділити дугу і подачу L на однакову кількість частин. Точки перетину горизонталей і вертикалей, які проведені з одноіменних точок подачі L і півкола, є точками траєкторії абсолютного руху ножа, по якій рухається будь-яка точка сегмента при його переміщенні з одного крайнього положення в інше.

У часі прямого ходу активною є ділянка леза a_0c_0 (рис.7.4), а у зворотному ході активною буде ділянка леза $a'_0c'_0$. Активними є частини леза a''_0c_0 і $a'_1c'_1$, що

обумовлено опорними виступами на пальцях. Розміщення точок a''_0 і a'_0 визначається відстанню m від основи сегмента до лінії опорних виступів пальців.

Після побудови траєкторії руху точок a''_0 , c_0 , a'_0 , c'_0 заштриховують площі, на яких активні частини леза зріжуть стебла під час прямого і зворотнього ходів. Визначають значення площі подачі F і навантаження F_n і порівнюють з розрахунковими:

$$F = L S ; \quad F_n = k F , \quad (7.5)$$

де L – подача на ніж, м; S – хід ножа; $k=1$ для однопробіжного ножа;
 $k=0,32$ для двопробіжного.

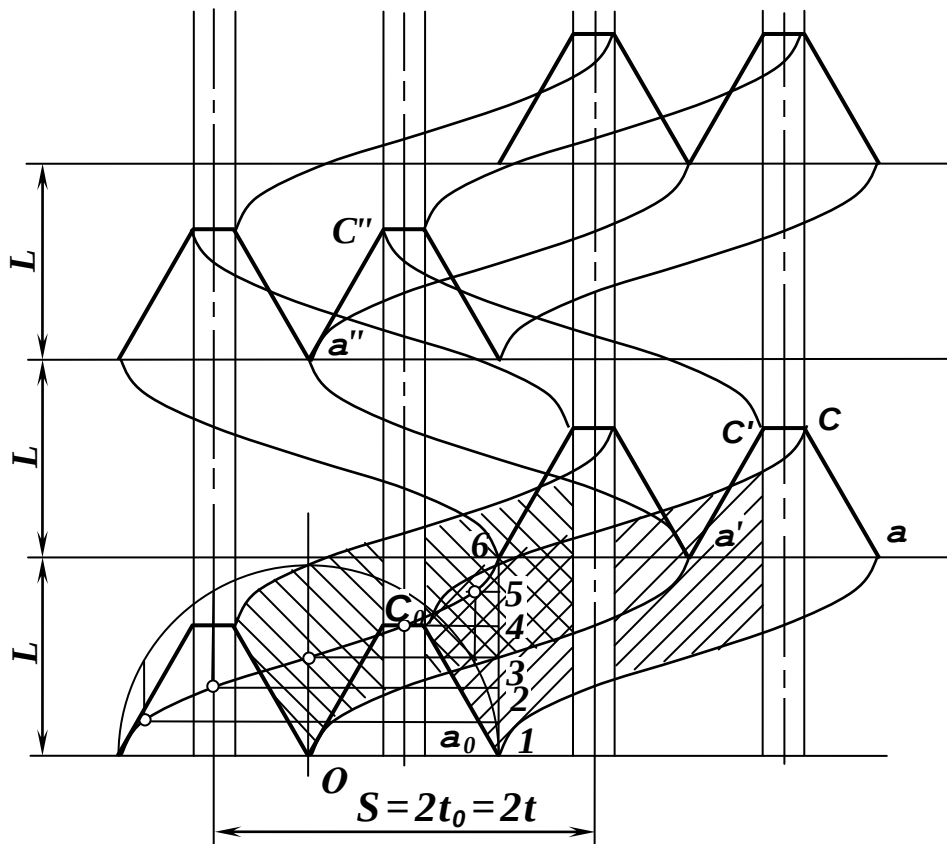


Рис.7.5. Схема для визначення площі подачі та навантаження на лезо двопробіжного ножа

3. Графік складової швидкості руху ножа вздовж леза сегмента (рис.7.6) буде утворюватися за залежністю

$$g_d = g_n \sin \alpha - V_m \cos \alpha , \quad (7.6)$$

де g_n – швидкість ножа у відносному русі, м/с;

V_m – швидкість машини, м/с;

α – кут між лезом сегмента і напрямком переміщення машини.

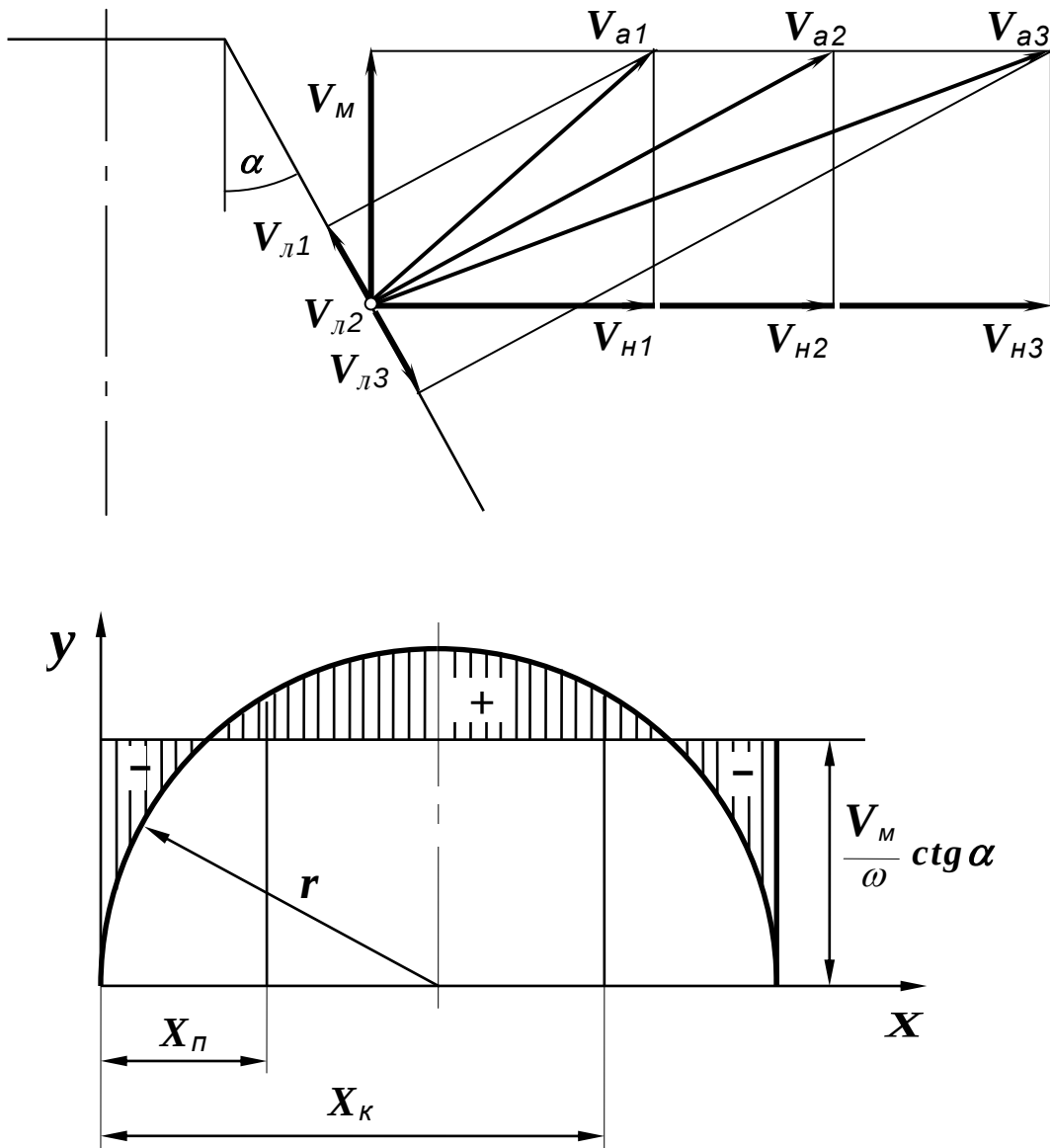


Рис.7.6. Графік складової швидкості руху ножа вздовж леза сегмента

Оскільки швидкість ножа залежно від його переміщення:

$$g_n = \omega \sqrt{2Xr - X^2}, \quad (7.7)$$

то

$$g_n = \omega \sqrt{2Xr - X^2} \sin \alpha - V_m \cos \alpha. \quad (7.8)$$

Якщо прийняти масштаб графіка $\mu = \omega \sin \alpha$, то ордината буде:

$$Y = \frac{g_n}{\omega \sin \alpha} = \sqrt{2Xr - X^2} - \frac{V_m}{\omega} \operatorname{ctg} \alpha. \quad (7.9)$$

У координатах X , Y (переміщення ножа, швидкість) перший член цього рівняння зображає коло радіуса r (рис.7.6), а другий член – пряму, паралельну осі абсцис.

Таким чином, щоб побудувати графік складової швидкості різання вздовж леза, необхідно провести півколо радіусом r у масштабі $\omega \sin \alpha$, центр якого зміщений від початку координат на величину r і пряму, паралельну осі абсцис, на віддалі $(V_n/\omega) \operatorname{ctg} \alpha$ від абсциси.

Залежно від заданих значень V_n і ω графік може мати різний вигляд, а складова швидкості ножа може мати додатній чи від'ємний знак при певному переміщенні сегмента. За виглядом графіка оцінюється якість роботи різального апарата. Якщо складова швидкості ножа вздовж леза за хід ножа змінює напрямок і більшу частину ходу ножа має додатній знак, то це сприяє рівномірному розподілу рослин по лезу, їх защемленню у різальній парі і якісному зрізуванню. Якщо напрямок $\mathcal{J}_n$ не змінюється, а значення його від'ємні, то якість роботи різального апарата незадовільна. Тому при отриманні графіка з постійним напрямком швидкості ножа відносно стебла вздовж леза до його верхньої основи необхідно вирішити, внаслідок зміни яких параметрів і значення вихідних даних досягти того, щоб характер графіка відповідав якійсь роботі різального апарата (щоб стебло рухалось на більшій ділянці ходу ножа до нижньої основи сегмента) та обґрунтувати це розрахунками.

Ординати, отримані за різницею відстаней від точок півкола до прямої – значення абсолютних швидкостей ножа вздовж леза сегмента в масштабі рисунка.

Початок і кінець різання визначається за графіком відповідними координатами, які взято з графіка швидкості різання. Значення відповідної швидкості ножа вздовж леза $\mathcal{J}_n$ отримаємо, якщо ординати, які відповідають X_n і X_k (з відповідним знаком) помножимо на масштаб $(\omega \sin \alpha)$.

7. Зміст звіту. В зошиті або на аркушах паперу А4 оформляється індивідуальний звіт виконаної роботи за заданим варіантом. До звіту додаються: креслення різальної пари, графік пробігу активних ділянок леза, графіки робочих швидкостей різання і абсолютної швидкості ножа вздовж леза сегмента, розрахунки подачі та площі навантаження і абсолютної швидкості ножа вздовж леза сегмента та аналіз результатів розрахунку з висновками – у зошиті.

Лабораторна робота №7

Назва роботи

Мета роботи:

Зміст роботи:

Вихідні дані:

Послідовність виконання роботи.

Студент описує всі пункти послідовності в представленому порядку виконання лабораторної роботи з розрахунками та результатами.

Висновки.

9. Питання для самоконтролю.

1. Як центрують пальцево-сегментний різальний апарат з кривошипно-шатунним приводом?
2. Які механізми приводу пальцево-сегментних апаратів Вам відомі?
3. Назвіть основні регулювання різального апарату з кривошипно-шатунним приводом (СК-5А).

4. Які способи зменшення інерційних сил ножа зі зворотно-поступальним рухом Вам відомі?
5. Як визначається подача на ніж?
6. Яка різниця між площею навантаження і подачі?
7. Чи однакова висота стерні на площі подачі?
8. Як будується траєкторія руху точки сегмента?
9. Коли починається і завершується процес різання активною частиною леза сегмента?
10. Як визначається значення швидкості початку і кінця різання лезом сегмента за графіком?
11. Як визначається значення швидкості ножа вздовж леза за графіком?
12. Проаналізуйте на лезі сегмента, що встановлене з кутом α до напрямку руху, зміну проекції абсолютної швидкості ножа на лезо за один хід ножа.
13. Як за виглядом графіка $\mathcal{Q}_n=f(S)$ оцінити якість роботи різального апарату?
14. Як визначити місце зрізування любого стебла на площі навантаження?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №8

ОБГРУНТУВАННЯ РЕЖИМУ РОБОТИ МОЛОТИЛЬНОГО БАРАБАНА ТА ШВИДКОСТІ РУХУ КОМБАЙНА

1. Мета роботи: засвоїти методику визначення необхідної потужності та параметрів режиму роботи ротаційних робочих органів для заданих умов і якості технологічного процесу на прикладі молотильного барабана зернозбирального комбайна.

2. Тривалість заняття – 4 академічні години.

3. Зміст роботи: розрахувати за вихідними даними (табл. 8.1) потужність на обмолочування хлібної маси, обґрунтувати значення кутової швидкості барабана, подачі та оптимальну швидкість руху комбайна.

4. Місце проведення заняття: лабораторія №38 розрахункового курсу дисципліни «Сільськогосподарські машини» кафедри с.-г. машин.

5. Вихідні дані. Для розрахунку основних режимів молотильного барабана та швидкості руху комбайна використовують параметри наведені в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1

Варіанти вихідних даних

Варіант	Секундна подача хлібної маси, m , кг/с	Діаметр барабана D , мм	Маса барабана m_b , кг	Довжина барабана l_b , мм	Колова швидкість биля ϑ , м/с	Момент інерції барабана I , кг·м ²	Урожайність зернових Y , ц/га	Ширина захвату жатки B , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4,0	450	50	1000	25	8,0	35	3,2
2	10,0	800	100	1500	30	18,0	50	6,0
3	4,5	500	55	1200	32	9,5	40	4,1
4	6,0	600	70	1200	28	12,0	30	3,5
5	5,0	550	60	1150	30	10,0	45	4,1
6	8,0	800	90	1200	32	14,0	60	4,0
7	3,5	500	60	1300	32	11,0	50	3,0
8	7,0	700	80	1200	30	14,2	45	5,0
9	4,2	660	75	1600	32	13,0	55	4,5
10	4,8	750	70	1100	28	12,5	30	5,2
11	10	800	90	1200	25	16,0	60	4,1
12	5,5	750	82	1200	32	15,0	35	7,0
13	6,5	800	90	1000	30	13,0	40	5,2
14	8,5	640	75	1500	26	12,5	45	4,0
15	8,0	700	85	1700	30	16,5	48	5,4
16	6,8	660	80	1400	32	15,2	45	4,2
17	5,0	800	70	1200	28	14,5	60	5,0
18	8,5	650	65	1100	30	13,2	50	6,0
19	3,0	550	50	1000	32	10,5	45	3,1
20	4,0	600	60	1200	28	11,5	40	3,2
21	6,2	800	85	1400	30	15,0	55	4,2
22	4,5	600	70	1650	32	11,8	60	4,0
23	7,5	750	80	1700	28	14,6	50	5,0
24	8,0	800	100	1800	30	15,4	60	6,0
25	9,0	800	120	1800	32	16,5	30	4,1
26	6,0	700	85	1300	30	13,0	45	5,4
27	6,5	600	80	1400	26	12,5	48	4,2
28	7,5	750	75	1500	30	16,0	45	5,0
29	8,0	800	85	1500	32	15,0	60	6,0
30	5,5	650	70	1200	28	13,0	50	3,1

*Примітка. Допустимі межі відхилення колової швидкості биля від вихідних даних $\approx 14\%$ ($\pm 7\%$) (Їх абсолютні значення: для зернових і трав – 28...32 м/с; для бобових і круп'яних культур – 12...14,5 м/с). В цих межах (залежно від стану хлібостою) зміна частоти обертання барабана не призводить до погіршення якості обмолоту (недомолоту або дроблення зерна).

6. Послідовність виконання роботи.

Робота передбачає набуття вміння аналізувати та використовувати основне рівняння молотильного барабана, запропоноване В.П. Горячкіним:

$$N_{\text{де}} - (A\omega + B\omega^3) - \frac{m\vartheta^2}{1-f} = \pm I\omega \frac{d\omega}{dt}. \quad (8.1)$$

За варіантом вихідних даних визначаємо:

1. Кутову швидкість обертання барабана ω , рад/с (с^{-1})

$$\omega = \frac{\vartheta}{R}, \quad (8.2)$$

де ϑ – колова швидкість бича, м/с;

R – радіус барабана ($R=D/2$), м.

2. Потужність двигуна для обмолоту $N_{\text{де}}$, кВт;

$$N_{\text{де}} = N_1 + N_2, \quad (8.3)$$

де N_1 – потужність на холостий хід барабана, кВт;

N_2 – потужність на обмолот, кВт;

$$N_1 = A\omega + B\omega^3, \quad (8.4)$$

де $A\omega$ – витрата потужності на тертя у підшипниках, Вт;

$A=0,2 \cdot 10^{-2} \cdot m_6$ – коефіцієнт, Нм;

$B\omega^3$ – витрата потужності на тертя у повітрі, Вт;

$B=0,97 \cdot 10^{-3} \cdot l_6$ – коефіцієнт, Нм·с²;

m_6, l_6 – відповідно маса (кг) та довжина (м) барабана.

$$N_2 = \frac{m\vartheta^2}{1-f}, \quad (8.5)$$

де N_2 – потужність на обмолот, Вт;

m – секундна подача хлібної маси, кг/с;

ϑ – колова швидкість бича, м/с;

f – коефіцієнт перетирання хлібної маси (для бильних барабанів $f=0,65 \dots 0,75$ залежно від стану маси і режиму роботи барабана).

3. Стосовно рівняння (8.1) розрахувати набування прискорення барабаном за відсутності подачі хлібної маси:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{N_2}{I\omega}, \quad (8.6)$$

та втрату його при секундній подачі m , кг/с

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{mR^2\omega}{I(1-f)}, \quad (8.7)$$

при зміні $\omega=50 \dots 150 \text{ с}^{-1}$, а результати записати у табл. 8.2.

Таблиця 8.2

Зміна прискорення $d\omega/dt=f(\omega)$

Кутова швидкість ω , с^{-1}		50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
кутове прискорен ня $d\omega/dt$, с^{-2}	набування											
	втрата											

4. На міліметровому папері формату А4, у відповідному до формату масштабі, за даними табл. 8.2 побудувати графік $d\omega/dt=f(\omega)$ і визначити $\omega_{кр}$ (рис.1). Визначити його аналітично:

$$\omega_{кр} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{N_2(1-f)}{m}}. \quad (8)$$

Порівняти значення, оцінити точність графічного методу та достовірність попередніх розрахунків.

5. За п.3 розрахувати втрату прискорення барабана за збільшеної секундної подачі $m_1=1,33m$, побудувати графік (рис.1), визначити $\omega_{Iкр}$ за графіком та аналітично, розрахувати колову швидкість барабана при збільшеній подачі: $\mathcal{G}_1 = \omega_{Iкр} \cdot R$.

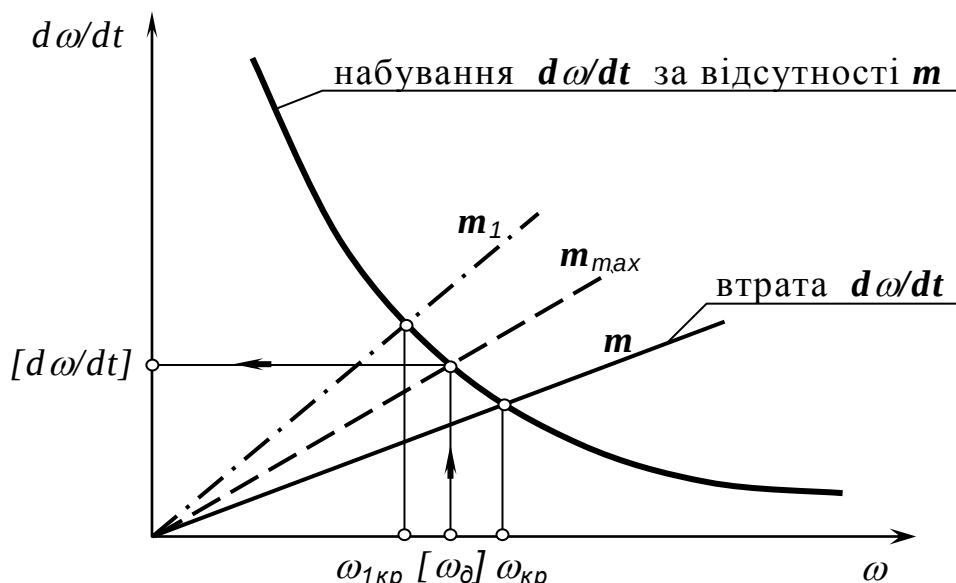


Рис.8.1. Графік залежності параметрів режиму молотильного барабана від секундної подачі хлібної маси

6. Визначити допустиму зменшену колову швидкість $[\mathcal{G}_\delta]$ біла барабана, коли він буде працювати якісно і без забивання (у межах 14% від заданої варіантом завдання):

$$[\mathcal{G}_\delta] = 0,86 \cdot \mathcal{G}. \quad (8.9)$$

Якщо $[\mathcal{G}_\delta] < \mathcal{G}_1$, то якісна робота барабана буде забезпечена при збільшенні секундної подачі від m до m_1 у зоні кутової швидкості від $\omega_{Iкр}$ до $\omega_{кр}$ (див. рис. 8.1).

Якщо $[\mathcal{G}_\delta] > \mathcal{G}_1$, то необхідно визначити секундну подачу m_{max} для допустимої кутової швидкості $[\omega_\delta]$ (див.рис.8.1).

$$[\omega_0] = \frac{[g_0]}{R}, \quad (8.10)$$

$$m_{max} = \left[\frac{d\omega}{dt} \right] \frac{I(1-f)}{[\omega_0] R^2}, \quad (8.11)$$

де $[d\omega/dt]$ знаходимо з графіка за знайденим $[\omega_0]$ (рис. 8.1).

7. За середнім значенням секундної подачі хлібної маси m (варіант завдання) визначаємо оптимальне значення швидкості руху комбайна V_m , м/с

$$V_m = \frac{m\beta}{0,01BV}, \quad (8.12)$$

де β – вміст зерна у хлібній масі, $\beta=0,25\dots0,5$ (значення приймаємо);

B – ширина захвату жатки комбайна, м;

Y – урожайність, ц/га.

Продуктивність комбайна за годину (технічна) W_{zod} , га/год:

$$W_{zod} = 0,1BV_m, \quad (8.13)$$

де V_m – знайдена швидкість руху, км/год.

Продуктивність комбайна по зерну W_{zodz} , ц/год:

$$W_{zodz} = W_{zod}Y. \quad (8.14)$$

7. Зміст звіту. В зошиті або на аркушах паперу А4 оформляється індивідуальний звіт виконаної роботи за заданим варіантом. До звіту додаються, графік набуття та втрати прискорення зі всіма побудовами для вибору кутової швидкості барабана і подачі хлібної маси. Аналіз отриманих результатів та висновок про режим роботи барабана і комбайна.

Лабораторна робота №8

Назва роботи

Мета роботи:

Зміст роботи:

Вихідні дані:

Послідовність виконання роботи.

Студент описує всі пункти послідовності в представленому порядку виконання лабораторної роботи з розрахунками та результатами.

Висновки.

8. Питання для самоконтролю.

1. Основні агротехнічні вимоги до роботи молотильного барабана та шляхи їх забезпечення.
2. У яких межах змінюється колова швидкість біла барабана та її значення для різних культур?
3. Для яких складових витрачається потужність двигуна у барабані (при подачі хлібної маси, за відсутності хлібної маси)?
4. Якою залежністю виражається потужність холостого ходу барабана?
5. Якою залежністю виражається потужність на обмолот?
6. Як визначається критична швидкість обмолоту графічно і аналітично?
7. Як впливає момент інерції барабана на час розгону до $\omega_{кр}$, а як на якість роботи за нерівномірної подачі хлібної маси?

8. Запишіть та проаналізуйте основне рівняння молотильного барабана (формула Горячіна) за функцією потужності, прискорення.
9. Як пов'язані колова і кутова швидкості барабана заданого діаметра?
10. Як знайти частоту обертання барабана за відомою кутовою швидкістю?
11. Від чого залежить оптимальне значення швидкості руху комбайна?
12. Як визначається технічна продуктивність комбайна?
13. Чи буде реальна продуктивність у виробничих умовах дорівнювати технічній? Чому?
14. Яким параметром режиму барабана обмежується його якісна робота? Від чого залежать границі зміни цього параметра?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 7

ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ СОЛОМОТРЕСА

1. Мета роботи: засвоїти принцип сепарації суміші на коливних поверхнях з кривошипно-шатунним приводом та методику визначення основних параметрів технологічного процесу графо-аналітичним методом на прикладі роботи соломотреса.

2. Тривалість заняття – 4 академічні години.

3. Зміст роботи: визначити для вихідних даних товщину шару вороху, середню швидкість його руху вздовж клавиші і втрати зерна за соломотресом.

4. Місце проведення заняття: лабораторія №38 розрахункового курсу дисципліни «Сільськогосподарські машини» кафедри с.-г. машин.

5. Вихідні дані.

Для чотириклавішного соломотреса:

- m – секундна подача маси у барабан, кг/с;
- δ – вміст вимолоченого зерна у соломі;
- ε – коефіцієнт сепарації зерна підбарабанням;
- l_b – довжина барабана, м;
- γ – щільність соломи, кг/м³;
- k – показник кінематичного режиму роботи;
- r – радіус колінчастого вала, м;
- α – кут нахилу клавиші до горизонту, град.;
- L – довжина соломотреса, м.

Таблиця 9.1

Варіанти вихідних даних

Варіант	m , кг/с	δ	ε	γ , кг/м ³	l_0 , м	k	r , м	α , °	L , м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4,5	0,35	0,8	20	1,5	2,5	0,05	7	3,5
2	4,0	0,35	0,85	20	1,2	2,4	0,052	6	3,2
3	5,5	0,35	0,85	20	1,5	2,5	0,048	10	3,9
4	5,0	0,35	0,8	20	1,6	2,2	0,05	8	3,6
5	3,5	0,35	0,8	20	1,2	2,3	0,055	6	2,5
6	4,2	0,25	0,82	18	1,5	2,1	0,052	8	3,0
7	6,0	0,25	0,86	18	1,2	2,4	0,05	5	4,0
8	8,0	0,25	0,84	18	1,5	2,5	0,05	6	4,2
9	4,5	0,25	0,88	18	1,4	2,2	0,045	10	3,3
10	5,0	0,25	0,87	18	1,4	2,3	0,06	9	3,5
11	6,0	0,4	0,84	15	1,5	2,6	0,06	8	3,8
12	3,0	0,4	0,80	15	1,2	2,1	0,048	7	2,6
13	6,0	0,4	0,82	15	1,5	2,2	0,06	5	3,7
14	5,0	0,4	0,87	15	1,2	2,4	0,05	6	3,2
15	4,5	0,4	0,86	15	1,2	2,3	0,05	8	3,5
16	3,5	0,25	0,83	16	1,2	2,1	0,048	8	2,8
17	4,0	0,25	0,85	16	1,4	2,3	0,05	9	2,9
18	4,5	0,25	0,80	16	1,4	2,2	0,05	8	3,2
19	5,0	0,25	0,85	16	1,4	2,5	0,06	8	3,2
20	6,0	0,25	0,83	16	1,5	2,6	0,06	7	3,6
21	8,0	0,3	0,90	22	1,5	2,6	0,06	9	4,2
22	6,0	0,3	0,90	22	1,4	2,5	0,05	10	3,8
23	4,0	0,3	0,80	22	1,2	2,3	0,048	5	2,9
24	4,5	0,3	0,85	22	1,2	2,4	0,05	6	3,1
25	5,0	0,3	0,90	22	1,5	2,2	0,05	8	3,5
26	4,0	0,35	0,88	18	1,4	2,1	0,048	8	3,2
27	4,5	0,35	0,87	18	1,4	2,2	0,06	7	3,5
28	5,0	0,35	0,84	18	1,4	2,4	0,05	5	2,8
29	6,0	0,35	0,80	18	1,5	2,3	0,05	6	2,9
30	8,0	0,35	0,82	18	1,5	2,1	0,048	8	3,2

6. Послідовність виконання роботи.

1. Розрахувати кутову швидкість обертання колінчастого вала за формулою:

$$\omega = \sqrt{\frac{kg}{r}}, \quad (9.1)$$

де k – показник кінематичного режиму роботи клавіші;
 g – прискорення вільного падіння, $g=9,81$ м/с²;

r – радіус колінчастого вала (радіус кола, що описує центр шийки колінчастого вала), м.

2. Визначити фазу відриву ωt_o за залежністю

$$\omega t_o = \arcsin \frac{\cos \alpha}{k} c, \quad (9.2)$$

де α – кут нахилу клавiші до горизонту, град;

c – коефіцієнт, який враховує (рис.9.1) затримку підкидання, зумовлену пружністю соломи.

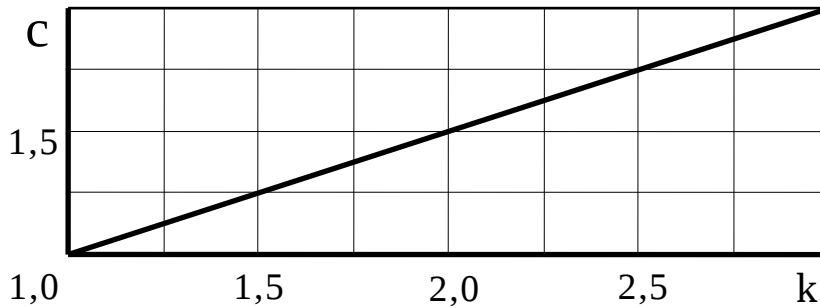


Рис.9.1. Номограма для визначення коефіцієнта c .

3. Вибрати початок координат в точці O (рис.9.2). Через нього під кутом α провести лінію, що відображає початкове положення площини клавiші і позначити точкою A початкове положення вороху на колі, яке описує кривошип (колінчатий вал) приводу радіусом r та кожна точка клавiші.

4. Вісь X спрямувати вздовж клавiші, а Y перпендикулярно до неї і відкласти від початкового положення клавiші кут відривання ωt_o (точка A_o).

5. Провести через точку A_o лінію площини клавiші при відриванні від неї вороху.

6. Задаючись інтервалами часу $\Delta t = 0,03 \dots 0,04$ с розрахувати і занести до таблиці 8 координати точок траєкторії польоту вороху X_n та Y_n (п.1, 2, 3... n) за рівняннями:

$$X_n = -r \cos \omega t_o + t_n \omega r \sin \omega t_o - \frac{gt_n^2}{2} \sin \alpha, \quad (9.3)$$

$$Y_n = r \sin \omega t_o + t_n \omega r \cos \omega t_o - \frac{gt_n^2}{2} \cos \alpha. \quad (9.4)$$

7. Розрахувати величину $\varphi_n = \omega t_n$, відкласти точки $1', 2', 3' \dots n'$, що характеризують положення клавiші при відповідних проміжках часу.

8. Визначити фазу співударання вороху і клавiші послідовно співставляючи ординати однойменних точок, що характеризують положення клавiші (точки $1', 2', 3' \dots n'$) та вороху ($1, 2, 3 \dots n$).

Співпадіння ординат однойменних точок клавiші і вороху (наприклад, $Y_5 = Y_{5'}$) дозволяє визначити фазу співударання $\omega t_c = \varphi_5 + \omega t_o$, а також відстань $S = 5' - 5$, що відповідає переміщенню вороху вздовж клавiші за одне підкидання. Лінія $5' - 5$ повинна бути паралельною осі X . Якщо ординати однойменних точок не співпадають, то фа

зу співударяння визначити інтерполяцією, задаючись в зоні найбільшого зближення ординат меншими, ніж Δt проміжками часу і проводячи аналогічні розрахунки X_n та Y_n .

Таблиця 9.2

Розрахункова таблиця

Параметри рівняння	$t_1=\Delta t$	$t_2=2\Delta t$	$t_3=3\Delta t$	$t_4=4\Delta t$	...	...	$t_n=n\Delta t$
X_n							
Y_n							
$\varphi_n=\omega t_n$							

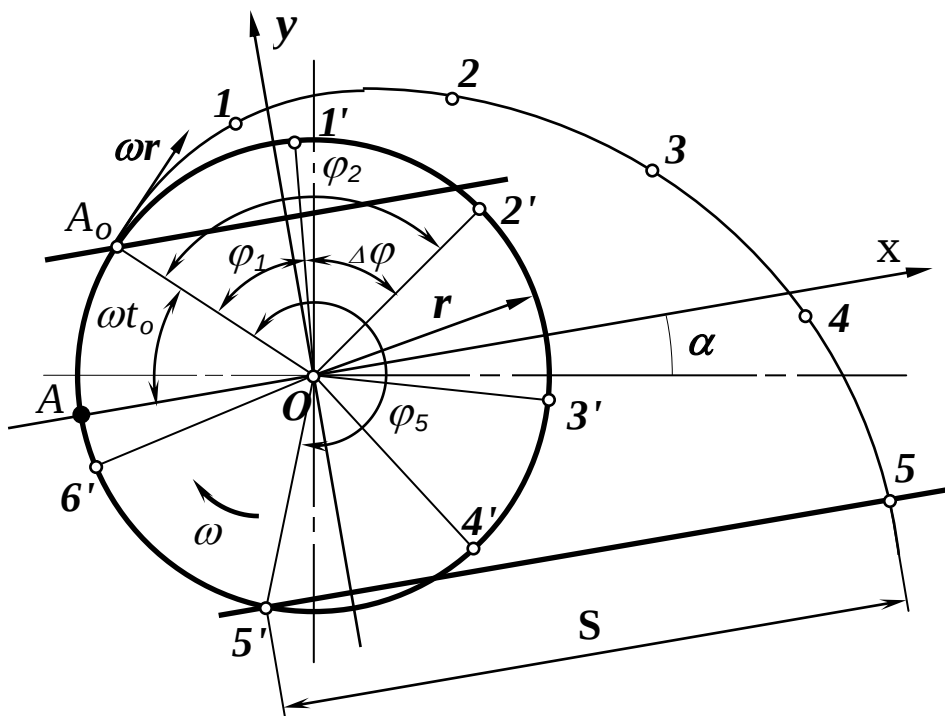


Рис.9.2. Розрахункова схема

9. Розрахувати середню швидкість переміщення вороху вздовж клавиші $\mathcal{G}_{сep}$, м/с:

$$\mathcal{G}_{сep} = S \frac{\omega}{2\pi} . \quad (9.5)$$

10. Визначити товщину шару вороху на соломотрясі із залежності:

$$h = \frac{m(1-\delta)}{B\mathcal{G}_{сep}\gamma} , \quad (9.6)$$

де m – секундна подача вороху, кг/с;

δ – вміст зерна у воросі, $\delta=0,25\dots0,5$ (згідно з завданням);

B – ширина соломотряса, м. Рекомендується приймати $B=1,1l_0$;

γ – щільність соломи, $\gamma=15\dots22$ кг/м³ (згідно з завданням).

11. Розрахувати коефіцієнт сепарації зерна μ із формули:

$$\mu = \frac{\mu_o h_o}{h} , \quad (9.7)$$

де $\mu_0=1,8$ 1/м; $h_0=0,2$ м.

12. Визначити втрати зерна q_ϵ за соломотрясом в процентах із залежності:

$$q_\epsilon = (1 - \epsilon)100e^{-\mu L}, \quad (9.8)$$

де ϵ – коефіцієнт сепарації зерна декою, $\epsilon=0,8...0,9$;

L – довжина клавіші соломотряса, $L=2,5...4,2$ м.

Допустимі втрати зерна за соломотрясом $[q_\epsilon] = 0,5$ %.

Якщо розраховані втрати $q_\epsilon > [q_\epsilon]$, то дослідити зміною яких параметрів вихідних даних доцільно їх зменшити та визначити, які значення вибраних параметрів забезпечать допустимі межі втрат.

7. Зміст звіту. В зошиті або на аркушах паперу А4 оформляється індивідуальний звіт виконаної роботи за заданим варіантом. До звіту додаються: графічна побудова (аркуш А4 міліметрового паперу) для визначення S (рис. 9.2), розрахунки згідно з послідовністю виконання роботи, висновки з аналізу результатів роботи та прийнятих рішень.

Лабораторна робота №9

Назва роботи

Мета роботи:

Зміст роботи:

Вихідні дані:

Послідовність виконання роботи.

Студент описує всі пункти послідовності в представленому порядку виконання лабораторної роботи з розрахунками та результатами.

Висновки.

8. Питання для самоконтролю.

1. Призначення та принцип роботи соломотряса.
2. Суть та аналітичний вираз показника кінематичного режиму k .
3. Як впливає показник кінематичного режиму k на значення фази відривання (ωt_0) та фази співударяння (ωt_c) частинки з коливною поверхнею?
4. При яких значеннях k частинка не відірветься від поверхні, що коливається з кутом α до горизонту?
5. Як визначається траєкторія польоту частинки, що відірвалася від клавіші соломотряса?
6. Як визначається положення клавіші соломотряса у відповідний час польоту частинки після відривання?
7. Як визначають місце зустрічі клавіші з частинкою, що перебуває у вільному польоті?
8. Що впливає на втрати зерна за соломотрясом?
9. Яке оптимальне значення k для чотириклавішного соломотряса?
10. Які неполадки можуть призвести до збільшення втрат зерна за соломотрясом в польових умовах?
11. Чому, на Вашу думку, конструктори не проектують дуже довгих соломотрясів, щоб повністю виключити втрати зерна?

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку / Д. Г. Войтюк, В. М. Барановський, В. М. Булгаков, В. С. Гапоненко та ін. – К. : Вища освіта, 2005. – 464 с.
2. Рибарук В. Я. Сільськогосподарські машини: Практикум з розрахунку і досліджень робочих процесів / В. Я. Рибарук, І. І. Ріпка – Львів: ЛДАУ, 1998. – 264 с.
3. Кленин Н. И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н. И. Кленин., В. А. Сакун – М.: Колос, 1994. – 751 с.
4. Босой Е. С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Е. С. Босой, О. В. Верняев, И. И. Смирнов. – М.: Машиностроение, 1977. – 568 с.
5. Листопад Г. Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г. Е. Листопад, Г. К. Демидов, Б. Д. Зонов и др. – М.: Агропромиздат, 1986. – 688 с.
6. Хайлис Г. А. Основы теории и расчета сельскохозяйственных машин. – К.: Изд-во УСХА, 1992. – 235 с.
7. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т. 1, ч. 1. Машини та знаряддя для обробітку ґрунту / П. М. Заїка; Харк. Держ. Техн. Ун-т сіл. Госп-ва. – Х.: Око, 2001. - 443 с.
8. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т. 1, ч. 2. Машини для сівби та садіння / П. М. Заїка; Харк. Держ. Техн. Ун-т сіл. Госп-ва. – Х.: Око, 2001. – 451с.
9. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т. 1, ч. 3. Машини для приготування і внесення добрив / п. М. Заїка; Харк. Держ. Техн. Ун-т сіл. Госп-ва. – Х.: Око, 2002. – 351 с
10. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т. 1, ч. 4. Машини для захисту рослин від шкідників і хвороб / п. М. Заїка; Харк. Держ. Техн. Ун-т сіл. Госп-ва. – Х.: Око, 2002. – 271 с.
11. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин: навч. Т. 2, ч. 1. Машини для заготівлі кормів / П. М. Заїка; Харк. Держ. Техн. Ун-т сіл. Госп-ва. – Х.: Око, 2003. – 359 с.

ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ ПИТАННЯ

1. Деформація ґрунту клином та його різновидності.
2. Переваги різання з ковзанням матеріалу по лезу клина.
3. Опір ґрунту при роботі клина.
4. Умови переміщення скиби по робочій грані клина.
5. Співвідношення між глибиною оранки і шириною захвату плуга.
6. Побудова лобового контура корпусу плуга.
7. Сили, що діють на корпус і плуг.
8. Рівновага і стійкість ходу плуга.
9. Опір плуга (формула В.П. Горячкіна)
10. Відповідність колії трактора ширині захвату плуга.
11. Розміщення робочих органів і коліс плуга.
12. Кінематичний режим роботи ґрунтообробної фрези.
13. Визначення передатного відношення приводу катушкового висівного апарату.
14. Робочий об'єм і режим роботи катушкового висівного апарату.
15. Розрахунок діаметра та числа обертів диска висівних апаратів точного висіву з механічним приводом.
16. Розрахунок діаметра диска, присмоктувальної сили та витрати повітря у висівних апаратах пневматичного типу.
17. Швидкість транспортера машин для внесення добрив.
18. Режим роботи роторного розкидача органічних добрив.
19. Режим роботи дискового відцентрового апарата для внесення мінеральних добрив.
20. Режим роботи та робочий об'єм тарілчастого туковисівного апарату.
21. Кінематика ножа сегментно-пальцевого типу.
22. Принципи роботи і типи різальних апаратів.
23. Визначення робочих швидкостей різання.
24. Умови защемлення стебел різальною парою.
25. Сили, що діють на ніж. Потужність приводу ножа сегментно-пальцевого типу.
26. Площа подачі та навантаження на лезо сегмента.
27. Взаємодія мотовила і різального апарата.
28. Кінематичний режим роботи мотовила.
29. Встановлення мотовила за висотою.
30. Потужність приводу молотильного барабана.
31. Розрахунок довжини, діаметра та критичної швидкості обертання молотильного барабана.
32. Кінематичний режим роботи 4-х клавійного соломотряса.
33. Залежність фази співударяння від фази відриву вороху.

34. Ефективні режими роботи соломотряса.
35. Завантаження та основні параметри соломотряса.
36. Кінематика мотовила.
37. Умова руху зерна вверх по решету.
38. Умова руху зерна вниз по решету.
39. Умова руху зерна вниз і вверх по решету.
40. Середня швидкість руху зерна вздовж решета.
41. Умови проходження зерна через отвори решета.
42. Умови руху зерна вздовж по решету з відривом.
43. Кінематичний показник роботи плоских решіт.
44. Розміри та продуктивність решета.
45. Рух зерна в трієрному циліндрі.
46. Кінематичний режим роботи трієра.
47. Установка приймального жолоба в трієрі.
48. Основні параметри трієра.
49. Розрахунок повітряної очистки (перерізів каналів, витрата повітря, продуктивність).
50. Залежність тиску від витрати повітря вентилятором.
51. Вибір вентилятора.
52. Статичні і кінетичні характеристики процесу сушіння.
53. Загальна схема розрахунку сушарок.
54. Тривалість та режими процесу сушіння.
55. Розподіл тиску в камері пресування.
56. Розрахунок маховика преса.
57. Кінематичний режим роботи бральної секції льонокомбайна.
58. Розрахунок потужності приводу брального апарату.
59. Визначення довжини бральних пасів.
60. Основні параметри гладких вальців.

ЗАДАЧІ

1. Визначити найбільшу ширину захвату полицевого корпусу плуга, при якій повернута скиба в'язкого ґрунту стає нестійкою, якщо глибина оранки $a=25\text{см}$.
2. Визначити максимальну глибину оранки корпусом з шириною захвату $b=35\text{ см}$, коли повернута скиба займе стійке положення.
3. Визначити середній тяговий опір трикорпусного начіпного плуга з масою 800 кг, шириною захвату кожного корпусу 35 см, що оре на глибину 22 см рухаючись із швидкістю 2 м/с (коефіцієнти: перекочування $f=0,5$; питомого опору ґрунту $k=35\text{ КПа}$; швидкісний $\epsilon=2000\text{ Нс}^2/\text{м}^4$).
4. Визначити середній тяговий опір п'ятикорпусного начіпного плуга з масою 1200 кг, шириною захвату кожного корпусу 35 см, що оре на глибину 20 см

рухаючись із швидкістю 2 м/с (коефіцієнти: перекочування $f=0,4$; питомого опору ґрунту $k=40$ КПа; швидкісний $\varepsilon=2000$ Нс²/м⁴).

5. Визначити віддаль між рядами розпушувальних лап культиватора L , якщо глибина обробітку $a=10$ см, виліт носка лапи $l_0=10$ см, кут входження лапи в ґрунт $\alpha=30^\circ$ і кут тертя ґрунту по сталі $\varphi=33^\circ$.
6. Визначити віддаль між рядами розпушувальних лап культиватора L , якщо глибина обробітку $a=12$ см, виліт носка лапи $l_0=12$ см, кут входження лапи в ґрунт $\alpha=35^\circ$ і кут тертя ґрунту по сталі $\varphi=33^\circ$.
7. Визначити ширину захвату зубової борони при числі поперечних планок $M=5$; поздовжніх $N=5$ і ширині міжрядь (віддаль між слідами двох сусідніх зубів) $a=4$ см.
8. Визначити показник кінематичного режиму роботи мотовила жатки, що має радіус $R=60$ см; частоту обертання 30 об/хв і поступальну швидкість $V_m=1,5$ м/с.
9. Визначити швидкість переміщення фрези, якщо при її роботі забезпечується подача на один ніж (крок фрези) $X_z=5$ см, на кожному дисковій барабана встановлено $z=6$ ножів і частота обертання барабана фрези становить 4 оберти за секунду.
10. Визначити показник кінематичного режиму роботи λ фрези, що має діаметр барабана по кінцях ножів 60 см, 6 ножів на кожному дисковій і під час роботи забезпечується подача на один ніж (крок фрези) $X_z=10$ см.
11. Визначити мінімальну частоту обертання горизонтального диска для розкидання мінеральних добрив з радіальними лопатками, якщо добрива подаються на віддаль $r_0=0,1$ м від центру диска, а коефіцієнт тертя туків по лопатках і диску складає $f=0,65$.
12. Визначити робочу ширину захвату B_p дводискового відцентрового розкидача мінеральних добрив з радіальними лопатками на диску, що розташований на висоті $H=0,6$ м над ґрунтом, має діаметр $D=0,5$ м, частоту обертання 700 об/хв і віддаль між центрами дисків $A=0,6$ м (опір повітря не враховується, а ширина перекриття між проходами $\Delta B=1$ м).
13. Визначити швидкість транспортера розкидача органічних добрив, необхідну для внесення норми $Q=25$ т/га при швидкості руху агрегату $V_m=1,8$ м/с, з шириною захвату $B=6$ м і шириною транспортера $b=1,6$ м, а також висоті шару добрив $h=0,6$ м і об'ємній масі добрив $\gamma=0,7$ т/м³.
14. Визначити робочий об'єм V_p катушки зернової сівалки для висіву насіння жита з нормою висіву $Q=120$ кг/га (об'ємною масою $\gamma_n=0,72$ г/см³) при ширині міжрядь $b=15$ см, передатному відношенні $i=0,49$ приводу катушки від ходового колеса діаметром $D=1,25$ м.
15. Визначити робочий об'єм V_p катушки зернової сівалки з числом жолобків $z=12$, діаметром $d=50$ мм, робочою довжиною $l_p=32$ мм, коефіцієнтом заповнення

жолобків $\beta=0,8$, площею поперечного перерізу жолобка $f_{ж}=0,48$ см² і приведеною товщиною активного шару $C_{np}=4$ мм.

16. Визначити робочу швидкість сівалки точного висіву при числі обертів висівного диска $n=18$ об/хв кількості комірок $z=90$ і віддалі між насінинами в рядку $l_n=8$ см.
17. Визначити крок висіву насінин апаратом точного висіву, якщо сівалка рухається із швидкістю $V=8$ км/год при числі обертів диска $n=24$ об/хв і числі отворів $z=22$.
18. Визначити максимально допустиму швидкість руху картоплесаджалки V_m при допустимій секундній подачі бульб $Q_c=9$ шт/с і крокові садіння $L_n=30$ см.
20. Визначити подачу q (кг/хв) порошкоподібного отрутохімікату обпилювачем, що рухається із швидкістю 8 км/год та шириною захвату $B=60$ м і нормою витрати отрутохімікату $Q=15$ кг/га.
21. Проілюструйте визначення графічним методом робочих швидкостей різання стебел сегментно-пальцевим різальним апаратом.
22. Визначити величину вертикального переміщення мотовила при скошуванні стебел висотою $L=0,4...1,3$ м, висоті зрізу стебел $H=0,12...0,19$ м відповідно, радіусі мотовила $R=0,6$ м і показникові кінематичного режиму роботи $\lambda=1,7$.
23. Проаналізуйте залежність швидкості руху V від переміщення X різального апарата з центральним механізмом приводу сегментно-пальцевого типу.
24. Визначити показник кінематичного режиму роботи мотовила жатки, що має радіус $R=60$ см; частоту обертання 25 об/хв і поступальну швидкість $V_m=1,8$ м/с.
25. Визначити потужність на обмолот хлібної маси з секундною подачею $m'=5$ кг/с в бильний молотильний апарат діаметром $D=0,55$ м, частотою обертання $n=1080$ об/хв при коефіцієнті перетирання хлібної маси $f=0,7$.
26. Визначити частоту обертання колінчастого вала двовального клявішного соломотряса, що має радіус кривошипа $r=5$ см для забезпечення кінематичного режиму роботи $k=2,2$.
27. Визначити потужність приводу вентилятора при подачі повітря із швидкістю $V=13$ м/с в трубопроводі системи очистки з діаметром 260 мм і статичному тискові повітря $H_{cm}=950$ Па (густина повітря $\rho=1,2$ кг/м³ і манометричний ККД вентилятора $\eta=0,81$).
28. Визначити число обертів трієрного циліндра з внутрішнім діаметром $D=400$ мм і показником кінематичного режиму роботи $k=0,65$.
29. Визначити кількість пропусків зерна через шахтну сушарку, продуктивність її по матеріалові і кількість видаленої вологи за 1 годину, якщо на сушарку надходить $G_1=40$ т/год зерна пшениці з початковою вологістю $W_n=20\%$, яке необхідно просушити до кондиційної вологості $W_k=14\%$.
30. Визначити подачу Q маси ґрунту разом з картоплею на початок транспортера дворядного картоплезбирального комбайна при заглибленні лемешів $a=19$ см, гладкій посадці картоплі з міжряддям $b=0,7$ м, поступальній швидкості комбайна $V_m=1,1$ м/с і густині маси $\rho=1300$ кг/м³.

Додаток Б

Шкала оцінювання знань

Номер теми	Вид заняття	Тема, що вивчається	К-сть годин	К-сть балів
1	лаб.	Профілювання робочої поверхні корпусу плуга	2	5
2	лаб.	Побудова схеми парового культиватора	4	5
3	лаб.	Проектування та аналіз роботи ланки зубової борони	3	5
4	лаб.	Аналіз робочого процесу дискового розкидача мінеральних добрив	3	5
5	лаб.	Розрахунок основних параметрів посівного агрегату	4	5
6	лаб.	Дослідження роботи мотовила на фізичній моделі з визначенням технологічних параметрів	4	5
7	лаб.	Визначення робочих характеристик сегментно-пальцевого різального апарату	4	5
8	лаб.	Обґрунтування режиму роботи молотильного барабана та швидкості руху комбайна	4	5
9	лаб.	Визначення основних параметрів технологічного процесу роботи соломотряса	4	5

Папір офс. Друк офс. Тираж ____ прим.

Зам. _____ .

Видавничий центр Львівського національного аграрного університету

80381, Львівська обл., Жовківський р-н, м.Дубляни, вул. Студентська, 2

Свідоцтво ДК №1380 від 3.06.2003 р.