

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет  
імені Івана Пулюя

*Кафедра технічної механіки  
та сільськогосподарських  
машин*

ЛІТЕРАТУРА



НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА

**Проектування машин для вирощування  
с/г продукції**

**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 вирощування сільськогосподарської продукції”

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу “Проектування машин для вирощування сільськогосподарської продукції” 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 вирощування сільськогосподарської продукції” 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 МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ

**Мета роботи.** Поглибити і закріпити знання щодо будови й роботи машин для внесення мінеральних і органічних добрив та засвоїти прийоми виконання основних експлуатаційних регулювань.

**Зміст роботи.** Вивчення особливості будови й роботи тукорозкидальних машин, гноєрозкидачів, гноївкорозкидачів та підживлювача-обприскувача ПОУ. Ознайомитися з підготовкою машин до роботи і вивчити процес регулювання їх на норму висіву добрив. Перевірити дію робочих органів машин.

**Вказівки до роботи.** Для виконання роботи з машинами для внесення добрив треба підготувати сухі сипкі добрива. В лабораторних умовах найкраще працювати з гранульованими мінеральними добривами. Рідкі добрива можна замінити водою.

Після роботи з добривами потрібно помити руки водою з милом.

Під час роботи з машинами для внесення добрив потрібно стежити за тим, щоб машини були надійно встановлені і не могли самоперекочуватися.

#### **Устаткування та інструмент.**

1. Подрібнювач добрив ИСУ-4; тукорозкидальна сівалка РТТ-4,2А; відцентрові розкидачі НРУ-0,5, 1-РМГ-4, КСА-3; розкидачі пиловидних добрив АРУП-8, РУП-8; гноєрозкидачі РПН-4, 1-ПТУ-4, КСО-9; розкидачі рідких добрив РЖТ-4, РЖТ-8, РЖТ-16, ПОУ.

2. Гайкові ключі, молоток, плоскогубці, вороток, викрутка, складаний метр.

3. Мінеральні добрива або їх замітники, підставки (дві) або козли, тара для добрива, обтиральний матеріал.

#### ***Порядок виконання роботи***

##### *І. Вивчення будови й регулювання подрібнювача добрив ИСУ-4*

Подрібнювач добрив ИСУ-4 призначений для подрібнення злежаних добрив і просівання їх. Подрібнювач має циліндричний бункер, у нижній частині якого є вікно для виходу подрібненого матеріалу, вікно для виходу домішок і висувний шибер. На вертикальному валу редуктора кріпиться робочий орган, що являє собою хрестовину, па якій встановлені чотири сектори решіт, чотири ножі, фреза і вивантажувальні скребки. Решета змінні, до ножів з інтервалом 20 мм приварені сегменти.

##### *II. Вивчення будови й перевірка рівномірності висіву туків тукорозкидальною сівалкою РТТ-4,2А при регулюванні норми висіву*

Тукорозкидальна сівалка має ящик для добрив. Під дном ящика встановлені висівальні тарілки. На задній стінці ящика розміщені вал скидачів і регулятор висіву.

Під час перевірки заслінок 3 регулятора (рис. 1) норми висіву вони вважаються встановленими правильно, якщо при встановленні важеля 7 регулятора на нульову поділку шкали 9 кінці А всіх заслінок дотикаються до тарілок. Якщо ж усі або більшість заслінок не дотикаються до дна тарілок, відпускають гайки 8 болтів скоби 9 і зміщують її вліво, після чого гайки знову затягують. Окремі заслінки, які не дотикаються до дна тарілок, встановлюють у такій послідовності: відпускають обидві гайки 6 накладки 5 і переміщують накладку вліво по овальних отворах тяги 4. Після регулювання гайки туго затягують.

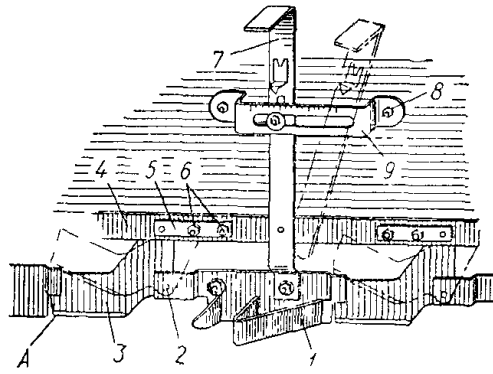


Рис. 1. Регулятор норми висіву.

/—спрямовувач, 2—штир; 3—заслінка; 4—тяга. 5—накладка; 6 і 8—гайка, 7—важіль; 9—скоба з шкалою.

Для точнішого регулювання рекомендується встановити важіль регулятора норми висіву на 10-ту поділку шкали скоби 9, а кінці А заслінок відвести від ден тарілок на 10 мм. При такому регулюванні рівномірність висіву туків поліпшиться.

Норма висіву туків збільшується, якщо збільшувати зазор між заслінкою і дном тарілки, і навпаки.

///. Вивчення будови й перевірка регулювання робочих органів розкидача добрив 1-РМГ-4

Розкидач 1-РМГ-4 призначений для розкидання мінеральних добрив, вапняних матеріалів і гіпсу.

Робочими органами розкидача є: дозуючий транспортер, розкидальний пристрій і тукоспрямовувач.

У транспортері розкидача гачки мають бути спрямовані відігнутими частинами за ходом трактора, що сприяє активному очищенню напрямних жолобків і днища кузова.

Натяг транспортера регулюють переміщенням веденого вала транспортера натяжними гвинтами. Перед початком регулювання днище кузова необхідно очистити від добрив. Нормальним натягом вважається такий, при якому нижня вітка в середній частині лише дотикається до напрямних.

Перекіс сторін транспортера, а також робота з погнутими ланками не допускається.

Розкидальний пристрій складається з двох дисків. Правий розкидальний пристрій приводиться в обертовий рух від гідромотора МНШ-46, сполученого з гідросистемою трактора нагнітальним, зливним і дренажним трубопроводами.

Лівий розкидальний пристрій приводиться в обертовий рух від правого за допомогою перехресної клинопасової передачі. При натягуванні клиновидного паса відпускають гайки стопорних болтів і, встановивши монтажну лопатку в спеціально приварені скобки, провертають нижній напівквіш. Для зберігання однакової частоти обертання дисків пас натягують однаково на обох розкидальних пристроях. Для подачі добрив на кожний подавальний диск призначений тукоспрямовувач, який має подільник потоку, що складається з двох шарнірно-рухомих стінок (рис. 2).

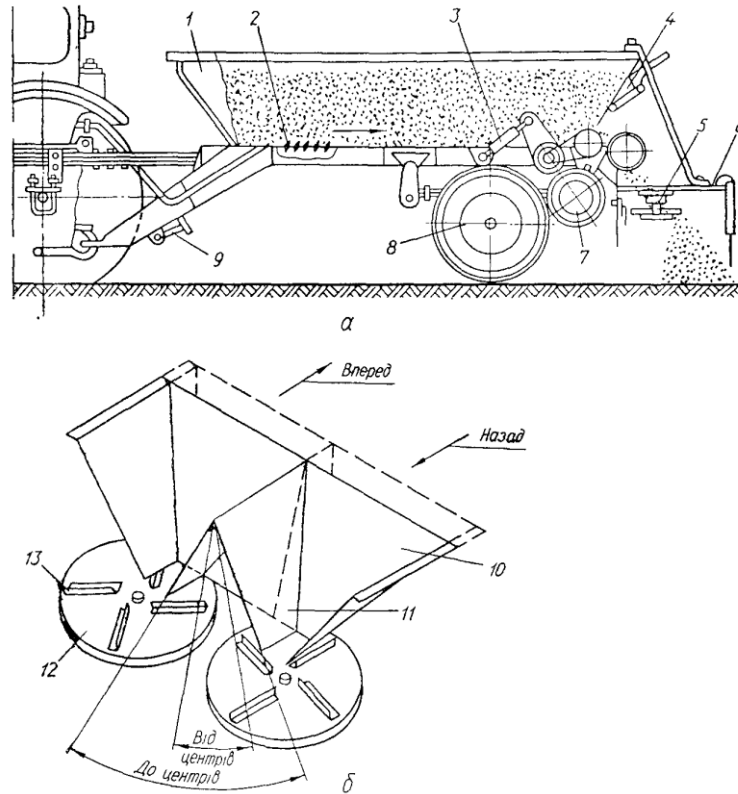


Рис. 2. Розкидач мінеральних добрив 1-МРГ-4:

*a*—технологічна схема; *b*—схема тукоспрямовувача; 1—кузов; 2—транспортер; 3—гідроциліндр; 4 — дозувальний пристрій; 5 і 12 — розкидальні диски; 6—вітрозахисний пристрій; 7 — ролик з пневматичною шиною; 8 — ходове колесо; 9 — опора причепа; 10—тукоспрямовувач; 11 — шарнірна внутрішня стінка; 13 — лопатка.

Рівномірність розподілу добрив по ширині захвату забезпечують або переміщенням тукоспрямовувача по поздовжніх пазах «вперед» або «назад» за ходом розкидача, або переміщенням рухомих стінок «до центрів» чи «від центрів» розкидальних дисків.

Для рівномірного розсівання калійної солі, аміачної селітри і пиловидних добрив нижній кінець задньої стінки тукоспрямовувача рекомендується сумістити з фланцем гідромотора, а рухомі стінки встановити на другий довгастий отвір.

Для розкидання гранульованого суперфосфату і сечовини тукоспрямовувач відсувають назад на 15 мм від фланця гідромотора, а рухомі стінки встановлюють на третій отвір.

При роботі з вітрозахисним пристроєм положення тукоспрямовувача таке, як і під час розкидання аміачної селітри, а рухомі стінки встановлюють на перший отвір справа.

На місці внесення добрив розкидач регулюють на задану норму висіву, користуючись даними таблиці. Регулювання полягає в зміні висоти щілини між настилем і дозуючою заслінкою. Заслінку переміщують по лінійці з поділками, які показують ступінь відкриття заслінки.

Норму висіву можна регулювати також зміною швидкості транспортера. Для цього потрібно ланцюг на першій ступені передачі переставити із зірочок  $z = 10$  і  $z =$

32 (малі норми — від 100 до 1000 кг) на зірочки  $z = 25$  і  $z = 17$  (більші норми—від 1000 до 6000 кг).

Розкидальні диски і ролик привода транспортера треба включати до початку руху агрегату при максимальних обертах двигуна.

Зусилля притискання ролика до ходового колеса повинно становити  $3 \pm 0,3$  кН. Контролюють зусилля динамометром.

#### *IV. Вивчення особливостей конструкції, роботи й регулювання розкидача КСА-3*

Розкидач КСА-3 призначений для транспортування і розкидання на поверхню ґрунту мінеральних добрив, вапна і гіпсу.

Розкидач складається з кузова, розкидального і дозувального пристроїв, транспортера, привода робочих органів, притискного ролика, вітрозахисного пристрою.

Розкидальний пристрій являє собою п'ятилопатевий диск, закріплений на вертикальному валу, і приводиться в рух від гідромотора МНШ-46А. Подачу добрив на диск регулюють переміщенням тукоспрямовувача вздовж напрямних.

Транспортер прутковий. Ведений вал натяжний. Натяг здійснюється болтами. Приводиться в рух транспортер від притискного ролика через ланцюгові передачі, що зв'язують ролик з ведучим валом транспортера.

Норму внесення добрив регулюють зміною висоти щілини між настилом і дозувальною заслінкою по лінійці, прикріпленій над заслінкою до заднього борта. Переміщують заслінку вручну за допомогою маховичка. Положення заслінки фіксується пружинним фіксатором. Норму висіву можна регулювати і зміною швидкості транспортера в результаті заміни зірочок приводного механізму.

#### *V. Вивчення особливостей конструкції, роботи й регулювання розкидача добрив НРУ-0,5*

У розкидачі добрив НРУ-0,5 під дном бункера є два чотирилопатевих диски 12 (рис. 3), які приводяться в дію від конічних редукторів.

Норму висіву добрив регулюють заслінками дозувального пристрою, зміною амплітуди коливання висівальної планки і зміною частоти обертання розкидальних дисків.

Висоту висівальної щілини змінюють повертанням важеля б, положення якого фіксується зубчастим сектором. Заслінки мають пружинні амортизатори, які відкривають заслінки, якщо через щілину проходить велике груддя.

Амплітуду коливання висівальної планки і пристрою для відвернення зависання добрив регулюють переміщенням повзуна 5 по коромислу.

Частоту обертання розкидальних дисків змінюють переставлянням веденої зірочки (при  $z=18$   $n=625$  хв<sup>-1</sup>, а при  $z=14$   $n=805$ хв<sup>-1</sup>).

#### *VI. Вивчення особливостей конструкції розкидачів пиловидних добрив АРУП-8 і РУП-8 і регулювання їх на норму внесення добрив*

Розкидач АРУП-8 складається із спеціально обладнаного тягача ЗИЛ-130-В і цистерни-напівпричепа. Він має компресор, фільтр, пристрій для завантаження цистерни і вивантаження добрив.

Розпилувальний пристрій розпилує добрива за вітром. Для цього рукав повертають за допомогою пневмоциліндра і важеля. В лотку наконечника міститься дозувальна заслінка, повертанням якої регулюють висоту щілини. До бокової стінки лотка приварена косинка з овальним отвором. Переміщенням косинки регулюють

напрям пиловидного потоку до поверхні поля. Розкидач комплектується двома розпилювальними наконечниками з висотою щілини 110 і 55 мм.

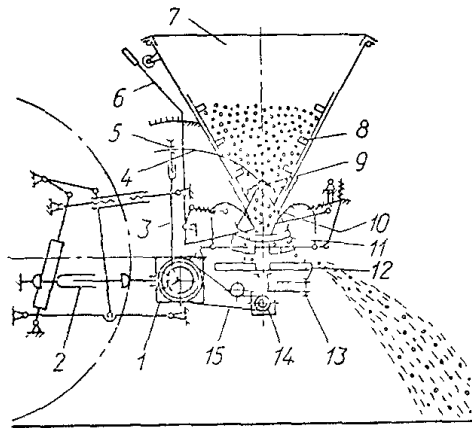


Рис. 3. Схема розкидача добрив НРУ-0,5:

1 — головний конічний редуктор; 2 — карданний вал; 3—кривошипно-шатунний механізм; 4 — коромисло, 5 — повзун, 6 — важіль; 7 — бункер. 8 — пристрій для відвертання зависання добрив, 9 — коливальний вал; 10—заслінка, 11—висівальна планка 12—розкидальний диск, 13—причіпна скоба, 14—конічний редуктор; 15 — ланцюгова передача

Подачу добрив у наконечник перекривають запірним пристроєм, який складається з рукава, обгумованих роликів, пневмоциліндра і важільного механізму. Пневматичний і важільний механізми приводять у рух два ролики, які здавлюють гнучкий рукав.

Розкидач пиловидних добрив РУП-8 за призначенням і будовою подібний до АРУП-8, обладнаний компресором. Запірні й поворотні пристрої розпилювального наконечника обладнані гідроциліндрами.

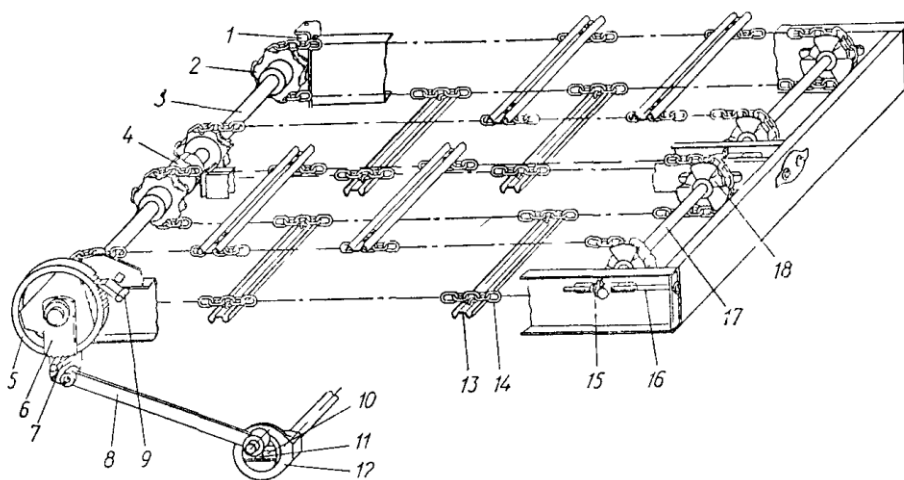


Рис. 4. Транспортёр розкидача 1-ПТУ-4:

1 — кінцевий підшипник; 2—ведуча зірочка; 3—ведучий вал; 4—опорний підшипник; 5— храпове колесо; 6 — щока; 7 — ведуча заскочка; 8 — тяга; 9 — запобіжна заскочка; 10 — диск кривошипа; 11 — болт; 12—корпус кривошипа, 13—скребок, 14—ланцюг; 15 — натяжна гайка; 16 — натяжний болт; 17 — ведений вал, 18 — ведений ролик

### *VII. Вивчення будови й регулювання напівпричепи-розкидача 1-ПТУ-4.*

Напівпричіп-розкидач 1-ПТУ-4 призначений для розкидання органічних добрив—гною, торфу, компостів тощо.

Робочими органами розкидача 1-ПТУ-4 є розкидач і чотири-ланцюговий транспортер.

Правильним натяг транспортера вважається тоді, коли скребки його прилягають до настилу кузова, а нижня вітка провисає на 60 мм. Перед регулюванням кузовів і ручаї очищають від добрив.

Норму розкидання гною регулюють зміною швидкості транспортера. Для регулювання норми висіву (величини ходу транспортера) гайку болта 11 (рис. 4) відгвинчують на 4 ... 5 обертів і прокручують диск 10 у виямці корпусу 12 до суміщення риски на ньому з поділкою на шкалі корпусу, що відповідає нормі висіву. Після регулювання надійно затягують гайку болта.

### *VIII. Вивчення особливостей конструкції напівпричепи-розкидача КСО-9*

Двовісний напівпричіп-розкидач КСО-9 ні за технологічним процесом роботи, ні за будовою основних робочих органів і їх регулюванням не відрізняється від розкидача 1-ПТУ-4. Права й ліва секції транспортера-живильника приводяться в рух двома кривошипно-шатунними механізмами. Ширина розкидання 6...12 м, вантажопідйомність розкидача 9 т.

### *IX. Вивчення особливостей конструкції і регулювання причепа-розкидача органічних добрив РПН-4*

Причіп-розкидач добрив РПН-4 обладнаний кузовом, який піднімається і опускається.

Робочі органи розкидача (транспортер і розкидальний барабан) розміщені з правого боку.

Рух на транспортер передається через редуктор, кривошипно-шатунний механізм, який приводить у рух важіль із закріпленням на ньому коромислом, і храповий механізм. Переміщуючи головку коромисла вздовж куліси важеля, змінюють її відстань від осі хитання, а отже, й амплітуду коливання коромисла й заскочки, яка повертає храпове колесо транспортера. При переміщенні головки коромисла вгору вздовж куліси амплітуда коливання і швидкість транспортера збільшуються. Регулюванням швидкості руху транспортера і поступальної швидкості агрегату можна забезпечити норми внесення добрива від 10 до 60 т/га. Шар добрив, що подається транспортером до розкидального барабана, вирівнюється по висоті козирком. Розкидальний барабан захоплює добриво, подрібнює його і верхньою подачею розкидає в бік на ширину до 11 м..

### *X. Вивчення будови розкидача рідких органічних добрив РЖУ-3,6*

Призначений розкидач РЖУ-3,6 для забору рідких добрив з гноєсховищ, транспортування й рівномірного розкидання їх по поверхні. Розкидач являє собою цистерну, встановлену під кутом 30° на шасі автомобіля ГАЗ-53.

Норму внесення добрив у межах від 5 до 40 т/га регулюють встановленням дозуючих насадів діаметром 40, 65 і 80 мм і зміною швидкості автомобіля. Вакуумний насос приводиться в дію від гідромотора МНШ-50.

### *XI Вивчення особливостей конструкції розкидача рідких органічних добрив РЖТ-8*

Розкидач являє собою напівпричіп-цистерну, обладнану вакуумною і нагнітальною системами з вакуумними насосами, які приводяться в дію від гідромотора МНШ-46У.

Заповнюється цистерна під дією розрідження, а розкидання добрив відбувається під дією тиску, створюваного напірним насосом, встановленим на валу конічного редуктора.

### *XII Вивчення особливостей конструкції розкидачів рідких добрив РЖТ-4 і РЖТ-16.*

Розкидачі добрив РЖТ-4 і РЖТ-16 вантажопідйомністю 4 і 16т являють собою цистерни-напівпричепи, які агрегатуються з тракторами. Норма внесення добрив 10 40 т/га, ширина захвата 8 - 16 мм.

### *XIII Вивчення особливостей будови підживлювача ПОУ.*

Підживлювач-обприскувач ПОУ призначений для внесення в ґрунт водного аміаку одночасно з оранкою або передпосівним обробітком, а також для підживлення рослин. Він має два резервуари місткістю 600 л, з яких розчин під тиском надходить до розпилювачів.

Норму внесення добрив регулюють зміною тиску, кількості розпилювачів і швидкості руху агрегату.

При виборі тиску і кількості розпилювачів слід керуватися правилом—при більших нормах витрати рідини на гектар треба брати максимальну кількість розпилювачів і створювати максимальний тиск.

Для роботи з водним аміаком тиск становить 0,05...0,196 МПа. Тиск у напірній комунікації регулюють у такій послідовності:

- а) маховики пульта керування встановлюють у верхнє крайнє положення,
- б) відкривають ексцентриковою рукояткою подачу рідини на розпилювачі,
- в) регулюють тиск спочатку маховиком, розміщеним біля манометра, а після того, як тиск перестане підвищуватись, підрегульовують другим маховиком.

Для перекриття подачі рідини до розпилювачів при заїданні клапана перекриття у верхньому положенні при тиску 0,392 МПа потрібно натиснути додатково на ексцентрикову ручку.

## **ЗАВДАННЯ ДЛЯ ЗВІТУ**

1. Накреслити схему привода робочих органів гноєрозкидача.
2. Описати послідовність регулювання норми висіву добрив.

## **КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ**

1. Як регулюють продуктивність подрібнювача добрив ИСУ-4?
2. Як регулюють норму висіву добрив тукорозкидальною сівалкою РТТ-4,2А?
3. Як працює розкидач мінеральних добрив 1-РМГ-4?
4. Які особливості будови й роботи має розкидач мінеральних добрив КСА-3?
5. Як завантажуються і розкидаються пиловидні добрива розкидачем АРУП 8?
6. Як регулюють норму внесення добрив у причепі розкидачі 1-ПТУ-4?
7. Які особливості будови й роботи має напівпричіп розкидач КСО-9?
8. Яку схему технологічного процесу має гноєрозкидач РПН-4?
9. Яку будову має розкидач рідких органічних добрив РЖТ-16 і як він працює?

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 2

### ВИЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПАРУСНОСТІ

#### Мета роботи:

Отримати навички із визначення коефіцієнта парусності насіння сільськогосподарських культур.

#### **Характеристика та спосіб визначення коефіцієнта парусності**

За допомогою коефіцієнта парусності можливо визначити зусилля, яке діє на частку, що рухається у повітряному потоці. Це зусилля визначається за формулою Ньютона

$$P = k\rho F(V_n - V_m)^2. \quad (1)$$

де  $k$  - коефіцієнт опору повітря;

$\rho$  - питома маса повітря;

$F$  - площа міделевого перерізу частки;

$V_n$  - швидкість повітряного потоку;

$V_m$  - швидкість частки.

Обидві швидкості відраховуються відносно нерухомої системи координат, тому різниця у зазначених швидкостях є швидкістю частки відносно системи координат, що рухається разом з повітряним потоком. Тобто згадана різниця є відносною швидкістю частки. Таким чином основою формули Ньютона є припущення про те, що сила, яка діє на частку, є пропорційною квадрату відносної швидкості.

Ця сила, як бачимо, вважається пропорційною також питомій масі повітря  $\rho$  та площі  $F$  міделевого перерізу частки. Під цією величиною розуміється середня площа перерізу частки, яка є перпендикулярною до напрямку відносної швидкості. Слово "міделевий" походить від англійського слова "middle" що означає "середній". У цій назві відображається те, що під час перебування частки у повітряному потоці, вона обертається. Обертання пов'язане з тим, що форма часток не являє собою правильної кулі.

Коефіцієнт опору повітря  $k$  - це безрозмірний коефіцієнт математичної моделі, якою є формула (1). Для того, щоб результати обчислень зусилля за формулою (1) відповідали експериментальним даним, слід мати коректні значення коефіцієнта  $k$ . Для їх визначення треба виконати експерименти, під час яких вимірюються значення всіх величин, що входять до формули (1), за винятком величини  $k$ . Тоді її можна буде знайти за такою формулою

$$k = \frac{P}{\rho F(V_n - V_m)^2}. \quad (2)$$

Якщо величини  $P$ ,  $\rho$ ,  $V_m$ ,  $V_n$  виміряти можливо, то визначення величини  $F$  під час експерименту практично неможливе, тому що частка обертається хаотично.

В зв'язку з цим замість формули Ньютона користуються такою її модифікацією, коли замість  $k\rho F$  застосовується величина коефіцієнта парусності  $k_n$ , до якої входять всі зазначені величини. Величина  $k_n$  визначається за такою формулою

$$k_n = \frac{k\rho F}{m}, \quad (3)$$

де  $m$  - маса частки.

Тоді зусилля, яке діє на частку, що перебуває у повітряному потоці, буде визначатися за такою формулою

$$P = mk_n(V_n - V_m)^2 \dots \quad (4)$$

Виконаємо аналіз розмірностей величин, що входять до формул (1), (3) та (4). Будемо користуватися системою одиниць, коли маса має розмірність кг, розміри - м, час - с. Тоді для величини  $P$ , з врахуванням того, що  $k$  є безрозмірним, матимемо

$$[P] = H$$

Тобто, при застосуванні зазначеної системи одиниць, величина  $P$  буде мати розмірність - ньютон. Розмірність величини  $k_n$  буде  $\frac{1}{m}$ .

Як бачимо, величина  $k_n$  не є безрозмірною. Очевидно, що величина  $P$ , яка визначається за допомогою формули (4), також має розмірність ньютон

Експериментальне визначення коефіцієнта парусності виконати порівняно нескладно за допомогою вертикального повітряного каналу. Такий канал є основою парусного класифікатора (рис.1).

Цей канал розміщується у всмоктувальній магістралі вентилятора 1. Матеріал, коефіцієнт парусності часток якого потрібно визначити, насипають у місткість 2, дном якої є сітка. Її наявність, крім функції утримання матеріалу підвищує рівномірність поля швидкостей повітря у каналі.

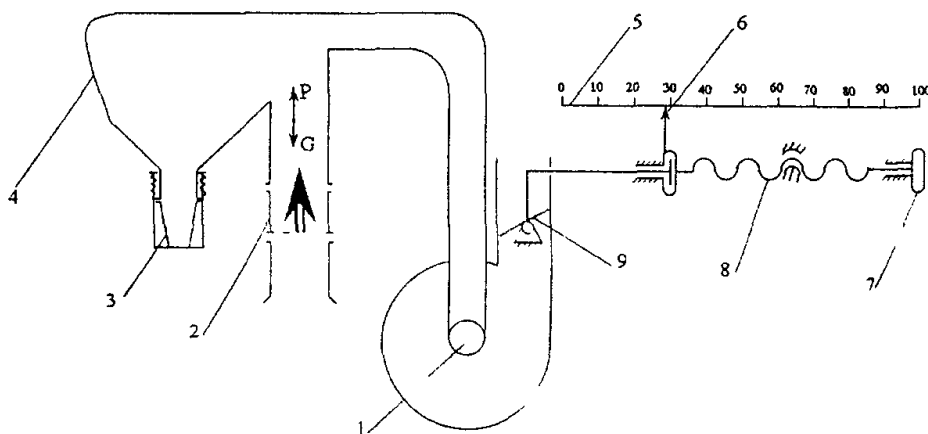


Рис.1. Парусний класифікатор:

1-вентилятор; 2-місткість для вихідного матеріалу; 3-місткість для обробленого матеріалу; 4-осаджувальна камера; 5-шкала для реєстрації положення заслінки; 6-стрілка; 7-маховичок; 8-гвинт; 9-заслінка, за допомогою якої регулюється швидкість повітряного потоку.

На частку, що знаходиться у каналі під дією повітряного потоку, діють такі сили: сила  $P$ , сила тяжіння частки  $G$  та сила інерції  $m\ddot{y}$ , напрям якої є зворотнім до напрямку прискорення частки  $\ddot{y}$  при її русі. Рівняння руху частки, якщо вважати її матеріальною точкою, буде таким

$$m\ddot{y} = P - G \quad (5)$$

При визначенні коефіцієнта парусності швидкість повітряного потоку задають такою, щоб частка знаходилася у каналі у підвішеному стані - тобто не піднімалася і не опускалася. Через відхилення форми часток від кулі, дотримання цієї умови неможливе. При моделюванні руху частки матеріальною точкою форма частки не враховується, тобто вважається умовно сферичною. Така ідеалізація є неточністю математичної моделі, яка застосовується в даному випадку. В дійсності перебуванню частки у підвішеному стані відповідає таке становище, коли частка здійснює хаотичні вертикальні коливання навколо певного середнього положення. Це пов'язано з наявністю обертання частки, через що площа перерізу тіла у напрямку, перпендикулярному до напрямку відносної швидкості центра мас частки (в даному випадку горизонтальному), безперервно змінюється.

При прийнятому математичному моделюванні зазначений стан частки є таким, при якому сила інерції частки відсутня, тобто  $m\ddot{y} = 0$ . При цьому  $V_m = 0$ . Тоді замість рівняння (5) матимемо  $P = G$ ,

або

$$mk_n V_{n,кр}^2 = mg$$

Тобто

$$k_n = \frac{g}{V_{n,кр}^2} \quad (6)$$

де  $g$  - прискорення вільного падіння,

$V_{n,кр}$  - критична швидкість повітря, тобто така швидкість повітряного, потоку, яка відповідає підвішеному становищу частки.

Швидкість повітряного потоку у парусному класифікаторі (рис. 1) змінюється за допомогою повертання заслінки 9, що знаходиться у нагнітальному каналі вентилятора, на виході якого знаходиться фільтр, що затримує пил (на рис. 1 цей фільтр не показаний). Положення заслінки змінюється гвинтом 8, осьове положення стрілки 6 якого реєструється за допомогою шкали 5. Кожному положенню заслінки відповідає певна швидкість повітряного потоку, для чого кожний конкретний парусний класифікатор повинен мати тарувальний графік такого вигляду, який показаний на рис. 2.

При кожному положенні заслінки певна кількість вихідного матеріалу піднімається, випадає у осаджувальну камеру і накопичується у місткості 3. Для спостереження за поведінкою часток повітряний канал виконаний з прозорого матеріалу.

## Методика визначення коефіцієнта парусності

Коефіцієнт парусності є випадковою величиною, тому його визначення полягає у знаходженні числових характеристик закону розподілення ймовірностей коефіцієнта, зокрема - визначення його середнього значення. Для цього визначимо експериментальні дані щодо частот потрапляння зерна у певний інтервал коефіцієнтів парусності

Зазначені інтервали можливо замінити відповідними інтервалами критичних швидкостей повітряного потоку, або інтервалами показників шкали, оскільки між ними і значеннями швидкостей має місце зв'язок, наведений на рис. 2.

Будемо користуватися останнім способом, оскільки він простіший. При визначенні частоти потрапляння насіння у певний інтервал спочатку треба знайти межі діапазону, у якому розміщуються значення показників шкали. З цією метою перед виконанням досліджень слід зробити оцінку на якісному рівні. Для цього необхідно оцінювати вміст місткості 3 (рис. 1) через певну кількість поділок шкали 5. Нижньою межею діапазону можна вважати таке значення поділки шкали, яке відповідає початку потрапляння у місткість 3 насіння культури і закінченню потрапляння туди легких домішків. Верхньою межею є таке значення поділки, при якому у місткість 3 вже практично не потрапляє насіння, яке засипане у місткість 2. Цій ситуації відповідає дуже мала кількість насіння, яку можна спостерігати через прозору стінку вертикального повітряного каналу.

Для побудови кривої розподілення ймовірностей знайдений діапазон у відповідності з рекомендаціями математичної статистики слід розділити на 6-8 інтервалів.

Для визначення емпіричних частот кривої розподілення заслінка встановлюється у положення, що відповідає верхній межі кожного інтервалу. При кожному положенні заслінки експеримент триває стільки часу, скільки потрібно для того щоб надходження до місткості 3 практично припинилося. Звичайно це 1-3 хвилини. Зменшення цього часу може призвести до того, що до місткості 3 не встигне потрапити все належне насіння. Насіння, яке потрапило до місткості 3, зважують, заповнюючи колонку 2 таблиці 1. У колонку 3 записують частоту як частку від ділення маси  $m_i$ , яка потрапила у місткість для обробленої суміші при певному положенні заслінки на сумарне значення  $m_s$ , що є сумою мас  $m_i$ , при кожному положенні заслінки.

Середнє значення показника шкали заслінки можливо знайти за допомогою наступної формули, що відповідає правилам математичної статистики.

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{(x_{i,max} + x_{i,min})}{2} \cdot \frac{m_i}{m_s} \quad (7)$$

де  $x_{i,min}$ ,  $x_{i,max}$  - межі  $i$ -того інтервалу,

$n$  - кількість інтервалів.

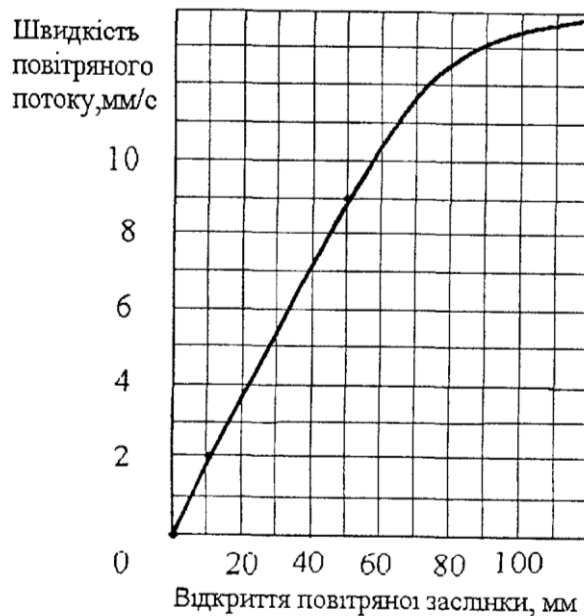


Рис.2. Зв'язок між показаннями шкали положення заслінки і швидкістю повітряного потоку.

Повнішу уяву про характеристики ймовірностей розподілення може дати апроксимація емпіричних даних за допомогою адекватної кривої закону певного виду. Непогані результати дає апроксимація за допомогою кривих Пірсона. Їх налічується 8 видів і за їх допомогою можливо описувати криві різного характеру. Після виконання апроксимації середнє значення замінюється математичним очікуванням, сума замінюється інтегралом, а емпіричні значення частот змінюються відповідними значеннями щільності розподілення.

Таблиця 1

Вигляд таблиці для результатів експериментів із визначення частот потрапляння насіння у певний інтервал діапазону показників поділок шкали

Інтервал показників шкали положення заслінки	Маса насіння у місткості для обробленої суміші, $m_b$ , Г	Емпірична частота, $\frac{m_i}{m_s}$
1	2	3

### Порядок виконання роботи.

1. За заданими інтервалами показників шкали положення заслінки визначити швидкість повітряного потоку  $V_{n.кр}$ .
2. Обчислити емпіричну частоту, дані занести у таблицю 1.
3. Знайти середнє значення показника шкали заслінки  $\bar{x}$ .
4. Обчислити коефіцієнт парусності для заданого матеріалу  $k_n$ .
5. Побудувати графічну залежність коефіцієнта парусності від критичної швидкості повітряного потоку.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА № 3

### ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗМІРНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЗЕРНА

#### Мета роботи:

Дослідити розмірні характеристики зерна за допомогою решіт.

#### **Розмірні характеристики та спосіб їх визначення.**

Розмірними характеристиками зерна є довжина, ширина та товщина. Довжиною вважається " $d$ " - найбільший розмір зерна (рис. 1,а), товщиною " $m$ " - найменший, і шириною " $u$ " - проміжний.

Довжину зерна можна виміряти безпосередньо, наприклад за допомогою штангенциркуля. Ширину і товщину безпосередньо виміряти важко через те, що ці характеристики часто дуже мало відрізняються. Тому характеристики ширини і товщини вимірюють за допомогою лабораторних решіт.

Такі решета мають круглу форму, діаметр їх порівняно невеликий (200-300 мм). Отвори решіт мають подовжену, або круглу форму. На решетах з подовженими отворами визначають характеристику товщини, на решетах з круглими отворами - характеристики ширини, через те, що можливість проходження через отвори решета залежить саме від зазначених розмірів.

#### **Методика визначення товщини, або ширини зерна**

Оскільки розміри є випадковими характеристиками, повну уяву про них можуть дати криві розподілення ймовірностей певного розміру. Для побудови такої кривої треба визначити емпіричні значення частот потрапляння розміру у певний інтервал. З цією метою треба визначити спочатку діапазон випадкових значень. Це робиться з оцінкою можливості проходження отворів решіт на якісному рівні. При цьому з купи зерна у решета набирають проби; і послідовно випробують решета з різними розмірами отворів. Очевидно, що нижньою межею є такий розмір, при якому через отвори ще проходить деяка мала кількість зерна. Верхньою межею є такий розмір, при якому на решеті залишається тільки деяка мала кількість зерен великого розміру.

Визначений таким чином діапазон, у відповідності до рекомендацій математичної статистики, треба розділити на 6 - 8 інтервалів. У кожному інтервалі треба визначити частоти потрапляння зерна. Для визначення частоти найкращим буде спосіб, який ґрунтується на підрахунку кількості зернин, які потрапили до даного інтервалу. Тоді частота являє собою частку від ділення зазначеної кількості на сумарну кількість зернин, з якими виконуються виміри характеристики.

Дещо менш точні результати можна отримати, якщо замість кількості зернин вимірювати масу насіння, яке потрапило до певного - інтервалу. Для визначення частоти, в цьому випадку, зазначена маса ділиться на сумарну масу насіння, з яким виконується експерименти.

Кожний інтервал утворюється різницею між розмірами отворів решіт, які використовуються при експериментах. При цьому треба починати з решета, яке має найбільший розмір отворів. Прохід, який утворився після використання цього решета, слід пропустити через наступне решето, яке має менший розмір отворів. Різниця у розмірах обох решіт являє собою інтервал, в якому визначається відповідна частота потрапляння насіння.

Аналогічним чином належить послідовно робити з проходом для наступних решіт. Таким чином для виконання вимірів необхідно мати набір решіт у кількості, що відповідає кількості інтервалів, які потрібні для побудови кривої розподілення ймовірностей.

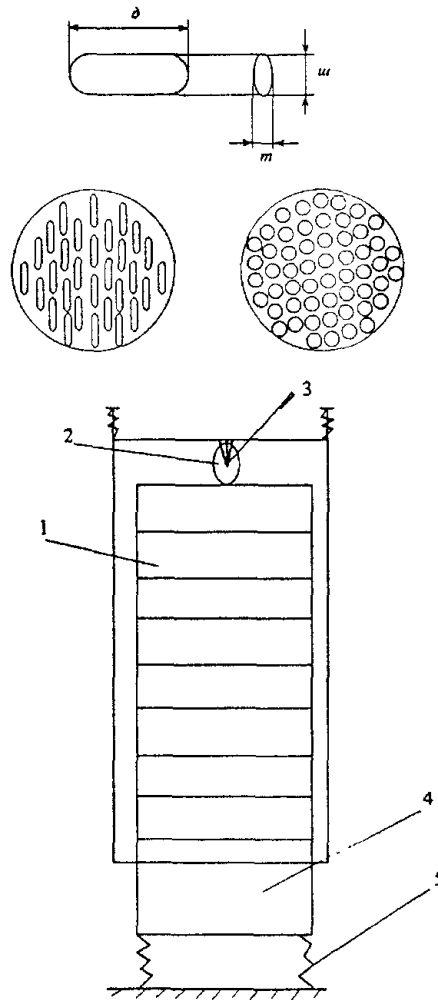


Рис. 1. Характеристики розмірів зерна та засоби їх визначення:

- а - розміри зерна; б - лабораторні решета з подовженими та круглими отворами;
- в - лабораторний вібраційний класифікатор; 1 - решето; 2 - ексцентриковий затискач;
- 3 - рукоятка затискача; 4 - платформа віброзбудника; 5 – пружини

Зазначені виміри можливо робити просіваючи матеріал на лабораторних решетах вручну, або за допомогою лабораторного вібраційного класифікатора (рис. 1в). Тут решета встановлюються одне в друге так, щоб верхнім було решето з найбільшим розміром отворів. Набір решіт фіксується за допомогою ексцентрикового затискача 2 на платформі 4, якій надаються коливання електромагнітним віброзбудником. Для забезпечення повноти розподілення решетам надають коливання на протязі певного часу (1-3 хв). Фракції, що знаходяться на решетах, зважують, визначають емпіричні значення частоти і вносять до таблиці 1.

Форма таблиці для запису результатів вимірів товщини або ширини зерна

Межі інтервалів, <i>мм</i>	Маса фракції що потрапляє до інтервалу, $m_i$ , г	Емпіричне значення частоти потрапляння до інтервалу, $\frac{m_i}{m_s}$

Результати вимірів можна використати для побудови емпіричної кривої розподілення ймовірностей потрапляння зерна у певний інтервал, якою є крива зміни емпіричних значень частот.

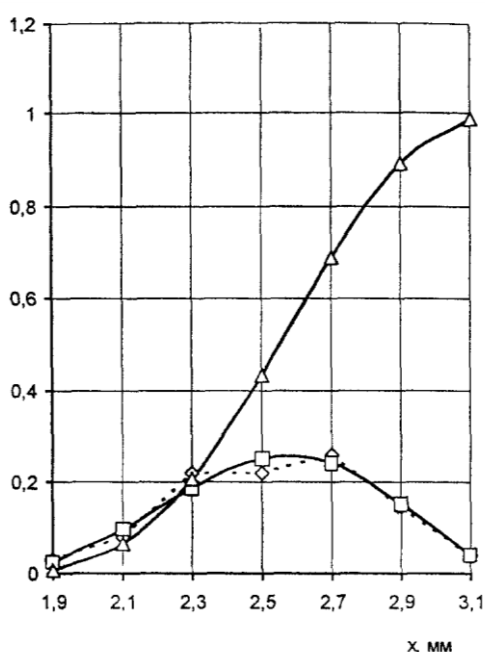


Рис.2. Результати статистичної обробки вимірів товщини насіння пшениці:

### Порядок виконання роботи.

1. За заданими результатами вимірів товщини або ширини зерна обчислити емпіричне значення частоти потрапляння до інтервалу  $\frac{m_i}{m_s}$ .
2. Побудувати інтегральну криву апроксимованих значень частоти товщини або ширини насіння в інтервалах.
3. Зробити висновки.

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №4.

### ДОСЛІДЖЕННЯ ОПОРУ ПЛОДІВ І ОВОЧІВ СТАТИЧНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

#### Мета роботи:

Дослідити закономірності опору плодів і овочів статичним навантаженням.

#### **Характеристика показника та спосіб його визначення**

На величину опору плодів та овочів статичним навантаженням стискання впливають: напрям сили навантаження відносно біологічної осі плоду; ступінь стиглості; розмір плоду; вологість в період збору врожаю; стан ґрунту; умови росту та інші чинники.

Для приведення міцності плодів різних розмірів до єдиного показника інколи використовують показник питомого навантаження, як відношення навантаження, що руйнує плід до маси плоду. Але цей показник умовний і придатний лише для порівняльної оцінки різноманітних сортів овочів та плодів, або оцінки їх технологічних якостей. Дещо об'єктивнішим при наявності механічних навантажень є інший показник - контактні напруження стискання.

Контактні напруження стискання визначаються так. При стисканні між двома плоскими пластинами силою  $P$  зразка з первісною кривизною  $R$ , останній деформується на величину  $\Delta$  (рис. 1).

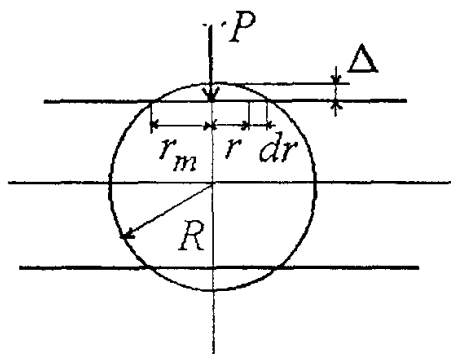


Рис. 1. Схема деформації плоду плоскою поверхнею

Відносна деформація зразка ( $\varepsilon$ ) в напрямку дії сили в певній точці, що розміщена на відстані  $r$  від осі симетрії, дорівнює

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{R^2 - r^2} - (R - \Delta)}{\sqrt{R^2 - r^2}} \quad (1)$$

де  $\varepsilon$  - відносна деформація зразка в напрямку дії сили;

$R$  - первісна кривизна зразка;

$r$  - відстань від осі симетрії до певної точки;

$\Delta$  - величина деформації плоду.

Виділимо елементарну поверхню контакту шириною  $d_r$  на відстані  $r$  від центру зразка. Величина площі  $dF$  цієї поверхні визначається як  $dF = 2\pi r d_r$ . Тоді, вважаючи деформацію стискання зразка пружною, на підставі закону Гука можна записати:

$$P = \int_0^{r_m} \varepsilon E dF = E \int_0^{r_m} \frac{\sqrt{R^2 - r^2} - (R - \Delta)}{\sqrt{R^2 - r^2}} 2\pi r dr, \quad (2)$$

Для визначення деформації між плодом, що досліджується і столом приладу, розміщують копіювальний папір та міліметровий папір розміру, що дещо перевищує зону контакту  $2r_m$ . Отриманий на міліметровому папері в кінці стискання зразка відбиток дорівнює площі контакту зразка з пластиною, що стискає плід.

Необхідно зауважити, що контактні напруження розподілені по площі контакту нерівномірно. Характер розподілення та їх максимальна величина залежать від вигляду поверхонь, що контактують. Напруження можна визначити за такими формулами:

$$\sigma_{max} = \frac{3P}{2\pi \left( \frac{3PR}{4E} \right)^{2/3}},$$

$$\sigma_{max} = \frac{0,5P}{\sqrt{0,56 \frac{P^2 R^2}{E^2}}}.$$

З останнього виразу можуть бути знайдені контактні напруження стискання  $\sigma$  і модулі пружності  $E$ .

Для плодів довільної форми контактні напруження стискання визначаються так:

$$\sigma = \frac{P}{2\pi \int_0^{r_m} r dr} \quad (3)$$

Для плодів модуль пружності  $E$  можна визначити за такою формулою:

$$E = \int_0^{r_m} \frac{\sqrt{R^2 - r^2} - (R - \Delta)}{\sqrt{R^2 - r^2}} 2\pi r dr \quad (4)$$

При дослідженні зразків довільної форми площу контакту доцільно вимірювати безпосередньо після вимірювання.

Як свідчать численні дослідження, для більшості плодів напруження пропорційні деформаціям до початку появи тріщин. Їхнє руйнування настає за межами пружних деформацій. Напруження, при якому починається руйнування, відповідає межі міцності плодів і називається межею міцності плодів на стискання.

Поділивши величину цієї межі на запас міцності  $n = 1,2 - 1,4$  отримаємо значення напруження, що допускається.

Дослідження деформації і контактних напружень плодів здійснюється на приладі, схема якого наведена на рис. 2.

Прилад (рис. 9.2) виконаний у вигляді замкненої прямокутної рамки 1. На нижній округлій основі є різьбова втулка 2 з гвинтом 3. На кінці гвинта 3 знаходиться

шарнірно приєднаний диск 4. Диск 4 є рухомим столом для досліджуваного зразка. Диск може мати такі рухи: а) обертальний рух у горизонтальній площині відносно непорушного гвинта, б) поступальне вертикальне переміщення при обертанні гвинта 3 держаком 5.

В отвір, який розташований на верхній стороні рамки 1, запресована втулка 6. У втулку 6 входить шток 7 з закріпленим на нижньому кінці диском 8. Своім верхнім кінцем шток 7 торкається до плоскої пружини 9, що консольно закріплена за допомогою гвинта 10 на стійці 11. В отвори бокових стінок рамки запресовані різьбові втулки з угвинченими до них гвинтами 12 з пластинами 13. Із зовнішньої сторони рамки на гвинтах є вимірювальні диски 14, що фіксуються контргайками 15. Переміщення дисків 8 і пластин 13 вимірюються індикаторами годинникового типу 16, що встановлені у кронштейни 17. Вертикальні переміщення зразка вимірюються індикатором годинникового типу 18.

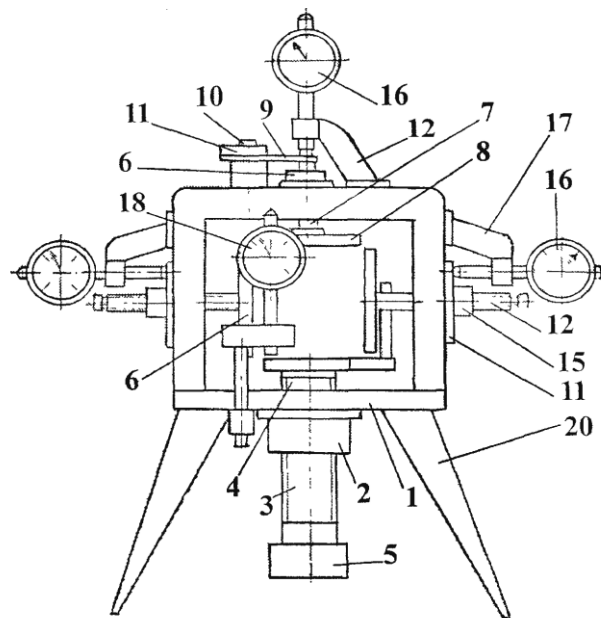


Рис. 2. Прилад для вимірювання деформацій та зусиль стискування:

- 1 - замкнута рамка; 2 - різьбова втулка; 3 - гвинт; 4 - диск; 5 - держак; 6 - втулка;  
 7 - шток; 8 - диск; 9 - плоска пружина; 10 - гвинт; 11 - стійка; 12 - гвинт; 13 - пластина;  
 14 - диски вимірювальні; 15 - контргайки; 16 - індикатор годинникового типу;  
 17 - кронштейн; 18 - індикатор.

Виміри деформацій плоду здійснюються так. Зразок 10, що досліджується розміщується на диску 4. Між диском і зразком знаходиться аркушик міліметрового паперу і аркушик копіювального паперу. Обертанням гвинта 3 зразок підводиться до дотику з диском 8, а гвинтами 12 диски 13 підводяться до дотику. В цей момент починається навантаження зразка, при цьому шкала індикаторів 16 встановлюється на нульову поділку.

Переміщення диска 4 з розміщеним на ньому зразком вимірюється верхнім індикатором. Поперечна деформація зразка вимірюється боковими індикаторами.

Подальшим обертанням гвинта навантаження, що тисне на зразок, збільшують до появи помітної тріщини (тріщин). Зусилля стискування створюється за рахунок опору тарованої плоскої пружини 9 переміщенню штока 7. У момент руйнування зразка стрілка верхнього годинникового індикатора зупиняється, зафіксувавши деформацію

тарованої плоскої пружини 9. Водночас за допомогою індикатора 18 вимірюється деформація зразка.

### Порядок виконання роботи

Визначимо величину напруження, що припускається при стисканні для яблук зимового сорту "Кальвіль сніговий".

1. Зробити виміри радіусів яблук і обчислити об'єм плоду.

$$V = \frac{4\pi}{3} R^3$$

2. Обчислити модуль пружності  $E$ .

Оскільки форму плодів можна вважати близькою до сферичної, а відносно деформацію взяти максимальною, (тобто прийняти  $r=0$ ), то вираз (4) прийме такий вигляд:

$$\begin{aligned} E &= \frac{P}{\int_0^{r_m} \frac{\sqrt{R^2 - r^2} - (R - \delta)}{\sqrt{R^2 - r^2}} 2\pi r dr} = \\ &= \frac{P}{2\pi \int_0^{r_m} r dr - 2\pi(R - \delta) \int_0^{r_m} \frac{r dr}{\sqrt{R^2 - r^2}}} = \\ &= \frac{P}{\pi r_m^2 + 2\pi(R - \delta)\sqrt{R^2 - r_m^2}} \end{aligned}$$

Дані розрахунку розміщуються у стовпчику 7 таблиці 1.

3. Приймавши площу контакту  $S = \pi r^2$  визначити приведений радіус плями контакту плоду з диском.

4. Обчислити напруження руйнування за формулою (3). Ці дані розмістити у стовпчик 9 таблиці 1.

5. Після проведених розрахунків знайти середнє значення напруження руйнування  $\bar{\sigma}_{руйн}$  і середньоквадратичне відхилення.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\sigma_{руйн_i} - \bar{\sigma}_{руйн})^2}{n - 1}}$$

Таблиця 1

### Результати обчислень опору плодів і овочів статичним навантаженням

№ п/п	Об'єм плоду $V$ , м <sup>3</sup>	Площа контакту $S$ , м <sup>2</sup>	Руйнуюче навантаження $P$ , Н	Переміщення $\delta$ , м	Приведений радіус плями контакту $r_m$ , м	Модуль пружності $E$ , Н/м <sup>2</sup>	Радіус плоду $R$ , м	Напруження $\sigma_{руйн}$ Н/м <sup>2</sup>

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА №5

### ВИВЧЕННЯ РОБОЧОГО ПРОЦЕСУ ТАРІЛЬЧАТОГО ТУКОВИСІВНОГО АПАРАТУ

#### Мета роботи.

Ознайомитися з технологічним процесом внесення добрив тарільчатим туковисівним апаратом. Вивчити характер зміни продуктивності апарату в залежності від зміни величини щілини.

#### Теоретична частина

При роботі тарільчатого туковисівного апарату добрива надходять за межі ємкості через щілину. Процес руху добрива через щілину в спрощеному вигляді можна вивчати на досліді, проведеному у лабораторії.

Якщо одну із стінок звичайного прямокутного ящика, наповненого добривами, припідняти, то через утворену щілину добрива будуть витікати і формувати насип. Через деякий час насип буде сформовано. Він розташується під кутом звичайного відкосу. Подальший витік добрив припиниться.

Як би опорна площина, на якій сформовано насип, переміщувалася і відносила із собою від щілини добрива, то витікання продовжувалося б безперервно. При цьому швидкість  $v_T$  руху опорної площини не повинна перевищувати швидкості  $V_{вис}$  висипання туків через щілину. В іншому випадку насип не встигає сформуватися повністю. Таким чином має бути:

$$V_T \leq V_{вис} .$$

В існуючих конструкціях в якості опорної поверхні використовують обертовий диск (тарілку), який транспортує добрива до розкидачів. Лінійні швидкості точок тарілки, розташованих на різних відстанях від центрів, будуть різними:

$$v_1 = \tau_1 \omega , v_2 = \tau_2 \omega .$$

Середня швидкість

$$v_{сер} = \frac{\omega(r_1 + r_2)}{2} \quad (1)$$

Вважають, що для нормального процесу необхідно дотримуватися умови:

$$v_{сер} = \frac{V_{вис}}{2} . \quad (2)$$

Якщо замість  $v_{сер}$  підставити його значення з рівняння (1), тоді

$$w \frac{r_1 + r_2}{2} = \frac{v_{вис}}{2}$$

Звідси

$$w = \frac{v_{вис}}{r_1 + r_2}$$

Так як  $w = \frac{\pi n}{30}$ , то рекомендується граничні оберти тарілки за 1 хвилину

$$n_{ep} = \frac{30v_{вис}}{(r_1 + r_2)\pi}. \quad (3)$$

Норма висіву добрива (кількість добрива висіяного тарільчатим апаратом на 1 га) регулюється зміною величини щілини.

Якщо продуктивність туковисівного апарату рівна  $Q$  кг/сек, то кількість добрива, висіяного на 1 га буде:

$$N = \frac{10^4 Q}{vb}, \quad (4)$$

де  $v$  – швидкість руху агрегату, м/с;

$b$  - ширина захвату (ширина ділянки, на якій апарат розсіває добрива).

В залежності від норми висіву  $N$  змінюється і шлях  $L$  сівалки до заправки новою порцією добрива

$$L = \frac{10^4 Vc\gamma}{Nb}, \quad (5)$$

де  $V$  - об'єм однієї банки,  $m^3$ ;

$c$  - коефіцієнт використання банки;

$\gamma$  - об'ємна вага,  $кг/см.^3$

Процес внесення добрив тарільчатим апаратом вивчається на спеціальній установці (рис. 1). Вона складається з туковисівного апарату тарільчатого типу і приводу, вмонтованих на рамі 10. Висівний апарат приводиться в рух електродвигуном 5 через редуктор 6 завдяки пасовим і ланцюговим передачам.

Норма висіву добрива з банки 1 регулюється заслінкою з важелем 12. Із тукоприводів 3 добрива потрапляють у спеціальні ящики 4.

При проведенні дослідів користуються секундоміром, технічними вагами, прямокутним ящиком з рухомою заслінкою, мензуркою.

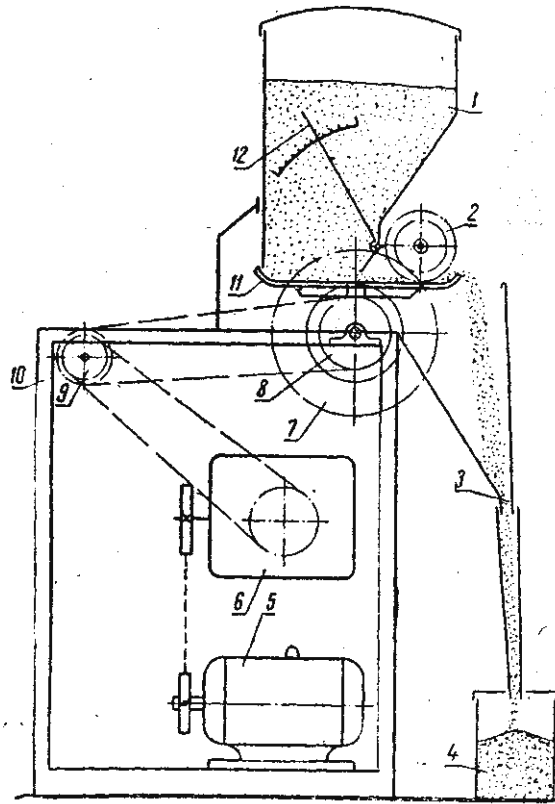


Рис. 1. Схема установки для вивчення робочого процесу тарілчастого туковисівного апарату:

1-банка; 2 — скидальний диск; 3 — тукопровід; 4 — шухляди;  
 5 — електродвигун; 6-редуктор; 7 — циліндрична зубчаста передача;  
 8 — конічна зубчаста передача; 9 — ланцюгова передача; 10 — рама;  
 11 — тарілка; 12 — важіль керування заслінкою.

### Порядок виконання роботи.

1. Визначити швидкість висипання туків через щілину і підрахувати граничне число обертів тарілки за 1 хвилину.

Для цього в ящик з рухомою заслінкою засипають добрива. Цей ящик розташовують над іншим, звичайним ящиком. Відкривають заслінку до упору і одночасно включають секундомір. Через деякий час закривають заслінку і визначають вагу туків, висипаних через щілину.

Дослід проводять три рази. Результати записують в таблицю 1.

Таблиця 1

№ Дослід	Тривалість дослід t, сек	Вага добрива G	Секундний розхід g, г/сек

По дослідних даних визначають значення секундного розходу добрива

$$g = \frac{G}{t}. \quad (6)$$

Середнє значення  $g$  буде:

$$g_{\text{сер}} = \frac{\sum_{i=1}^n g_i}{n}, \quad (7)$$

де  $n$  – число дослідів.

Відомо, що розхід сипучих і рідких матеріалів пропорційний площі щілини  $F$  і швидкості витікання  $v_{\text{вит}}$ , тобто

$$g_{\text{сер}} = F v_{\text{вит}} \lambda,$$

звідки

$$v_{\text{вгд}} = \frac{q_{\text{вгд}}}{F \cdot \gamma} \text{ дм/сек} \quad (8)$$

Об'ємна вага  $\gamma$  г/дм<sup>3</sup> визначається за допомогою технічних ваг і мензурки.

Граничні оберти тарілки за 1 хвилину вираховують за рівнянням (3). На установці змонтований апарат з  $r_1=2.2$  см,  $r_2=11.6$  см.

2. Визначити число обертів тарілки за 1 хв і відрегулювати установку на рівномірність висіву добрива в обидва тукопроводи.

Фактичне число обертів тарілки за 1 хв відраховують за допомогою секундоміра. Для цього перед початком відліку роблять мітку на тарілці апарата. Фактичне значення обертів порівнюють з визначено рекомендованим.

Перед регулюванням апарату на рівномірність висіву добрива обидва важелі заслінок ставлять на одну і ту ж поділку. Під тукопроводи підставляють ящики і включають установку на 15- 20 с для отримання необхідного режиму витікання. Добрива з ящиків висипають в банку для туків. Це роблять перед кожним дослідом. Потім знову включають установку на 30 с і визначають вагу туків в кожному ящику. Якщо різниця перевищує 5%, то змінюють величину щілини заслінкою, повертаючи її відносно важеля 12. Положення важеля не міняють.

Регулювання проводять до тих пір, поки не буде рівномірний висів добрив.

3. Вивчити вплив величини відкривання заслінки на продуктивність апарату. Для цього провести досліди при п'яти різних положеннях важеля заслінки. Результати записати в таблицю 2.

Таблиця 2

№ Ділення важеля заслонки	Час досліді $t$ , сек	Вага добрив на протязі досліді, кг		Продуктивність кг/сек		Площа щілини дм <sup>2</sup>		Норма висіву $N$ . кг/га
		Правий тукопровід $G_{np}$	Лівий тукопровід $G_l$	$Q_{np} = \frac{G_{np}}{t}$	$Q_k = \frac{G_k}{t}$	$F_{np}$	$F_l$	

4. Розрахувати за рівнянням (4) норму внесення добрив при різному регулюванні апарата, тобто визначити, скільки буде висіватися добрив на 1 га при даному положенні важеля заслінки.

За результатами дослідів побудувати графік зміни продуктивності в залежності від зміни площі щілини окремо для кожного тукопровода.

Детально пояснити, чому при одній і тій же площі щілини в один тукопровід надходить більше добрив, чим в інший.

5. Підрахувати шлях сівалки до заправки новою порцією добрив.

Шлях сіялки визначають за рівнянням (5). Приймають об'єм банки  $V=0.0222 \text{ м}^3$ ; коефіцієнт заповнення банки  $c=0.9$ ; ширину захвату  $b=0.7\text{м}$ ; об'ємна вага  $1 \text{ г/дм}^3 = 1 \text{ кг/м}^3$  (із досліді). Норму внесення добрив і швидкість машини задає викладач.



