

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

*Кафедра технічної механіки  
та сільськогосподарських  
машин*

ЛІТЕРАТУРА



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА

**Проектування машин для збирання  
с/г культур**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання лабораторних робіт  
студентами факультету інженерії машин, споруд та  
технологій

спеціальність

**133 “Галузеве машинобудування”**

Тернопіль - 2016

Укладачі: к.т.н., доцент Олексюк В. П.,  
к.т.н., доцент Хомик Н.І.

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу “Проектування машин для збирання сільськогосподарських культур”

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу “Проектування машин для збирання сільськогосподарських культур” рекомендовані до друку на засіданні кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин

Протокол № 1 від 26.08.2016 р.

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу “Проектування машин для збирання сільськогосподарських культур” схвалені та рекомендовані до друку на засіданні методичної комісії ФМТ ТНТУ імені Івана Пулюя

Протокол № 1 від 29.08.2016 р.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №1

### Вивчення будови і регулювання кукурудзозбиральних комбайнів

**Мета роботи:** закріпити і розширити знання з будови і процесу роботи кукурудзозбиральних комбайнів, освоїти регулювання робочих органів в залежності від умов експлуатації.

**Зміст роботи.** Вивчити будову й роботу та навчитися перевіряти й регулювати робочі органи кукурудзозбиральних комбайнів. Перевірити готовність комбайна до роботи.

**Вказівки до роботи.** Для механізованого збирання кукурудзи використовують кукурудзозбиральні комбайни «Херсоніець-7» КОП-1.4В.

При заміні окремих робочих органів і нескладному переобладнанні комбайн можна використовувати для збирання кукурудзи в стадії молочно-воскової стиглості на силос з відділенням качанів і подрібненням листостеблової маси

Слід пам'ятати, що перед тим, як прокручувати ломиком карданну передачу до робочих органів машини для вивчення їх роботи, потрібно попередити про це присутніх і пересвідчитись у тому, що їм не загрожує небезпека.

#### **Устаткування та інструмент.**

1. Кукурудзозбиральний комбайн «Херсоніець-7» КОП-1,4В.
2. Набір гайкових ключів, молоток, плоскогубці, бородок, зубило, викрутка і ломик.
3. Підставка під колеса комбайна, обтиральний матеріал.

#### **Порядок виконання роботи:**

##### ***1. Вивчення будови і перевірки стану кукурудзозбирального комбайна «Херсоніець-7» КОП-1,4В***

Комбайн «Херсоніець-7» КОП-1,4В призначений для збирання дозрілої кукурудзи врожайністю до 150 ц/га на зерно в качанах з очищенням їх від обгорток і подрібненням листостеблової маси.

Складається комбайн з жатної і качаноочисної частин. До складу жатної частини входять: різальний апарат, ручаї з подавальними і піднімальними ланцюгами, качановідривальні апарати, подрібнювачі з трубами, транспортер неочищених качанів, механізм автоматичного спрямування ручаїв по рядках.

До качаноочисної частини входять: качаноочисний апарат з притискним пристроєм, транспортер обгорток і очищених качанів, шнеки зерна і качанів, причіпний пристрій для візка.

##### ***2. Вивчення регулювання ручаїв комбайна «Херсоніець-7» КОП-1.4В***

Для нормальної роботи ручаїв притискні планки 26 (рис. 1) повинні вільно переміщуватись від зусилля руки, прикладеного до важелів 10 і 20.

Для поліпшення захоплення стебел середньої товщини (30...35 мм) між подавальними ланцюгами у передній частині (проти осі передньої підвіски притискних планок) встановлюють зазор 6...8 мм, а в задній частині (проти осі задньої підвіски притискних планок) — зазор 2...3 мм. Якщо діаметр стебел більший, зазор слід збільшити, якщо ж менший — зменшити. Зазор між притискними планками регулюють обмежувачами 11.

Зазор між подавальними ланцюгами доцільний лише під час роботи на незабур'ячених полях. Там, де поля засмічені такими бур'янами, як мишії, рекомендується працювати без зазору. Тиск натискних планок на подавальні ланцюги

регулюють зміною натягу пружин 6. Слід пам'ятати, що надмірний тиск планок на ланцюги і зменшення зазору між ланцюгами призводить до посиленого її спрацювання.

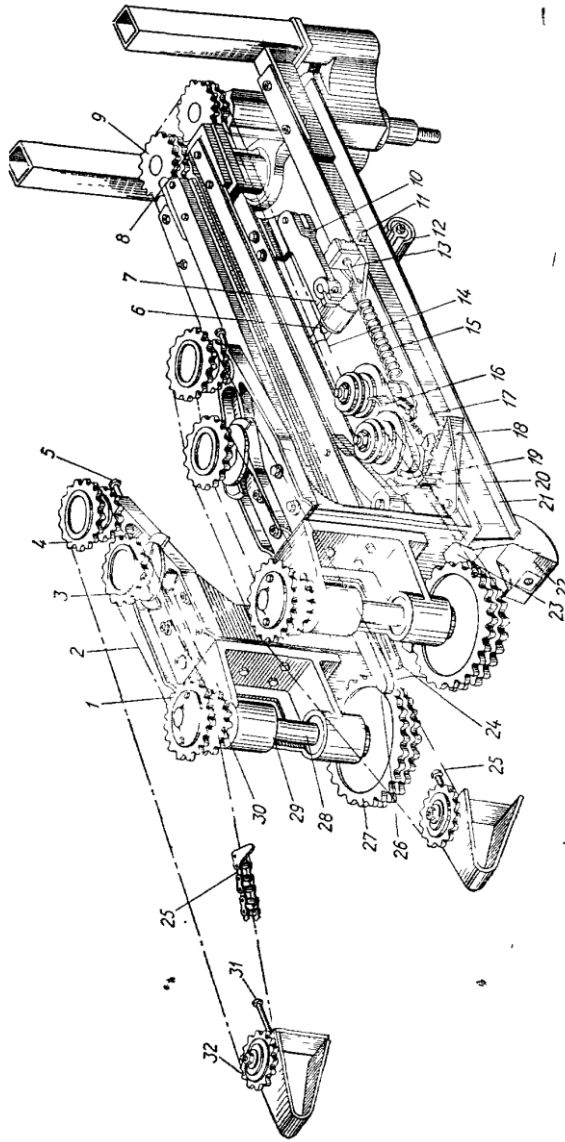
При нормальній роботі стеблоподавального механізму піднімальні і подавальні ланцюги повинні бути натягнуті. Піднімальні ланцюги 25 з лапками натягують переміщенням натяжної зірочки 32 гвинтом 31. Приводні ланцюги 2 натягують гвинтом 5. Перед і втягуванням ланцюгів 2 ланцюги 25 треба повністю ослабити переміщенням натяжних зірочок 32 у крайнє заднє положення.

Під час натягування ланцюгів гайку і контргайку на осі натяжного блока 4 треба відпустити. Необхідно стежити за тим, щоб після регулювання і натягування гайок на блоці 4 приводний ланцюг не був надмірно натягнутий, а зірочки блока не були перекошені відносно контурів ланцюгів.

Робочі поверхні вальців у блоці качановідривних вальців повинні бути розміщені так, щоб вершини рифлів одного вальця знаходилися посередині між двома вершинами рифлів другого вальця.

Для запобігання намотуванню рослинної маси на вальці зазор між зовнішньою поверхнею вальця і лезом ножа повинен становити 2-4 мм. Ножі кріпляться чотирма болтами.

Зазор між торцями вальців і зірочками подавальних ланцюгів повинен становити 7-15 мм. Регулюють зазор шайбами. Деталі русла, з'єднані з стеблоподавальними ланцюгами, повинні лежати в одній площині тому, щоб ланцюги не сходили із зірочок, оскільки це може призвести до аварії. Для усунення неплоскостності треба зняти подавальні ланцюги 14 і, користуючись прокладками, виставити напрямні притискних планок 26, вінці зірочок 9, 27 і реборди роликів натяжного пристрою 17 в одній площині. Ведену зірочку 27 можна вивести в одну площину з ведучою 9 за допомогою регулювальних шайб. Направні 24 притискних планок виводять в одну площину із зірочками теж за допомогою шайб.



**Рис. 1 Стеблоподавальний механізм.**

1-обвідна зірочка; 2-приводний ланцюг; 3-обвідний блок; 4-натяжний блок; 5-гвинт; 6-пружина; 7-напрямний щиток; 8-чистик; 9-ведуча зірочка; 10-задній важіль; 11-обмежувач; 12-нижній важіль; 13-натяжний гвинт; 14-подавальний ланцюг (показано штрихпунктиром); 15-пружина; 16-чистик; 17-натяжний пристрій; 18-зубчатий сектор; 19-пружина; 20-передній важіль; 21-боковина; 22-стояк; 23-чистик; 24-напрямна; 25-піднімальний ланцюг; 26-притискна планка; 27-ведена зірочка; 28-вал; 29-корпус; 30-зірочка; 31-натяжний гвинт; 32-натяжна зірочка.

Для встановлення реборд роликів натяжних пристроїв в одну площину на осі обертання роликів між кронштейном і розпірною втулкою встановлюють шайби.

Натяг холостих віток подавальних ланцюгів регулюють натягуванням пружин 15 за допомогою гвинтів 13 так, щоб при зусиллі 20 кН, прикладеному в горизонтальній площині на ділянці між роликом і ведучою зірочкою, стріла прогину становила 12 ... 15 мм.

У відрегульованому контурі в процесі експлуатації натяг подавальних ланцюгів підтримується автоматично натяжним пристроєм за допомогою пружини 15.

Для забезпечення безвідказної роботи натяжного пристрою заскочка повинна зачіплюватись за зуби сектора по всій довжині зубчастої поверхні.

Зачеплення заскочки регулюють переміщенням зубчастого сектора 18,

послабивши його кріплення. Після регулювання болти надійно затягнути.

Для регулювання зачеплення заскочки з зубчастим сектором потрібно звільнити натяжний пристрій від подавального ланцюга.

Причиною сходження подавального ланцюга може бути спрацювання дерев'яних напрямних і намотування на ролики й зірочки бур'янів. Тому потрібно стежити, щоб зазор між чистиками 16 і обертовими циліндричними поверхнями зірочок і роликів становив 1...2 мм, а також контролювати дерев'яні напрямні.

### ***3. Перевірка й регулювання різального апарата***

У різальному апараті встановлюють зазори між притискачами і сегментами (не повинні перевищувати 1,25 мм) і зазори між сегментами і протирізальними пластинами (не повинні перевищувати 2 мм). Під час регулювання притискачів підкладають або знімають регулювальні прокладки.

Сегменти повинні розміщуватись симетрично проти протирізальних пластин. Допускається зміщення не більш як 5 мм. У крайніх положеннях носок сегмента повинен заходити за край леза протирізальних пластин. Положення сегмента регулюють зміною довжини шатуна.

Різьбовий хвостовик ножа і різбовий отвір шарніра повинні суміщатись по висоті. Регулюють за допомогою прокладок під плитою опори коромисла.

### ***4. Перевірка й регулювання подрібнювача комбайна КОП-1,4В***

Перевіряючи стан подрібнювача, треба добитися того, щоб ножі подрібнювача не чіпляли за протирізальні пластини, вальці і стінки кожуха. Зазор між ножами і протирізальними пластинами під час роботи комбайна повинен становити 2...5 мм. Його регулюють переміщенням опорних корпусів підшипників вала подрібнювача і встановленням прокладок під них.

### ***5. Вивчення будови й регулювання очисного апарата і притискного пристрою комбайна КОП-1,4В***

Для забезпечення нормальної роботи очисного апарата важливо, щоб було правильне попереднє стискання пружин очисних вальців і правильне положення щитків на сходження качанів з очисних, вальців.

Стискання пружин і положення щитків забезпечують на заводі або в ремонтній майстерні підприємств. Пружини натягують загвинчуванням гайок на кінцях тяг вушок. Пружини повинні бути стиснуті до довжини 80...82 мм.

Зазор між щитками і вальцями регулюють переміщенням щитка по овальних пазах (не повинен перевищувати 2,5 мм). При більшому зазорі спостерігаються зависання і затримка качанів на очисному апараті, що викликає зношення гумових втулок на кінцях вальців.

Доступ до пружин з боку шнека качанів утруднений, а тому відсувають транспортер обгортки назад, від'єднавши його від рами машини і верхніх бокових камери обгортки, а також знявши приводний ланцюг і відключивши сигналізацію привода транспортера обгортки.

Якщо зазор, що утворився між чавунними та обгумованими вальцями (в результаті пошкодження вальців і гумових втулок), не можна усунути підтисканням пружин вальців, пошкоджені і спрацьовані втулки потрібно замінити.

Збільшення зусилля притискання качанів лопатями барабанів до вальців регулюється зміною підтискання пружини підвіски гайкою.

Зовнішні кромки еластичних лопатей барабанів під час регулювання повинні бути розміщені (залежно від стану обгортки качанів) на 5...15 мм нижче зовнішньої поверхні середнього за розмірами качана, що лежить вздовж між вальцями.

Під час очищення качанів, у яких обгортки щільно прилягають, рекомендується збільшенням кількості шайб підвищити зусилля притискання барабанів до качанів. При регулюванні натягу роликів ланцюгів привода барабанів за допомогою натяжних кронштейнів необхідно стежити за тим, щоб вал барабанів був розміщений паралельно валу бітерів. Провисання приводних ланцюгів при цьому не допускається.

#### **6. Перевірка й регулювання транспортера обгортки комбайна КОП-1.4В**

Для запобігання перекосам і полонкам скребків, ослабленню заклепок кріплення скребків до ланцюгів потрібно стежити за тим, щоб натяг обох ланцюгів транспортера був нормальний і однаковий, а ведучий вал не був перекошений.

Ланцюги транспортерів натягують переміщенням ведучого вала за допомогою натяжного пристрою.

#### **7. Перевірка й регулювання шнеків качанів і зерна**

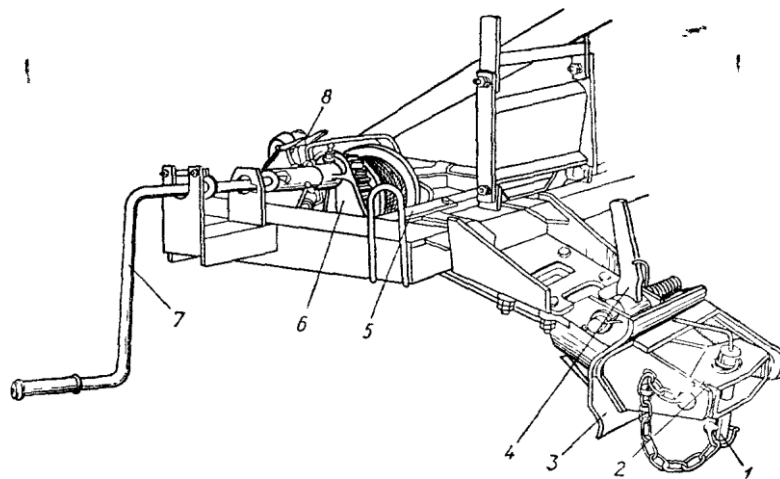
Шнек качанів повинен вільно обертатись від зусилля руки і не чіпляти за стінки кожуха. Зазор між спіральною стрічкою і стінками кожуха регулюють переміщенням кожуха в овальних отворах у кронштейнах кріплення його до рами.

Осі шнека зерна і ведучого вала повинні збігатися, а фланець корпусу має щільно прилягати до накладки транспортера очищених качанів. Регулюють зміщенням кожуха шнека в овальних отворах кронштейнів кріплення його до рами. Правильно відрегульований шнек повинен вільно обертатись вручну

#### **8. Вивчення будови й регулювання механізму зчіпки комбайна КОП-1,4В**

Механізм зчіпки призначений для підтягування до комбайна і зчіплювання з ним візка. Складається механізм з лебідки 6 (рис. 2), причепа 2, уловлювача 3, штиря 1.

Для того щоб з барабана лебідки не спадав трос, зазор між обмежувачем 5 і бортом барабана не повинен перевищувати 1,5 мм. Регулюють цей зазор переміщенням обмежувача в овальних отворах.



**Рис. 2. Механізм зчіпки:**

1 — штир; 2 — причіп; 3 — уловлювач, 4 — рукоятка упора; 5 — обмежувач; 6 — лебідка; 7 — рукоятка; 8 — заскочка.

#### **9. Вивчення будови й регулювання сигналізаторів комбайна КОП-1.4В**

До системи сигналізації входять: сигналізатори, встановлені в руслах, сигналізатори труб подрібненої маси, сигналізатори очисного апарата і транспортера обгортки. Складається сигналізація з пульта, сигналізаторів і електропроводки.

Якщо комбайн не працює, а пульт сигналізації включений, сигналізатори русел повинні подавати світловий сигнал. Справність сигналізаторів та електропроводки

перевіряють від'єднанням проводів безпосередньо біля сигналізаторів. При цьому лампочка не повинна горіти. Коли провід приєднати, лампочка загоряється.

Роботу сигналізаторів труб перевіряють натисканням руки на мембрану при відкритих кришках. При цьому подаються звукові і світлові сигнали

Відчутність сигналізаторів регулюють зміною величини зазору між регулювальним гвинтом і контактом мембрани.

Остаточно зазор регулюють під час роботи комбайна.

Корпус сигналізатора муфт встановлюють так, щоб зазор між важелем вмикача і площиною, яка при спрацюванні запобіжної муфти відходить, становить І...1,5 мм

#### **10. Перевірка правильності регулювання натягу транспортерних ланцюгів комбайна КОП-1,4В**

Натяг транспортерних ланцюгів вважають нормальним, якщо їх неважко підняти над столом транспортера в його середній частині на 80 100 мм (для транспортерів очищених і неочищених качанів) і на 40. 50 мм (для транспортера обгортки).

#### **11. Вивчення будови й роботи механізму автоматичного спрямування русел по рядках комбайнів КОП-1,4В**

Механізм полегшує водіння комбайна особливо тоді, коли швидкість перевищує 8 км/год. Працює механізм від гідросистеми трактора і складається з копіра, шарнірно з'єданого передавальним механізмом з золотником розподільника.

### **ЗАВДАННЯ ДЛЯ ЗВІТУ**

1. Описати перевірку й регулювання сигналізаторів комбайна.
2. Накреслити схему привода відривних ральців комбайна.

### **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. З яких основних частин складається комбайн КОП-1,4В?
2. Як регулюють ручаї комбайна КОП-1,4В?
3. Як регулюють різальний апарат комбайна КОП-1,4В?
4. Яку має будову і як регулюють подрібнювач листостеблової маси комбайна КОП-1,4В?
5. Як працює і які має регулювання очисний апарат комбайна КОП-1,4В «Херсоніць-7»?
6. Яку має будову, як працює і як регулюється транспортер обгортки комбайна КОП-1,4В?
7. Яке має призначення і як регулюють шнеки комбайна КОП-1,4В?
8. Яку має будову, як працює та як регулюється механізм зчипки комбайна КОП-1,4В «Херсоніць-7»?
9. Яку має будову і як працює механізм автоматичного спрямування русел по рядках у комбайна КОП-1,4В?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

### ВИЗНАЧЕННЯ ВОЛОГОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАТЕРІАЛІВ

#### Мета роботи:

Навчитись визначати вологість сільськогосподарських матеріалів.

#### Характеристика вологості та спосіб її визначення

Вологість є характеристикою вмісту води в матеріалі. Застосовуються дві характеристики вологості. У одній маса води в матеріалі відноситься до маси вихідного матеріалу, у другій - до маси сухого матеріалу.

$$w_1 = \frac{m_e - m_c}{m_d}, \quad (1)$$

$$w_2 = \frac{m_e - m_c}{m_c} \quad (2)$$

де  $m_e$  - маса вихідного матеріалу,  $m_c$  - маса сухого матеріалу

Для визначення вологості матеріал сушать у електричних печах. Для дослідів приймають статистично достатню кількість зразків. Вагу матеріалу періодично визначають на аналітичних вагах. Сухим вважається матеріал маса якого при послідовних зважуваннях практично не змінюється.

#### Методика визначення вологості

Для визначення вологості при виконанні лабораторної роботи зручно використовувати пісок, тому що можна досить легко міняти його вихідну вологість. Крім того, час висушування його порівняно невеликий.

Перед виконанням експерименту пісок зволожують, набирають у алюмінієві баночки і встановлюють у сушильну піч. Час, через який слід зважувати зразки, становить приблизно 10 хвилин. Зважують матеріал разом з баночкою і записують результати до таблиці 1.

Масу води можна визначити як різницю мас матеріалу разом з баночкою - вихідної і після закінчення сушки, тобто масами значення яких розміщені у першому і останньому рядках таблиці 1. Ці дані записують до першого рядка таблиці 2.

Масу вихідного  $m_e$  і сухого  $m_c$  матеріалу можна знайти як різницю між значеннями, які входять до першого і останнього рядків таблиці 1, і масою баночки. Ці дані записують у другий та третій рядки таблиці 2.

Таблиця 1

Форма для запису результатів експериментів по визначенню вологості

Номер виміру	Маса зразка разом з баночкою для зазначеного номера				
	1	2	3	...	n
1					
2					
...					
k					

Форма для запису результатів обробки експериментів по визначенню вологості

Характеристики					Середнє значення	Середнє квадратичне відхилення
	1	2		n		
$m_e - m_c, \Gamma$						
$m_a, \Gamma$						
$m_c, \Gamma$			1			
$W_1$						
$W_2$						

Характеристики вологості визначаються за допомогою формул (1), (2) і записуються до останніх рядків таблиці 2.

При виконанні статистичної обробки визначимо числові характеристики розподілу ймовірностей значень вологості - середнє значення та середнє квадратичне відхилення, а також точність визначення середнього значення за допомогою відносного значення довірчого інтервалу для заданого значення довірчої ймовірності. Величину довірчого інтервалу можна визначити за такою формулою

$$\Delta_w = \sigma_w t_\alpha \quad (3)$$

де  $\sigma_w$  - середнє квадратичне відхилення вологості,

$t_\alpha$  - квантіль розподілення Ст'юдента, що відповідає довірчій ймовірності  $\alpha$ .

Середнє квадратичне відхилення вологості, з огляду на порівняно невелику кількість зразків, для вимірів визначимо за такою формулою

$$\sigma_w = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (w_i - \bar{w})^2} \quad (4)$$

де  $n$  - кількість зразків,

$w_i$  - вологість  $i$ -го зразка,

$\bar{w}$  - середнє значення вологості

$$\bar{w} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n w_i \quad (5)$$

Відносне значення довірчого інтервалу дорівнює

$$\delta_w = \frac{\Delta_w}{w} \quad (6)$$

Якщо прийняти порівняно невелике значення  $\delta_w$  і досить високе значення довірчої ймовірності, то точність визначення середнього значення можна буде вважати достатньою.

## Значення коефіцієнта Ст'юдента

<i>n-1</i>	Задана довірча імовірність				
	0,80	0,90	0,95	0,98	0,99
2	1,886	2,920	4,303	6,965	9,925
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	1,533	2 132	2776	3,747	4,604
5	1,467	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,440	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,415	1,895	2,365	3,500	4,029
8	1,397	1,860	2,306	2,897	3,355
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,250
10	1,372	1,813	2,228	2,764	3,169
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	1,350	1,771	2,160	2,650	3,012
14	1,345	1,761	2,145	2,625	2,977
15	1,341	1,753	2,131	2,603	2,947
16	1,337	1,746	2,120	2,584	2,921

**Порядок виконання роботи.**

1. Згідно результатів експериментів із визначення вологості провести необхідні обчислення, результати котрих занести у таблицю 2.  
Маса баночок рівна 7 грам.
2. Обчислити величину довірчого інтервалу і його відносне значення.
3. Зробити висновки по роботі.

**ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №3****АНАЛІЗ ЛІНІЙНИХ РОЗМІРІВ НАСІННЯ.**

**Мета.** Провести аналіз насіння по товщині.

**Прилади.** Для виконання роботи користуються решітним класифікатором РКФ-1 і лічильником насіння ППС-1.

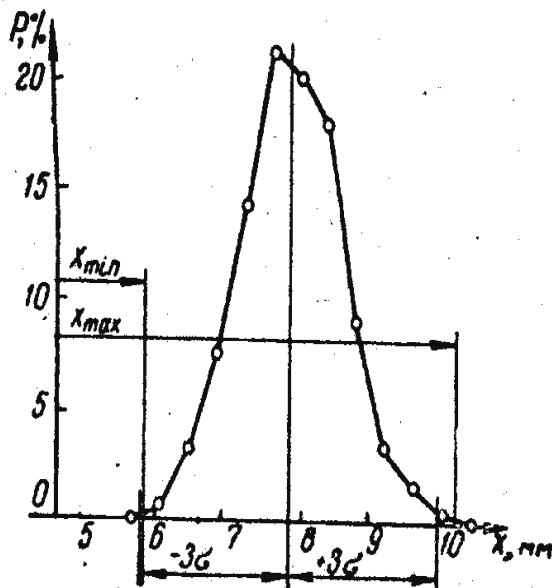
**Теоретична частина.**

Фізико-механічні властивості насіння, отриманого з однієї рослини, неодинакові.

Для визначення можливості розділення вихідного зернового матеріалу (суміші) за тією чи іншою властивістю чи ознакою необхідно провести масові виміри насіння і обробити отримані дані методами варіційної статистики.

Для цієї мети:

1. Від вихідного матеріалу відбирають певну кількість насіння (  $N=500$  або  $1000$ шт.) насіння досліджуваної культури.
2. Проводять виміри досліджуваної ознаки у всіх  $N$  зерен.



3. Встановлюють максимальне  $X_{\max}$  і мінімальне  $X_{\min}$  значення досліджуваної ознаки.

Рис. 1. Варіаційна крива розподілу насіння пшениці по довжині.

4. Вибирають величину класового проміжку (інтервал)  $\lambda$ . Звичайно при зміні товщини і ширини зернових колоскових приймають  $\lambda = 0,2$  мм, а при вимірюванні їх довжини приймають  $\lambda = 0,4$  мм.
5. Визначають число класів за формулою:

$$n = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{\lambda}$$

6. Встановлюють межі класів

$$X_{\min}, X_{\min} + \lambda, X_{\min} + 2 \cdot \lambda, \dots, X_{\max}$$

7. Підраховують частоту (кількість зерен  $m$ , належних кожному класу). Дані варіаційного ряду наведені в таблиці 1.

По цих даних будують варіаційну криву (рис. 1), де по осі абсцис відкладають інтервали класів, а по осі ординат частоту – число випадків в кожному класі.

Таблиця 1

Показники	№ класу											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Межі класу, мм	5,8	6,2	6,6	7,0	7,4	7,8	8,2	8,6	9,0	9,4	9,8	10,2

Середній розмір насіння в класі $X_i$ , мм		6,0	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0	8,4	8,8	9,2	9,6	10	
Частота повторення :													
$m_i$ , шт		3	16	38	72	107	101	90	46	17	8	2	
$P_i$ , %		0,6	3,2	7,6	14,4	21,4	20,2	18,0	9,2	3,4	1,6	0,4	

Для співставлення варіаційних рядів необхідно визначити:

1. Середню величину досліджуваної ознаки або середнє арифметичне

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i \cdot m_i}{N}$$

де  $N$  – загальне число варіантів.

2. Середнє квадратичне відхилення

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n m_i \alpha_i^2}$$

де  $\alpha_i$  - відхилення від середнього,  $\alpha_i = X_i - \bar{X}$ .

Величина  $\sigma$  характеризує розсіювання варіаційного ряду і буде тим більша, чим більша різниця  $X_{\max} - X_{\min}$ . Приблизно 99.7% всієї кількості насіння знаходиться в межах від  $\bar{X} - 3\sigma$  до  $\bar{X} + 3\sigma$ .

3. Коефіцієнт змінності (коефіцієнт варіації)

$$c = \frac{\sigma}{\bar{X}} 100\%.$$

Коефіцієнт варіації дає можливість порівнювати змінність різних ознак.

Замість вимірювання певної кількості зерен (500-1000 шт.) розділення на класи зручніше проводити на решітних класифікаторах.

Варіаційний решітний класифікатор РКФ – 1 (рис. 2) призначений для аналізу розмірів і характеристики насіння сільськогосподарських культур по ширині і товщині за допомогою набору решіт. Класифікатор РКФ-1 можна використовувати також для підбору решіт для зерноочисних машин.

Прилад змонтовано на основі 7 і він складається з електромагніту, якір 1 якого жорстко з'єднано з нижнім диском 2, трьох спіральних пружин 3 і верхнього диску 4; набору лабораторних решіт 5 (8 шт.), встановлених на нижній диск і притиснутих верхнім диском ручкою з ексцентрик 6.

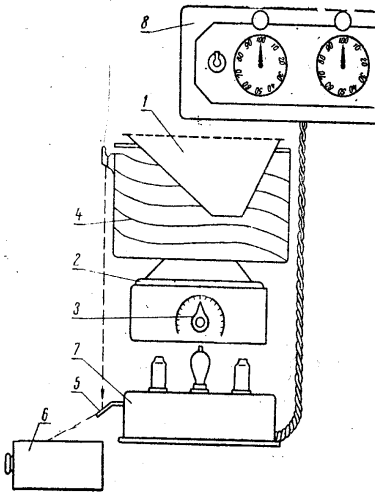


Рис. 2. Схема вібраційного решіткового класифікатора.

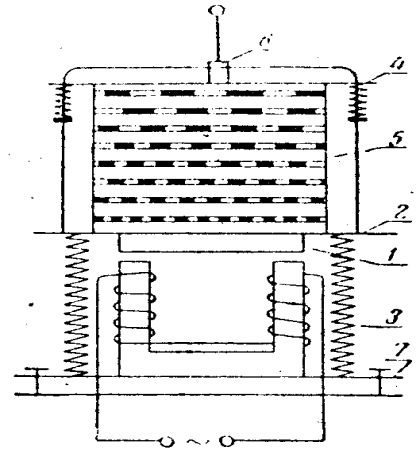


Рис. 3. Схема лічильника насіння ППС – 1.

Нижня частина приладу захищена захисним кожухом. Решета приводяться в коливальні рухи електромагнітом і якорем 1.

Амплітуда коливань змінюється підбором напруги живлення обмотки електромагніта. Для цього живлення класифікатора здійснюється через лабораторний автотрансформатор (ЛАТР-2).

Схему приладу ППС-1 показано на рис. 3. Принцип роботи приладу полягає в наступному: під дією вібраційних коливань насіння з дна вібратора піднімається по гвинтовій доріжці 4 догори, падають на пластину 5 п'єзоелементу і деформують її. Виникаючий при цьому імпульс струму підсилюється електронним підсилювачем 7. Імпульс передається до лічильника імпульсів. Ширина гвинтової доріжки підібрана з таким розрахунком, щоб виключити випадання одночасно двох зерен.

Таблиця 2.

Показники	№ класу											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Границі класу, мм	5,8	6,2	6,6	7,0	7,4	7,8	8,2	8,6	9,0	9,4	9,8	10,2
Середня довжина насіння в класі $X_i$ мм	6,0	6,4	6,8	7,2	7,6	8,0	8,4	8,8	9,2	9,6	10,0	
Частота повторення: $m_i$ , шт												
$P_i$ %												
Середня довжина зерен												
	№ класу											

Показники	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$\alpha_i = X_i - \bar{X}$ .											
$\alpha_i^2$											
$\alpha_i^2 m_i$											
Середнє квадратичне відхилення											
Коефіцієнт варіації											

### Порядок виконання роботи

1. Відрахувати 500 шт. зерен.
2. Цю кількість зерен засипати на верхнє решето. Поставити зверху кришку і всі 8 решіт затиснути між верхнім і нижнім дисками поворотом рукоятки з ексцентриком.
3. Ввімкнути в мережу автотрансформатора (рукоятка повинна бути в положенні "0"). Ключ, розміщений на кожусі класифікатора, встановити в положення "Включено" і потім підняти напругу автотрансформатора до 80-100 В.
4. Через 3-5 хв роботи класифікатор вимкнути.
5. Підрахувати число зерен на кожному решеті. Результати занести у варіаційну таблицю (табл. 2) і провести необхідні розрахунки.
6. Побудувати варіаційну криву.
7. Показати на варіаційній кривій значення

$$\bar{X}, \bar{X} - 3\sigma \text{ і } \bar{X} + 3\sigma.$$

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4

### ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ РЕШЕТА

**Мета.** Дослідним шляхом визначити залежність кількості зерна  $P$ , що просівається через решето, повноту поділу  $\epsilon$  і засміченість очищеного матеріалу від навантаження  $Q$ .

**Устаткування, прилади, інструменти.** Для виконання роботи необхідні лабораторна установка, ваги платформні, ваги технічні, секундомір, тахометр, штангенциркуль, лінійка, кутомір, тара для зерна.

### Теоретична частина

Принципова сторона технологічного процесу роботи всякого решета полягає в тім, щоб розділити оброблюваний матеріал на двох фракціях по розмірам. Одні частки матеріалу, розмір яких менше розміру отворів, повинні проходити в отвори решета. Інші частки, розмір яких більше розміру отворів, повинні переміщатися по поверхні решета. У зерноочисній машині при обробці матеріалу одночасно беруть участь кілька решіт, що виконують різні по технологічному призначенню операції. За характером виконуваної

роботи розрізняють зернові, підсівні, сортувальні і розвантажувальні решета.

Зерновий матеріал, що надходить від комбайнів на тік, у більшості випадків містить домішки дрібних і великих часток. Про можливість відділення дрібних і великих домішок можна судити по варіаційних кривих розподілу насіння по одному з розмірних ознак (товщині, ширині або довжині). Якщо варіаційні криві насіння основної культури і домішок не перекриваються (рис. 1, а), то можливе повне очищення насіння основної культури від домішок. У випадку, коли варіаційні криві основної культури і домішок перекривають один одного (рис. 1, в) відділення домішок по заданій розмірній ознаці неможливо. При частковому перекритті варіаційних кривих (рис. 1, б) повне відділення домішок можливо за умови відходу частини насіння основної культури з домішками.

Розміри отворів у цьому випадку вибирають з таким розрахунком, щоб одержати необхідну чистоту насіння, не допускаючи при цьому зайвих втрат.

Ефективність роботи решіт оцінюється кількісними і якісними показниками, до яких відносять:

- а) кількість зерна  $P$ , що просіялося через отвори решета за одиницю часу;
- б) повноту виділення  $\varepsilon$  насіння;
- в) засміченість очищеного матеріалу.

Величину  $P$  визначають за формулою:

$$P = \frac{G}{t},$$

де  $t$  — тривалість досліду;

$G$  — вага матеріалу, що пройшов в отвори решета за час  $t$ .

Повноту виділення оцінюють відношенням ваги часток, що пройшли через отвори решета, до ваги часток, що можуть пройти в отвори решета:

$$\varepsilon = \frac{P}{cQ},$$

де  $c$  - коефіцієнт, що показує зміст насіння дрібної (прохідної) фракції у вихідному матеріалі;

$Q$ -навантаження на решето — кількість матеріалу, що надходить на решето в одиницю часу.

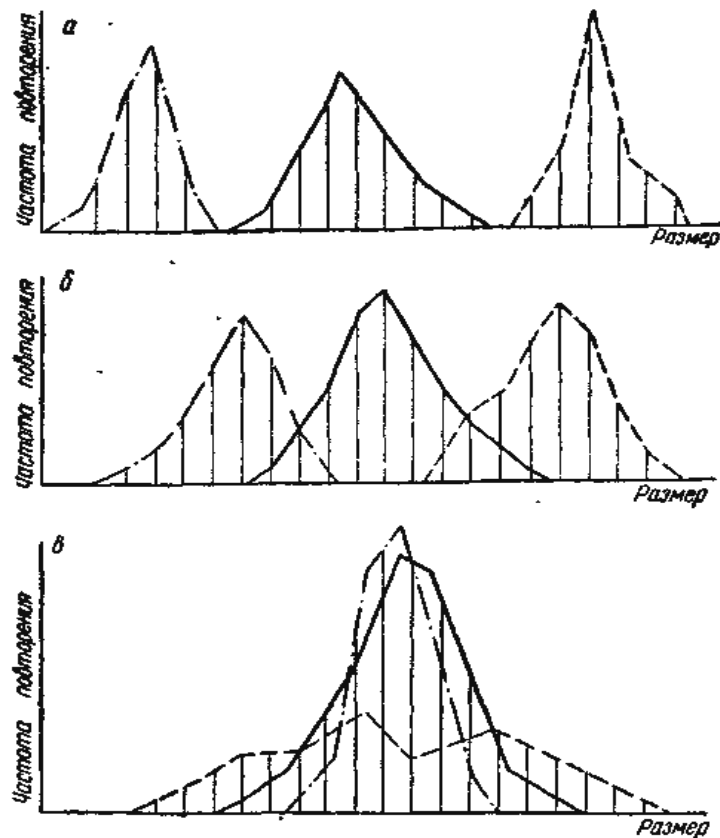


Рис. 1. Варіаційні криві компонентів вороху (суцільною лінією позначена основна культура, пунктирною – великі домішки, штрих пунктирною – дрібні домішки)

При роботі зерноочисної машини по очищенню визначеного зернового вороху показники роботи решіт залежать від навантаження  $Q$ . Із збільшенням навантаження на решета процес поділу матеріалу погіршується. Процес виділення дрібних часток складається з двох етапів. На початку частки проходять через шар зерна до робочої поверхні решета, а потім, увійшовши в контакт із поверхнею решета і рухаючись відносно неї, проходять в отвори решета. При збільшенні навантаження створюються менш сприятливі умови для виділення дрібних часток через шар зерна й отвору решета. Тому зі збільшенням навантаження на решета величина  $P$  і повнота поділу  $\epsilon$  зменшуються.

Лабораторна установка (рис. 2) складається з решітного стану 1 і бункера 4 з живильним валиком 2. Решітний стан має чотири решета:  $A$  — розвантажувальне,  $B$  — зернове,  $B$  — підсівне і  $\Gamma$  — сортувальне. Привод решітного стану здійснюється від електродвигуна 5. Для регулювання навантаження на решето є заслінка 3. Оброблюваний матеріал з бункера живильною катушкою подається на розвантажувальне решето  $A$ , що поділяє весь потік вороху по розмірах на дрібну і велику фракції. Кожна фракція обробляється на решетах окремо. Схід з решета  $A$  — фракція з великими насіннями і великими домішками, не утримуючих дрібних домішок і дрібного зерна, надходить на зернове решето  $B$  для виділення великих домішок. Схід із зернового решета  $B$  — великі домішки (вихід I). Прохід через це решето — велика фракція зерна основної культури, очищеного від великих і дрібних домішок (вихід II). Прохід через розвантажувальне решето  $A$  — фракція з дрібними насіннями і дрібними домішками, не утримуюча великих домішок, надходить на підсівне решето  $B$ , а потім на сортувальне решето  $\Gamma$ . Крізь підсівне решето виділяються дрібні домішки (вихід V), а на сортувальному решеті виділяються шуплі зерна (вихід IV). Схід сортувального решета  $\Gamma$  —

очищена дрібна фракція зерна основної культури (вихід III). Таким чином, після обробки на лабораторній установці зернового вороху, що містить великі і дрібні домішки, одержуємо п'ять виходів. З них вихід II і III — очищене зерно.

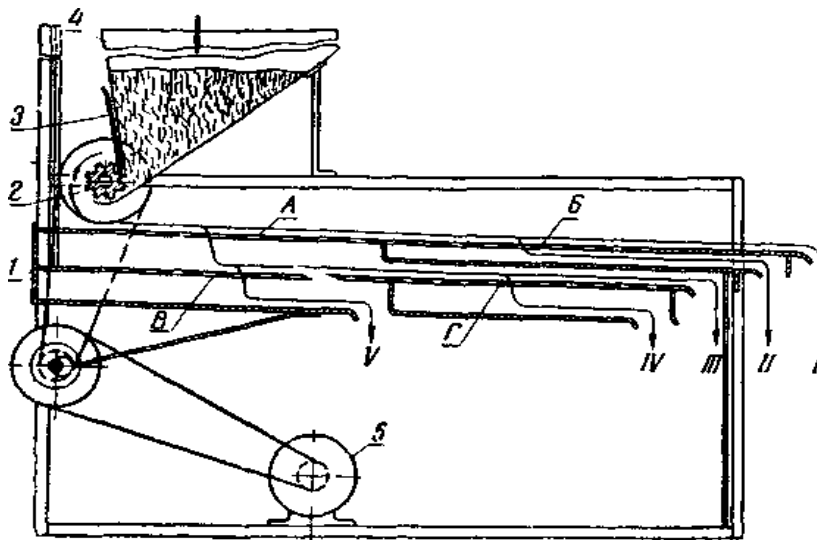


Рис. 2. Лабораторна установка для вивчення технологічного процесу роботи решіт:  
*A* — розвантажувальне решето, *B* — зернове решето; *B* — підсівне решето; *Г* — сортувальне решето, *I* — вихід великих домішок; *II* — вихід очищеної великої фракції зерна основної культури; *III* — вихід очищеної дрібної фракції зерна основної культури; *IV* — вихід дрібного, щуплого і дробленого зерна, *V* — вихід дрібних домішок

### Порядок виконання роботи.

1. зняти характеристику лабораторної установки. Результати записати в таблицю 1. При знятті характеристики необхідно:

- замірити розміри решіт: довжину  $L$  і ширину  $B$ ;
- визначити кутиміром нахил решіт до горизонту  $\beta$ ;
- замірити тахометром по ексцентриковому валі число коливань  $n$  у хв решітного стану;
- визначити амплітуду коливань  $r$  решітного стану.

Для цього розстеляють чистий лист паперу, до якого підводять олівець, жорстко укріплений на нерухомій рамі. Вручну провертають приводний механізм. Слід, залишений олівцем на папері, відповідає по довжині розмаху коливань. Амплітуда коливань дорівнює половині розмаху.

Таблиця 1.

Назва решета	Довжина. $L$ м	Ширина. $B$	Розміри отворів, мм			Амплітуда коливань. $r$ мм	Частота коливань $n$ , кол/хв	Кут нахилу решета до горизонту $\beta$
			a	l	d			

2. Установити необхідні по розміру і формі отворів розвантажувальне, зернове,

підсівне і сортувальне решета. Характеристика вихідного матеріалу (засміченість зернової купи дрібними частками —  $T$  і великими частками —  $K$  у відсотках і варіаційні криві розподілу розмірів часток) задається студентам викладачем до початку досліду. Розвантажувальне і сортувальне решето підбирають по варіаційній кривій, побудованій для очищеного зерна основної культури. Розмір отворів розвантажувального решета повинен бути рівний приблизно середньому розміру (товщині чи ширині) насіння (середньоарифметичному -  $M$ ).

Розмір отворів сортувального решета підібрати з таким розрахунком, щоб крізь решето могло пройти приблизно 4 — 5% зерен (щуплих і дрібних) основної культури.

У випадку, коли варіаційні криві домішок і основної культури не перекриваються, розмір отворів підсівного решета підбирається по найбільшому розмірі дрібної домішки, а зернового решета — по максимальному розміру зерен основної культури.

Розміри отворів решіт (ширину  $a$ , довжину  $l$ , діаметр  $d$ ) записати в таблицю 1.

3. Визначити величину  $P$ , повноту поділу  $\epsilon$  і засміченість очищеного матеріалу при трьох різних значеннях навантаження  $Q$ . Величину навантаження регулювати заслінкою 3. Тривалість досліду 2—3 хв. Після досліду зважуванням визначити вагу кожного окремо виходу. Результати дослідів занести в таблицю 2.

Таблиця 2.

№ досліду	Тривалість досліду $t, c$	Вага виходу зерна, кг					Загальна вага виходу $G, кг$
		$G_1$	$G_2$	$G_3$	$G_4$	$G_5$	

4. Визначити засміченість очищеного матеріалу. Для цього вихід II і III змішують і відбирають середню пробу вагою 1 кг. З цієї проби на дільнику чи вручну (методом хрестоподібного розподілу) відбирають навішення 50 г. Це навішення розбирають на чисті насіння і домішки. Відношення ваги домішок до ваги навішення (50 г) множать на 100 і одержують засміченість очищеного зерна у відсотках.

5. По вазі виходів підрахувати:

а) *Навантаження на решета.*

Початкове навантаження на зернове решето

$$Q_3 = \frac{G_1 + G_2}{t} \text{ кг/сек.}$$

Початкове навантаження на підсівне решето

$$Q_n = \frac{G_3 + G_4 + G_5}{t} \text{ кг/сек.}$$

і сортувальне решето

$$Q_c = \frac{G_3 + G_4}{t} \text{ кг/сек.}$$

б) Кількість зерна, що пройшло отвори решета в одиницю часу.

Для зернового решета

$$P_3 = \frac{G_2}{t} \text{ кг/сек.}$$

Для підсівного решета

$$P_n = \frac{G_5}{t} \text{ кг/сек.}$$

Для сортувального решета

$$P_c = \frac{G_4}{t} \text{ кг/сек.}$$

Якщо у виході IV містяться дрібні домішки, не виділені підсівним решетом, їх відсівають лабораторними решетами.

в) Повноту виділення.

Повнота виділення для зернового решета

$$\varepsilon_3 = \frac{P_3}{c_3 Q_3},$$

де  $c_3$  — коефіцієнт, що показує зміст зерна (прохід) у матеріалі, що надходить на зернове решето.

Величину цього коефіцієнта визначають за формулою:

$$c_3 = 1 - \frac{k}{100} \frac{G}{G_1 + G_2}$$

де  $k$  — засміченість зернового вороху великими домішками в бункері, %;

$G$  — загальна вага виходів.

Повнота виділення підсівного решета

$$\varepsilon_n = \frac{P_n}{c_n Q_n}$$

де  $c_n$  — коефіцієнт, що характеризує зміст дрібних домішок у зерновому матеріалі, що надходить на підсівне решето

$$c_n = \frac{m}{100} \frac{G}{G_3 + G_4 + G_5}$$

( $m$  — засміченість зернової купи дрібними домішками в бункері, %).

Повнота виділення для сортувального решета

$$\varepsilon_c = \frac{P_c}{c_c Q_c}$$

де  $c_c$  — коефіцієнт, що характеризує зміст у зерні, що надходить на сортувальне решето, щуплих насіннь, що підлягають виділенню на сортувальному решеті

$$c_c = \frac{m}{100} \frac{G}{G_3 + G_4}$$

( $n$  — відсоток щуплих насіннь у зерні основної культури в бункері).

Результати розрахунків занести в таблицю 3.

Таблиця 3.

№ досліду	Назва решета	Навантаження на решето	Кількість зерна, що пройшло через решето за одиницю часу $P, \text{кг/с}$	Повнота виділення $\varepsilon$	Забруднення очищеного матеріалу %	
					Міlkими домішками	Великими домішками

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 5

### ВИЗНАЧЕННЯ ЗУСИЛЛЯ ПЕРЕРІЗАННЯ

**Мета:** Визначити зусилля перерізання стебел за допомогою маятнікового копра.

#### Теоретична частина

В цій роботі визначається зусилля, яке необхідне на перерізання стебел рослин. Це виконується за допомогою маятнікового копра (рис. 1). У вихідному положенні його маятник спирається на певний зуб 7. Їх номери ( $Z1, Z2...$ ) відраховуються від вертикального положення маятника проти напрямку руху стрілки годинника. Кут відхилення маятника у вихідному положенні збільшується, якщо необхідно

забезпечити підвищене зусилля для перерізання стеблини. Вихідне положення важеля реєструється стрілкою 3, яка за допомогою упора 5 повертається у відповідне положення. Реєстрація положення стрілки здійснюється за допомогою шкали 4. Положення стрілки фіксується за допомогою фрикційного гальма 2. Лезо 10, яким перерізається рослина, закріплене у нижній частині маятника. Там же розміщена баластна маса, яка необхідна для збільшення енергії маятника. Рослина 11 закріплюється у нижній частині копра. Виведення маятника з вихідного положення здійснюється за допомогою важеля 6. Після цього маятник повертається під дією сили тяжіння  $\bar{G}$ , яка прикладена в центрі маси  $C$  (у вихідному положенні - точка  $C_0$ ).

За рахунок кінетичної енергії, яка набувається при русі маятника, рослина перерізається. Внаслідок витрати енергії на перерізання рослини положення точки  $A$  леза, яка стикається зі стеблом, у порівнянні з вихідним положенням, змінюється. Висота  $H$  цієї точки в момент досягнення маятником верхнього положення зменшується (висота точки  $A$  у вихідному положенні на рис.1 позначена як  $h_0$ ).

Верхнє положення точки  $A$  після перерізання реєструється лівою стрілкою 1, яка повертається за допомогою упора 13. Зауважимо, що упори 5 та 13 розміщуються з різних сторін маятника, тому стрілки 1 і 3 реєструють положення точки  $A$  у вихідному та кінцевому положеннях. Їх положення не змінюються при гойданні маятника. Його можна припинити за допомогою педалі, яка змінює положення колодки гальма 12 (при виконанні перерізання положення колодки цього гальма повинно забезпечувати вільний рух маятника).

Рівняння робіт сил при виконанні експерименту можливо записати у такому вигляді:

$$m_{np}gh_0 = m_{np}gh + P_{cp}d_p \quad (1)$$

де  $m_{np}$  - маса маятника приведена до точки  $A$  торкання леза з рослиною;

$g$  – прискорення вільного падіння;

$h_0, h$  - відповідно висоти точки  $A$  у вихідному положенні та після перерізання;

$P_{cp}$  - середнє зусилля перерізання

$d_p$  - діаметр стеблини.

В зв'язку з наявністю сил тертя в опорах маятника величину  $h_0$  можна замінити величиною  $h'_0$  піднімання точки  $A$  при відсутності рослини, тобто при вільних коливаннях маятника. З врахуванням цієї обставини середнє зусилля перерізання стеблини можна визначити за такою формулою:

$$P_{cp} = \frac{m_{np}g(h'_0 - h)}{d_{cp}}, \quad (2)$$

Для того, щоб скористуватися цією формулою, необхідно знайти величину приведеної маси, висоти положення точки  $A$  та діаметр стеблини.

Приведену масу можна знайти склавши рівняння кінетичних, або потенціальних енергій фізичного та математичного маятника, вся маса якого приведена до точки  $A$ . Рівняння кінетичних енергій має такий вигляд:

$$\frac{I\omega^2}{2} = \frac{m_{np}R_{np}^2\omega^2}{2} \quad (3)$$

де  $I$  - момент інерції фізичного маятника;  
 $R_{np}$  - радіус точки  $A$  відносно осі гойдання маятника.

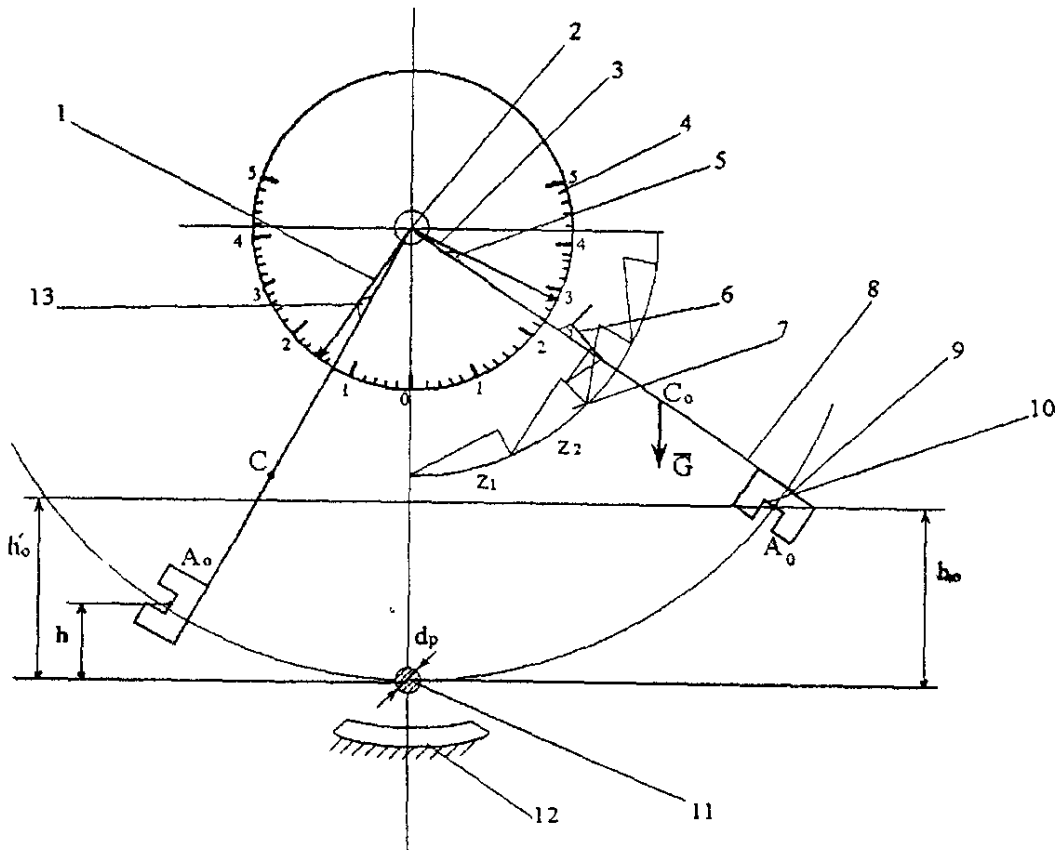


Рис. 1. Маятниковий копер:

1 - стрілка ліва; 2 - гальмо стрілок; 3 - стрілка права; 4 - шкала; 5 - упор правої стрілки; 6 - важіль для розфіксації положення маятника; 7 - зуб на який спирається маятник у вихідному положенні; 8 - маятник; 9 - баластна маса маятника; 10 - лезо, яке перерізає рослину; 11 - стебло рослини, яке перерізається; 12 - гальмо маятника; 13 - упор лівої стрілки.

Звідси маємо

$$m_{np} = \frac{I}{R_{np}^2} \quad (4)$$

Момент інерції маятника можна визначити експериментально, замірявши період малих вільних гойдань за допомогою відомої з теоретичної механіки формули

$$I = \frac{mgR_c T^2}{4\pi^2} \quad (5)$$

де  $m$  - маса маятника;

$R_c$  - радіус центра мас маятника;

$T$  - період його малих гойдань.

Приведену масу можна визначити також, записавши рівняння потенціальних енергій фізичного та математичного маятників. Для маятників, важіль яких займає горизонтальне вихідне положення, маємо

$$mgR_c = m_{np}gR_{np} \quad (6)$$

звідки

$$m_{np} = m \frac{R_c}{R_{np}} \quad (7)$$

Для визначення висот точки  $A$  доцільно побудувати графік наступного вигляду. Висоту точки  $A$  у вихідному положенні при спиранні маятника на певний зуб визначимо безпосереднім виміром. При виконанні експериментів ці величини не змінюються. Висоту точки  $A$  після перерізання можна визначити, пов'язавши її з положенням лівої стрілки.

Після відповідних вимірів можна отримати графік такого вигляду, який показаний на рис. 2. Експериментальні точки, які отримані при побудові цього графіка з метою підвищення його точності, доцільно апроксимувати параболою

$$h = A\alpha_u^2 + B\alpha_u + C \quad (8)$$

де  $A, B, C$  - коефіцієнти апроксимації;

$\alpha_u$  - цифрові позначення поділок лівої шкали.

Шкала зліва - висота

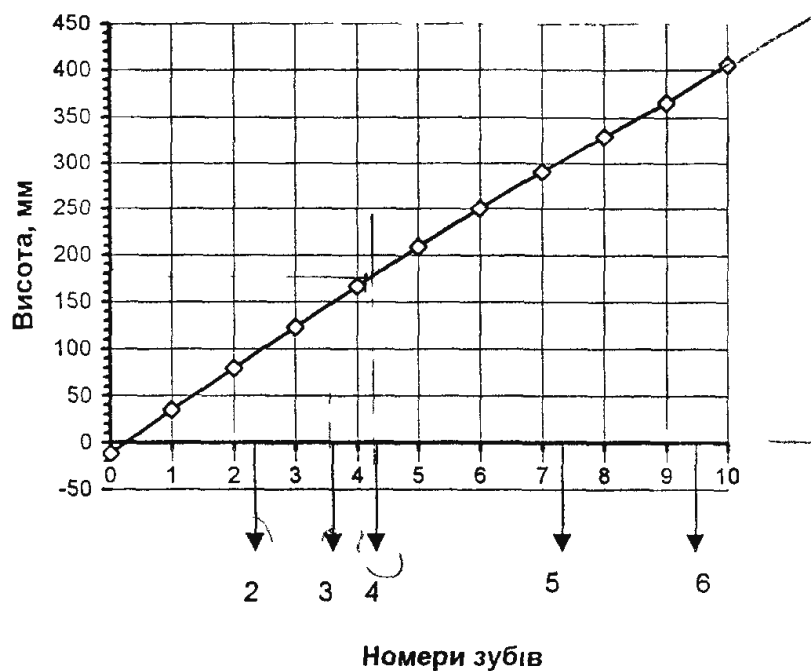


Рис. 2. Графік для визначення висоти точки  $A$

### Хід проведення роботи.

1. Провести попередні експерименти з метою визначення номера зуба, на який спирається маятник у вихідному положенні.

Доцільним буде таке вихідне положення, маятника, при якому буде наявна відчутна різниця між висотами точки  $A$  у вихідному положенні і тим, яке має місце після перерізання. Кожний копер, у залежності від маси маятника, має певний діапазон діаметрів стебел та виду матеріалу, в якому є можливість виконувати виміри зусилля.

При виконанні лабораторної роботи доцільно робити виміри хоча б для двох видів матеріалів, щоб мати можливість порівняти середні значення зусиль

2. Результати вимірів занести до таблиці 1.

Під час виконання експериментів варто заповнювати тільки колонки 2, 3, 5. Інші слід заповнювати при обробці експериментів з використанням графіка (рис. 2) та формули (2).

3. Визначити середнє значення зусилля для кожного матеріалу за результатами кількох вимірів.

Таблиця 1

Результати вимірювання зусилля перерізання

Назва ма теріалу	$d_p$ мм	Номер зуба	$h_0$ мм	$\alpha_u$	$h$ мм	$h_0 - h$ мм	$P_{cp}$ , Н	Середнє значення $P_{cp}$ , Н
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Матеріал 1-го виду								
Матеріал 2-го виду								

4. Зробити висновки по роботі.

