

Міністерство освіти і науки України

**Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя**

*Кафедра технічної механіки та  
сільськогосподарських машин*

## **ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ**

### ***МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ***

**до виконання лабораторних робіт**  
для студентів денної та заочної форм навчання  
напряму підготовки «Машинобудування»  
з професійною орієнтацією на спеціальність  
«Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва»

Тернопіль  
2016

**УДК 631.36(075.3)**  
**ББК 36.81я722**  
**X 76**

Укладачі: **Н.І. Хомик**, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин

**Н.Б. Гаврон**, аспірант кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин

**Н.А. Рубінець**, аспірант кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин

Рецензент: **П.В. Попович**, д.т.н., професор, завідувач кафедри транспортних технологій

*Розглянуто й затверджено на засіданні кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин, протокол № 1 від 26.08.2016р.*

*Схвалено й рекомендовано до друку на засіданні методичної комісії факультету інженерії машин, споруд і технологій, протокол № 1 від 29.08.2016р.*

**X 76** Технологія виробництва і переробки сільськогосподарської продукції / Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт / Н.І. Хомик, Н.Б. Гаврон, Н.А. Рубінець, – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. – 50 с.

Розроблено відповідно до навчальної програми і призначено для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки «Машинобудування» з професійною орієнтацією на спеціальність «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва».

## ЗМІСТ

<b>Лабораторна робота №1</b>	
Тема: ХЛІБНІ ЗЛАКИ.....	4
<b>Лабораторна робота №2</b>	
Тема: ВИЗНАЧЕННЯ ПОСІВНИХ ЯКОСТЕЙ НАСІННЯ.....	7
<b>Лабораторна робота №3</b>	
Тема: АГРОТЕХНІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОСІВНИХ РОБІТ. УСТАНОВКА СІВАЛКИ НА ЗАДАНУ НОРМУ ВИСІВУ.....	13
<b>Лабораторна робота №4</b>	
Тема: ТЕХНОЛОГІЯ МІЖРЯДНОЇ КУЛЬТИВАЦІЇ.....	17
<b>Лабораторна робота №5</b>	
Тема: ТЕХНОЛОГІЯ ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН КУЛЬТИВАТОРАМИ- РОСЛИНОПІДЖИВЛЮВАЧАМИ.....	23
<b>Лабораторна робота №6</b>	
Тема: РОЗРАХУНОК НОРМИ ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ НА ЗАПЛАНОВАНУ ВРОЖАЙНІСТЬ.....	30
<b>Лабораторна робота №7</b>	
Тема: РОЗРАХУНОК РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР.....	37
<b>Лабораторна робота №8</b>	
Тема: ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕРТЯ ЗЕРНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ.....	45
РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.....	47

## Лабораторна робота №1

### Тема: ХЛІБНІ ЗЛАКИ

**Мета роботи:** вивчити морфологічні та біологічні відмінності хлібних злаків, фізико-механічні властивості насіння і будову рослин.

**Обладнання, прилади, інструменти і технічні засоби навчання:** плакати, набір насіння, гербарій, штангенциркуль, лупа, муляжі, діафільми.

### Порядок виконання роботи

1. Вивчити ботанічні, морфологічні, біологічні і господарські ознаки зернових та зернобобових культур, групи хлібних злаків, особливості хлібів і будову рослин.

2. Експериментально визначити морфологічні і фізико-механічні властивості насіння хлібних злаків: ознаки зерна (плівчастість, форму зерна, стан поверхні, колір лусок та зернівки, розміри зерна: довжину, ширину, товщину).

3. Скласти звіт.

### Загальні відомості та методичні вказівки до виконання лабораторної роботи

Всі зернові культури (пшениця, жито, ячмінь, овес, просо, кукурудза, сорго і рис) належать до родини злакових. За характером вирощування, морфологічними ознаками і біологічними особливостями їх поділяють на три групи:

- хлібні злаки першої групи (пшениця, жито, ячмінь та овес) характеризуються такими особливостями: всі вони холодостійкі і вологолюбні, мають озимі та ярі форми (крім вівса, який немає озимої форми), швидко ростуть на початку вегетації, і є рослинами довгого дня, зерно формують з поздовжньою борозенкою, яке проростає кількома корінцями;

- хлібні злаки другої групи (просовидні) – просо, кукурудза, сорго, рис – рослини короткого дня, мають тільки ярі форми, потребують підвищених вимог до тепла і світла, посухостійкі (крім рису), повільно ростуть на початку вегетації, зерно формують без борозенки, яке проростає одним корінцем. До цієї групи відносять і гречку, яка належить до родини гречкових;

- хлібні злаки третьої групи – зернобобові культури (горох, кормові боби, чина, квасоля, соя, люпин) – рослини довгого і короткого дня, порівняно холодостійкі (крім квасолі і сої), повільно ростуть на початку вегетації, вимогливі до вологи, зерно формують з повздовжньою борозенкою, яка проростає одним корінцем.

## **Морфологічні особливості хлібних злаків**

**Коренева система** хлібних злаків першої групи мичкувата, тобто немає головного кореня. Численні тонкі корінці, що пронизують ґрунт в усіх напрямках, утворюються переважно на підземних стеблових вузлах, які знаходяться ближче до поверхні ґрунту. У кукурудзи і сорго корені розвиваються із самих нижніх надземних вузлів, їх називають повітряними, або опорними.

**Стебло** зернових культур – циліндрична соломина, порожниста або заповнена серцевиною трубка. Воно ділиться вузлами в середньому на 5...6 міжвузлів (у кукурудзи 8...15 і більше).

**Листок** складається з листкового отвору, що охоплює незамкненою трубкою нижню частину міжвузла, і листкової пластинки.

**Суцвіттям** у хлібних злаків є:

- колос (пшениця, жито, ячмінь);
- волоть (овес, просо, сорго, рис);
- кукурудза утворює два суцвіття: чоловіче – волоть, жіноче – качан;
- китиця – зернобобові культури (горох, боби, чина та ін.).

**Колос** складається з колосового стрижня, який ділиться на окремі членики. На виступах кожного членика розміщується один або три колоски, (колосок – це просте суцвіття, яке складається з квіток). У колоску розміщується від 1 (ячмінь) до 5 і більше (пшениця) квіток.

**Основою волоті** є центральна вісь, яка розгалужується на бічні гілки. На кінцях гілочок волоті знаходяться колоски. У кукурудзи колоски з чоловічими квітками розміщуються на бічних і на центральній гілці волоті рядами.

**Качан** складається із стрижня і колосків з жіночими квітками. Зверху він вкритий листовою обгорткою. Колоски вертикальними рядами розташовуються у комірках стрижня.

**Плід** злакових культур – зернівка (зерно), яка може бути плівчастою (ячмінь, овес та ін.), або голою (пшениця, жито). Зовні зернівка вкрита оболонкою, під якою знаходиться зародок та ендосперм.

**Оболонка** складається з двох шарів: зовнішнього (плодова оболонка) і внутрішнього (насіenneва оболонка). У плівчастих культур зернівка додатково вкрита квітковими лусками, зрощеними з зернівкою. Поверхня лусок може бути гладкою, повздовжньо-ребристою, блискучою або матовою.

**Зародок** міститься внизу зернівки. В ньому розрізняють первинні корінці і первинне стебло, що закінчується брунькою, вкритою ковпачком зачаткових листків.

**Ендосперм** складається з клітин, наповнених поживними речовинами, білками, вуглеводами і займає основну частину зернівки.

У зернівки розрізняють довжину, ширину і товщину. За цими

ознаками насіння відділяють від домішок.

Форма зернівки може бути вертикальна, еліптична, кругла, подовжена, овальна, загострена до верхнього або нижнього кінця.

Поверхня зернівки буває гладка, опушена, слабо зморщена, мілко зморщена, шорстка, сітчаста, горбкувата.

Колір лусок і зернівки може бути білим, жовтим, світло-жовтим, кремовим, коричневим, чорним, червоним, зеленуватим, золотистим, сіруватим.

### Зміст звіту

1. Описати ботанічні, морфологічні та біологічні ознаки зернових і зернобобових культур групи хлібних злаків та їх відмінності.

2. Результати експериментальних досліджень морфологічних та фізико-механічних властивостей насіння хлібних злаків занести в табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Ознаки зерна	Культура хлібних злаків		
Група злакової культури			
Плівчастість			
Форма зерна			
Поверхня лусок			
Поверхня зернівки			
Колір лусок			
Колір зернівки			
Розміри зерна, мм:	довжина		
	ширина		
	товщина		

### Контрольні запитання

1. Які основні морфологічні особливості хлібних злаків?
2. На які основні групи поділяють хлібні злаки?
3. Пояснити будову зернівки хлібних злаків.
4. Дати характеристику кореневої системи хлібних злаків.
5. Які вимоги до тепла, вологи, світла мають хлібні злаки кожної групи?

## Лабораторна робота № 2

### Тема: ВИЗНАЧЕННЯ ПОСІВНИХ ЯКОСТЕЙ НАСІННЯ

**Мета роботи:** навчитися визначати посівну якість насіння.

**Обладнання, прилади, інструменти і технічні засоби навчання:** насіння різних сільськогосподарських культур, ваги, млин, сушильна шафа, термостат, ексікатор, бюкси, щипці, шпателі, штангенциркуль, ростильні з піском.

### Порядок виконання роботи

1. Вивчити методику визначення посівних якостей насіння.
2. Визначити посівну якість насіння: чистоту насіння, схожість та енергію проростання, посівну придатність, вологість, абсолютну масу і вирівняність насіння, зараженість хворобами і шкідниками.
3. Скласти звіт.

### Загальні відомості та методичні вказівки до виконання лабораторної роботи

**Головними показниками якості посівного матеріалу є:** сортність, чистота, схожість та енергія проростання, посівна придатність, вологість, абсолютна маса і вирівняність насіння, зараженість хворобами і шкідниками. Аналіз посівних якостей насіння проводять державні контрольні лабораторії, дослідні і науково-дослідні установи.

Чистота – одна з найважливіших якостей насіння. Посівний матеріал у своїй масі вміщує різні домішки. Підвищений вміст мертвих домішок (земля, пісок, солома та ін.) і пошкодженого насіння при заданій нормі висіву призводить до зрідженості стеблостою рослин. Наявність насіння бур'янів та інших культур викликає засмічування полів. Сівба непідготовленим насіннєвим матеріалом призводить до зниження кількості та якості врожаю.

**Чистота насіння** – це маса насіння основної культури, виражена у відсотках до загальної маси зразка.

Для визначення чистоти насіння беруть такі навіски, г: для зернових культур – 50, кукурудзи і зернобобових – 200, соняшника – 100, проса – 20.

З отриманої навіски виділяють такі фракції:

- насіння основної культури (до цієї фракції відносять все нормально розвинене, недостатньо розвинене насіння, насіння з ледь пошкодженим зародком чи на 1/3 відбитим ендоспермом);

- відходи основної культури дрібне і шупле насіння (менше 2 мм по товщині – для пшениці і ячменю, менше 1,5 мм – для жита і вівса),

проросле насіння, загнившє, роздавленє і сплющенє, бите, яке втратило бiльше, нiж 1/3 ендосперму;

- живе смiття (насiння бур'янів та iнших культурних рослин, насiння зараженє хворобами, личинки та живi тiла комах);

- мертве смiття (земля, пiсок, солома, полова, подрiбненє насiння, мертви комахи).

Вiдiбранi фракцiї зважують окремо i обчислюють масу у вiдсотках до всiєї маси нависки насiння. Вiдсоток чистого насiння основної культури вказує на чистоту посiвного матерiалу. Насiння карантинних i злiсних бур'янів враховують окремо в штуках i перераховують iх на 1 кг насiння. Зважування фракцiй виконують з точнiстю до 0,01 г. Кiлькiсть навiсок – 3. Якщо аналіз показує, що чистота насiння нижча встановленого Держстандарту, насiння до сiвби не допускають i направляють на повторне очищення. При наявностi карантинних бур'янів посiвний матерiал до сiвби не допускають взагалi. Данi аналізiв та вимiрювань заносять у табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Визначення чистоти насіння

Культура \_\_\_\_\_, маса навiски  $M =$  \_\_\_\_\_ г

Номер повторності	Насіння основної культури		Відходи домішок		Мертве сміття		Живе сміття		Насіння бур'янів	
	г	%	г	%	г	%	г	%	г	%
1										
2										
3										

Чистоту насiння визначають за формулою:

$$A = \left( \frac{m}{M} \right) \cdot 100\%, \quad (2.1)$$

де  $m$  – маса домішок, г;

$M$  – маса навiски, г.

**Схожість та енергія проростання.** Схожість визначає придатність насiння для сiвби, норму висiву, а також можливiсть його використання для iнших цiлей. Пiд схожістю насiння розуміють кiлькiсть нормально пророщеного насiння в зразку, взятому для аналізу, виражена у вiдсотках.



**Енергія проростання** характеризує дружність проростання. Це відсоток нормально пророщеного насіння за відповідний час, встановлений для кожної культури. Розтягнутість періоду проростання – небажана ознака.

Розрізняють також і **польову схожість**. Під нею розуміють відсоток сходів, отриманих у польових умовах.

Визначення схожості всіх культур виконують у чотирьох повторностях. У крупно-насінневих культур (кормові боби, квасоля, арахіс та ін.) для кожної повторності відраховують 50 зерен, а для всіх інших – 100 зерен.

Насіння для аналізу відбирають із середнього зразка очищеного зерна. Для пророщування використовують ростильні, чашки Петрі, які розміщують у термостаті. Кожний зразок зерен розкладають на зволожену салфетку. Як салфетку використовують фільтрувальний папір або чистий, промитий і прожарений, просіяний через сито з діаметром отворів 1 мм, кварцовий або річковий пісок. Фільтрувальний папір розміщують у дватри шари.

Пісок у ростильні насипають до 2/3 її висоти. Пісок зволожують до вологості – 60% (для бобових культур – до 80%, для рису – до 100%). Насіння розміщують у ростильні по 10 штук у кожний ряд на відстані 0,5...1,5 см одне від одного, залежно від розміру. Насіння втискають у зволожений пісок. Ростильні зверху накривають скляними пластинками і переносять у термостат. На кожній ростильні закріплюють етикетку з назвою культури зразка, № проби і дати для підрахунку енергії проростання і схожості.

Для хлібів першої групи температуру повітря у термостаті встановлюють в межах 20°C, для хлібів другої групи – 20...30°C (6 годин – 30°C і 18 годин – 20°C). Наповнювач ростильні (пісок чи фільтрувальний папір) регулярно зволожують, не допускаючи його підсихання. Насіння пророщують протягом 7... 10 діб.

Підрахунок пророщеного насіння проводять у два строки: перший через 3...4 доби для визначення енергії проростання, другий – через 7...10 діб – для визначення схожості. Пророслим насінням вважають таке, у якого корінці розвинулись нормально, а один головний корінець має довжину не менше довжини насіння. У жита, пшениці і кукурудзи звертають особливу увагу на паросток, який повинен бути не меншим половини довжини зернівки.

Непророслим насінням вважають таке, в якого паросток складається з однієї стеблинки, а корінець не розвинувся чи розвинувся кволий, загнивший, або навпаки – не створився паросток. Гниле насіння відносять до непророслих (навіть якщо воно проросло).

Після закінчення випробовування схожість та енергію проростання підраховують у відсотках, як середню з усіх паралельних проб за формулою:

$$B = \frac{Q_c}{N_{np}} \cdot 100\%; \quad (2.2)$$

де  $Q_c$  – кількість пророслого насіння, шт;

$N_{np}$  – кількість насіння закладеного для пророщування, шт.

**Визначення посівної придатності і норми висіву насіння.** *Посівною придатністю насіння* називають відсоток чистого і одночасно схожого насіння в дослідному зразку. Посівна придатність є основою для розрахунку норми висіву насіння, яку визначають за формулою:

$$D = \frac{A \cdot B}{100}, \quad (2.3)$$

де  $A$  – чистота насіння, %;

$B$  – схожість насіння, %.

Посівна придатність показує, скільки у 100 вагових одиницях досліджуваного посівного матеріалу міститься одночасно чистого і пророслого, тобто повністю придатного насіння.

Норму висіву насіння (кг/га) вибирають з розрахунку на 100% посівну придатність і визначають за формулою:

$$H = \frac{Q_p \cdot 100}{D}, \quad (2.4)$$

де  $Q_p$  – розрахункова норма висіву, кг/га;

$D$  – посівна придатність насіння, %.

**Визначення вологості насіння.** *Нормальною вологістю насіння зернових культур вважають вологість 14...15%.* Зерно з підвищеною вологістю при зберіганні швидко самозігрівається, проростає, вражається пліснявими грибками, пошкоджується амбарними шкідниками, в результаті чого насіння втрачає посівні якості. Підвищена вологість зерна знижує продуктивність і якість роботи машин при збиранні врожаю. Вологість зерна визначають висушуванням проб зерна в сушильній шафі при постійній температурі, чи з допомогою приладів-вологомірів.

Перед висушуванням середній зразок насіння розмелюють на електричній. Для цього беруть 30...50 г (насіння трав та інших дрібно-насінневих культур висушують без подрібнення). Розмолоте зерно поміщають у склянку з притертою пробкою. Потім відважують 3 навіски по 5 г розмеленого зерна в попередньо зважених бюксах. Відкриті бюкси з зерном поміщають у сушильну шафу. Розмолоте зерно висушують за таким режимом: зернові та зернобобові при 130°C – 60 хвилин, олійні і технічні культури при 100...105°C – 5 хвилин.

Після цього бюкси виймають з шафи, закривають їх кришками і поміщають в ексикатори для охолодження. Після охолодження зважують і вологість визначають за формулою:

$$W = \frac{b - c}{b - a} \cdot 100, \quad (2.5)$$

де  $W$  – вологість зерна, %;

$b$  – маса бюкса з кришкою і навіскою розмеленого зерна до висушування, г;

$c$  – маса бюкса з кришкою і навіскою розмеленого зерна після висушування, г;

$a$  – маса бюкса з кришкою, г.

Вологість зразка визначають як середнє арифметичне з трьох навісок. Дані вимірювань заносять у табл. 2.2.

**Визначення абсолютної маси (маси 1000 зерен в г).** Маса 1000 зерен вказує на величину зерна, його крупність, вирівняність. Маса 1000 зерен характеризує також густину зерна (при однаковому розмірі зерен більша маса 1000 зерен свідчить про більший запас у зерні поживних речовин).

Масу 1000 зерен визначають так. З фракції чистого насіння після їх аналізу на чистоту відраховують 2 проби по 500 зерен підряд. Відібрані проби зважують окремо з точністю до 0,01 г. Якщо розбіжність між масами двох проб більше 5%, то зважують третю пробу і масу 1000 зерен визначають за тими двома пробами, які мають найменшу розбіжність.

### Зміст звіту

1. Коротко описати загальні відомості про посівну придатність насіння.

2. Визначити і розрахувати такі показники якості посівного матеріалу:

- чистоту насіння;
- схожість та енергію проростання;

- посівну придатність насіння;
- вологість насіння;
- масу 1000 зерен.

Дані досліджень занести в табл. 2.2.

3. Дати відповіді на контрольні запитання.

Таблиця 2.2

Культура	Чистота насіння, %	Схожість Насіння, %	Енергія проростання, %	Посівна придатність, %	Вологість, %	Маса 1000 зерен, г
1						
2						
3						

### Контрольні запитання

1. Якими показниками характеризують якість насіння?
2. Що таке чистота насіння?
3. Як визначити чистоту насіння?
4. Як визначити схожість та енергію проростання?
5. Як визначити посівну придатність і схожість насіння?
6. Як визначити вологість насіння?
7. Як визначити масу 1000 зерен?

## Лабораторна робота №3

### Тема: АГРОТЕХНІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ПОСІВНИХ РОБІТ. УСТАНОВКА СІВАЛКИ НА ЗАДАНУ НОРМУ ВИСІВУ

**Мета роботи:** вивчити методику встановлення сівалки на задану норму висіву та агротехнічну оцінку якості посівних робіт.

**Обладнання, прилади, інструменти і технічні засоби навчання:** макет сівалки СЗ-3,6, набір гайкових ключів, слайди, метр, розміточна рамка, ваги, тара для збирання зерна, зерно пшениці.

#### Порядок виконання роботи

1. Вивчити методику установки сівалки на задану норму висіву та агротехнічну оцінку якості посівних робіт.
2. Встановити сівалку на задану норму висіву в лабораторних умовах.
3. Оцінити якість посівних робіт у польових умовах.

#### Загальні відомості та методичні вказівки до виконання лабораторної роботи

**Оптимальна густота рослин** – це кількість рослин, при якій підбором правильних норм висіву створюють найкращі умови для найповнішого використання основних факторів життя рослин – вологи, світла, поживних речовин.

**Норма висіву** – це кількість висіяного схожого насіння на 1 га. Визначають в шт/га ( $N_H$ ) або кг/га ( $Q_H$ ).

Норму висіву насіння встановлюють для кожної культури на основі дослідів та передової практики залежно від ґрунтово-кліматичних умов, біологічних особливостей культури, якості насінневого матеріалу, обробки ґрунту, доз внесених добрив, строків і способів сівби, господарського призначення врожаю.

Від правильного вибору норми висіву залежить врожайність та якість вирощеного насіння, а також раціональне використання посівного матеріалу.

Норми висіву для кожної культури краще визначити з розрахунку кількості насіння культури, яка висівають на 1 га чи на один погонний метр рядка. В кожному господарстві перед сівбою встановлюють оптимальну густоту насадження рослин на гектар, яка забезпечує найвищий врожай даної культури.

Знаючи масу 1000 зерен ( $\delta$ ) та їх посівні якості, встановлюють масову норму в кілограмах на гектар.

Наприклад, при висіві 5 млн. шт/га, масі 1000 шт. зерен – 30 г і посівній придатності 100% масова норма буде дорівнювати:

$$Q_H = Q' \cdot \delta / 10^6 = 150 \text{ кг/га.}$$

Норму висіву з поправкою на посівну придатність визначають за формулою:

$$Q_n = Q'_{nn} \cdot 100 / П, \quad (3.1)$$

де  $Q_n$  – норма висіву з поправкою;

$Q'_{nn}$  – норма висіву з повною посівною придатністю;

$П$  – фактична посівна придатність, %.

Якщо відома норма висіву  $Q$ , то висів 1 оберта приводного ходового колеса  $q$  становить:

$$q = \frac{Q_H}{n_K} = \frac{Q_H \cdot \pi \cdot D_K \cdot B}{10^4 \cdot (1 - \varepsilon)}, \quad (3.2)$$

де  $n_K$  – кількість обертів колеса на 1 га:

$$n_K = \frac{10^4}{S} = \frac{10^4 \cdot (1 - \varepsilon)}{\pi \cdot D_K \cdot B_C}, \quad (3.3)$$

де  $S$  – площа, м<sup>2</sup>, яку засіває сівалка за 1 оберт ходових коліс, визначають за формулою:

$$S = \frac{\pi \cdot D_K \cdot B_C}{10^4 (1 - \varepsilon)}, \quad (3.4)$$

$\varepsilon$  – коефіцієнт проковзування ходових коліс, для пневматичних коліс  $\varepsilon = 0,05 \dots 0,1$ ;

$B_C$  – ширина захвату сівалки, м;

$D_K$  – діаметр ходового колеса сівалки, м.

Для розрахунку норми висіву при гніздовій сівбі необхідно, крім маси 1000 насінин і посівної придатності, підрахувати кількість рослин на 1 га при встановленій площі живлення. Так, при сівбі кукурудзи за схемою 70x70 площа живлення складає 0,49 м<sup>2</sup> (70x70=4900 см<sup>2</sup>). Таким чином, на 1 га буде 20408 гнізд (10000:0,49=20408). При розміщенні по два зерна в гнізді необхідно – 40816 шт. насіння. При масі 1000 насінин 400 г норма висіву складе – 16,32 кг (400x40816=16,32). З поправкою на посівну придатність (90%) вона буде:

$$Q_n = \frac{16,32 \cdot 100}{90} = 18,1 \text{ кг/га.}$$

### **Установка сівалки на задану норму висіву**

Для установки сівалки на задану норму висіву за допомогою домкрата її встановлюють на підставку так, щоб колеса вільно обертались, а насінневий ящик знаходився в горизонтальному положенні. На колесі

роблять помітку для підрахунку кількості обертів. Підбирають положення регулятора норми висіву і встановлюють його у відповідне положення. В ящик засипають насіння до половини. Попередньо виконують 3...4 оберти колеса, щоб висівні апарати заповнилися насінням. Після цього під сівалкою розстеляють брезент (механізм приводу туковисівних апаратів відключають), ходове колесо повертають вручну 30 разів. Насіння на брезенті збирають і зважують з точністю до 1 г.

Правильність установки сівалки на задану норму висіву визначають за формулою:

$$Q_{\phi} = \frac{q' \cdot 10^4 \cdot (1 - \varepsilon)}{30 \cdot \pi \cdot D_K \cdot B_C}, \quad (3.5)$$

де  $Q_{\phi}$  – фактична норма висіву, кг/га;

$q'$  – маса висіяного насіння, кг (за 30 обертів ходового колеса);

Якщо підрахунок покаже відхилення від заданої норми, важіль регулятора переміщують у той чи інший бік і перевірку сівалки повторюють. Відхилення від заданої норми висіву допускається не більше 3%.

Для перевірки рівномірності висіву знімають насіннепроводи і під кожним висівним апаратом підвішують мішечки, щоб перевірити правильність висіву насіння кожним висівним апаратом окремо. Колесо сівалки також обертають 30 разів. Насіння, висипане кожним апаратом, зважують окремо і визначають відхилення від середньої маси. Відхилення не повинно перевищувати 4%. При відхиленні більше 4% в окремих мішечках необхідно відрегулювати відповідні котушки висівних апаратів.

При роботі в полі необхідно перевірити сівалки на норму висіву насіння, так як в полі сівалка під час руху зазнає різних коливань, поштовхів, ходові колеса сівалки можуть пробуксовувати. Все це змінює норму висіву насіння.

Для перевірки сівалки у полі відміряють гони і встановлюють площу загону, відмічаючи її межі віхами. Підраховують, скільки на цій площі потрібно висіяти насіння відповідно до заданої норми. У бункер сівалки засипають насіння на 20...30 кг більше норми. Потім починають сіяти, включаючи і виключаючи сівалку на межах гонів.

Після закінчення сівби під сівалкою розстеляють брезент і в нього збирають насіння, що залишилось у бункері. Після зважування підраховують, скільки насіння посіяно і визначають відповідність фактичної норми висіву заданій. В разі необхідності змінюють положення регулятора. Після кінцевої установки сівалки важіль регулятора висіву закріплюють.

## **Агротехнічна оцінка якості сівби сільськогосподарських культур**

Агротехнічну оцінку (контроль якості сівби) здійснюють по кожному агрегату окремо при першому, другому і третьому проходах, а в подальшому – не рідше 2...3 разів за зміну. При цьому перевіряють глибину загортання насіння, довжину робочої частини котушок висівних апаратів, ширину стикових міжрядь між суміжними сівалками в агрегаті та між суміжними проходами агрегатів, а також відповідність кількості висіяного насіння засіяної площі при заданій нормі висіву.

Для перевірки ширини стикових міжрядь обережно розгрібають борозни крайніх сошників, знаходять рядки і перевіряють відстань між ними. Відхилення міжрядь суміжних сівалок в агрегаті не повинно перевищувати  $\pm 2$  см, а між суміжними проходами агрегатів –  $\pm 5$  см.

Глибину загортання насіння перевіряють на вирівняній поверхні поля за двома-трьома передніми та задніми сошниками, які не проходять по слідах трактора. На ділянці довжиною 20 см перпендикулярно до напрямку рядків розгрібають борозенки і знаходять насіння. Виконують не менше 10 замірів глибини загортання насіння в розкритих борозенках за допомогою двох лінійок. Заміри підсумовують окремо по сошниках переднього і заднього ряду. Отриману суму ділять на кількість контрольних рядків і одержують середню глибину загортання насіння. Загортання насіння повинно бути рівномірним при допустимому відхиленні  $+1$  см. При відхиленні від заданої глибини загортання насіння більше, ніж  $\pm 1$  см регулюють глибину руху сошників. Наявність насіння на поверхні ґрунту (не загорненого) не допускається.

### **Зміст звіту**

1. Описати методику установки сівалки на задану норму висіву та агротехнічну оцінку якості посівних робіт.
2. Привести розрахунки норми висіву.
3. Результати оцінки якості посівних робіт у польових умовах.
4. Зробити висновки.

### **Контрольні запитання**

1. Як визначити норму висіву насіння для кожної культури?
2. Як визначити масу 1000 зерен?
3. Як визначити норму висіву при гніздовій сівбі?
4. Як встановити сівалку на задану норму висіву?
5. Як перевірити рівномірність висіву висівних апаратів?
6. Як перевірити рівномірність глибини загортання насіння?
8. Як здійснюють агротехнічну оцінку якості сівби с/г культур?



## Лабораторна робота №4

### Тема: ТЕХНОЛОГІЯ МІЖРЯДНОЇ КУЛЬТИВАЦІЇ

**Мета роботи:** вивчити структуру операційної технології міжрядної культивування сходів просапних культур, набути навиків підготовки просапного агрегату до роботи.

**Обладнання, пристрої, інструменти і технічні засоби навчання:** начіпний культиватор КРН-2,8М, металеві підставки під колеса культиватора і копіювальні колеса секції, розмічальна дошка, рулетка, металевий метр, набір гайкових ключів, плакати.

### Порядок виконання роботи

1. Вивчити агротехнічні вимоги до роботи просапних культиваторів.
2. Вивчити загальну будову просапних культиваторів.
3. Набути практичних навиків підготовки просапного агрегату до роботи.
4. Скласти звіт.

### Загальні відомості та методичні вказівки до виконання лабораторної роботи

#### *Агротехнічні вимоги до роботи просапних культиваторів*

Міжрядний обробіток необхідно виконувати своєчасно в стислі агротехнічно-обґрунтовані строки. Поверхневий шар ґрунту у міжряддях після обробки повинен бути розпушеним, дрібно-грудкуватим, вирівняним з борозенками не глибше 4 см. Потрібно забезпечувати зберігання вологих шарів ґрунту внизу, без виносу їх робочими органами на поверхню. Не допускається наявність огріхів.

Робочі органи просапних культиваторів повинні відповідати таким вимогам:

- забезпечувати рівномірну глибину руху (відхилення від заданої в межах  $\pm 1$  см);
- повністю знищувати бур'яни;
- мінімально підрізати та засипати культурні рослини;
- повністю руйнувати ґрунтову кірку, не руйнуючи при цьому кореневої системи культурних рослин;
- забезпечувати мінімальні розміри захисних зон;
- при установці в одному міжрядді перекривати один одного на 2...3 см.

## Загальна будова просапних культиваторів

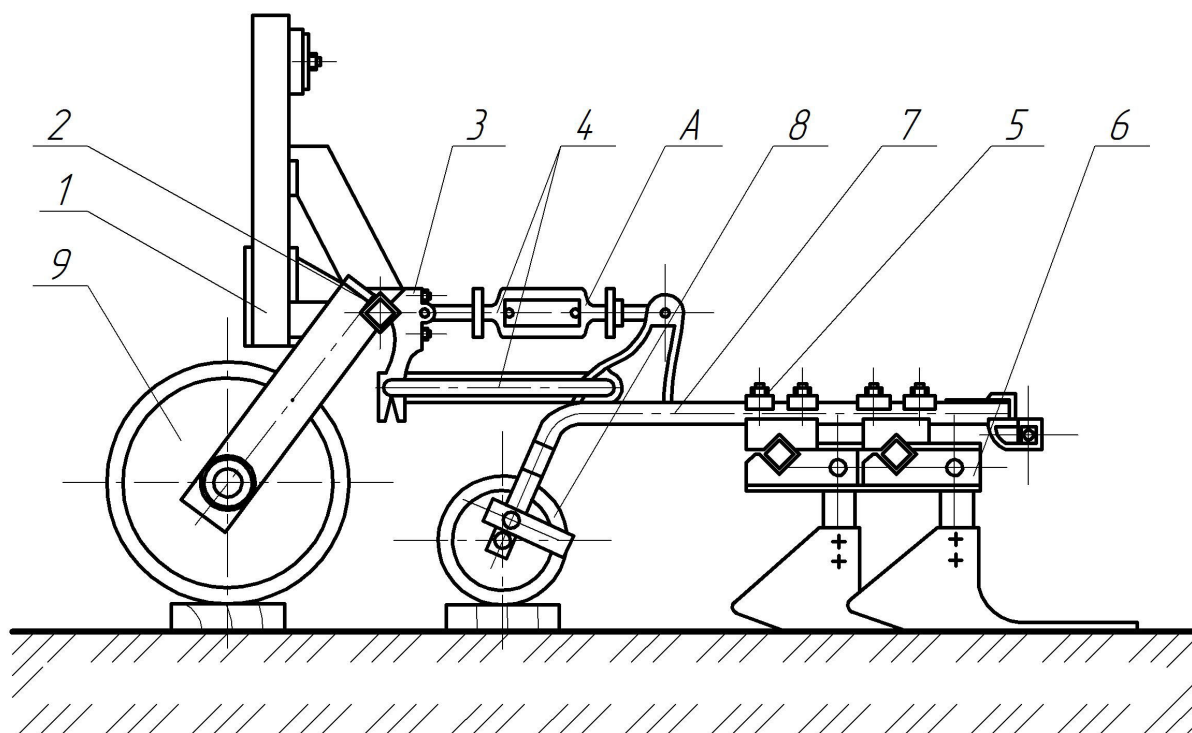


Рисунок 4.1. Культиватор КРН-2,8М:

1 – замок начіпки СА-1; 2 – поперечна брус-рама; 3 – поперечний кронштейн;  
4 – чотириланковий паралелограмний механізм; 5 – хомут; 6 – тримач; 7 – рама секції  
робочих органів; 8 – копіювальні колеса; 9 – опорні колеса.

Більшість просапних культиваторів мають однакову технологічну схему роботи. Основною складовою частиною таких культиваторів, зокрема культиватора КРН-2,8 М (рис. 4.1), є поперечний брус-рама 2 із замком 1 начіпки СА-1, яка опирається під час роботи на два колеса 9. Секція з робочими органами з'єднується з брусом за допомогою чотириланкового паралелограмного механізму 4 і опирається на ґрунт копіювальним колесом 8.

Призначення паралелограмного механізму – при можливих вертикальних переміщеннях секції зберігати постійний кут входження робочих органів у ґрунт. Копіювальне колесо секції, яке перекочується міжряддям, забезпечує постійну глибину культивації, яку регулюють переміщенням вгору або вниз стояків робочих органів у тримачах 6 секцій.

Основними робочими органами просапних культиваторів для підрізування бур'янів і розпушування ґрунту в міжряддях є стрілочасті лапи – 1, розпушувальні лапи (зуби) – 2 і просапні однобічні лапи – 3 (рис. 4.2).

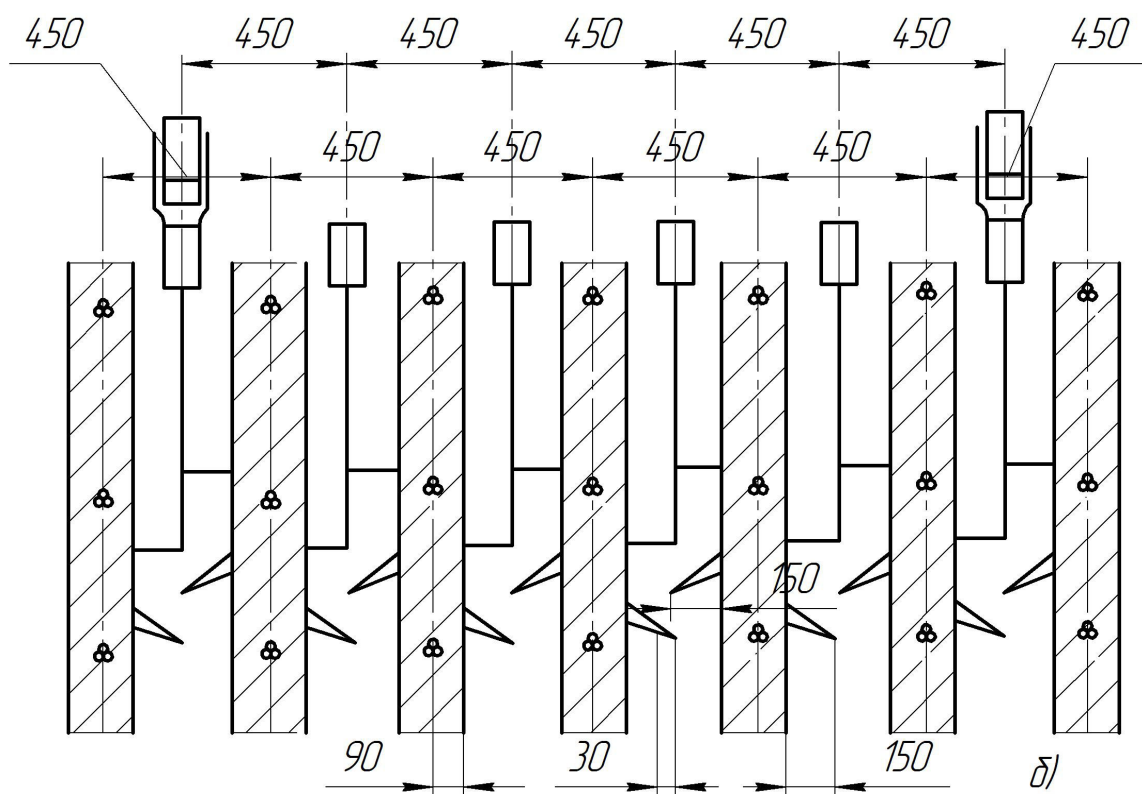
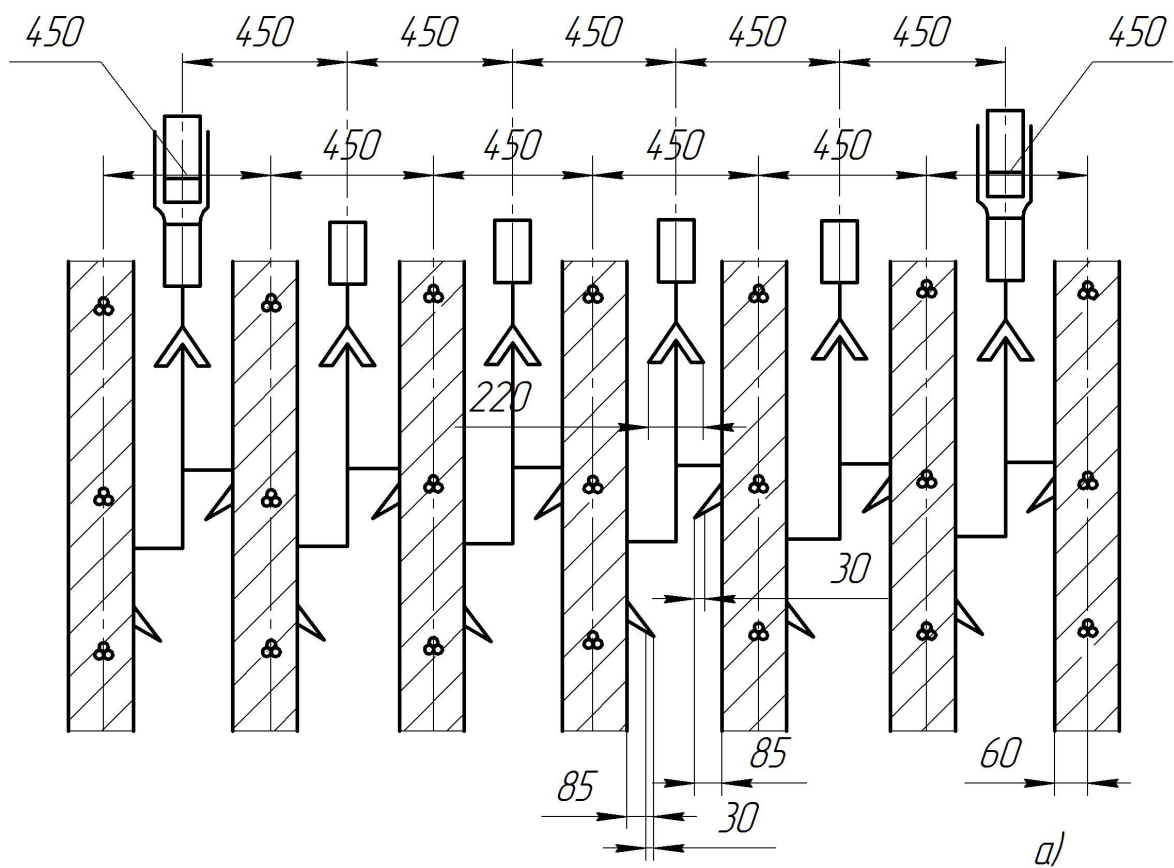


Рисунок 4.2. Схема розташування робочих органів просапного культиватора по ширині захвату:

*a* – для шарування сходів; *б* – для міжрядного обробітку (другий та наступний);  
 1 – стрічасті лапи; 2 – розпушувальні лапи (зуби), 3 – однобічні лапи.

Для розпушування ґрунту і знищення бур'янів у захисних зонах рядків застосовують просапні борони з пружинними зубами і голчасті диски 2, які прикріплюють до тримачів секцій. Голчасті диски додатково охороняють молоді рослини в рядку від засипання ґрунтом, що особливо важливо на підвищених робочих швидкостях.

На секціях просапного культиватора лапи розставляють з урахуванням ширини міжрядь  $a$ , ширини захвату лап  $b$ , необхідних розмірів захисної зони  $z$  і перекриття лап  $c$ .

Ці величини зв'язані рівністю:

$$a = \sum v_i \cdot n_i - c (\sum n_i - 1) + 2z, \quad (4.1)$$

де  $n_i$  і  $v_i$  – відповідно кількість лап окремих типів (стрілчастих і прополювальних) та їх ширина захвату.

На рисунку 4.2а, б показано схеми розміщення лап культиватора, відповідно, при міжрядному обробітку сходів цукрових буряків прополювальними лапами на глибину 4...8 см і при шаруванні (перший міжрядний обробіток) на глибину 4...6 см. Розмір захисної зони залежить від типу лап, глибини обробітку, ступеню розвитку кореневої системи рослин і коливається у межах: для однобічних лап – 5...10, стрілчастих – 10...15 і розпушувальних – 15...22 см.

Підготовку культиватора до міжрядного обробітку починають з вибору робочих органів залежно від виду майбутніх робіт, виду оброблюваних рослин, ширини міжрядь, захисної зони та інших факторів. Потім встановлюють секції культиватора і кріплять на них робочі органи по ширині захвату культиватора, довжині секцій і встановлюють робочі органи на задану глибину.

Розміщення робочих органів по ширині захвату культиватора виконують згідно схем, які є у заводських інструкціях до культиваторів (дві з них наведено на рис. 4.2а, б). Необхідну схему переносять на розмічальну дошку і на неї наносять повздовжню середню лінію культиватора, осьові лінії рядків і прийняті захисні зони. Якщо культиватор за один прохід буде обробляти парне число рядків, на розмічальній дошці від середньої лінії справа і зліва проводять лінії розташування рядків на відстані, яка дорівнює половині ширини міжряддя, а потім на відстанях, які дорівнюють повній ширині міжрядь. При непарному числі оброблюваних рядків від середини культиватора проводять лінії на відстанях, які дорівнюють ширині міжрядь.

Використовуючи розмічальну дошку встановлюють раму культиватора так, щоб її вісь симетрії збігалася з віссю середнього оброблюваного рядка сходів при непарному числі оброблюваних рядків і з віссю середнього міжряддя – при парному.

Послабивши кріплення передніх кронштейнів 3 (див. рис. 4.1) секцій робочих органів, пересуванням їх вздовж бруса добиваються збігу вісі симетрії секцій з осями оброблюваних міжрядь.

Послабивши хомути 5 кріплення тримачів 6 до секцій, розставляють робочі органи культиватора за рахунок переміщення тримачів так, щоб лапи культиватора зайняли на розмічальній дошці місця відповідно вибраній схемі (для забезпечення потрібного розміру захисної зони). Після затягування хомутів тримачів розмічальну дошку забирають та у випадку необхідності змінюють розміщення робочих органів по довжині секцій.

Розміщення робочих органів по довжині секцій здійснюють для того, щоб між крилами лап був зазор не менше 3 см, що забезпечує вільний прохід ґрунту і рослинних решток. Для цього знову послаблюють хомути кріплення тримачів до секцій і переміщують тримачі по довжині секції для забезпечення потрібного зазору між крилами лап. При цьому не повинно порушуватися виконане раніше розташування робочих органів по ширині захвата культиватора, тобто повинен зберігатися розмір захисних зон. Після цього остаточно закріплюють хомути кріплення тримачів.

При встановленні робочих органів культиватора на задану глибину під опорні колеса 9 бруса-рами культиватора (див. рис. 4.1) підкладають дерев'яні бруски, товщина яких повинна дорівнювати потрібній глибині обробки, зменшеної на величину заглиблення коліс (1...2 см). Брус культиватора виставляють у горизонтальне положення, для чого з двох боків під нього встановлюють металеві підставки, висота яких повинна забезпечувати вертикальне розташування замка навіски. Під опорні копіювальні колеса секцій 8 підкладають дерев'яні бруски тієї ж товщини, що і під опорні колеса рами культиватора. Встановлюють і закріплюють у тримачах робочі органи відповідно з вибраною схемою обробки.

При виконанні останньої операції необхідно, щоб стояки лап розміщувалися вертикально, а леза повністю прилягали до опорного майданчика. Це досягається зміною довжини верхньої ланки А паралелограмного механізму 4 (див. рис. 4.1). При зменшенні цієї довжини кінець гряділя піднімають, при збільшенні – опускають.

Після встановлення всіх робочих органів верхні з'єднувальні ланки секцій фіксують контргайками. У подальшому для зміни кута входження лап у ґрунт потрібно користуватись тільки поворотом бруса, змінюючи довжину центральної гвинтової тяги начіпного механізму трактора.

### **Зміст звіту**

1. Описати агротехнічні вимоги до роботи просапних культиваторів, його будову і порядок встановлення робочих органів культиватора по ширині захвату, по довжині секцій і на задану глибину.

2. Виконати у лабораторних умовах розташування робочих органів культиватора по ширині захвату (відповідно одній з наведених у лабораторній роботі схем), а також по довжині секцій і на задану глибину.

3. Дати відповідь на одне із контрольних запитань.

### **Контрольні запитання**

1. Назвіть основні вимоги до роботи просапних культиваторів.
2. Яка будова просапних культиваторів?
3. З урахуванням яких факторів розставляють робочі органи культиваторів по ширині захвату?
4. Порядок розташування робочих органів культиватора по ширині захвату.
5. Порядок розташування робочих органів по довжині секцій культиватора.
6. Порядок установки робочих органів культиватора на задану глибину.

## Лабораторна робота №5

### Тема: ТЕХНОЛОГІЯ ПІДЖИВЛЕННЯ РОСЛИН КУЛЬТИВАТОРАМИ-РОСЛИНОПІДЖИВЛЮВАЧАМИ

**Мета роботи:** засвоїти технологію підживлення просапних культур за допомогою культиваторів-рослинопідживлювачів і набути практичних навиків установки туковисівного пристрою на норму висіву.

**Обладнання, прилади, інструменти і технічні засоби навчання:** набір туків, культиватор-рослинопідживлювач з туковисівним пристроєм, терези, тара, слюсарний інструмент.

#### Порядок виконання роботи

1. Вивчити мінеральні добрива, які використовують у сільськогосподарському виробництві.
2. В отриманих наборах туків визначити різні види простих та комплексних добрив.
3. За зовнішнім виглядом визначити, які добрива відносять до порошкових, кристалічних, лускових і гранульованих.
4. Виявити, які з добрив найбільш схильні до злежування.
5. Встановити туковисівний апарат АТП-2 культиватора на задану норму внесення мінеральних добрив.
6. Оцінити розходження фактичної норми висіву із заданою нормою. Якщо ці розходження перевищують  $\pm 10\%$ , запропонувати шляхи їх зниження.
7. Оцінити розходження в кількості внесення добрив кожним підживлюючим ножем.
8. Підготувати відповіді на контрольні запитання.
9. Скласти звіт.

#### Загальні відомості та методичні вказівки до виконання лабораторної роботи

##### *Мінеральні добрива*

Добрива, які використовують у сільському господарстві, за наявністю елементів живлення поділяють на прості і комплексні. Прості вміщують один елемент живлення – азотні, фосфорні, калійні.

**Азотні добрива:** натрієва, калієва і аміачна селітри, сульфат амонію, карбамід (сечовина). В них міститься від 16 до 46% азоту (N). До простих азотних добрив також відносять рідкий та водний аміаки.

**Фосфорні добрива:** суперфосфат, преципітат, фосфоритне та кісткове борошно. В них міститься від 19 до 50% фосфору (P).

**Калійні добрива:** сульфат калію (сірчаноокислий калій), калій магnezія, хлористий калій. В них міститься від 28 до 62% калію (К).

Всі прості добрива при підживленні рослин завжди змішують в такій пропорції, щоб внести в ґрунт потрібну норму основних елементів N, P, K та ін.

**Комплексні добрива** містять декілька елементів живлення. Ту частину добрив, яка може бути використана рослинами, називають діючою речовиною (ДР). На упакованих добривах ДР вказують у відсотках і позначають хімічним знаком: азот – N, фосфор –  $P_2O_5$ , калій –  $K_2O$ , магній – MgO і т.д. Найбільш поширені – амофос (до 12% N і до 52%  $P_2O_5$ ), нітроамофос (до 25% N і до 23%  $P_2O_5$ ), нітроамофоски (по 17,5% N,  $P_2O_5$  і  $K_2O$ ), а також рідкі комплексні добрива (РКД).

Прості та комплексні добрива можна використовувати окремо і в суміші одне з одним, якщо вміст тієї чи іншої діючої речовини в добривах не недостатній.

Всі мінеральні добрива бувають твердими і рідкими.

**Тверді добрива:** порошкові, кристалічні, лускові і гранульовані. З них найбільш зручні в зберіганні, перевантажувальних і транспортних роботах, а також при внесенні в ґрунт туковисівними пристроями гранульовані добрива: вони не злежуються і добре дозуються.

### **Туковисівний пристрій**

На культиваторах-рослинопідживлювачах (також на просапних сівалках СУПН-8, ССТ-12 та ін.) встановлюють туковисівні пристрої (рис. 5.1), які складаються із туковисівного апарату АТП-2, механізму приводу, тукопроводів і загортаючих робочих органів (у культиваторів-рослинопідживлювачів – це підживлювальні ножі).

Туковисівний апарат АТП-2 складається з бункера 7, висівного механізму 11, лійок 10, забезпечених розсіювачами 12 (по одному в кожній лійці). Бункер зверху закритий кришкою з лямкою; в кришці встановлений показник рівня туків

Висівний механізм 11 – це вал 13, на якому встановлено спіральні пружини з лівою і правою навивкою, а також втулки для встановлення розсіювачів 12. Апарат закріплений на рамі культиватора за допомогою кронштейна. Вал висівного механізму приводиться в рух ланцюговими передачами від опорно-приводного колеса 1 через коробку передач 8. Під час руху культиватора вал за допомогою пружин виносить добрива з бункера у лійки 10, з яких вони потрапляють у тукопроводи 6, а потім загортаються в ґрунт підживлювальними ножами.

Дозу внесення туків у межах від 100 до 360 кг/га регулюють зміною передаточного відношення коробки передач і змінними зірочками. Коробка передач (рис. 5.2) складається з двох шестигранних валів А і В,



на яких встановлені блоки з трьох та п'яти зірочок. Обидва блоки можуть вільно переміщуватись вздовж валів. Зміну передаточного відношення здійснюють за допомогою важеля послабленням ланцюга для перестановки його на різні зірочки блоків.

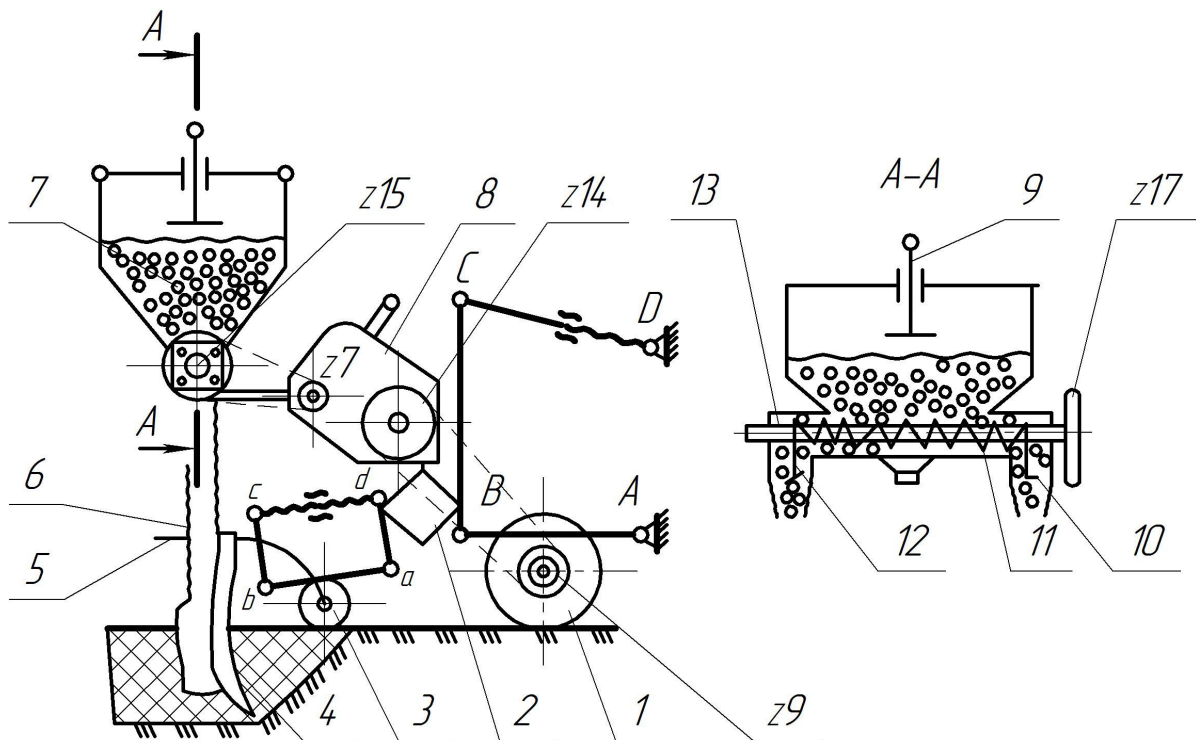


Рисунок 5.1. Туковисівний пристрій культиватора-рослинопідживлювача

*A – B – C – D* – начіпка культиватора на трактор;

*a – в – с – д* – чотирьох ланковий механізм секції культиватора;

1 – опорно-приводне колесо; 2 – рама (брус) культиватора; 3 – копіювальне колесо секції;

4 – підживлюючий ніж; 5 – гряділь секції; 6 – тукопровід; 7 – бункер туковисівного

Апарату АТП-2; 8 – коробка передач; 9 – показник рівня туків у бункері; 10 – лійка;

11 – висівний механізм; 12 – розсіювач; 13 – вал висівного механізму.

### Установка туковисівного пристрою на задану норму висіву

Визначену агрономом норму внесення добрив (в кг/га) встановлюють на культиваторах-рослинопідживлювачах, а також на зернових і просапних сівалках підбиранням відповідного передаточного відношення в механізмі приводу туковисівного апарату. З цією метою в заводських інструкціях до відповідних машин приведені дані про можливість з'єднання змінних зірочок (або зубчатих коліс) механізму приводу і яким нормам внесення гранульованого суперфосфату вони відповідають. У випадку внесення негранульованого суперфосфату, а також інших добрив передаточне відношення необхідно перерахувати за приведеною нижче методикою.

З урахуванням викладеного, рекомендують таку послідовність встановлення туковисівного пристрою на задану норму висіву  $Q_{зд}$ :

1. За формулою (5.1) розраховують передаточне відношення механізму приводу  $i_{розр}$ .

2. Розрахункові величини  $i_{розр}$  порівнюють з приведеними в табл. 5.1 і вибирають найближчі табличні значення  $i_{табл}$ .

3. За формулою (5.3) для вибраної величини  $i_{табл}$  розраховують норму внесення вказаних агрономом добрив  $Q_{i табл}$  туковисівним апаратом АТП-2.

4. Порівнюючи задану величину  $Q_{зд}$  з розрахунковою  $Q_{i табл}$  знаходять відхилення у відсотках.

5. Якщо величина  $Q_{i табл}$  знаходиться в межах допустимого, проводять практичне налагодження туковисівного пристрою на норму висіву. Для цього в механізмі приводу встановлюють у зачеплення вказані в таблиці для прийнятого передаточного числа  $i_{табл}$  зірочки (або зубчаті колеса в сівалках).

6. Для оцінки розходження в кількості внесення добрив кожним підживлювальним ножем визначають фактичний висів кожним з них:  $Q_{факт.}^k$ ,  $k=1, \dots, n$ , де  $n$  – число загортаючих робочих органів (або вікон туковисівних апаратів на культиваторі чи сівалці).

Потім порівнюють отримані значення  $Q_{факт.}^k$ ,  $k=1, \dots, n$ , між собою і визначають розбіжність.

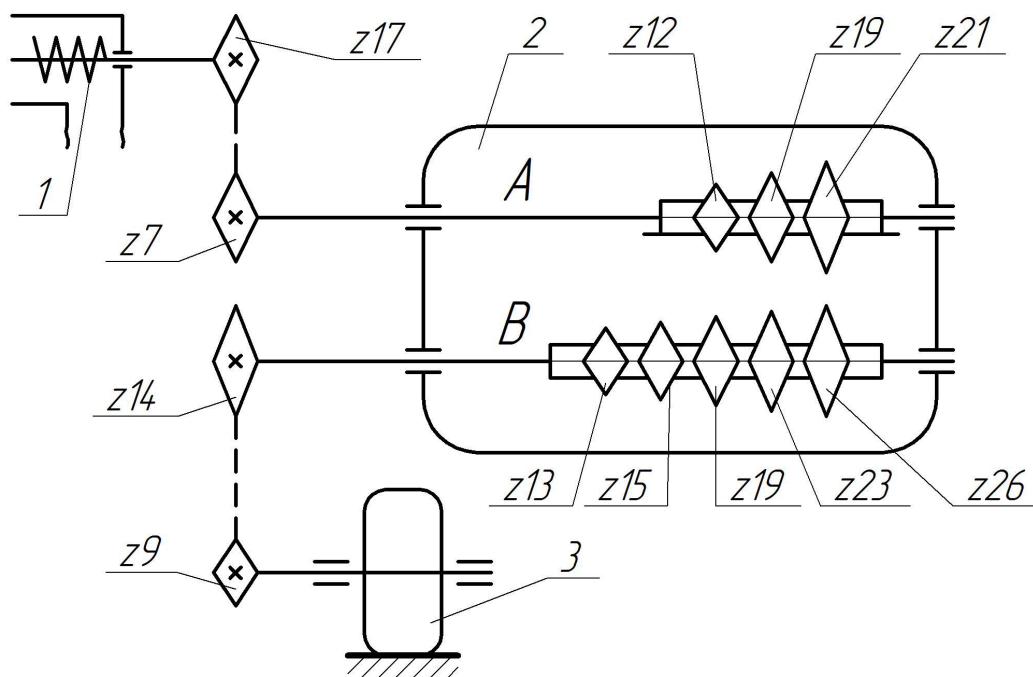


Рисунок 5.2. Схема передач механізму приводу туковисівного апарату: 1 – туковисівний апарат; 2 – коробка передач; 3 – опорно-приводне колесо.

7. Якщо нерівномірність висіву перевищує встановлені границі ( $\pm 10\%$ ), проводять заходи з виявлення причин розходжень. Можливими причинами розходжень у нормах висіву через окремі лійки туковисівних апаратів можуть бути порушення встановлених заводом зазорів між пружинними шнеками висівних механізмів, дном і козирками бункерів для добрив, а також порушення допустимого зусилля затяжки замка піддону. Методика регулювання цих параметрів приведена в заводських інструкціях до апарату АТП-2.

Таблиця 5.1

**Передаточні відношення механізму приводу туковисівного апарату АТП-2, відповідні їм передаточні відношення ланцюгових передач для внесення гранульованого суперфосфату через одне вікно (для  $D_k=0,4$  м;  $t=0,45$  м;  $n=0,07$  і  $m=0,042$  кг/об)**

Передаточне відношення	Кількість зубів зірочок, які знаходяться в зачепленні						Орієнтовна норма висіву, $Q_i$ табль, кг/га
	На опорному колесі	На вході в коробку передач	На валу А	На валу В	На виході із коробки передач	На валу висівного апарату	
0,164	9	14	21	13	7	17	101
0,181	9	14	19	13	7	17	112
0,189	9	14	21	15	7	17	117
0,209	9	14	19	15	7	17	129
0,240	9	14	21	19	7	17	148
0,265	9	14	19	19	7	17	164
0,287	9	14	12	13	7	17	178
0,290	9	14	21	23	7	17	180
0,321	9	14	19	23	7	17	199
0,328	9	14	21	26	7	17	203
0,331	9	14	12	15	7	17	205
0,362	9	14	19	26	7	17	224
0,419	9	14	12	19	7	17	259
0,508	9	14	12	23	7	17	314
0,578	9	14	12	26	7	17	358

Необхідне передаточне відношення приводу туковисівного апарату АТП-2 для заданої норми висіву  $Q_{30}$  розраховують за формулою:

$$i_{розр} = \frac{Q_{зд} \cdot t \cdot \pi \cdot D_K}{10 \cdot (1 - \eta) \cdot m}; \quad (5.1)$$

де  $t$  – ширина міжряддя рослин, м;

$D_K$  – діаметр опорно-приводного колеса культиватора, м ( $D_K=0,4$ );

$\eta$  – коефіцієнт ковзання колеса, ( $\eta = 0,05 \dots 0,1$ );

$m$  – маса висіяних добрив у вікно апарата АТП-2 за один оберт валу висівного механізму:

$$m_{суп} = m \cdot \gamma / \gamma_{суп}, \quad (5.2)$$

де  $\gamma_{суп}$  – густина гранульованого суперфосфату,  $\gamma_{суп} = 1 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup>;

$\gamma$  – густина добрив, які висівають, кг/м<sup>3</sup>, (визначають за довідковими даними або самостійно, зважуванням певного об'єму внесених добрив);

$m_{суп}$  – маса гранульованого суперфосфату, який виходить через вікно апарата за один оберт валу висівного механізму,

$m_{суп}=0,042$  кг/об.

Норму висіву  $Q_{i\ табл}$ , кг/га, для обраного передаточного числа  $i_{табл}$  приводу туковисівного апарата розраховують за формулою, отриманою із (5.1) шляхом підстановок і перетворень:

$$Q_{i.табл} = \frac{100 \cdot (1 - \eta) \cdot m}{t \cdot \pi \cdot D_K} \cdot i_{табл}. \quad (5.3)$$

Перевіряють фактичну норму висіву  $Q_{факт}^k$ . Для встановленого в механізмі приводу передаточного відношення  $i_{табл}$  фактичну норму висіву перевіряють у такому порядку.

1. Піднімають на підставки культиватор-рослинопідживлювач так, щоб опорно-приводні колеса не торкались ґрунту.

2. Під підживлювальними ножами підкладають ємність для збирання добрив.

3. Прокручують вручну опорно-приводне колесо із розрахунку внесення добрив загортаючим органом на площі  $S_1=0,0025$  або  $S_2=0,005$  га.

Тоді необхідне число обертів опорно-приводних коліс для  $S_1$  і  $S_2$  визначають за формулами:

$$n_1 = \frac{10000 \cdot S_1}{t \cdot \pi \cdot D_K}; \quad n_2 = \frac{10000 \cdot S_2}{t \cdot \pi \cdot D_K}. \quad (5.4)$$

4. Внесені одним підживлювальним ножем добрива зважують і множать на 400 (для  $n_1$ ) і на 200 (для  $n_2$ ). Це і буде фактична норма внесення добрив  $Q_{факт}^k$  через відповідне вікно туковисівного апарату.

### Зміст звіту

1. Зобразити технологічну схему туковисівного апарату АТП-2 культиватора-рослинопідживлювача і описати технологічний процес його роботи.

2. Описати методику налагодження туковисівного пристрою на задану норму внесення добрив і виконати необхідні розрахунки.

### Контрольні запитання

1. Як класифікують мінеральні добрива за вмістом діючої речовини і фізико-механічним складом. Привести приклади.
2. Будова туковисівного апарату АТП-2 і його приводу.
3. Як змінюється норма внесення добрив в апараті АТП-2?
4. Порядок встановлення туковисівного пристрою культиватора-рослинопідживлювача і сівалок на задану норму внесення добрив.
5. Порядок перевірки туковисівного пристрою на фактичну норму внесення добрив.
6. Що потрібно зробити, якщо в результаті практичної перевірки з'ясується, що через деякі туковисівні лійки проходять добрива з відхиленням від норми більше ніж  $\pm 10\%$ ?
7. Чи можна вносити злежані добрива апаратом АТП-2? Якщо ні, то чому і що з ними робити?
8. Що потрібно зробити, щоб внести добрива за нормою, яка менша або, навпаки, більша норми, приведеної в таблиці заводської інструкції до машини?
9. Проаналізувати приведені в табл. 5.1 передаточні відношення коробки передач. Чи не виникне сумнів у необхідності деяких із них? Що б ви запропонували, якщо б частина передаточних чисел здалась вам зайвою?

## Лабораторна робота №6

### Тема: РОЗРАХУНОК НОРМИ ВНЕСЕННЯ ДОБРІВ НА ЗАПЛАНОВАНУ ВРОЖАЙНІСТЬ

**Мета роботи:** навчитися практично виконувати розрахунки норми внесення добрив на заплановану врожайність.

**Обладнання, прилади, інструменти і технічні засоби навчання:** ґрунтові карти господарства, карти забезпечення ґрунтів фосфором і калієм, карти кислотності ґрунту, схема сівозміни з характеристикою розміщених у ній культур, план забезпечення господарства добривами, матеріали по характеристиці різних видів добрив.

#### Загальні відомості та методичні вказівки до виконання лабораторної роботи

Норми добрив, рекомендовані для кожної культури і типу ґрунту, прийнято виражати в кілограмах діючої речовини на 1 га: азотних – азоту (N), фосфорних – фосфорного ангідриду ( $P_2O_5$ ), калійних – оксиду калію ( $K_2O$ ). Кожний із видів мінеральних добрив (туків), які випускає промисловість, містить визначену кількість діючої речовини, яка виражена у відсотках.

Якщо відомо, яку кількість поживних речовин ( $N_2$ ,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ) необхідно внести під ту чи іншу культуру і вміст діючої речовини в добривах, то норму внесення туків розраховують за формулою:

$$H_{МД} = \frac{100 \cdot n_{др}}{d_{\delta}}, \quad (6.1)$$

де  $H_{МД}$  – норма мінеральних добрив, кг/га;

$n_{др}$  – норма діючої речовини, кг/га, (табл. 6.1);

$d_{\delta}$  – вміст діючої речовини в даному добриві, %.

Приклад. Необхідно внести на 1 га 80 кг азоту у вигляді аміачної селітри (аміачна селітра містить в середньому 34% діючої речовини). Кількість туків складатиме:

$$(100 \cdot 80) / 34 = 235 \text{ кг } NH_4NO_2 \text{ на 1 га.}$$

Користуючись цією формулою, можна зробити і зворотні розрахунки – встановити, скільки внесено діючої речовини з визначеною кількістю туків:

$$n_{др} = \frac{H_{МД} \cdot d_{\delta}}{100}. \quad (6.2)$$

## Вміст елементів живлення в добривах

Назва добрива		Діюча речовина, %		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Органічні добрива				
Гній		0,5	0,2	0,6
Торф низинний		0,9	0,1	0,6
Мінеральні добрива				
Азотні:	Аміачна селітра NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	33...34		
	Сульфат амонію (NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20...21		
	Сечовина CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>	46		
	Аміачна вода	16...24		
Фосфорні:	Суперфосфат Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>		14...20	
	Суперфосфат подвійний Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>		45...50	
	Преципітат CaHPO <sub>4</sub>		25...35	
	Фосфоритне борошно Ca <sub>3</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>		14...23	
Калійні:	Хлористий калій KCl			56...60
	Калійна сіль KCl+NCI			30...40
	Сірчаноокислий калій K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>			45...52
Складні мінеральні добрива				
Амофос NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>		11	40...60	
Нітрофоска		14	18	17
Амонізований суперфосфат		2...3	14	
Нітроамофоска		17,5	17,5	17,5

Добрива, які вносять у ґрунт, повинні відтворювати різницю між виносом поживних речовин врожаєм і вмістом їх у ґрунті. Рослини використовують не всі поживні речовини, які вносяться з добривами і

вміщуються в ґрунті. Тому в розрахунок вводять коефіцієнти використання поживних речовин ґрунту і добрив (табл. 6.3).

Розрахунок норми внесення мінеральних добрив під ту чи іншу культуру, виконаємо на конкретному прикладі: необхідно визначити дози мінеральних добрив для отримання врожаю картоплі 300 ц з 1 га, якщо крім мінеральних добрив вносять гній в нормі 40 т на 1 га. Вміст поживних речовин у ґрунті: азоту – 5 мг, фосфору – 7 мг, калію – 5 мг на 100 г ґрунту.

1. Винесення поживних речовин з ґрунту урожаєм з 1 га розраховують, виходячи із споживання їх одиницею продукції і величини запланованого урожаю:

$$A_{ПР} = d_1 \cdot e_y, \quad (6.3)$$

де  $A_{ПР}$  – загальна кількість поживних речовин, необхідна для отримання запланованого урожаю, кг/га;

$d_1$  – винесення поживних речовин одиницею врожаю, кг на 1 т, (табл. 6.2);

$e_y$  – запланований урожай, т/га.

Таблиця 6.2

**Споживання поживних речовин (кг)  
загальною масою врожаю на 1 т товарної продукції**

Культура	Вид продукції	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Озимі зернові	Зерно	38	13	25
Ярові зернові	Зерно	32	10	28
Зернові бобові	Зерно	66	18	28
Кукурудза	Зелена маса	4	1,5	4
Картопля	Бульби	5	1,5	7
Цукрові буряки	Коренеплоди	6	2	7
Кормові буряки	Коренеплоди	6,5	1,5	8,5
Брюква	Коренеплоди	3	1	4
Морква	Коренеплоди	2,5	1,5	4
Конюшина	Сіно	5,8	44	33



В нашому прикладі загальна кількість поживних речовин, необхідна для отримання запланованого урожаю, складає:

$$N = 5 \cdot 30 = 150 \text{ кг};$$

$$P_2O_5 = 1,5 \cdot 30 = 45 \text{ кг};$$

$$K_2O = 7 \cdot 30 = 210 \text{ кг}.$$

2. Кількість поживних речовин, яку рослини можуть засвоїти із ґрунту, розраховують виходячи із вмісту їх у ґрунті і коефіцієнта використання:

$$A_n = 0,3 \cdot d_n \cdot C_n, \quad (6.4)$$

де  $A_n$  – кількість поживних речовин, яку рослини виносять з ґрунту для формування врожаю, кг;

$d_n$  – вміст поживних речовин у ґрунті в доступній формі, мг на 100 г ґрунту;

$C_n$  – коефіцієнт використання рослинами поживних речовин з ґрунту, % (табл. 6.3).

Таблиця 6.3

**Коефіцієнти використання (%) поживних речовин з добрив (в рік внесення) та із ґрунту**

Джерело поживних речовин	Коефіцієнти використання, %		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Гній і компост	25...30	30...50	50...75
Мінеральні добрива	50...70	15...25	50...70
Ґрунт	10...20	5...10	10...12

Для даного прикладу:

$$N = 0,3 \cdot 5 \cdot 20 = 30 \text{ кг};$$

$$P_2O_5 = 0,3 \cdot 7 \cdot 5 = 10,5 \text{ кг};$$

$$K_2O = 0,3 \cdot 5 \cdot 10 = 15 \text{ кг}.$$

3. Кількість поживних речовин, яку рослини засвоюють із гною, розраховують виходячи з норми вмісту поживних речовин у ньому і коефіцієнта використання в перший рік внесення:

$$A_n = 0,1 \cdot H_n \cdot d_n \cdot C_n, \quad (6.5)$$

де  $A_n$  – кількість поживних речовин, яку рослини отримують з гною, кг;  
 $H_n$  – норма внесення гною, т/га;  
 $d_n$  – вміст поживних речовин у гною, % (табл. 6.1);  
 $C_n$  – коефіцієнт використання рослиною поживних речовин у рік внесення, % (табл. 6.3).

В нашому прикладі:

$$N = 0,1 \cdot 40 \cdot 0,5 \cdot 35 = 70 \text{ кг};$$

$$P_2O_5 = 0,1 \cdot 40 \cdot 0,2 \cdot 30 = 24 \text{ кг};$$

$$K_2O = 0,1 \cdot 40 \cdot 0,6 \cdot 50 = 120 \text{ кг}.$$

4. Недостатню кількість поживних речовин рослини засвоюють із мінеральних добрив, яку розраховують за різницею між винесенням їх з урожаєм і забезпеченістю за рахунок ґрунту та гною:

$$n_m = A_{ПР} - A_n - A_n, \quad (6.6)$$

де  $n_m$  – доза діючої речовини, яку рослини засвоюють з мінеральних добрив, кг;

$A_{ПР}$  – потреба поживних речовин для отримання запланованого урожаю, кг, (формула 6.3);

$A_n$  – кількість поживних речовин, яку рослина отримує з ґрунту, кг (формула 6.4);

$A_n$  – кількість поживних речовин, яку рослини отримують із гною, кг (формула 6.5).

Для даного прикладу недостатня кількість елементів живлення складе:

$$N = 150 - 30 - 70 = 50 \text{ кг};$$

$$P_2O_5 = 45 - 10,5 - 24 = 10,5 \text{ кг};$$

$$K_2O = 210 - 15 - 120 = 75 \text{ кг}.$$

5. Так як рослини використовують поживні речовини, які виносяться з мінеральними добривами неповністю, то розрахунок їх кількості, яка вноситься в ґрунт, потрібно вести з урахуванням коефіцієнта використання:

$$n_d = (n_m \cdot 100) \cdot C_m, \quad (6.7)$$

де  $n_d$  – доза діючої речовини, яку рослини вносять з мінеральними добривами, кг;

$n_m$  – доза діючої речовини, яку рослини засвоюють із мінеральних добрив, кг (формула 6.6);

$C_m$  – коефіцієнт використання рослинами поживних речовин із мінеральних добрив (табл. 6.3).

Для нашого прикладу:

$$N = (50 \cdot 100) / 50 = 100 \text{ кг};$$

$$P_2O_5 = (10.5 \cdot 100) / 15 = 70 \text{ кг};$$

$$K_2O = (75 \cdot 100) / 50 = 150 \text{ кг}.$$

6. Норму внесення туків розраховують, виходячи із вмісту діючої речовини в них (табл. 6.1):

$$N = (100 \cdot 100) / 34 = 294 \text{ кг/га} - NH_4NO_3;$$

$$P_2O_5 = (70 \cdot 100) / 20 = 350 \text{ кг/га} - Ca(H_2PO_4)_2;$$

$$K_2O = (150 \cdot 100) / 45 = 334 \text{ кг/га} - K_2SO_4.$$

### Зміст звіту

1. Для культури, заданої викладачем, розрахувати норму внесення туків під запланований урожай.
2. Результати розрахунків оформити у вигляді таблиці 6.4.
3. Зробити висновки і відповісти на контрольні запитання.

### Контрольні запитання

- 1 Як визначити норму внесення туків, якщо відомо, яку кількість поживних речовин необхідно внести під ту чи іншу культуру?
2. Як визначити, скільки внесено діючої речовини з визначеною кількістю туків?
3. Як визначити винесення поживних речовин з ґрунту запланованим врожаєм?
4. Як визначити кількість речовин, яку рослини можуть засвоїти із ґрунту?
5. Як визначити необхідну кількість поживних речовин для отримання запланованого врожаю?
6. Як визначити норму внесення туків?

Таблиця 6.4

**Результати розрахунків норми внесення добрив на  
заплановану врожайність**

Показники	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Споживання поживних речовин, кг:			
- на утворення 1 т товарної продукції	5	1,5	7
- на утворення 300 ц бульб картоплі	150	45	210
Вміст поживних речовин у ґрунті, мг на 100 г ґрунту	5	7	5
Коефіцієнт використання поживних речовин з ґрунту, %	20	5	10
Рослини отримують поживні речовини із ґрунту, кг	30	10,5	15
Вміст поживних речовин у гною, %	0,5	0,5	0,6
Коефіцієнт використання поживних речовин із гною, %	35	30	50
Рослини отримують поживні речовини із гною, кг	70	24	120
Потрібно внести діючої речовини за рахунок мінеральних добрив, кг	50	10,5	75
Коефіцієнт використання поживних речовин із мінеральних добрив, %	50	15	50
Норма внесення діючої речовини з мінеральними добривами, кг/га	100	70	150
Норма внесення туків, кг/га	294 NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	350 Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub>	334 K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>

## Лабораторна робота №7

### Тема: РОЗРАХУНОК РЕЖИМУ ЗРОШЕННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

**Мета роботи:** навчитися визначати норму, строки і кількість поливів сільськогосподарських культур.

#### Порядок виконання роботи

В поняття режиму зрошення сільськогосподарських культур входить:

- визначення для даної культури загального водоспоживання;
- визначення зрошувальної та поливної норм;
- розрахунок кількості поливів;
- складання графіку подавання води на зрошувальну ділянку.

#### Загальні відомості та методичні вказівки до виконання лабораторної роботи

Зрошування передбачає поповнення запасів вологи в недостатньо зволоженому ґрунті і створення сприятливих умов для рослин незалежно від випадання атмосферних опадів.

Норму води для зрошення ( $N_{BЗ}$ , м<sup>3</sup>/га), тобто кількість води, яку необхідно подати для зрошення рослин протягом періоду вегетації, визначають за формулою:

$$N_{BЗ} = \sum E_B - \sum O_O - \sum O_З - \sum O_G, \quad (7.1)$$

де  $\sum E_B$  – величина загального водоспоживання, м<sup>3</sup>/га;

$\sum O_O$  – кількість опадів, які випадають в ґрунт протягом періоду вегетації м<sup>3</sup>/га;

$\sum O_З$  – кількість вологи, яку використовує рослина за рахунок запасів, накопичених в активному шарі ґрунту (зона розповсюдження основної маси коренів до початку вегетаційного періоду, м<sup>3</sup>/га;

$\sum O_G$  – кількість вологи, яка може бути використана рослиною за рахунок підживлення активного шару ґрунту ґрунтовими водами, м<sup>3</sup>/га.

Коли рівень ґрунтових вод знаходиться на глибині більше 3 м, рослини їх не використовують і цю складову ( $\sum O_G$ ) не враховують, тому рівняння (7.1) набуде вигляду:

$$N_{BЗ} = \sum E_B - \sum O_O - \sum O_З. \quad (7.2)$$

Загальне водоспоживання  $E_B$  залежить від урожайності с/г культури  $У$  і коефіцієнта сумарного водоспоживання  $K_B$ . Таким чином, знаючи коефіцієнт водоспоживання, який встановлюють дослідним шляхом на конкретний рік, можна визначити величину загального водоспоживання за формулою:

$$E_B = U \cdot K_B. \quad (7.3)$$

Розподіл зрошувальної норми, протягом вегетаційного періоду здійснюють відповідно з вимогами рослин до вологи в різні фази їх розвитку та у зв'язку з метеорологічними умовами року.

В практиці зрошування використовують поливи, які мають різне призначення.

**Вологозарядні поливи** проводять до посіву (восени, ранньою весною або літом) з метою створення запасу вологи не тільки у верхніх, але і в глибших шарах ґрунту.

**Передпосівні поливи** (400...600 м<sup>3</sup>/га) виконують у передпосівний період, коли орний шар ґрунту до цього моменту висушений. Глибина зволоження 0,4...0,5 м.

**Посадкові поливи** виконують у період посадки розсадних культур з метою покращання приживлення рослин. Норма поливу 200...300 м<sup>3</sup>/га.

**Підживлюючі поливи** (250...300 м<sup>3</sup>/га) виконують у тих випадках, коли верхній шар ґрунту після сівби висушений і є загроза, що насіння не дасть дружніх сходів.

**Вегетаційні поливи** – головні, створюють необхідний водяний режим в активному шарі ґрунту протягом періоду росту і плодоношення рослин. Норму поливу розраховують на зволоження активного шару.

**Удобрювальні поливи** (до 100 м<sup>3</sup>/га) використовують з метою внесення добрив.

**Освіжаючі поливи** (50...100 м<sup>3</sup>/га) проводять для підтримання рослин (овочеві культури, буряки та ін.) в стані тургору у дні з повітряною засухою.

**Промивні поливи** (3500...4500 м<sup>3</sup>/га) проводять для видалення солей із ґрунту, які негативно впливають на розвиток і врожайність с/г культур.

**В рослинництві використовують три основні способи зрошення:** поверхневий (наземний), дощування і підґрунтове зволоження.

Поверхневий спосіб полягає в подачі води і розподілу її на поверхні поля по смугах і борознах.

**Дощування** – це різновид поверхневого зрошування і полягає в подаванні води на поверхню поля за допомогою дощувальних машин, установок і апаратів.

Підґрунтове зволоження здійснюють подаванням води спеціальним трубопроводом у підорний шар, у якому вода розподіляється під дією капілярних сил.

Відомий новий спосіб зрошення – *капілярний*, суть якого полягає в тому, що воду подають спеціальними трубопроводами і крапельницями в кореневий шар ґрунту, до кожної рослини окремо.

Розрахунок режиму зрошення виконаємо на конкретному прикладі. Необхідно визначити норми і строки поливу площі, зайнятої цукровими буряками. Урожай продуктивних коренів  $U=50$  т/га; об'ємна маса ґрунту  $\gamma_{gp} = 1,4$  г/см<sup>3</sup>; найменша вологоємність  $\gamma_{нв} = 33\%$  маси сухого ґрунту; сівбу виконано 21 квітня; збирання заплановано на 10 вересня; передпосівна вологість ґрунту дорівнює 90% НВ; коефіцієнт насичення  $K_H=0,9$ ; коефіцієнт сумарного водоспоживання цукрових буряків  $K_B=120$  м<sup>3</sup>/т; коефіцієнт використання ґрунтової вологи  $K_{ГВ}=0,6$ ; глибина ґрунтових вод  $H_{Г}=5$  м.

1. Прихід води у ґрунт по декадах визначають за формулою:

$$n = 10 \cdot K_O \cdot O + \Delta W, \quad (7.4)$$

де  $K_O$  – коефіцієнт використання опадів;

$O$  – кількість опадів по декадах вегетації, мм;

$\Delta W$  – доступний запас води у шарі приросту кореневої системи рослин, визначають за формулою

$$\Delta W = 100h_y \cdot \gamma_{gp} \cdot \gamma_{нв} \cdot K_H \cdot K_{ГВ}, \quad (7.5)$$

де  $h_y$  – поглиблення активного шару ґрунту, м;

$\gamma_{gp}$  – об'ємна маса ґрунту, г/см<sup>3</sup>;

$\gamma_{нв}$  – найменша вологоємність, %;

$K_H$  – коефіцієнт насичення;

$K_{ГВ}$  – коефіцієнт використання ґрунтової вологи.

Дані  $K_O$ ,  $O$ ,  $h_y$ , для розрахунку строків і норм поливу цукрових буряків вибираємо із табл. 7.1.

2. Сумарне водоспоживання по декадах визначають за формулою:

$$E_D = \frac{E \cdot P_C}{100} = \frac{K_B \cdot U \cdot P_C}{100}, \quad (7.6)$$

де  $K_B$  – коефіцієнт сумарного водоспоживання, м<sup>3</sup>/г;

$U$  – урожай продуктивних коренів, т/га;

$P_C$  – частина сумарного водоспоживання за декаду, % (див. табл. 7.1).

Таблиця 7.1

Вихідні параметри	Квітень			Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень
	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I		
Опади $O$ , мм	6	11	8	9	9	9	10	8	10	6	7	11	9	8		
Коефіцієнт використання опадів, $K_O$	0,9			0,8			0,7									
Активний шар ґрунту $h$ , м	0,4			0,45...0,75 через 0,05			0,8									
Поглиблення активного шару ґрунту $h_y$ , м	0			0,05			0									
Розподіл по деках сумарного водоспоживання $P_C$ , %	2	2	4	6	8	9	10	11	12	12	11	7	4	2		

3. Зміну запасу води в активному шарі по декадах визначають за різницею між приходом і втратою води:

$$\pm 3B_i = \Pi_i - E_{\partial i}. \quad (7.7)$$

4. Верхню та нижню оптимальну межу запасів вологи в активному шарі ґрунту ( $W_{\text{вoм}}$ ,  $W_{\text{нoм}}$ ) по декадах визначають за формулами:

$$W_{\text{вoм}} = 100 \cdot h \cdot \gamma_{\text{зр}} \cdot \gamma_{\text{нв}}; \quad (7.8)$$

$$W_{\text{нoм}} = 100 \cdot h \cdot \gamma_{\text{зр}} \cdot \gamma_{\text{нoм}}; \quad (7.9)$$

де  $h$  – активний шар ґрунту декади, яку аналізують, м (див. табл. 7.1);

$\gamma_{\text{зр}}$  – об'ємна маса ґрунту, г/см<sup>3</sup>;

$\gamma_{\text{нв}}$  – найменша вологемність;

$\gamma_{\text{нoм}}$  – мінімально допустима вологість ґрунту

(для цукрових буряків  $\gamma_{\text{нoм}} = \gamma_{\text{нв}} \cdot 2/3$ ).

5. Зміну запасів вологи в ґрунті протягом вегетаційного періоду визначають за формулами:



5.1. Вологість ґрунту на день сівби:

$$W_{civ} = K_H \cdot W_{вом} \quad (7.10)$$

5.2. Фактичний запас води на кінець першої декади після сівби:

$$W_{K1} = W_{civ} + (\pm 3B)_1 \quad (7.11)$$

5.3. Фактичний запас води на кінець другої декади після сівби:

$$W_{K2} = W_{K1} + (\pm 3B)_2, \quad (7.12)$$

або будь-якої декади, яку аналізують

$$W_{Ki} = W_{K(i-1)} + (\pm 3B)_i \quad (7.13)$$

Розрахункові дані, отримані за формулами (7.4)-(7.9), записати у табл. 7.2, а за даними для  $W_{вом}$ ,  $W_{ном}$  побудувати графік оптимальної межі запасів води в активному шарі ґрунту. Для даного прикладу ці дані та графік наведені в табл. 7.2 і на рис. 7.1.

На графік наносять значення вологості ґрунту на день сівби (21 квітня)  $W_{civ} = K_H \cdot W = 0,9 \cdot 1848 = 1663 \text{ м}^3/\text{га}$ , а також величину запасу води на кінець третьої декади квітня:

$W_{K1} = W_{civ} + (\pm 3B) = 1663 - 66 = 1597 \text{ м}^3/\text{га}$ , де  $\pm 1B$  – баланс води за третю декаду квітня.

Ці точки з'єднують між собою пунктирною лінією. Далі наносять та з'єднують між собою інші точки ( $W_{K1}, W_{K2}$  і т.д.) і таким чином отримують криву фактичного запасу води в розрахунковому шарі ґрунту. При цьому виконують аналіз необхідності поливу, виходячи з таких умов:

$$W_{вом} > W_K > W_{ном} \quad \text{/полив не потрібний/} \quad (7.14)$$

$$W_{вом} > W_{ном} > W_K \quad \text{/полив потрібний/} \quad (7.15)$$

Коли фактична вологість знижується до величини нижньої оптимальної межі або становить ще меншу величину, визначають максимальну поливну норму:

$$M_{\max} = W_{вом} - W_{ном} \quad (7.16)$$

Стосовно до нашого прикладу запас води на кінець третьої декади квітня ( $W_{K1} = 1597 \text{ м}^3/\text{га}$ ) відповідає нерівності (7.14), так як:  $W_{\text{в.ом}} > W_K > W_{\text{н.ом}}$  ( $1848 > 1597 > 1232$ ), тобто полив не потрібний. Таким же чином можна переконалися, що у першу та другу декади травня полив також не потрібний.

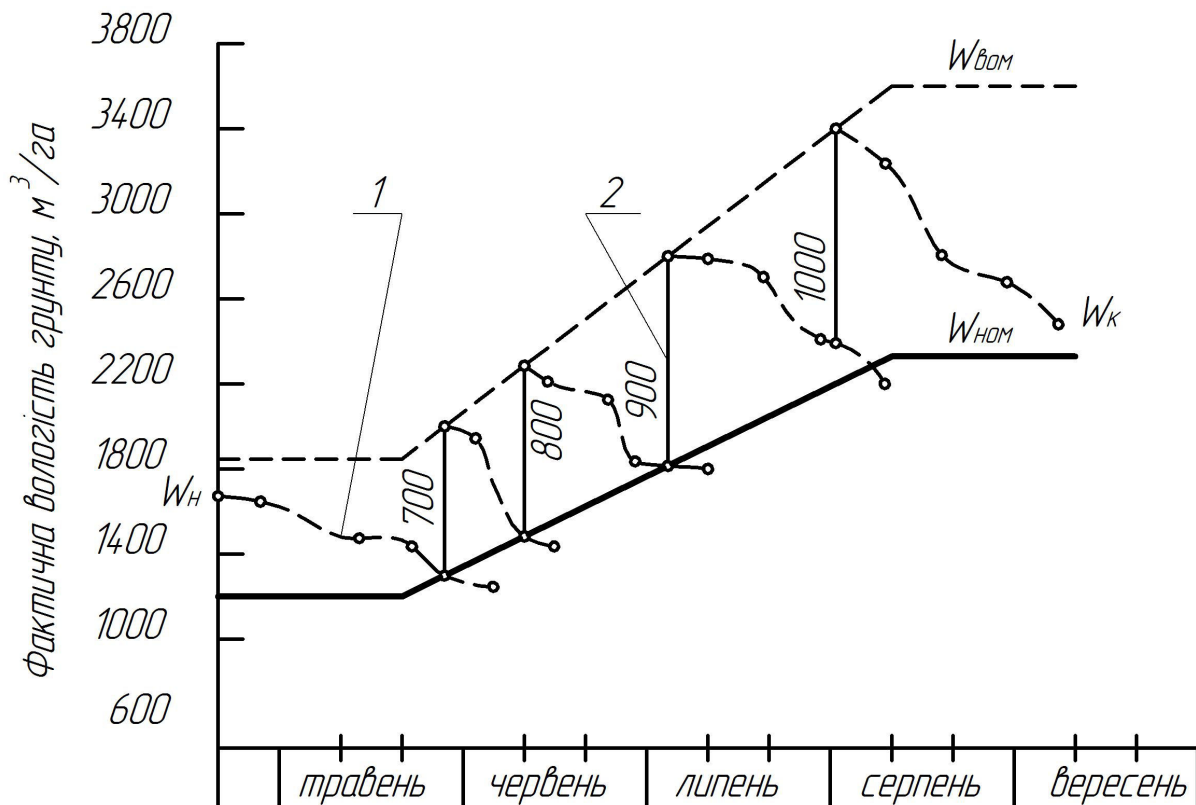


Рисунок 7.1. Розрахунковий графік норм і строків поливу цукрових буряків:

- 1 – крива фактичної вологості у розрахунковому шарі ґрунту з урахуванням поливу;  
2 – поливна норма.

Що ж стосується третьої декади травня, то запас вологи на цей час виявився меншим нижньої оптимальної межі:  $1254 < 1384 \text{ м}^3/\text{га}$ .

Крива фактичної вологості перетинає лінію нижньої оптимальної межі 25 травня. На цей день призначаємо полив нормою

$$M = W_{\text{в.ом}} - W_{\text{н.ом}} = (1900 - 600) \text{ м}^3/\text{га}.$$

Аналогічні розрахунки виконуємо для першої і третьої декади червня, першої і другої декади липня, першої декади серпня.

Результати розрахунків заносять у таблицю 7.3 і наносять на графік.

Таблиця 7.2

Назва показників	Квітень			Травень			Червень			Липень			Серпень			Вересень	Усього
	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1			
Від опадів, $K_0, \text{м}^3$	54	99	72	81	72	72	80	64	80	42	49	77	63	56	961		
Від поглиблення активного шару грунту, $\Delta W$				125	125	125	125	125	125	125	125	125	125		1000		
Разом (+)	54	99	72	206	197	197	205	189	205	167	174	77	63	56	1961		
Витрата води																	
На випаровування і транспірацію, $\text{м}^3, E_0$	120	120	240	360	480	540	600	660	720	720	660	420	420	120	-6000		
Зміна запасів води в активному шарі ґрунту ( $\pm B$ )																	
Надлишок води (+)																	
Нестача води (-)	66	21	168	154	283	343	395	471	515	553	486	343	177	64	-4039		
Верхня межа запасів вологи, $W_{\text{вон}}, \text{м}^3/\text{га}$	1848	1848	1848	2079	2310	2541	2272	3002	3234	5456	3696	3696	3696	3696			
Нижня межа запасів вологи, $W_{\text{ном}}, \text{м}^3/\text{га}$	1232	1232	1232	1384	1540	1694	1848	2002	2156	2310	2464	2464	2464	2464			

Таблиця 7.3

Місяць	Декада	Запас води на початок декади, м <sup>2</sup>	Зміна запасів води за декаду, ±ЗВ, м <sup>2</sup>	Запас води на кінець декади, м <sup>2</sup>		Дата поливу	Номер поливу	Запас води на день поливу, м <sup>2</sup>		Поливна норма, м <sup>2</sup>
				до поливу	після поливу			до поливу	після поливу	
Квітень	III									
Травень	I									
	II									
	III									
Червень	I									
	II									
	III									
Липень	I									
	II									
	III									
Серпень	I									
	II									
	III									
Вересень	I									

### Зміст звіту

1. У звіті коротко описати поняття режиму зрошення с/г культур і визначити його для заданої культури.
2. За даними розрахунків скласти графік визначення норм і строків поливу для заданої культури.
3. Зробити відповідні висновки.

### Контрольні запитання

1. Що входить у поняття режиму зрошення?
2. Як визначити вологість ґрунту?
3. Що називають загальним водоспоживанням?
4. Що таке зрошувальна і поливна норми?
5. Як визначають норми і строки поливу?
6. Як визначити забезпеченість культурних рослин природною вологою?
7. Види поливів.
8. Способи зрошення.

## Лабораторна робота №8

### Тема: ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ТЕРТЯ ЗЕРНИСТИХ МАТЕРІАЛІВ

**Мета роботи:** вивчити методику визначення коефіцієнтів тертя спокою (статичний коефіцієнт), ковзання або руху (кінетичний або динамічний коефіцієнт) і внутрішнього тертя, а також навчитися визначати коефіцієнти тертя різних зернистих с/г продуктів з різними поверхнями та коефіцієнти внутрішнього тертя.

**Обладнання, прилади, інструменти і технічні засоби навчання:** установка ТМ-21, ваги ВЛК-500, зразки с/г продуктів, гранульованих туків, лінійка металева, поверхні із різних матеріалів, обладнання для визначення вологості с/г продуктів.

#### Порядок виконання роботи:

1. Вивчити методику визначення коефіцієнтів тертя.
2. Визначити коефіцієнти тертя по різних матеріалах і коефіцієнти внутрішнього тертя.
3. Скласти звіт.

#### Загальні відомості та методичні вказівки до виконання лабораторної роботи

Велике значення при проектуванні робочих органів і дослідженні роботи с/г машин мають відомості про коефіцієнти (кути) зовнішнього тертя насіння і добрив по різних поверхнях (сталі, гумі, деревині, склу, поліамідним матеріалам) і внутрішнього тертя, коли відбувається зрушення часток одна відносно другої.

Ці показники необхідні для визначення силових характеристик робочих органів с/г машин, а потім і для обґрунтування конструктивних та кінематичних параметрів робочих органів машин.

Для визначення коефіцієнтів тертя ковзання, спокою і руху застосовують різні пристрої [5], [15]. Найбільш простим пристроєм є похила площина – установка ТМ-21 (рис. 8.1), кут нахилу якої можна змінювати.

На станині розташована шкала для встановлення кутів нахилу площини. Відлік кутів при визначенні коефіцієнтів тертя спокою здійснюють у момент початку ковзання зразків на площині установки вниз.

Визначення коефіцієнтів тертя на установці ТМ-21 здійснюють за допомогою поверхонь тертя. Їх виготовляють так: поверхню зразка покривають шаром пластиліну товщиною 1...3 мм.

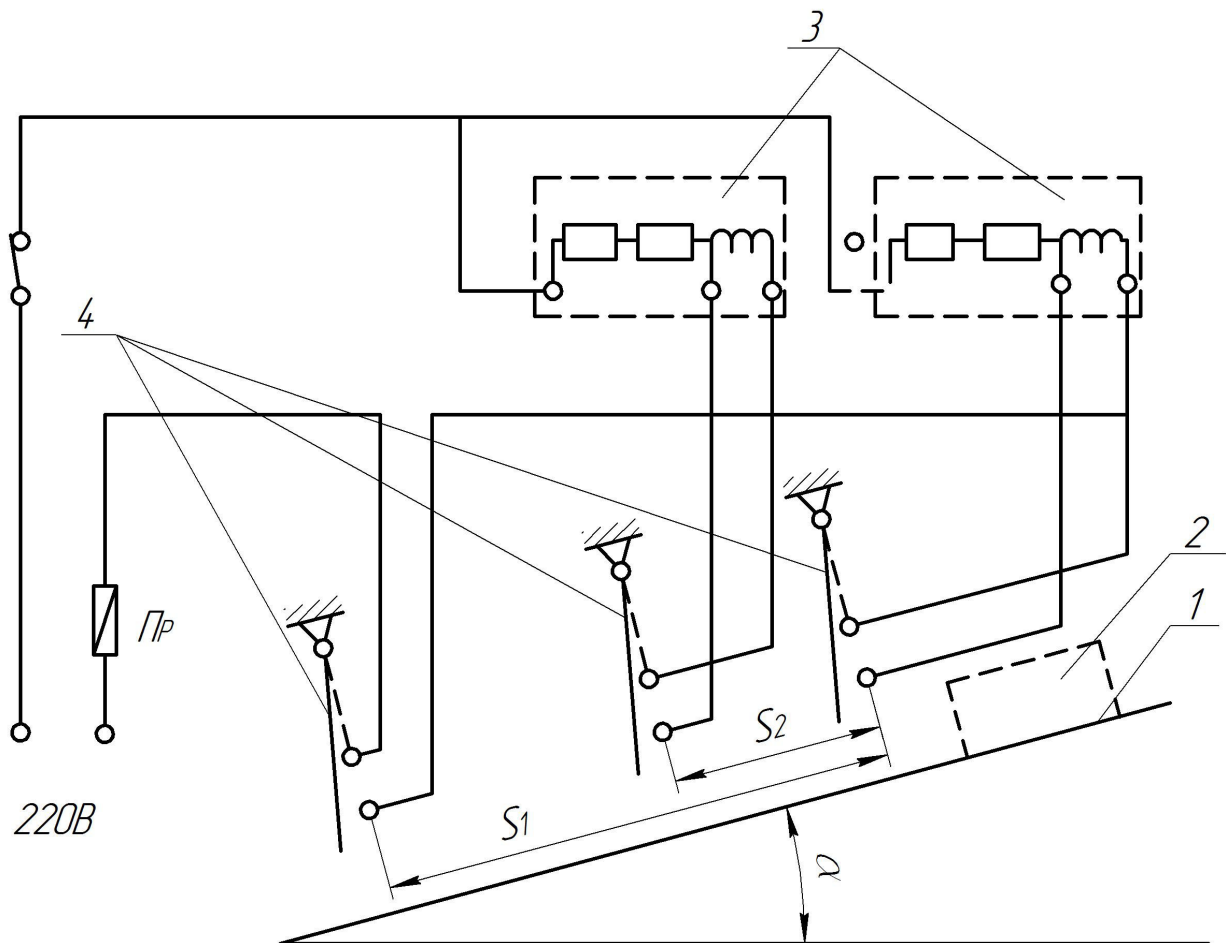


Рисунок 8.1. Схема лабораторної установки.

1 – поверхня тертя; 2 – зразок з матеріалом; 3 – датчики; 4 – блок-контакти

Зерна досліджуваного сипкого матеріалу насипають на пластилін щільно і вдавлюють в нього гладкою дощечкою, завдяки чому зерна закріплюються в пластиліні і вирівнюються по висоті. Другу поверхню тертя нерухомо закріплюють на похилій поверхні установки. При визначенні коефіцієнтів зовнішнього тертя ця поверхня представляє матеріал, з якого виготовляють робочі органи с/г машин, а при визначенні коефіцієнтів внутрішнього тертя другу поверхню тертя виготовляють так само, тільки “вершини” часток сипкого матеріалу, з якого створена поверхня тертя, не вирівнюються по висоті (тобто не лежать в одній площині) і знаходяться у заглибленнях, створених частками суміжних поверхонь тертя.

Коефіцієнт тертя спокою чисельно дорівнює тангенсу кута нахилу площини  $\alpha$  до горизонту

$$f = \operatorname{tg} \alpha . \quad (8.1)$$

Кінетичний (динамічний) коефіцієнт тертя визначають на похилій площині, по якій ковзає випробувальний зразок. На площині закріплені три блок-контакти, які включені у ланцюг двох електросекундомірів. У вихідному положенні блок-контакти замкнені. Зразок із закріпленими зернами сипкого матеріалу рухається по площині, на якій закріплена та чи інша поверхня тертя, і по черзі розмикають блок-контакти. При розмиканні першого з них обидва секундоміри починають відлік часу, при розмиканні другого блок-контакту перший секундомір зупиняється, при розмиканні третього блок-контакту зупиняється другий секундомір.

Динамічний коефіцієнт тертя  $f_{\partial}$  визначають за формулою:

$$f_{\partial} = (f_1 + f_2)/2, \quad (8.2)$$

де

$$f_1 = \operatorname{tg}\alpha - \frac{2S_1}{t_{1cp}^2 \cdot g \cdot \cos\alpha}; \quad (8.3)$$

$$f_2 = \operatorname{tg}\alpha - \frac{2S_2}{t_{2cp}^2 \cdot g \cdot \cos\alpha}, \quad (8.4)$$

де  $S_1, S_2$  – відстані відповідно між першим-другим та першим-третім блок-контактами;

$t_{1cp}, t_{2cp}$  – середнє значення часу з кількох повторень, за які зразок проходить відстані  $S_1$  і  $S_2$  при початковій швидкості зразка  $V_0 = 0$ .

Середнє значення коефіцієнтів тертя визначають при 5-ти кратній повторності дослідів. Дані безпосередніх вимірювань і результати обчислень заносять у таблицю 8.1.

### Зміст звіту

1. В звіті описати методику визначення коефіцієнтів тертя з використанням похилої площини.

2. Визначити коефіцієнти зовнішнього тертя зернистого матеріалу (за вказівкою викладача) з різними поверхнями і коефіцієнти внутрішнього тертя.

3. Результати вимірювань і обчислень представити у вигляді таблиці (8.1).

4. Виконати аналіз отриманих результатів.

5. Дати відповідь на одне з контрольних питань.

Дані вимірювань і значення коефіцієнтів тертя спокою та динамічних коефіцієнтів тертя  
 Назва сипкого зернистого матеріалу \_\_\_\_\_  
 Вологість, % \_\_\_\_\_  
 Матеріал поверхні тертя \_\_\_\_\_

Таблиця 8.1

Вид або природа тертя	Номер повторності	Значення величин, необхідних для визначення									
		коефіцієнтів тертя спокою			динамічних коефіцієнтів тертя						
		$\alpha$ , град	$f_{cmi}$	$f_{cm}$	$\alpha$ , град	$S_1$ , мм	$S_2$ , мм	$t_1$ , с	$t_2$ , с	$f_{oi}$	$f_o$
Зовнішнє	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
Внутрішнє	1										
	2										
	3										
	4										
	5										

### Контрольні запитання

1. Для чого необхідно визначати величини коефіцієнтів тертя різних зернистих матеріалів?
2. Як класифікують коефіцієнти тертя?
3. Які пристрої застосовують для визначення коефіцієнтів тертя?
4. Яким чином виготовляють поверхні тертя?
5. Яку будову має установка для визначення коефіцієнтів тертя ТМ-21?
6. Пояснити, як за допомогою похилої площини визначають коефіцієнт тертя спокою різних зернистих матеріалів.
7. Як визначають динамічний коефіцієнт тертя сипких зернистих матеріалів по різних поверхнях тертя?



## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Алімов Д.М., Шелестов Ю.В. Технологія виробництва продукції рослинництва: Підручник. – К.: Вища шк., 1995. – 271 с.
2. Диденко Н.К. Эксплуатация машинно-тракторного парка. – К.: Вища шк., 1977. – 392 с.
3. Землеробство / В.П. Гудзь, І.Д. Приймак, Ю.В. Будьонний; За ред. В.П. Гудзя. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
4. Землеробство з основами ґрунтознавства і агрохімії: Підр. / В.П. Гудзь, А.П. Лісовал, В.О. Андрієнко; За ред. В.П. Гудзя. – К.: Вища шк., 1995. – 310 с.
5. Карлов М.Е. Сельскохозяйственные машины. – Ижевск: Ижевский с/х институт, 1972.
6. Кизяков Е.А. Методы определения качества зерна. – М.: Колос, 1967.
7. Кленин Н.Й., Попов И.Ф., Сакун В.А. Сельскохозяйственные машины. Элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы). – М.: Колос, 1970. – 456 с.
8. Ковалев Н.Д. и др. Основы агрономии. – М.: Колос, 1968.
9. Костяков А.Н. Основы мелиорации. – М.: Колос, 1960.
10. Методичні вказівки для виконання лабораторних робіт з курсу: «Технологія виробництва продукції рослинництва» / М.М. Косінов, П.Г. Лузган, Ю.В. Мачок., Кіровоград: КДТУ, 1999. – 70 с.
11. Основы агрономии. /Под ред. М.Д. Атрошенко. – М.: Колос, 1978.
12. Основы земледелия. /Под ред. В.Н. Прокошева. – М.: Колос, 1975.
13. Пашедко Л.Т. Организация и технология возделывания сельскохозяйственных культур. – М.: Колос, 1970.
14. Практикум по сельскохозяйственным машинам / А.И. Любимов, З.И. Воцкий, Б.С. Ставицкий и др. – М.: Колос, 1971.
15. Румянцев В.И. и др. Земледелие с основами почвоведения. – М.: Колос, 1979.
15. Степанов Н.С., Костецкий Й.Й. Практикум по основам агрономии. – М.: Колос, 1981. – 240 с.

**Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя**

**Кафедра технічної механіки і сільськогосподарських машин**

**Хомик Надія Ігорівна**

**Гаврон Надія Богданівна**

**Рубінець Наталія Андріївна**

**ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА І ПЕРЕРОБКИ  
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ**

***МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ***

**до виконання лабораторних робіт  
для студентів денної та заочної форм навчання  
напряму підготовки «Машинобудування»  
з професійною орієнтацією на спеціальність  
«Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва»**

Комп'ютерний набір: Гаврон Надія

Графічне оформлення: Цебенко Богдан, Фіялківський Павло

Наклад 30 прим.