

Центральноукраїнський національний технічний університет

Агротехнічний факультет

Кафедра сільськогосподарського машинобудування

“Допущено до захисту”

зав. кафедрою СГМ

к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ Сергій ЛЕЩЕНКО

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

## **КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**за другим (магістерським) рівнем вищої освіти**

**на тему:**

**"Удосконалення конструкції комбінованого агрегату з дослідженням параметрів лапового сошника"**

Виконав здобувач вищої освіти II курсу,

групи ГМ-22М-1.1

ОНП «Галузеве машинобудування»

спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»

\_\_\_\_\_ Москальченко Роман Володимирович

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

\_\_\_\_\_

Віктор ДЕЙКУН

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 р.

Рецензент

\_\_\_\_\_

Руслан КІРЧУК

м. Кропивницький

# ЗМІСТ

| Розділ | Найменування структурних одиниць і розділів                                  | Арк. |
|--------|--|------|
| 1      | Вступ . . . . .  | 5    |
| 2      | Інженерна частина. . . . .   | 7    |
|        | 2.1. . Сучасний стан питання про машину, яка модернізується. .               | 6    |
|        | 2.2 Технологічні розрахунки . . . . .  | 16   |
|        | 2.3. Кінематичні розрахунки. . . . .   | 20   |
|        | 2.4. Силовий аналіз. . . . .   | 20   |
|        | 2.5. Розрахунок деталей на міцність. . . . .                                 | 23   |
|        | 2.6. Висновки. Постановка мети і задач досліджень. . . . .                   | 27   |
| 3      | Наукова частина . . . . .  | 29   |
|        | 3.1. Теоретичні дослідження. . . . .   | 29   |
|        | 3.2. Методика досліджень. . . . .  | 29   |
|        | 3.3 Програма експериментальних досліджень та методика їх проведення. . . . . | 42   |
|        | 3.4. Результати експериментальних досліджень. . . . .                        | 42   |
|        | 3.5. Наукові висновки . . . . .  | 45   |
| 4      | Охорона праці . . . . .  | 46   |
| 5      | Економічна частина . . . . .   | 52   |
| 6      | Загальні висновки. . . . .   | 53   |
|        | Список використаної літератури . . . . .                                     | 54   |
|        | Додатки . . . . .  | 55   |

| Формат | Зона | Поз. | Позначення       | Найменування                    | Кіл. | Примітки |
|--------|------|------|------------------|---------------------------------|------|----------|
|        |      |      |                  | <u>Документація загальна</u>    |      |          |
|        |      |      |                  | <u>Заново розроблена</u>        |      |          |
| A4     |      |      | АКМ 00.000 ПЗ    | Пояснювальна записка            | 55   |          |
|        |      |      |                  | <u>Документація по</u>          |      |          |
|        |      |      |                  | <u>інженерній частині</u>       |      |          |
|        |      |      |                  | <u>Заново розроблена</u>        |      |          |
| A1     |      |      | АКМ 00.001 ІЧ    | Тема, мета, задачі, об'єкт      |      |          |
|        |      |      |                  | та предмет досліджень           |      |          |
| A1     |      |      | АКМ 00.000 СК    | Комбінований агрегат            | 1    |          |
| A1     |      |      | АКМ 04.02.000 СК | Лапа                            | 1    |          |
|        |      |      |                  | <u>Документація по деталям</u>  |      |          |
|        |      |      |                  | <u>Заново розроблена</u>        |      |          |
| A3     |      |      | АКМ 02.004       | Патрубок                        | 1    |          |
| A3     |      |      | АКМ 00.101       | Маточина                        | 1    |          |
| A4     |      |      | АКМ 02.003       | Передня стінка                  | 1    |          |
| A4     |      |      | АКМ 00.002       | Боковина                        | 1    |          |
| A4     |      |      | АКМ 02.001       | Задня стінка                    | 1    |          |
| A4     |      |      | АКМ 03.025       | Зірочка                         | 1    |          |
|        |      |      |                  | <u>Документація по науковій</u> |      |          |
|        |      |      |                  | <u>частині</u>                  |      |          |
|        |      |      |                  | <u>Заново розроблена</u>        |      |          |
| A1     |      |      | АКМ 00.001 НЧ    | Лабораторна установка           | 1    |          |
| A1     |      |      | АКМ 00.002 НЧ    | Графіки залежностей             | 1    |          |

|           |       |                   |        |      |   |        |       |         |
|-----------|-------|-------------------|--------|------|---|--------|-------|---------|
|           |       |                   |        |      | <b>АКМ 00.000 ВП</b>                          |        |       |         |
| Зм.       | Аркуш | № докум.          | Підпис | Дата |   |        |       |         |
| Розробив  |       | Москальченко Р.В. |        |      | <b>ВІДОМІСТЬ<br/>МАГІСТЕРСЬКОЇ<br/>РОБОТИ</b> | Літера | Аркуш | Аркушів |
| Перевірів |       | Дейкун В.А.       |        |      |   |        | 3     | 2       |
| Н.контр.  |       | Мачок Ю.В.        |        |      | <b>ЦНТУ<br/>гр. ГМ-22М-1.1</b>                |        |       |         |
| Затвердив |       | Леценко           |        |      |   |        |       |         |

## 1. ВСТУП

Методи інтенсивного вирощування сільськогосподарських культур включають в себе використання високоврожайних культур, якщо вони виробляються з використанням сучасних технологій, а також науково обґрунтовані, економічно ефективні і взаємопов'язані технічні методи роботи із застосуванням сучасної високоточної техніки.

Потужного значення в теперішній час набуває постійне підвищення родючості ґрунтів та зростання культури землеробства, що досягається за рахунок підвищення рівня механізації вирощування та найбільш прийняттого використання технічних засобів з урахуванням кліматичних умов даного регіону.

Сівбу сільськогосподарських культур у нашій країні механізовано. Нажаль, деякі посівні машини не повністю відповідають вимогам агротехніки, до якості сівби, до ефективності, до універсальності і це вимагає постійної роботи над удосконаленням їх конструкцій.

Тому і постає нагальне питання запровадження комбінованих агрегатів, які можуть покращити удосконалення технології вирощування культур, знизити трудомісткість при виконанні сівби та підвищити продуктивність посівних агрегатів.

Для сівби головне завдання – забезпечити рівномірне розміщення насіння в рядку та глибину його загорання на стерньових та підготовлених полях. Отже, проблема істотного поліпшення агротехніки сівби сільськогосподарських культур є достатньо актуальною.

Виконання вимог до якісної сівби залежить від конструкції робочого органу використовуваного агрегату.

Тому завдання магістерської роботи, направлене на удосконалення лапового сошника, наближає комбінований агрегат до повної відповідності вимогам до посіву.

Використовуючи комбінований агрегат, ми замінюємо кілька операцій, а саме: лушення стерні, осінню оранку, культивацію та боронування, на весняний обробіток ґрунту. При цьому ґрунт під посів буде підготовлено за один прохід і одночасно буде здійснено посів культури стрічковим способом

## 2. ІНЖЕНЕРНА ЧАСТИНА

### 2.1. Сучасний стан питання про машину, яка модернізується.

За останні роки сільгоспвиробники таких країн як Великобританія, Канада, США, Франція та Німеччина все частіше використовують знаряддя нового покоління такі як сівалки та сівалки-культиватори, обладнані системами з пневматичним транспортуванням і пневматичним розподілом посівного матеріалу і добрив.

Сільгоспвиробники у країнах, таких як Великобританія, Канада, США, Франція та Німеччина, останніми роками активно впроваджують новітні агротехнології, використовуючи знаряддя нового покоління. До них відносяться сівалки та сівалки-культиватори, оснащені системами з пневматичним транспортуванням та розподілом добрив і посівного матеріалу.

Напрямки проектування та розвитку посівних знарядь включають:

**1. Збільшення робочої ширини:** Це дозволяє обробляти більші площі за один прохід, що підвищує ефективність роботи та знижує витрати часу і пального.

**2. Збільшення робочого діапазону:** Модернізація техніки дозволяє сівалкам працювати в ширшому діапазоні умов, що робить їх більш універсальними та адаптивними до різних типів ґрунтів і погодних умов.

**3. Системи висіву:** Інноваційні системи висіву забезпечують точніше розміщення насіння, що сприяє рівномірному сходженню рослин і підвищує врожайність.

Означені напрямки сприяють підвищенню продуктивності та ефективності агровиробництва, що є особливо важливим у контексті зростаючого попиту на продовольство та зменшення доступних сільськогосподарських угідь.

Пневматичні сівалки поділяються на кілька типів залежно від принципу дозування та розподілу посівного матеріалу. Ось основні типи таких сівалок:

#### **Сівалки з індивідуальним дозуванням:**

- у цих сівалках використовується безступінчаста схема розподілу.
- кількість дозаторів у бункері повинна дорівнювати кількості сошників.

- кожен сошник отримує насіння від окремого дозатора, що забезпечує рівномірний розподіл насіння по всіх рядах.

#### **Сівалки з груповим дозуванням:**

- у таких сівалках кількість дозаторів у бункері повинна дорівнювати кількості розподільників для посівного матеріалу.
- насіння з дозаторів надходить до групових розподільників, які потім передають його до сошників.
- цей тип сівалок дозволяє більш гнучко налаштувати подачу насіння.

#### **Сівалки з централізованим дозуванням:**

- подача посівного матеріалу здійснюється через дозатори одно- чи двоступінчатої системи розподільників.
- централізована система забезпечує більш ефективне використання насіння, зменшуючи його втрати.
- цей тип сівалок підходить для великих площ посіву та забезпечує високу продуктивність.

Кожен тип сівалок має свої переваги та недоліки, які слід враховувати при виборі обладнання для конкретних умов сільськогосподарських робіт.

Комбінований агрегат АКМ за конструкцією можемо віднести до типу принципової схеми, яка має індивідуальне дозування з схемою розподілу безступінчастою, інакше кажучи, число дозаторів бункера у ній дорівнює числу лапових сошників.

Використання знарядь з індивідуальним дозуванням для висіву насіння є більш раціональним вибором порівняно з іншими типами схем. Це пояснюється такими причинами:

#### **Відсутність розподільникових головок:**

Розподільникові головки можуть часто ставати причиною відмов роботи агрегату через їх здатність до забивання посівним матеріалом.

Відсутність цих головок знижує ризик поломок та забезпечує безперебійну роботу сівалки.

#### **Рівномірність розподілу насіння:**

Індивідуальні дозатори забезпечують рівномірний розподіл насіння по всіх рядах.

Це сприяє кращій схожості та рівномірному росту ярого ячменю.

### **Простота обслуговування:**

Система з індивідуальними дозаторами є менш складною в обслуговуванні, оскільки немає необхідності регулярно очищувати розподільникові головки.

Це дозволяє знизити витрати на технічне обслуговування та підвищити загальну ефективність сільськогосподарських робіт.

Досвід експлуатації таких машин за кордоном підтверджує, що використання знарядь з індивідуальним дозуванням є більш надійним та ефективним варіантом для висіву насіння сільськогосподарських культур.

Найважливіші параметри та характеристики систем дозування та транспортування переважно означено та вивчено, тож задача наших досліджень – визначити оптимальні параметри конічного розподільника і його відносне розташування до насіннепроводу та поверхні ґрунту.

### **Опис об'єкту розробки.**

Комбінований агрегат АКМ, що запропоновано в магістерській роботі до вдосконалення, виконує одночасно стрічковий посів насіння і попередній обробіток ґрунту. АКМ – знаряддя напівпричіпне, може агрегатуватися із тракторами тягового класу 3 кН.

АКМ працює за наступним принципом:

**Передача обертального моменту:** Коли агрегат рухається по полю, обертальний момент передається через ланцюгові передачі та конічно-зубчатий редуктор від правого опорно-приводного колеса на вал висіваючих апаратів. Це забезпечує необхідну кінематику для роботи висіваючих апаратів.

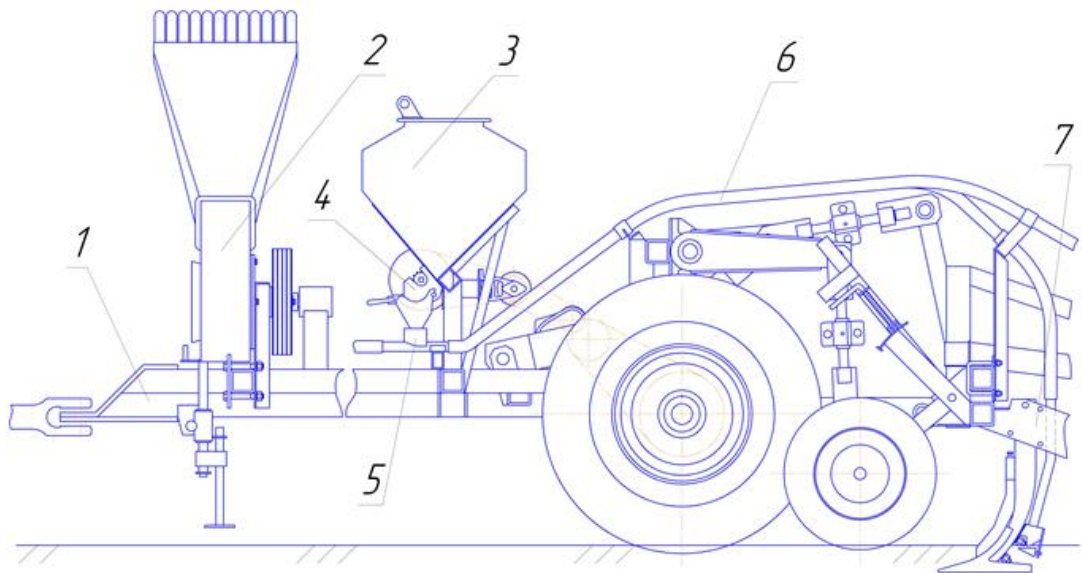


Рис 2.1. Агрегат посівний комбінований: 1 – рама; 2 – вентилятор;  
3 – бункер; 4 – котушковий висівний апарат; 5 – ежектор; 6 – трубопровід;  
7 – ґрунторозпушувач.

**Висівання насіння:** Насіння з бункера виноситься висівними апаратами котушкового типу. Ці апарати забезпечують точну подачу насіння на наступні етапи технологічного процесу.

**Транспортування насіння:**

Насіння потрапляє через лійку у всмоктувальне вікно ежектора.

У ежекторі насіння підхоплюється повітряним потоком, створюваним вентилятором.

**Створення повітряного потоку:** Вентилятор, який приводиться в дію клинопасовою передачею від валу відбору потужності, створює повітряний потік. Цей потік є необхідним для транспортування насіння.

**Транспортування насіння по трубопроводах:** Насіння транспортується повітряним потоком по трубопроводах до верхнього ярусу лап.

**Розподіл насіння:**

На верхньому ярусі лап насіння потрапляє на розподільник.

Розподільник рівномірно розподіляє насіння по ширині простору між лапами.

Цей процес забезпечує рівномірний посів насіння, що є ключовим для ефективного росту рослин.

Завданням магістерської роботи є розробка насіннепроводу із розподільником. Насіннепровід 2 транспортує насіння з повітрям до розподільника, який розташований на кінці насіннепроводу; розподільник 3 забезпечує рівномірний розподіл насіння у підлаповому горизонті; разом вони кріпляться на верхньому ярусі лап АКМ за допомогою верхнього з'єднання болт-шайба-гайка.

Геометричні параметри розподільника та його розташування відносно насіннепроводу мають значний вплив на ступінь рівномірності розподілення насіння. Ось основні аспекти, які потрібно враховувати під час розробки:

#### **Форма розподільника:**

Розміри і форма розподільника визначають, як насіння буде розподілятися по поверхні. Наприклад, конічна або плоска форма можуть впливати на траєкторію насіння.

#### **Розташування розподільника:**

Розташування розподільника відносно напрямку повітряно-насінневого потоку визначає, як насіння буде виходити з насіннепроводу та розподілятися по підлаповому горизонту. Наприклад, якщо розподільник розташований під кутом до потоку, це може призвести до нерівномірного розподілу.

#### **Діаметр насіннепроводу:**

Впливає на швидкість повітряно-насінневого потоку і, відповідно, на здатність потоку переносити насіння до розподільника.

#### **Довжина насіннепроводу:**

Визначає, чи буде повітряний потік достатньо сильним, щоб транспортувати насіння на всю довжину насіннепроводу.

#### **Етапи розробки**

##### **Аналіз вимог:**

Вивчити вимоги до рівномірності розподілу насіння та експлуатаційні умови АКМ.

##### **Проектування насіннепроводу та розподільника:**

Вибрати оптимальну форму та розміри розподільника.

Розрахувати діаметр та довжину насіннепроводу для забезпечення необхідного повітряно-насінневого потоку.

##### **Моделювання:**

Використати програмне забезпечення для моделювання повітряно-насінного потоку та визначення оптимального розташування розподільника відносно насіннепроводу.

### **Випробування та оптимізація:**

Провести експериментальні випробування прототипу насіннепроводу із розподільником.

Внести корективи на основі результатів випробувань для досягнення максимальної рівномірності розподілу насіння.

### **Очікувані результати**

Розроблений насіннепровід із розподільником повинен забезпечувати рівномірний розподіл насіння у підлаповоому горизонті верхнього ярусу лап АКМ. Це покращить ефективність сівби та сприятиме рівномірному росту рослин, що в кінцевому підсумку підвищить урожайність та зменшить втрати насіння.

### **Опис роботи розподільника**

Розподільник у конструкції АКМ працює за принципом розсіювання насіння через взаємодію з конічною поверхнею. Ось як цей процес виглядає поетапно:

#### **Транспортування насіння:**

Насіння транспортується повітряно-насінным потоком через насіннепровід. Швидкість і напрямок потоку забезпечують високу кінетичну енергію насіння.

#### **Взаємодія з розподільником:**

Насіння потрапляє на конічну поверхню розподільника, який знаходиться на кінці насіннепроводу.

#### **Розподіл кінетичної енергії:**

Зіткнувшись з розподільником, насіння відскакує від його поверхні.

Розсіювання відбувається завдяки різним кутам відбиття насіння від конічної поверхні розподільника. Це сприяє тому, що насіння розлітається на різні відстані від осі лап АКМ.

#### **Покриття поверхні:**

Завдяки різним кутам і відстаням відбиття, насіння рівномірно розподіляється по всій поверхні підлапового горизонту верхнього ярусу лап

АКМ.

Цей рівномірний розподіл є ключовим для забезпечення ефективного і рівномірного посіву.

### **Ключові аспекти роботи розподільника**

#### **Конструкція розподільника:**

Конічна поверхня розподільника є критичною для забезпечення рівномірного розподілу насіння.

Геометрія конуса впливає на кути відбиття та траєкторію польоту насіння.

#### **Вплив кінетичної енергії:**

Висока кінетична енергія насіння, що надходить через насіннепровід, забезпечує ефективне зіткнення з розподільником і подальше відбиття.

#### **Розподіл насіння:**

Відскок насіння під різними кутами від конічної поверхні розподільника дозволяє покрити велику площу підлапового горизонту.

Це забезпечує рівномірне засівання і мінімізує пропуски чи надмірні накладення насіння на певних ділянках.

Розробка та оптимізація насіннепроводу з розподільником мають вирішальне значення для підвищення ефективності посіву та рівномірного розподілу насіння. Конструктивні особливості розподільника, такі як геометрія конічної поверхні та кінетична енергія насіння, відіграють ключову роль у досягненні цих цілей.

Ретельний аналіз та експериментальне тестування дозволять досягти оптимальних результатів у роботі АКМ.

Робочий орган (рис. 2.3, а) має стояк 1, на якому кріпиться важка культиваторна лапа 4, насіннепровід 2 та розподільник 3

Розподільник може переміщуватися відносно точки скиду насіння з насіннепроводу у вертикальній та горизонтальній площинах.

Розподільник має конічну форму (рис. 3.2 б). Він встановлюється в підлаповому просторі робочого органа віссю, яка буде перпендикулярною до напрямку потоку насіння при виході з насіннепроводу і який закріплено на задній стінці насіннепроводу.

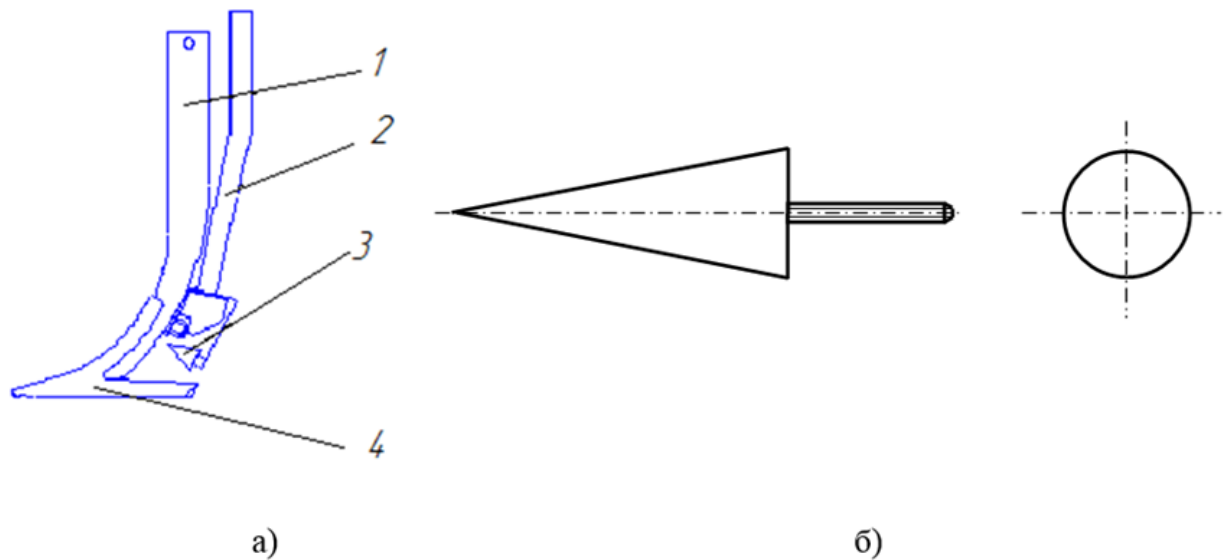


Рис. 2.3. Робочий орган: 1 – лапа; 2 – насіннепровід; 3 – розподільник.  
а – робочий орган; б – конусний розподільник.

Під час руху агрегату лапові сошники 4 розпушують ґрунт і змінюють траєкторію шару ґрунту під кутом кришення та з певною швидкістю руху. Це створює постійний зазор у зоні під лапами, через який насіння може рівномірно розподілятися. Насіннепровід 2 транспортує насіння до розподільника.

Частина насіння безпосередньо потрапляє у підлаповий простір робочого органу в напрямку носка лап, що сприяє рівномірному розподілу насіння по ширині. Конічний розподільник 3 закріплений на задній стінці насіннепроводу. Насіння потрапляє на конічну поверхню розподільника, де відбивається і рівномірно розподіляється по ширині простору під робочим органом. Змінюючи кут нахилу верхньої частини розподільника та відстань між насіннепроводом і задньою стороною стояка, можна регулювати рівномірність розподілу насіння. Стояк 1 підтримує конструкцію і забезпечує стабільність під час роботи. Відстань між стояком і насіннепроводом можна регулювати для оптимізації розподілу насіння.

**Принцип роботи лапового сошника.** Стрілчасті лапи розпушують ґрунт під час руху агрегату, створюючи зазор в зоні під лапами. Насіння з насіннепроводу потрапляє на конічний розподільник, де відбивається від його поверхні. Частина насіння безпосередньо потрапляє у підлаповий простір, що сприяє рівномірності розподілу по всій ширині робочого органу.

Насіння відбивається від конічної поверхні розподільника під різними кутами, що дозволяє рівномірно покрити простір під робочим органом. Регулювання кута нахилу розподільника та відстані між насіннепроводом і стояком дозволяє змінювати траєкторію насіння і досягати рівномірного розподілу.

**Адаптація конструкції.** Конструкція насіннепроводу може бути адаптована для використання з іншими типами стрілочастих лап, що мають різні конструктивні параметри. Це забезпечує універсальність і гнучкість в роботі агрегату.

Робочий орган з насіннепроводом та конічним розподільником забезпечує ефективне та рівномірне розподілення насіння під час руху агрегату по полю. Завдяки конструктивним особливостям, таким як конічний розподільник та можливість регулювання кута нахилу і відстані між компонентами, досягається оптимальний розподіл насіння по ширині простору під лапами, що підвищує ефективність засівання та сприяє рівномірному росту рослин.

## **2.2. Технологічні розрахунки**

### **Розрахунок об'єму бункера комбінованого агрегату.**

Форма та розміри бункера визначаються наступними факторами:

**Раціонально необхідний об'єм** бункера залежить від конкретних потреб у кожному випадку. Він повинен бути достатнім для забезпечення безперервного процесу висіву без частих зупинок для дозаправки, що підвищує ефективність роботи.

Бункер повинен бути інтегрований у загальну конструкцію машини таким чином, щоб не заважати роботі інших компонентів і не впливати негативно на баланс і стійкість агрегату.

Важливо враховувати розташування бункера відносно інших робочих органів, таких як насіннепровід, щоб забезпечити оптимальну подачу насіння.

Форма бункера повинна сприяти рівномірному та безперешкодному висипанню насіння. Це включає:

**Кут нахилу стінок:** Стінки бункера повинні мати достатній нахил, щоб насіння могло самостійно висипатися під дією сили тяжіння.

**Розташування вихідних отворів:** Отвори для висипання насіння повинні бути розташовані так, щоб уникнути блокування та забезпечити рівномірний

потік насіння до насіннепроводу.

**Механізми подачі насіння:** У випадку великих обсягів можуть бути використані додаткові механізми для подачі насіння з бункера, такі як шнеки або вібраційні системи.

Форма та розміри бункера повинні бути ретельно спроектовані, враховуючи:

**Раціонально необхідний об'єм:** для забезпечення безперервного процесу роботи.

**Композиційну структуру машини:** для гармонійної інтеграції з іншими компонентами та підтримання стабільності.

**Умови для нормального висипання матеріалу:** щоб забезпечити безперебійний і рівномірний потік насіння.

Така конструкція бункера дозволяє підвищити ефективність і продуктивність агрегату, забезпечуючи оптимальні умови для висіву насіння.

Розраховуємо раціональний об'єм бункера:

$$V = \frac{K_3 \cdot K \cdot L \cdot b \cdot Q}{10^4 \cdot \gamma}, \quad (2.1)$$

ту,  $K_3$  – коефіцієнт, враховуючий потрібний запас посівного матеріалу, при зупинці на дозаправлення;

$K$  – кількість лапових сошників, що живляться з одного бункера;

$L$  – шлях агрегату від заправки до заправки, визначається розмірами поля;

$$L = m \cdot L_r, \quad (2.2)$$

тут  $L_r$  – довжина гону на ділянці;

$m$  – кількість гонів, яка засівається за одну заправку;

$b$  – ширина міжряддя;

$Q$  – норма висіву;

$\gamma$  – об'ємна маса висіваємого матеріалу.

Розраховуємо шлях, який пройде знаряддя від заправки до заправки:

$$L = 6 \cdot 400 = 2400 \text{ м.}$$

Рациональний об'єм бункера буде:

$$V = \frac{1,1 \cdot 12 \cdot 2400 \cdot 320 \cdot 600}{10^4 \cdot 1025} = 593 \text{ дм}^3 .$$

Приймаємо  $V = 600 \text{ дм}^3$  .

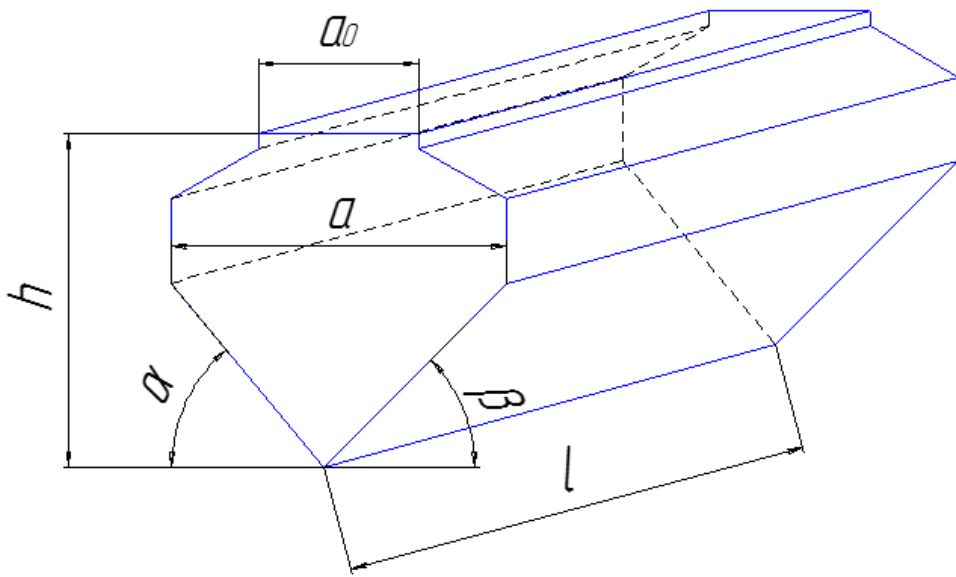


Рис. 2.3. Бункер.

Висів матеріалу за одне обертання котушки визначимо так:

$$q_0 = 10^{-6} \cdot \gamma \cdot (\mu \cdot (0,25 \cdot \pi \cdot b_k \cdot (d_k^2 - d_1^2) - V_{шт} \cdot z) + \pi \cdot d_k \cdot b_k \cdot (1 - e^{-b_0 \cdot c_1}) / b_0), \quad (2.3)$$

тут,  $b_k$  – ширина вихідного вікна апарата, мм;

$\mu$  – коефіцієнт заповнення;

$b_0$  – коефіцієнт співвідношення;

$z$  – число штифтів на котушці;

$c_1$  – просвіт між котушкою та денцем на виході, мм;

$V_{шт}$  – об'єм штифта, мм<sup>3</sup>.

Обираємо:

$$b_k = 35 \text{ мм}; \quad \mu = 0,5; \quad b_0 = 0,25; \quad z = 12 \text{ шт.}$$

Об'єм штифта буде:

$$V_{\text{шт}} = l_{\text{шт}} \cdot 0,5 \cdot (d_k - d_l) \cdot 0,5 \cdot (b_{\text{шт}1} + b_{\text{шт}2}), \quad (2.4)$$

тут,  $b_{\text{шт}}$  – ширина штифта, мм;

$l_{\text{шт}}$  – довжина штифта, мм;

$d_k$  – діаметр котушки по вершинах штифтів, мм;

$d_l$  – діаметр циліндра котушки, мм;

$\gamma$  – об'ємна вага висіваємого матеріалу, кг/м<sup>3</sup>.

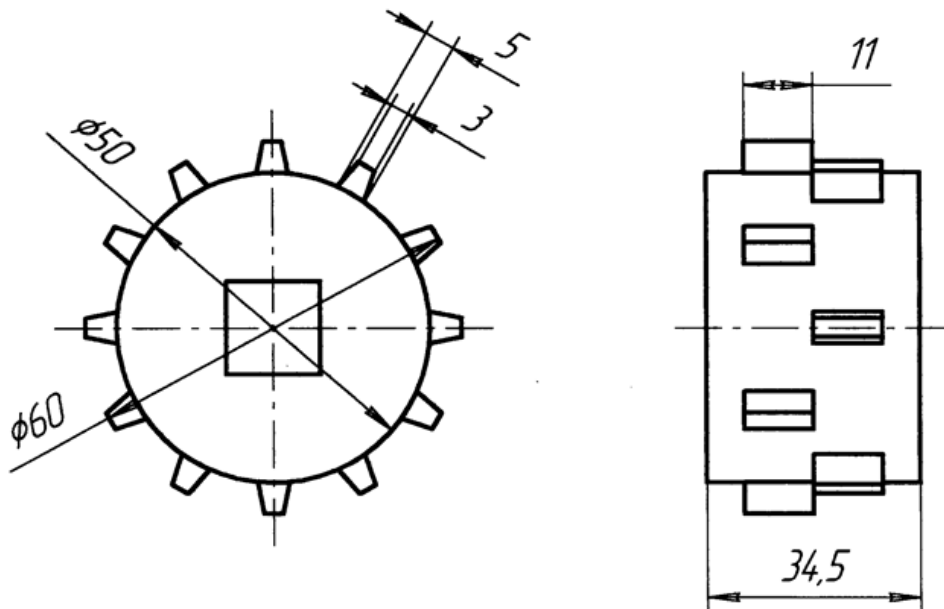


Рис. 2.4. Штифтова котушка.

Приймаємо:

$$b_{\text{шт}1} = 5 \text{ мм}; \quad b_{\text{шт}2} = 3 \text{ мм}; \quad l_{\text{шт}} = 11 \text{ мм}; \quad \gamma = 1030 \text{ кг/м}^3.$$

Тоді

$$V_{\text{шт}} = 11 \cdot 0,5 \cdot (60 - 50) \cdot 0,5 \cdot (3 + 5) = 220 \text{ мм}^3.$$

Кількість матеріалу, висіяна котушкою за один оберт висівного апарату буде:.

$$q_0 = 10^{-6} \cdot 1030 \cdot (0,5 \cdot (0,25 \cdot 3,14 \cdot 35 \cdot (60^2 - 50^2) - 220 \cdot 12) + 3,14 \cdot 60 \cdot 35 \cdot (1 - 2,71^{-0,25 \cdot 10}) / 0,25) = 39,163 \text{ г/об.}$$

### 2.3. Кінематичні розрахунки наведено в дод. А

### 2.4. Силовий аналіз.

Щоб розрахувати вал на міцність, нам потрібно знати всі зусилля, які на нього діють. У нашому випадку – це вал висівачючих апаратів, і на нього діятиме сила, що виникне від натягу ланцюга передачі ланцюгової (рис. 2.5), і яка використовується для його привода. Ця сила буде рівною:

$$R = (1,15 \dots 1,2) \cdot F_t, \quad (2.5)$$

тут,  $F_t$  – колове зусилля, передане ланцюгом:

$$F_t = 1000 \cdot N / V, \quad (2.6)$$

тут,  $N$  – потужність, передана ланцюговою передачею на даний вал.

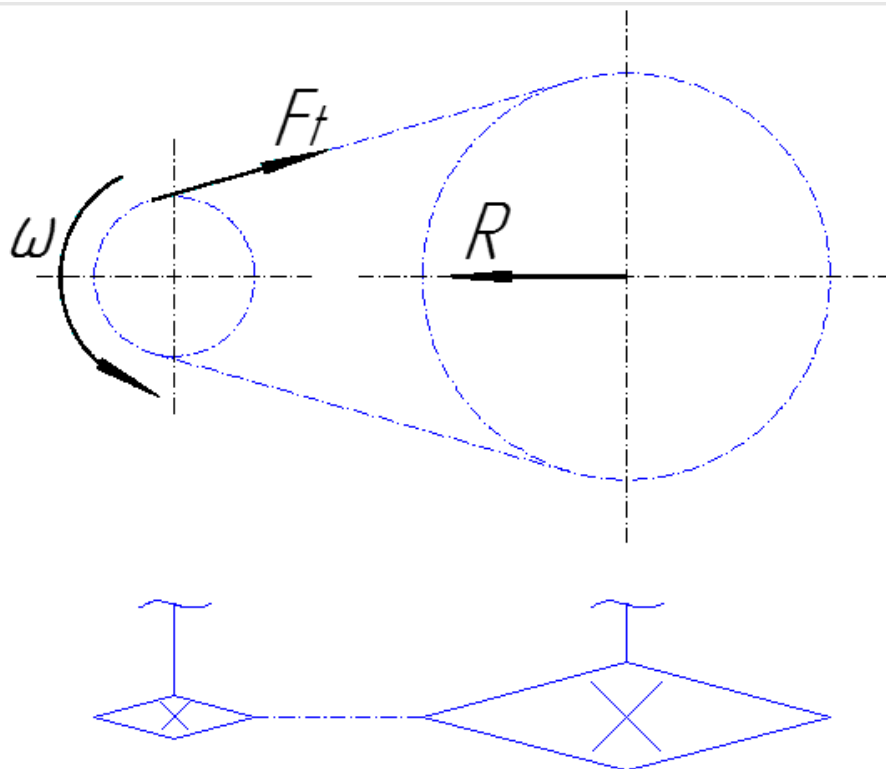


Рис. 2.5. Схема сил, що діють на ланцюгову передачу.

Потужність на валі висівних апаратів буде:

$$N_I = \frac{T_I \cdot \omega}{1000}, \quad (2.7)$$

тут,  $T_I$  – момент на валу крутний, що рівний моменту опору обертанню висівних апаратів;

$$T_I = \kappa M, \quad (2.8)$$

де,  $\kappa$  – число висівних апаратів;

$M$  – момент опору 1-го висівного апарату;

$$T_I = 9,6 \text{ Нм.}$$

$\omega$  – швидкість обертів вала кутова.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_I}{30} = \frac{3,14 \cdot 129,95}{30} = 13,6 \text{ с}^{-1}.$$

де,  $n_I$  – частота обертів вала висіваючих апаратів.

Потужність на валу висівних апаратів буде:

$$N_I = \frac{9,6 \cdot 13,6}{1000} = 0,13 \text{ кВт.}$$

$V$  – швидкість ланцюга по колу.

$$V = \frac{z \cdot n \cdot t}{60 \cdot 1000}, \quad (2.9)$$

тут,  $z$  – кількість зубчиків зірочки;

$n$  – частота обертів зірочки у зачепленні;

$t$  – крок ланцюга.

Дана передача передбачає використання ланцюга приводного роликового

ПР-31,75-2300 за ДСТУ Ланцюги приводні роликові та втулкові. Загальні технічні умови, з кроком  $t = 31,75$  мм.

Приймаємо  $z = z_1 = 15$ , щоб розрахувати колову швидкість.

Тоді  $n_1 = i_i \cdot n_v$ .

Максимальне передаточне відношення тобто  $i_{30} = 2,543$  забезпечить надійність конструкції.

Ми знаємо, що:

$$V_M = \frac{\pi \cdot d_k \cdot n}{60}. \quad (2.10)$$

Отже,

$$n_v = \frac{60 \cdot V_M}{\pi \cdot d_k}, \quad (2.11)$$

тут,  $V_M$  – робоча швидкість знаряддя, обираємо  $V_M = 8$  км/год. = 2,22 м/с.

$d_k$  – діаметр колеса опорно-приводного ( $d_k = 0,935$  м).

$$n_v = \frac{60 \cdot 2,22}{3,14 \cdot 0,935} = 51,1 \text{ об/хв};$$

$$n_1 = 2,543 \cdot 51,1 = 129,95 \text{ об/хв};$$

$$V = \frac{15 \cdot 129,95 \cdot 31,75}{60 \cdot 1000} = 1,03 \text{ м/с.}$$

Колове зусилля буде:

$$F_t = 1000 \frac{0,13}{1,03} = 126,21 \text{ Н.}$$

Сила, що буде діяти на вал висівних апаратів.

$$R = 1,2 \cdot 126,21 = 151,452 \text{ Н.}$$

## 2.5. Розрахунок деталей на міцність.

### Розрахунок вала висівних апаратів.

Ланцюгова передача здійснює привід валу висівних апаратів, при цьому на вал діє сила  $R = 151,452$  Н, що виникає від натягнення ланцюга.

Сили на вал діють тільки у вертикальній площині, тому розрахунок ведемо для неї.

Умова для розрахунку:

$$R = 151.452 \text{ Н}; T = 9,6 \text{ Н}\cdot\text{м}; a = 0,045 \text{ м}; b = 1,165 \text{ м}; c = 0,065 \text{ м};$$

$$d = 0,22 \text{ м}; f = 0,175 \text{ м}.$$

Реакції опор будуть:

$$\sum M_A = 0: R_B \cdot b - R \cdot a = 0;$$

$$R_B = \frac{R \cdot a}{b} = \frac{151,452 \cdot 0,045}{1,165} = 5,852 \text{ Н};$$

$$\sum M_B = 0: R_A \cdot b - R \cdot (a + b) = 0;$$

$$R_A = \frac{R \cdot (a + b)}{b} = \frac{151,452 \cdot 1,195}{1,15} = 157,39 \text{ Н};$$

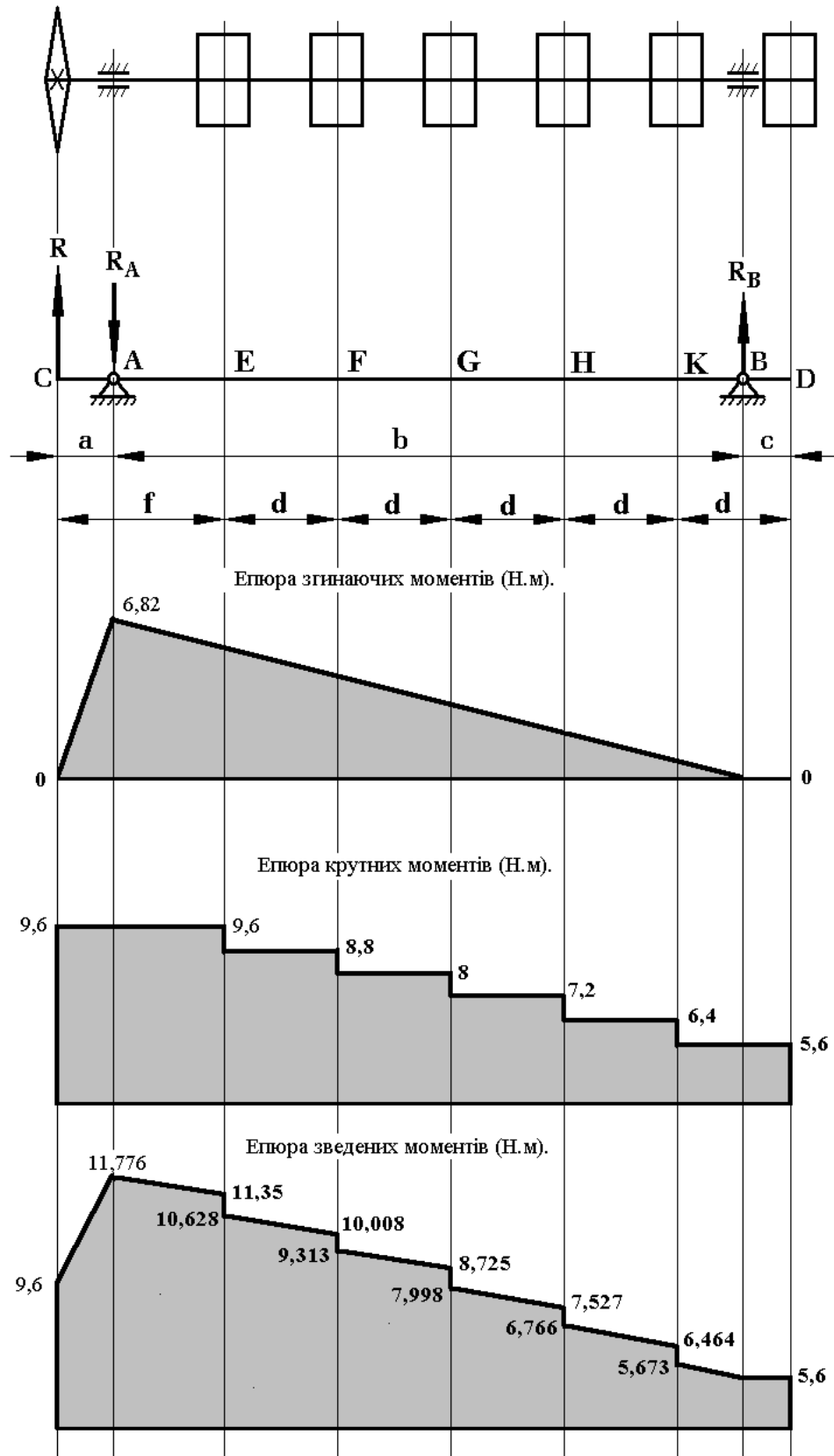


Рис. 2.6. Епюри моментів: згинаючих, крутних, зведених.

Контроль:

$$\sum F = 0: R + R_B - R_A = 0;$$

$$151,452 + 5,852 - 157,3 = 0;$$

$$0 = 0.$$

Моменти згинаючі в характерних точках будуть:

$$M_C = M_B = 0, \quad M_A = R \cdot a = 151,452 \cdot 0,045 = 6,82 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

Згинаючі моменти в других точках.

$$M_E = R \cdot f - R_A \cdot (f - a) = 151,452 \cdot 0,175 - 157,3 \cdot (0,175 - 0,045) = 6,055 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_F = R \cdot (f + d) - R_A \cdot (f - a + d) = 151,452 \cdot (0,175 + 0,22) - 157,3 \cdot (0,175 - 0,045 + 0,22) = 4,768 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_G = R \cdot (f + 2 \cdot d) - R_A \cdot (f - a + 2 \cdot d) = 151,452 \cdot (0,175 + 2 \cdot 0,22) - 157,3 \cdot (0,175 - 0,045 + 2 \cdot 0,22) = 3,482 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_H = R \cdot (f + 3 \cdot d) - R_A \cdot (f - a + 3 \cdot d) = 151,452 \cdot (0,175 + 3 \cdot 0,22) - 157,3 \cdot (0,175 - 0,045 + 3 \cdot 0,22) = 2,195 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_K = R \cdot (f + 4 \cdot d) - R_A \cdot (f - a + 4 \cdot d) = 151,452 \cdot (0,175 + 4 \cdot 0,22) - 157,3 \cdot (0,175 - 0,045 + 4 \cdot 0,22) = 0,909 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Зведений момент буде:

(2.12)

тут,  $\alpha = 1$  – коефіцієнт, на який впливає характер передачі.

$$M^C_{3B} = \sqrt{0^2 + (1 \cdot 9,6)^2} = 9,6 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M^A_{3B} = \sqrt{6,82^2 + (1 \cdot 9,6)^2} = 11,776 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M^E_{3B} = \sqrt{6,055^2 + (1 \cdot 9,6)^2} = 11,35 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M^{E1}_{3B} = \sqrt{6,055^2 + (1 \cdot 8,8)^2} = 10,682 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M^F_{3B} = \sqrt{4,768^2 + (1 \cdot 8,8)^2} = 10,008 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M^{F1}_{3B} = \sqrt{4,768^2 + (1 \cdot 8)^2} = 9,313 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M^G_{3B} = \sqrt{3,482^2 + (1 \cdot 8)^2} = 8,725 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{3B}^{G1} = \sqrt{3,482^2 + (1 \cdot 7,2)^2} = 7,998 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{3B}^H = \sqrt{2,195^2 + (1 \cdot 7,2)^2} = 7,527 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{3B}^{H1} = \sqrt{2,195^2 + (1 \cdot 6,4)^2} = 6,766 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{3B}^K = \sqrt{0,909^2 + (1 \cdot 6,4)^2} = 6,464 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{3B}^{R1} = \sqrt{0,909^2 + (1 \cdot 5,6)^2} = 5,673 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Необхідний переріз валу.

Для квадратного валу розраховуємо осьовий момент опору:

$$\omega = \frac{a^3}{6}, \quad (2.13)$$

тут,  $a$  – сторона квадрата, мм.

$$\sigma = M_{3B}^{\max} / \omega, \quad (2.14)$$

З огляду на вищевказане:

$$a = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot M_{3B}^{\max}}{\sigma}}, \quad (2.15)$$

$$a = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot 11776}{40}} = 12,1 \text{ мм},$$

тут,  $M_{3B}^{\max} = M_{3B}^A$  – момент, що діє на вал, максимальний зведений;

$\sigma$  – поріг витривалості.

Оскільки у штифтових катушках отвір під вал квадратний і має розмір  $15,2 \times 15,2$  мм, то ми приймемо вал з квадратним перерізом зі стороною квадрата  $a_{np} = 15$  мм, що повинно забезпечити потрібну міцність конструкції:

$$a_{np} = 15 \text{ мм} > a = 12,1 \text{ мм}.$$

## **2.6. Висновки. Постановка мети і задач досліджень.**

В інженерній частині розглянуто комбінований агрегат АКМ, який за один прохід по полю готує ґрунт під посів і одночасно здійснює посів насіння стрічковим способом.

Робочий орган з насіннепроводом та конічним розподільником, який запропоновано встановити на знаряддя в якості нового робочого органу, забезпечить ефективний та рівномірний розподіл посівного матеріалу під час руху агрегату по полю. Конструктивні особливості запропонованого лапового сошника: конічний розподільник та можливість регулювати кут нахилу і відстань між ними, дають можливість оптимально розподілити посівний матеріал у підлаповому просторі, що підвищить ефективність посіву та сприятиме рівномірному росту культурних рослин.

З огляду на вищевказане визначаємо наступне:

**Мета дослідження:** підвищення ефективності розсіву посівного матеріалу у підлаповому просторі робочого органу за рахунок встановлення на нього конічного розподільника.

### **Задачі.**

- Визначити оптимальні параметри конічного розподільника, його розміщення відносно точки сходу часток посівного матеріалу та поверхні ґрунту.
- Вивести математичну залежність ширини розсіювання посівного матеріалу від саме тих параметрів, які впливають на процес розсіювання.

**Об'єкт дослідження:** процес транспортування та розсіювання посівного матеріалу по ширині захвату робочого органу.

**Предмет:** конічний розподільник, його конструктивні і технологічні параметри.

### 3. НАУКОВА ЧАСТИНА

#### 3.1. Теоретичні дослідження.

Рівномірне розподілення посівного матеріалу у підлаповому просторі робочих органів верхнього ярусу знаряддя – наразі не зовсім науково проаналізований технологічний процес роботи всього агрегату.

Прийmemo до уваги, що для того, щоб описати рух потоку посівного матеріалу, у процесі його розсіювання у підлаповому просторі, потрібно точно описати рух одиничних насінин, що відбиваються від різноманітних точок поверхні кінцевого розподільника.

Ми маємо визначити ті параметри встановлення розподільника відносно ґрунту та його геометричні параметри, які можуть вплинути на процес розсіювання насіння; визначити математичні залежності ширини розсіювання насіння від тих параметрів, які можуть вплинути на сам процес розсіювання.

#### 3.2. Методика досліджень.

*Математичне описування процесу розсіювання матеріалу.*

Для складання математичної залежності ширини розсіювання посівного матеріалу від тих параметрів, які впливають на сам процес, можемо скористатися наступними ймовірностями:

1. частка (вона ж насінина) має форму кулі;
2. швидкість частки буде постійна і в мить зіткнення з розподільником має бути тотожною швидкості повітряного потоку у насіннепроводі;
3. тіла зіткнення абсолютно пружні;
4. опір повітря ігноруємо.

Щоб скласти математичну модель, розглянемо два різних характерних випадки відбивання частки від поверхні

1. **Загальний випадок:** частка відбивається від поверхні розподільника під певним кутом до горизонту.

Розподільник має форму металевого конуса. Тоді кут відбиття частки від його поверхні залежатиме від тієї точки розподільника, в якій здійсниться контакт.

Для початку розглянемо роботу стержневого циліндричного розподільника (рис. 3.1).

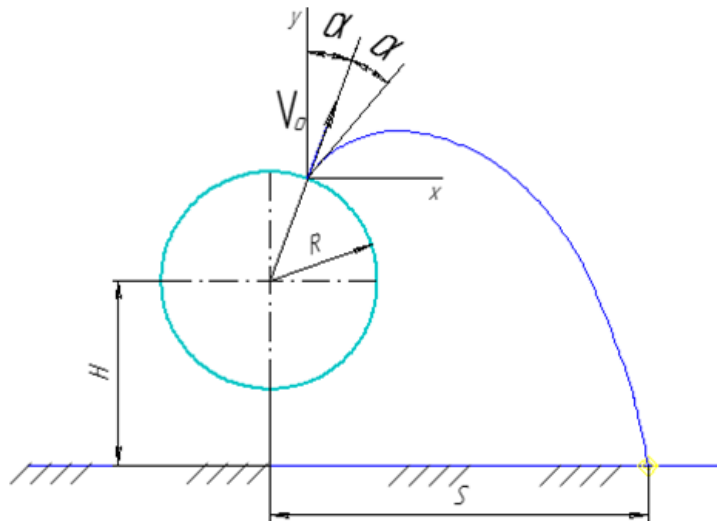


Рис. 3.1. Схема до визначення параметрів розподільника

На виході із насіннепроводу частки мають деяку швидкість. Коли частки взаємодіють з розподільником, відбувається пружинистий удар, після чого частки розсіюються у підлаповомому просторі робочого органу, змінюючи при цьому траєкторію польоту.

Коли відбувається абсолютно пружний удар, швидкість частки до і після взаємодії з розподільником має бути рівною.

Та фактично, при ударі відбувається зменшення швидкості, значення якої залежатиме від фізико-механічних властивостей посівного матеріалу.

Так як коефіцієнт зменшення швидкості  $\vartheta$  в теорії неможливо знайти, то його значення ми знайдемо після того, як експериментально визначимо швидкість відбиття частки:

$$\vartheta = \frac{V}{V_0}, \quad (3.1)$$

тут  $V$  – швидкість частки до взаємодії з розподільником;

$V_0$  – швидкість частки після відбиття від розподільника.

Знайдемо необхідну швидкість, яку потрібно надати частці для забезпечення заданої зони розсіювання після її взаємодії з розподільником.

Приймаємо кут потрапляння частки на поверхню розподільника, який має

дорівнювати куту відбиття, і складаємо систему рівнянь:

$$\left. \begin{aligned} x: V_0 \cdot t \cdot \sin 2\alpha + R \cdot \sin \alpha &= S \\ y: V_0 \cdot t \cdot \cos 2\alpha - R \cdot \cos \alpha - \frac{gt^2}{2} &= H \end{aligned} \right\}, \quad (3.2)$$

Тут  $t$  – час польоту частки, с;

$\alpha$  – кут потрапляння частки на розподільник, °;

$R$  – радіус розподільника, м;

$S$  – шлях, який має пролетіти частка, м;

$H$  – висота розташування вісі розподільника відносно дна борозни, м.

Визначаємо час з першого рівняння системи:

$$t = \frac{S - R \sin \alpha}{V_0 \cdot \sin 2\alpha} \quad (3.3)$$

А друге рівняння системи з урахуванням виразу (3.3) запишемо так:

$$V_0 \cdot \frac{(S - R \sin \alpha) \cdot \cos 2\alpha}{V_0 \cdot \sin 2\alpha} - R \cos \alpha - \frac{g \cdot (S - R \sin \alpha)^2}{2 \cdot V_0^2 \cdot \sin^2 2\alpha} = H \quad (3.4)$$

Чи

$$\begin{aligned} & (S - R \cdot \sin \alpha) \cdot \operatorname{ctg} 2\alpha - R \cos \alpha - \\ & - \frac{g(S^2 - 2 \cdot S \cdot R \cdot \sin \alpha + R^2 \cdot \sin^2 \alpha)}{2 \cdot V_0^2 \cdot \sin^2 2\alpha} = H \end{aligned} \quad (3.5)$$

Початкова швидкість після перетворення виразу (3.5):

$$\begin{aligned} & (S - R \cdot \sin \alpha) \cdot \operatorname{ctg} 2\alpha - R \cos \alpha - H = \\ & = \frac{g(S^2 - 2 \cdot S \cdot R \cdot \sin \alpha + R^2 \cdot \sin^2 \alpha)}{2 \cdot V_0^2 \cdot \sin^2 2\alpha} \end{aligned} \quad (3.6)$$

Швидкість, яку отримає частка після взаємодії з розподільником, для

забезпечення заданої зони розсіювання посівного матеріалу визначимо так:

$$V_0 = \sqrt{\frac{g \cdot (S^2 - 2 \cdot S \cdot R \sin \alpha + R^2 \sin^2 \alpha)}{2 \sin^2 2\alpha \cdot ((S - R \cdot \sin \alpha) \cdot \operatorname{ctg} 2\alpha - R \cos \alpha - H)}}. \quad (3.7)$$

Обраховувавши рівняння (3.7) відносно параметра S отримаємо вираз, за допомогою якого визначимо зону розсіву посівного матеріалу, який буде залежати від вихідної швидкості його відбиття від поверхні розподільника

Після перетворень, матимемо:

$$S = \frac{\sin(\alpha)}{2 \cdot g} \cdot \left( 2 \cdot g \cdot R - 8 \cdot V^2 \cdot \sin^2(\alpha) \cdot \cos(\alpha) + 4 \cdot V^2 \cdot \cos(\alpha) + \sqrt{4 \cdot V^4 \cdot \sin^4(\alpha) \cdot \cos^2(\alpha) + 2 \cdot V^2 \cdot \sin^2(\alpha) \cdot \cos(\alpha) \cdot g \cdot R - 4 \cdot V^4 \cdot \sin^2(\alpha) \cdot \cos^2(\alpha) - 2 \cdot g \cdot R \cdot V^2 \cdot \cos(\alpha) + V \cdot \cos^2(\alpha) + 2 \cdot g \cdot H \cdot V^2 - 2 \cdot g \cdot V^2 \cdot \sin^2(\alpha) \cdot H} \right) \quad (3.8)$$

На рис. 3.2 показано графіки залежності зони розсіву посівного матеріалу від його вихідної швидкості відбивання від поверхні розподільника.

Задана зона розсіювання посівного матеріалу, коли він відбивається від поверхні розподільника (рис. 3.2), може бути забезпечена при наданні часткам початкової швидкості до 1 м/с після визначення деякої ділянки розгону в залежності від кута її нахилу і без використання пневматичного транспортування.

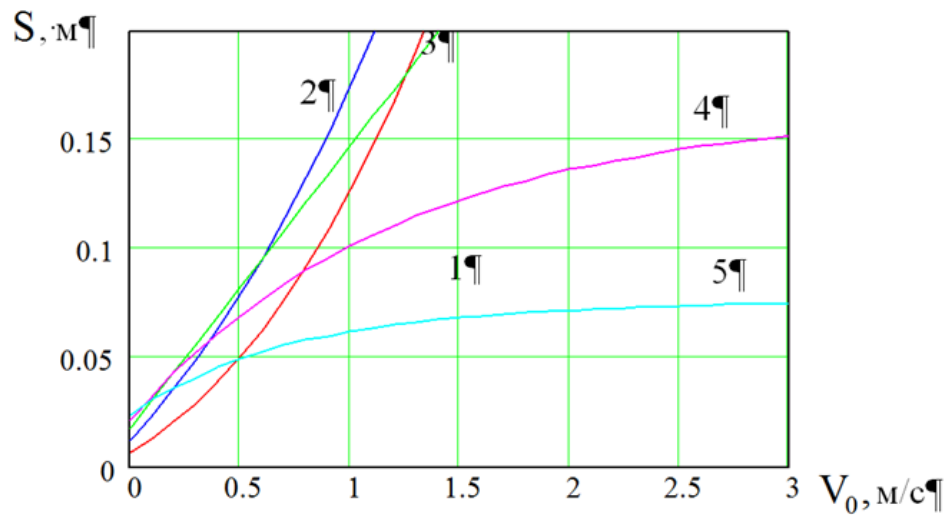


Рис. 3.2. Графіки залежностей зони покриття при розподіленні циліндричним розсіювачем від початкової швидкості частки: 1 – для кута попадання 15°; 2 – для кута попадання 30°; 3 – для кута попадання 45°; 4 – для кута попадання 60°; 5 – для кута попадання 75°.

Проаналізувавши вищесказане, робимо висновок, що при збільшенні вихідної швидкості часток їх дальність польоту теоретично буде зростати, але по факту дальність польоту обмежується шириною захвату робочого органу. При цьому відбувається перенасичення посівним матеріалом граничної зони, що не буде позитивно впливати на рівномірність висівання посівного матеріалу.

Коли буде зменшуватися початкова швидкість, то посівний матеріал може не потрапити у граничні зони.

Потрібно наголосити, що рівномірність висіву насінневого матеріалу при використанні циліндричного розподільника не забезпечить повне покриття підлапового простору, тому що утворюється «мертва» зона прямо перед розподільником, а розміри її визначаються діаметром розподільника (рис. 3.3).

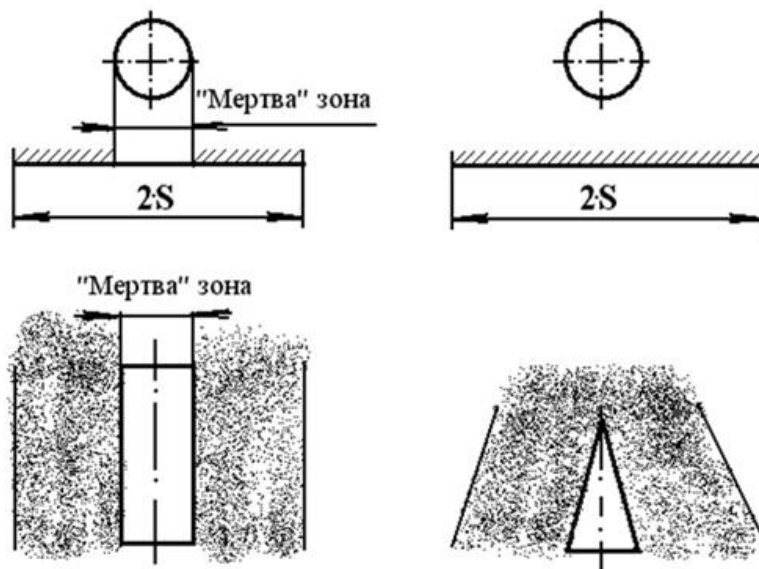


Рис. 3.3. Схеми роботи розсіювачів: а – циліндричного; б – конічного.

Після врахування вищесказаного, можна зробити висновок, що застосування циліндричного розподільника не дасть можливості для забезпечення рівномірного розподілу посівного матеріалу у просторі підлаповому робочого органу.

Розподілення посівного матеріалу по всій ширині захвату робочого органу дасть можливість вирішити це питання так, щоб не було можливості утворення «мертвих» зон.

На противагу, робота конічних розподільників характеризується тим, що частки відбиваються перпендикулярно до твірних (рис. 3.4), що провокує зменшення ширини розсіву при однакових швидкостях початкових. Отже, отриманий вираз (3.8) не може бути використаний для формулювання зони розсіювання насіння при використанні конічним розподільника.

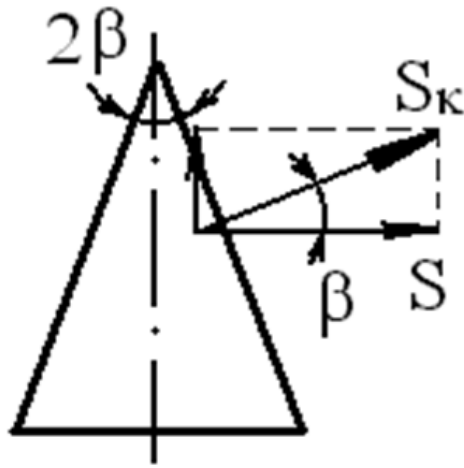


Рис. 3.4. Схема до визначення зони покриття підлапового простору при розподіленні насіння конічним розсіювачем.

Для конічного розподільника, врахувавши кут твірної, вираз (3.8) перепишемо наступним чином:

$$S_k = \frac{\sin(\alpha) \cdot \cos(\beta)}{2 \cdot g} \cdot \left( 2 \cdot g \cdot R - 8 \cdot V^2 \cdot \sin^2(\alpha) \cdot \cos(\alpha) + 4 \cdot V^2 \cdot \cos(\alpha) + \sqrt{4 \cdot V^4 \cdot \sin^4(\alpha) \cdot \cos^2(\alpha) + 2 \cdot V^2 \cdot \sin^2(\alpha) \cdot \cos(\alpha) \cdot g \cdot R - 4 \cdot V^4 \cdot \sin^2(\alpha) \cdot \cos^2(\alpha) - 2 \cdot g \cdot R \cdot V^2 \cdot \cos(\alpha) + V \cdot \cos^2(\alpha) + 2 \cdot g \cdot H \cdot V^2 - 2 \cdot g \cdot V^2 \cdot \sin^2(\alpha) \cdot H} \right) \quad (3.9)$$

На рис. 3.5. наведено графіки залежностей зони розсіву часток при розподіленні їх конічним розподільником від вихідної швидкості частки

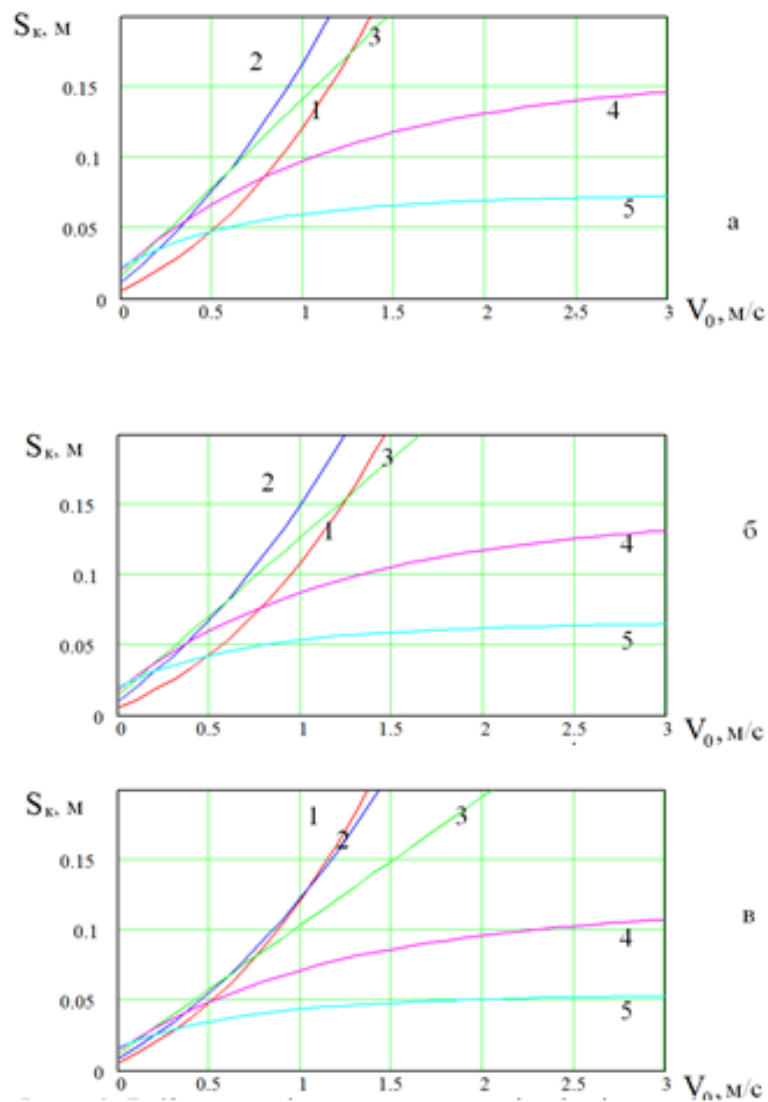


Рис. 3.5. Графіки залежності зони покриття при розподіленні конічним розподільником від початкової швидкості частки: а – для кута твірної  $15^\circ$ , б – для кута твірної  $30^\circ$ , в – для кута твірної  $45^\circ$ ; 1 – для кута попадання  $15^\circ$ ; 2 – для кута попадання  $30^\circ$ ; 3 – для кута попадання  $45^\circ$ ; 4 – для кута попадання  $60^\circ$ ; 5 – для кута попадання  $75^\circ$ .

Аналіз графіків показує що, коли збільшується кут твірної конуса, то збільшується і початкова швидкість, яка забезпечить потрібну зону покриття у підлаповому просторі робочого органу.

На рис. 3.6 показано траєкторію руху частки у горизонтальній площині стосовно руху агрегату після того, як вона відіб'ється від поверхні конічного розподільника.

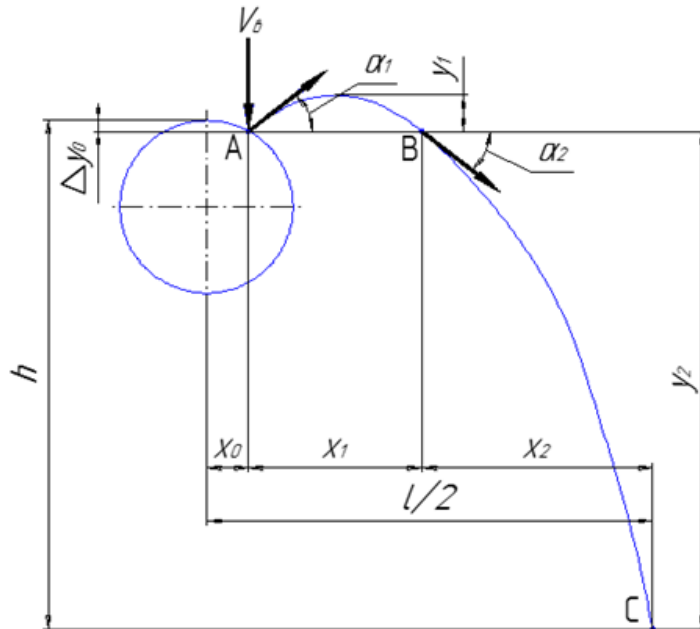


Рис. 3.6. Траєкторія руху частки у поперечній площині після її відбиття від твірної розподільника

Відповідно рис. 3.5, частка має рух від дії прискорення вільного падіння, значить, для наступних розрахунків приймемо, що  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

Для спрощення виведення виразу для визначення траєкторії руху частки, можемо розбити лінію її руху на два відрізки АВ і та розглянемо кожен з них окремо.

*Для відрізка АВ.*

Взаємовідношення положення частки від часу набуде вигляду:

$$x_1 = V_{x1} \cdot t_1, \quad (3.10)$$

$$V_{x1} = V_0 \cdot \cos(\alpha_1), \quad (3.11)$$

$$y_1 = V_{y1} \cdot t_1 - \frac{g \cdot t_1^2}{2}, \quad (3.12)$$

$$V_{y1} = V_0 \cdot \sin(\alpha_1), \quad (3.13)$$

Після перетворень будемо мати:

$$x_1 = V_0 \cdot \cos(\alpha_1) \cdot t_1, \quad (3.14)$$

$$y_1 = V_0 \cdot \sin(\alpha_1) \cdot t_1 - \frac{g \cdot t_1^2}{2}, \quad (3.15)$$

$$t_1 = \frac{x_1}{V_g \cdot \cos(\alpha_1)}, \quad (3.16)$$

У той же час вираз для траєкторії руху частки по відріжку АВ.

$$y_1 = x_1 \cdot \operatorname{tg}(\alpha_1) - \frac{g \cdot x_1^2}{2 \cdot (V_g \cdot \cos(\alpha_1))^2}, \quad (3.17)$$

Розрахунок попередніх рівнянь показує, що траєкторією руху частки буде парабола.

Аналіз цієї траєкторії вказує на те, що, що найбільшого значення координата  $x$  (її найбільша дальність польоту) набуде при  $y_1 = 0$ . Тобто,

$$x_1 \cdot \operatorname{tg}(\alpha_1) - \frac{g \cdot x_1^2}{2 \cdot (V_g \cdot \cos(\alpha_1))^2} = 0,$$

Виконавши розв'язок означеного рівняння відносно  $x_1$  будемо мати:

$$x_{1\max} = \frac{V_g^2 \cdot \sin(2 \cdot \alpha_1)}{g}, \quad (3.18)$$

*Для відрізка ВС.*

Взаємовідношення координат частки від часу набуде вигляду:

$$x_2 = V_{x2} \cdot t_2, \quad (3.19)$$

$$V_{x2} = V_g \cdot \cos(\alpha_2), \quad (3.20)$$

$$y_2 = V_{y2} \cdot t_2 + \frac{g \cdot t_2^2}{2}, \quad (3.21)$$

$$V_{y2} = V_g \cdot \sin(\alpha_2), \quad (3.22)$$

Після перетворень будемо мати:

$$x_2 = V_g \cdot \cos(\alpha_2) \cdot t_2, \quad (3.23)$$

$$y_2 = V_6 \cdot \sin(\alpha_2) \cdot t_2 + \frac{g \cdot t_2^2}{2}, \quad (3.24)$$

$$t_2 = \frac{x_2}{V_6 \cdot \cos(\alpha_2)}, \quad (3.25)$$

Вираз для траєкторії руху частки по відрітку АВ.

$$y_2 = x_2 \cdot \operatorname{tg}(\alpha_2) + \frac{g \cdot x_2^2}{2 \cdot (V_6 \cdot \cos(\alpha_2))^2}, \quad (3.26)$$

Виконавши розв'язок виразу 3.26 відносно  $x_2$ , будемо мати:

$$x_{2\max} = \frac{2 \cdot V_6 \cdot \cos(\alpha_2) \cdot \sqrt{(V_6^2 \cdot \sin(\alpha_2) + 2 \cdot g \cdot y_2)} - V_6^2 \cdot \sin(2 \cdot \alpha_2)}{2 \cdot g}, \quad (3.27)$$

Виконавши аналіз траєкторії руху частки, отримаємо дальність її польоту:

$$l = 2 \cdot (x_0 + x_{1\max} + x_{2\max}), \quad (3.28)$$

Чи

$$l = 2 \cdot \left( R \cdot \sin(\alpha) + \frac{V_6^2 \cdot \sin(\alpha_1)}{g} + \frac{2 \cdot V_6 \cdot \cos(\alpha_2) \cdot \sqrt{(V_6^2 \cdot \sin(\alpha_2) + 2 \cdot g \cdot y_2)} - V_6^2 \cdot \sin(2 \cdot \alpha_2)}{2 \cdot g} \right), \quad (3.29)$$

Після цього залежність для  $y_2$  набуде вигляду:

$$y_2 = h - \Delta y_0, \quad (3.30)$$

Чи

$$y_2 = h - R \cdot (1 - \cos(\alpha)) \cdot \cos(\beta), \quad (3.31)$$

Насамкінець, виконавши перетворення будемо мати остаточний вираз для визначення траєкторії руху частки:

$$l = 2 \cdot \left( R \cdot \sin(\alpha) + \frac{(V_0 \cdot \cos(\beta))^2 \cdot \sin(\alpha_1)}{g} \right) + \left( \frac{2 \cdot V_0 \cdot \cos(\beta) \cdot \cos(\alpha_2) \cdot \sqrt{((V_0 \cdot \cos(\beta))^2 \cdot \sin(\alpha_2) + 2 \cdot g \cdot (h - R \cdot (1 - \cos(\alpha)) \cdot \cos(\beta))) - (V_0 \cdot \cos(\beta))^2 \cdot \sin(2 \cdot \alpha_2)}}{2 \cdot g} \right) \quad (3.32)$$

Частка відбивається від поверхні твірної кінцевого розподільника паралельно до лінії горизонту.

Залишаємо без змін попередні припущення стосовно виразу траєкторії при загальному випадку.

Взаємовідношення координат частки від часу набуде вигляду:

$$x_1 = V_{x1} \cdot t_1, \quad (3.33)$$

$$V_{x1} = V_\epsilon, \quad (3.34)$$

$$y_1 = V_{y1} \cdot t_1 + \frac{g \cdot t_1^2}{2}, \quad (3.35)$$

$$V_{y1} = 0, \quad (3.36)$$

Виконавши певні перетворення, матимемо:

$$x_1 = V_\epsilon \cdot t_1, \quad (3.37)$$

$$y_1 = \frac{g \cdot t_1^2}{2}, \quad (3.38)$$

$$t_1 = \frac{x_1}{V_\epsilon}, \quad (3.39)$$

Вираз для траєкторії руху частки по відріжку ВС.

$$y_1 = \frac{g \cdot x_1^2}{2 \cdot (V_\epsilon)^2}, \quad (3.40)$$

Розв'язавши цей вираз відносно  $x_1$ , будемо мати:

$$x_{1\max} = V_0 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot y_1}{g}}, \quad (3.41)$$

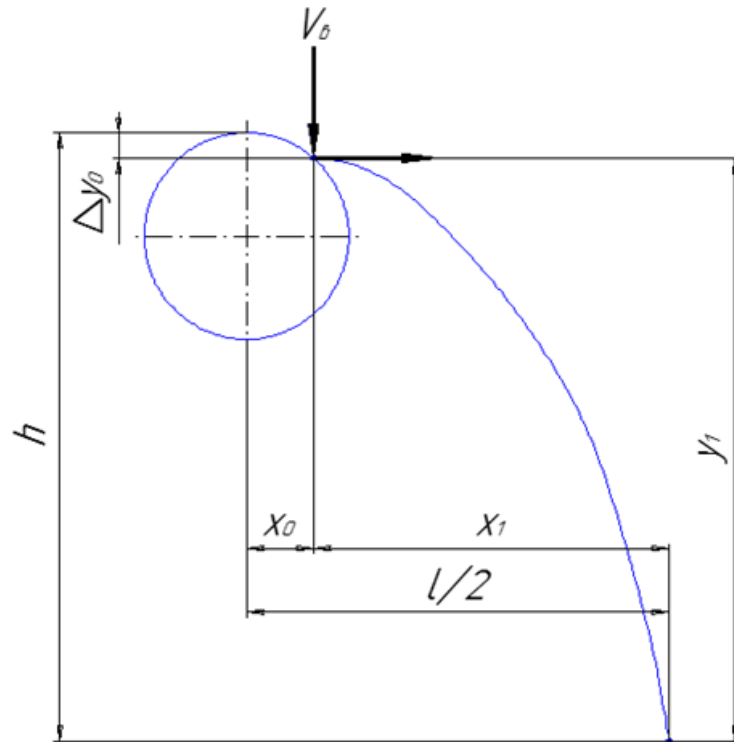


Рис. 3.7. Траєкторія руху частки у поперечній площині після її відбиття від поверхні розподільника

Згідно рис. 3.7, матимемо:

$$y_1 = h - \Delta y_0, \quad (3.42)$$

Чи

$$y_1 = h - R \cdot (1 - \cos(\alpha)) \cdot \cos(\beta), \quad (3.43)$$

Після перетворень, матимемо:

$$x_{1\max} = V_0 \cdot \cos(\beta) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (h - R \cdot (1 - \cos(\alpha)) \cdot \cos(\beta))}{g}}, \quad (3.44)$$

Тоді дальність польоту частки буде тотожною:

$$l = 2 \cdot (x_0 + x_{1\max}), \quad (3.45)$$

Чи

$$l = 2 \cdot \left( R \cdot \sin(\alpha) + V_0 \cdot \cos(\beta) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (h - R \cdot (1 - \cos(\alpha)) \cdot \cos(\beta))}{g}} \right), \quad (3.44)$$

**3.3. Програма експериментальних досліджень та методика їх проведення** наведена в дод. А.

### **3.4. Результати експериментальних досліджень.**

Для визначення оптимальних конструктивних параметрів, які сприятимуть можливості ширше та рівномірніше висівати посівний матеріал поверхні підлапового простору робочого органу, згідно попередньо викладеної методики, розрахувати продуктивність ми провели за допомогою лабораторної установки. експериментальні дослідження (дод. Б)

Виконуючи дослідження, ми використали серійну важку культиваторну лапу і встановили на неї насіннепровід і розподільник.

Для більш повіного відображення залежності ширини висіву посівного матеріалу, ми провели дослідження для розподільників з різними кутами твірної. Обидва розподільники встановили відносно горизонту на п'яти зафіксованих висотах

*Формулювання впливу на ширину посіву посівного матеріалу геометричних параметрів кінцевого розподільника та його висоти встановлення.*

Пакет «*Mathcad*» було використано для побудови графіків залежностей ширини висіву посівного матеріалу від висоти розміщення розподільника (дальність польоту часток) та його геометричних розмірів.

Щоб побудувати будови графіки, ми визначили деякі дані дослідним шляхом, а саме – швидкість польоту частки, тобто швидкість повітряного потоку.

При значеннях барометричного тиску  $B_a=755$  мм.рт.ст., температури навколишнього середовища  $t=19^\circ$ , динамічного тиску  $P_\delta=94,14$  Па, статичного тиску  $P'=13,73$  Па швидкість повітряного потоку складе  $V=2,135$  м/с.



Рис. 3.8. Серійна лапа комбінованого агрегату з конусним розподільником

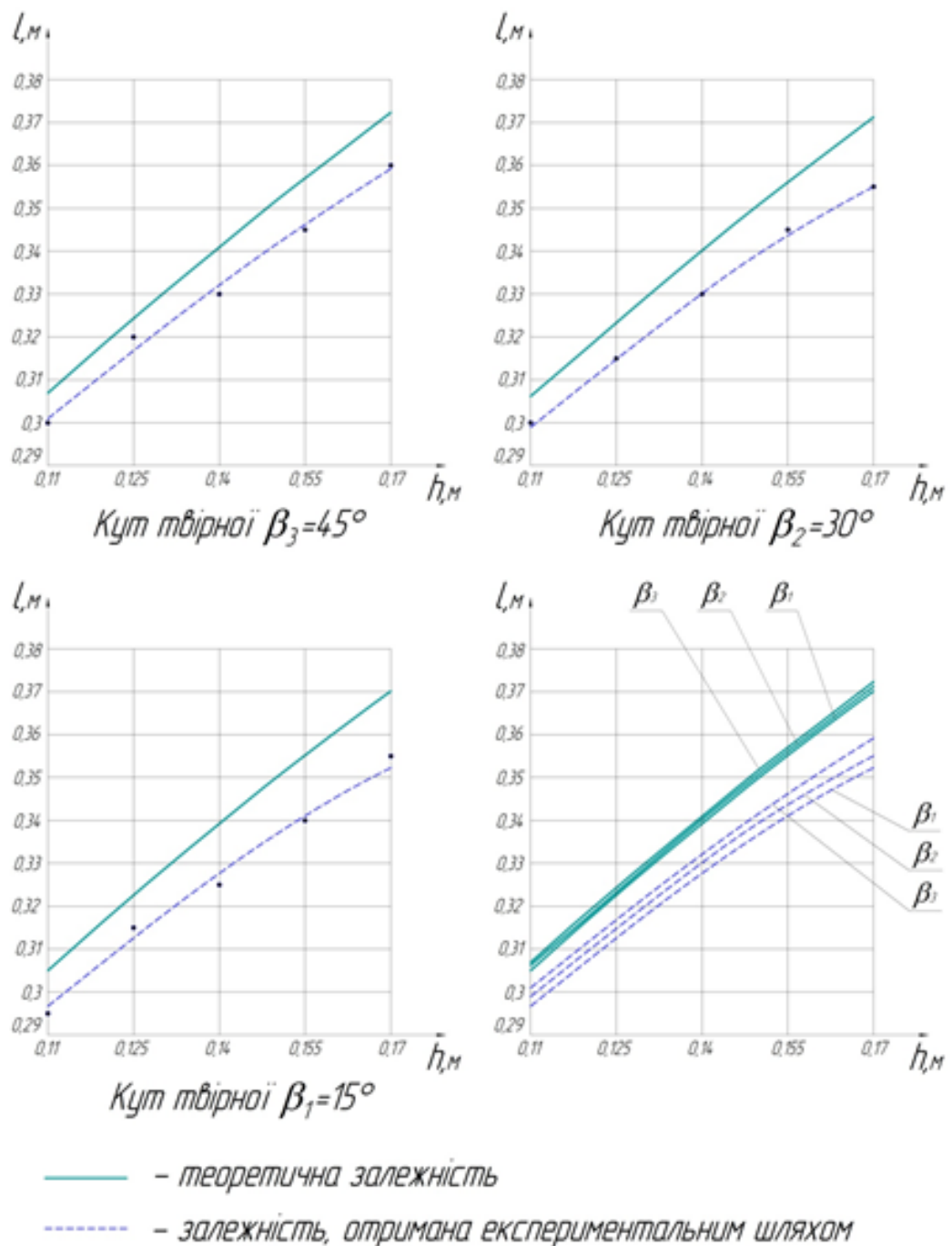


Рис. 3.9. Експериментальні залежності дальності польоту частки від висоти встановлення розподільника та його геометричних параметрів.

Відповідно до графіків, представлених на рис. 3.9, отримаємо, що дальність польоту часток збільшується при збільшенні висоти встановлення розподільника та діаметра його робочої поверхні.

При збільшенні значених параметр зменшується обсяг зростання ширини висіву посівного матеріалу.

Графік залежності дальності польоту частки є кривою, що представляє із себе частину параболи.

### **3.5. Наукові висновки**

Теоретично проаналізувавши процес висіву посівного матеріалу з одночасним обробітком ґрунту, ми обґрунтовано обрали геометричну форму конічного розподільника, розрахували параметри насіннепроводу, аналітично встановили вплив конструктивних параметрів конічного розподільника на зони розподілу насіння у підлаповому просторі робочого органу.

Проаналізувавши графіки залежностей теоретичних та експериментальних, робимо такий висновок, що на експериментальних графіках дальність польоту частки зменшується більш помітно, чим на теоретичних.

Усі зміни висот встановлення розподільника та діаметра твірної конуса істотно впливають на ширину теоретичну розсіву посівного матеріалу і на ту, що отримана дослідним шляхом.

Зі збільшенням висоти розміщення розподільника – ширина розсіву посівного матеріалу збільшується, при зменшенні – зменшується також.

Відхилення теоретичних та експериментальних графічних залежностей виникають через припущення, які зроблені під час виведення теоретичних залежностей.

Частки посівного матеріалу не ідеально сферичні і не ідеально пружні, тому зіткнення з поверхнею розподільника відбувається в кількох точках, при цьому окрема одиниця кінетичної енергії частки, яка має контакт з поверхнею розподільника, буде перетворюється у внутрішню енергію частки і розподільника, чим зменшить вихідну швидкість відбиття часток і матиме негативний ефект.

Так як на частки під час руху діють певні сили опору повітря, швидкість польоту часток не буде постійною, а зменшуватиметься, тому відстань польоту часток буде меншою за теоретичну відстань їх польоту.

## 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### **Шкідливі та небезпечні фактори при роботі комбінованого агрегату:**

#### **1. Відмови в обладнанні**

**Несправність деталей або вузлів** може призвести до відмови агрегату, що спричинить затримки в роботі та можливі аварійні ситуації.

**Причини:** неправильне технічне обслуговування, знос або несправність окремих компонентів.

#### **2. Пошкодження внаслідок роботи**

**Неправильне використання або управління агрегатом** може призвести до пошкодження частин або механізмів, що вплине на ефективність роботи та може спричинити травми операторів.

**Причини:** недостатня обережність під час роботи, неправильна експлуатація.

#### **3. Вплив хімічних речовин**

**Хімічні речовини, що використовуються при обробці насіння або ґрунту,** можуть бути шкідливими для операторів, викликаючи алергічні реакції або отруєння.

**Причини:** контакт з небезпечними речовинами без належного захисту.

#### **4. Безпека операторів**

**Рухливі частини агрегату** можуть спричинити ризик травматизму, особливо якщо оператори не дотримуються правил безпеки.

**Вага агрегату** також може бути небезпечною під час переміщення або налаштування обладнання.

**Причини:** недбалість оператора, відсутність захисних пристроїв або засобів.

#### **5. Системи управління та автоматика**

**Несправність або неправильне функціонування систем управління та автоматики** може призвести до непередбачуваних ситуацій під час роботи, створюючи ризик для безпеки.

**Причини:** технічні збої, програмні помилки, неправильне налаштування систем.

#### **6. Шум і вібрація**

**Підвищений рівень шуму і вібрації** під час роботи агрегату може призвести до зниження працездатності та здоров'я операторів.

**Причини:** робота двигунів, рухливих частин і механізмів агрегату.

## **7. Пожежна безпека**

**Ризик виникнення пожежі** через витoki пального, несправність електричних систем або накопичення легкозаймистих матеріалів.

**Причини:** неправильне зберігання пального, відсутність регулярної перевірки обладнання.

### **Заходи для зменшення ризиків:**

Регулярне технічне обслуговування та перевірка обладнання.

Навчання та інструктаж операторів щодо безпеки праці.

Забезпечення належних засобів індивідуального захисту (захисні окуляри, рукавички, респіратори тощо).

Організація робочого місця з дотриманням правил безпеки та гігієни.

Розробка та впровадження плану дій у разі аварійних ситуацій, включаючи пожежні випадки.

Дотримання цих заходів допоможе забезпечити безпечну та ефективну роботу з комбінованим агрегатом для посіву, зменшуючи ризики травм та аварій.

## **Створення нормальних і безпечних санітарно-гігієнічних умов на комбінованому агрегаті**

### **1. Підготовка робочого місця**

**Забезпечення чистоти і порядку** на робочому місці, усунення зайвих предметів, що можуть заважати або створювати ризики травматизму.

**Регулярне прибирання** робочої зони від пилу, бруду та залишків матеріалів.

### **2. Організація простору**

**Раціональне розміщення обладнання** та деталей агрегату для забезпечення зручності роботи без зайвих перешкод.

**Забезпечення достатнього простору** для безпечного переміщення операторів навколо агрегату.

### **3. Одяг та засоби захисту**

**Надання операторам захисного одягу та засобів індивідуального захисту**, таких як респіратори, захисні окуляри, рукавички, щоб запобігти травмам та контакту з небезпечними речовинами.

**Регулярне перевірка і заміна захисного одягу та засобів індивідуального захисту** для підтримання їхньої ефективності.

#### **4. Правильність позиції та ергономіка**

**Дотримання правильної позиції тіла** під час роботи з агрегатом, щоб уникнути напруження м'язів та травм.

**Ергономічне розташування органів управління** для зручності та зниження втоми операторів.

#### **5. Навчання та інструктаж**

**Надання операторам достатнього навчання** щодо безпеки праці з комбінованим агрегатом, включаючи інструктаж з правил користування обладнанням та заходами безпеки.

**Проведення регулярних інструктажів та перевірок знань з безпеки праці.**

#### **6. Регулярні перерви та відпочинок**

**Забезпечення можливості регулярних перерв** для відпочинку та відновлення сил операторів під час тривалої роботи.

**Організація місць для відпочинку**, де оператори можуть розслабитися і перекусити.

#### **7. Забезпечення вентиляції та освітлення**

**Належна вентиляція робочого місця** для забезпечення чистого повітря та зменшення концентрації пилу і хімічних речовин.

**Якісне освітлення** для зниження ризику аварійних ситуацій та підвищення точності роботи.

#### **8. Медичне обслуговування та перша допомога**

**Наявність аптечок першої допомоги** на робочому місці для надання негайної допомоги у разі травм або нещасних випадків.

**Регулярні медичні огляди операторів** для виявлення та запобігання професійним захворюванням.

#### **9. Контроль за дотриманням санітарно-гігієнічних норм**

**Проведення регулярних перевірок дотримання санітарно-гігієнічних**

норм на робочому місці.

**Впровадження системи зворотного зв'язку**, щоб оператори могли повідомляти про порушення або пропонувати покращення умов праці.

## **10. Планування та організація робочого процесу**

**Розподіл робочих завдань** з урахуванням фізичних можливостей операторів та забезпечення рівномірного навантаження.

**Оптимізація робочих процесів** для зменшення тривалості роботи у несприятливих умовах та зниження стресу.

Впровадження цих заходів допоможе створити безпечні та комфортні умови для роботи з комбінованим агрегатом, зменшуючи ризики травм та забезпечуючи нормальні санітарно-гігієнічні умови праці.

### **Забезпечення безпечних умов праці на комбінованому агрегаті**

#### **1. Навчання та підготовка операторів**

**Інструктаж з безпеки:** Перед початком роботи на комбінованому агрегаті проводити обов'язковий інструктаж з техніки безпеки.

**Навчання з використання обладнання:** Забезпечити операторам навчання щодо правильного використання агрегату, враховуючи специфіку його роботи.

#### **2. Регулярне технічне обслуговування**

**Планові перевірки:** Виконувати регулярні перевірки та технічне обслуговування обладнання перед кожною робочою зміною для виявлення та усунення можливих несправностей.

**Запис технічного обслуговування:** Вести журнал обліку технічного обслуговування та ремонтів.

#### **3. Коректна експлуатація обладнання**

**Дотримання інструкцій:** Суворо дотримуватись інструкцій виробника щодо експлуатації агрегату.

**Уникнення перевантажень:** Не перевищувати робочі оберти або використовувати обладнання у непридатних умовах.

#### **4. Засоби захисту та безпеки**

**Захисний одяг:** Забезпечити операторів необхідним захисним одягом, таким як рукавички, захисні окуляри, каски та респіратори.

**Перша допомога:** Забезпечити наявність аптечок першої допомоги та

навчити операторів надавати першу медичну допомогу.

## **5. Слідкування за довкіллям**

**Чистота робочого місця:** Робоче місце навколо агрегату повинно бути чистим та безпечним, без перешкод та небезпечних предметів.

**Організація простору:** Правильне розміщення інструментів та обладнання для зручності та безпеки операторів.

## **6. Правила безпеки при роботі**

**Конкретні правила:** Надання чітких та конкретних правил безпеки, таких як заборона відновлювати роботу під час несправностей, відсутність сторонніх осіб під час експлуатації тощо.

**Постійний контроль:** Постійно контролювати дотримання правил безпеки під час роботи.

## **7. Аварійні ситуації та план евакуації**

**План дій:** Розробка плану дій у разі аварійних ситуацій, включаючи евакуаційні маршрути та засоби пожежогасіння.

**Навчання операторів:** Навчити операторів діяти в екстрених випадках, зокрема при виникненні пожежі або інших небезпечних ситуацій.

## **8. Пожежна профілактика**

**Перевірка перед зміною:** Перед кожною робочою зміною перевіряти агрегат на наявність можливих витоків пального, стану електричних систем та інших можливих джерел загрози.

**Зберігання пального:** Пальне повинно зберігатися у відповідно обладнаних та вентильованих місцях, подалі від джерел тепла та вогню.

**Електричні системи:** Переконалися, що електричні системи агрегату у належному стані, ізолювати електричні компоненти від вологи та можливих джерел запалювання.

**Вогнегасники:** Робоче місце повинно бути забезпечене вогнегасниками або системами пожежогасіння з інструкціями з їх використання.

## **9. Оцінка ризиків та управління ними**

**Аналіз ризиків:** Регулярно проводити аналіз потенційних ризиків та розробляти заходи для їх зниження.

**Впровадження заходів:** Впроваджувати заходи щодо управління

ризиками та контролювати їх ефективність.

Забезпечення безпечних умов праці на комбінованому агрегаті вимагає комплексного підходу та дотримання усіх вищезазначених заходів. Це дозволить мінімізувати ризики для здоров'я та безпеки операторів, забезпечуючи ефективну та безперебійну роботу агрегату.

## 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Для забезпечення більш рівномірного розподілу посівного матеріалу нами запропоновано встановити на важку культиваторну лапу насіннепровід з конічним розподільником.

Конічний розподільник дозволить рівномірніше розподіляти насіння по ширині простору під лапами, що сприятиме більш рівномірному сходженню рослин.

Використання системи мінімального обробітку ґрунту дозволить зменшити кількість проходів техніки по полю.

Це знизить витрати на паливе, амортизацію техніки та оплату праці.

Поєднання функцій підготовки ґрунту і посіву в одному агрегаті знизить потребу в додаткових операціях.

Це прискорить процес висіву, дозволяючи вчасно виконувати роботи та оптимально використовувати сприятливі погодні умови.

Зниження витрат на багаторазовий обробіток ґрунту та посів дозволить зекономити кошти.

Ефективне використання ресурсів підвищить загальну рентабельність виробництва сільськогосподарських культур.

## 6. ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Магістерська кваліфікаційна робота має на меті удосконалення комбінованого агрегату з дослідженням параметрів лапового сошника.

Використання комбінованого агрегату дозволить замінити кілька операцій по підготовці ґрунту під посів на одну – весняний обробіток ґрунту за один прохід з одночасним посівом культури стрічковим способом

В інженерній частині описано будову агрегату та його основних вузлів. Виконано необхідні розрахунки: технологічні, кінематичні, енергетичні; силовий аналіз валу; розрахунки на міцність деталей розроблюваного вузла.

У науковій частині проаналізовано процес висіву посівного матеріалу з одночасним обробітком ґрунту та обґрунтовано вибір геометричної форми конічного розподільника, розраховано параметри насіннепроводу, встановлено вплив конструкційних параметрів конічного розподільника на зони розподілу насінневого матеріалу по ширині простору між лапами.

Внесені зміни до конструкції комбінованого агрегату дозволять підвищити ефективність та економічність процесу вирощування сільськогосподарських культур. Встановлення насіннепроводу з конічним розподільником на культиваторну лапу покращить рівномірність розподілу насіння, а використання системи мінімального обробітку ґрунту знизить затрати на обробіток та посів. Це сприятиме ефективнішому господарюванню та підвищенню економічного ефекту.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бойко А.І., Свірень М.О. Шмат С.І. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин. Навч. посібник. – К.: 2003. – 202 с.
2. Бондаренко М.Г. Комплектування і використання машинно-тракторного парку в рослинництві / М.Г. Бондаренко, В.А. Демещук. – К.: Вища школа, 1996. – 236 с.
3. Васильковський О., Лещенко С., Васильковська К., Петренко Д. Основи наукових досліджень. Перші наукові кроки. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Х.: Мачулін. 2019. 164 с. UR <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/10486/1/Підручник%20ОНД%202019.pdf>
4. Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. Підручник дослідника: Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. Х.: Мачулін. 2016. 204 с. [http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/2898/3/Pidruchnik%20doslidnika\\_2016.pdf](http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/bitstream/123456789/2898/3/Pidruchnik%20doslidnika_2016.pdf).
5. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: Підр. – К.: Каравела, 2004. – С. 66-82.
6. Дейкун В.А. Аналіз способів посіву, перспективи вдосконалення. / В.А. Дейкун, В.М. Кропівний, Р.В. Москальченко // Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, англійською, вип. 53. – Кропивницький: ЦНТУ – 2023. – С. 218-227. <http://zbirniksgm.kntu.kr.ua/archive/53.html>
7. Лімонт А.С. Практикум з машиновикористання в рослинництві/ А.С.Лімонт, І.І. Мельник, А.С. Малиновський та ін.; за ред. І.І. Мельник. – К.:Кондор, 2004. – 282 с. URL: <https://www.twirpx.com/file/1277494/>
8. Машини для обробітку ґрунту та внесення добрив: навч. посібник / В. М. Сало, С. М. Лещенко та ін. – Х.: Мачулін, 2016. – 244 с.
9. Методичні вказівки до виконання економічного розділу магістерських робіт зі спеціальності «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» / укл. Вдовиченко Л.В. та ін. – Кіровоград: КНТУ, 2012. 71.

Економіка підприємств АПК: Навчальний посібник / За редакцією проф. Дусановського С.Л. – Тернопіль: Горлиця, 2008. – 257 с.

10. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів / Рудь Ю.С. – 2-е вид., переробл. – Кривий Ріг: Видавець ФОП Чернявський Д.О., 2015. – 492 с.

11. Охорона праці (Законодавство. Організація роботи): Навч. посіб. / За заг. ред. к.т.н., доц. І.П. Пістуна. – Львів: “Тріада плюс”, 2010. 64. Охорона праці (практикум): Навч. посіб. / За заг. ред. к.т.н., доц. І.П. Пістуна. – Львів: «Тріада плюс», 2011. 65. Охорона праці та промислова безпека: Навчальний посібник / К.Н.

12. Охорона праці та промислова безпека: Навчальний посібник / К.Н. Ткачук, В.В. Зацарний, Р.В. Сабарно, С.Ф. Каштанов, Л.О. Мітюк, Л.Д. Третьякова, К.К. Ткачук, А.В. Чадюк; За ред. К. Н. Ткачука і В. В. Зацарного. – К., 2009.

13. Сисолін П.В. та ін. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. із спец. «Машини та обладн. с.-г. вир-ва» / За ред. М.І. Черновола. Кн. 1: Машини для рільництва / П.В. Сисолін, В.М. Сало, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. – К.: Урожай, 2001. – 384 с.: іл.

14. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін. – К.: Вища освіта, 2005.–464 с.

15. Шкрегаль О.М. Стан питання та сучасні розробки робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту / О.М., Шкрегаль О.С. Вотченко // Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. – Луганськ: ЛНАУ, 2008. – Вип. 91. – С. 122- 129.

## ДОДАТКИ

## Кінематичні розрахунки

Розрахунок передаточних відношень приводу висіваючих апаратів.

Передаточні числа розраховуємо за формулою:

$$i = 10^{-3} \cdot \pi \cdot d_k \cdot b \cdot Q / q_0 \cdot (1 - \varepsilon),$$

де,  $b = 320$  мм – ширина міжрядь;

$\varepsilon = (0,04 \dots 0,3)$  – коефіцієнт ковзання коліс, приймаємо  $\varepsilon = 0,1$ ;

$d_k = 935$  мм – діаметр опорно-приводного колеса;

$Q$  – норма внесення добрив, кг/га;

$q_0 = 39,163$  г/об – кількість матеріалу, яка висівається за один оберт висіваючого апарату.

Розрахунок передаточних відношень ведемо для наступних норм внесення добрив:

$$Q_1 = 100 \text{ кг/га}; Q_2 = 150 \text{ кг/га}; Q_3 = 200 \text{ кг/га}; Q_4 = 250 \text{ кг/га}; Q_5 = 300 \text{ кг/га};$$

$$Q_6 = 350 \text{ кг/га}; Q_7 = 400 \text{ кг/га}; Q_8 = 450 \text{ кг/га}; Q_9 = 500 \text{ кг/га}; Q_{10} = 550 \text{ кг/га};$$

$$Q_{11} = 600 \text{ кг/га}.$$

Розраховуємо перше передаточне відношення.

$$i_1 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 100 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 0,2667 .$$

Приймаємо  $i_1 = 0,267$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_1 = \frac{0,267 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 100,12 \text{ кг/га}.$$

Приймаємо  $i_1 = 0,267$ .

Розраховуємо друге передаточне відношення.

$$i_2 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 150 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 0,4 .$$

Приймаємо  $i_2 = 0,4$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

**Продовження дод. А**

$$Q_2 = \frac{0,4 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 149,99 \text{ кг/га.}$$

Приймаємо  $i_2 = 0,4$ .

Розраховуємо третє передаточне відношення.

$$i_3 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 200 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 0,533 .$$

Приймаємо  $i_3 = 0,534$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_3 = \frac{0,534 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 200,24 \text{ кг/га.}$$

Приймаємо  $i_3 = 0,534$ .

Розраховуємо четверте передаточне відношення.

$$i_4 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 250 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 0,667 .$$

Приймаємо  $i_4 = 0,667$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_4 = \frac{0,667 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 250,11 \text{ кг/га.}$$

Приймаємо  $i_4 = 0,667$ .

Розраховуємо п'яте передаточне відношення.

$$i_5 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 300 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 0,8 .$$

Приймаємо  $i_5 = 0,8$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_5 = \frac{0,8 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 299,98 \text{ кг/га.}$$

Приймаємо  $i_5 = 0,8$ .

Розраховуємо шосте передаточне відношення.

$$i_6 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 350 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 0,934 .$$

Приймаємо  $i_6 = 0,934$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_6 = \frac{0,934 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 350,23 \text{ кг/га};$$

Приймаємо  $i_6 = 0,934$ .

Розраховуємо сьоме передаточне відношення.

$$i_7 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 400 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 1,067 .$$

Приймаємо  $i_7 = 1,067$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_7 = \frac{1,067 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 400,1 \text{ кг/га.}$$

Приймаємо  $i_7 = 1,067$ .

Розраховуємо восьме передаточне відношення.

$$i_8 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 450 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 1,2 .$$

Приймаємо  $i_8 = 1,2$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_8 = \frac{1,2 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 449,97 \text{ кг/га.}$$

Приймаємо  $i_8 = 1,2$ .

Розраховуємо дев'яте передаточне відношення.

$$i_9 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 500 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 1,334 .$$

Приймаємо  $i_9 = 1,334$ .

## Продовження дод. А

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_9 = \frac{1,334 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 500,22 \text{ кг/га.}$$

Приймаємо  $i_9 = 1,334$ .

Розраховуємо десяте передаточне відношення.

$$i_{10} = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 550 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 1,467 .$$

Приймаємо  $i_{10} = 1,467$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_{10} = \frac{1,467 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 550,09 \text{ кг/га.}$$

Приймаємо  $i_{10} = 1,467$ .

Розраховуємо одинадцяте передаточне відношення.

$$i_6 = 10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32 \cdot 600 / 39,163 \cdot (1 - 0,1) = 1,6 .$$

Приймаємо  $i_{11} = 1,6$ .

Перевіряємо норму висіву при розрахованому передаточному відношенні.

$$Q_{11} = \frac{1,6 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 599,97 \text{ кг/га.}$$

Приймаємо,  $i_{11} = 1,6$ .

Підбір кількості зубів зірочок ланцюгових передач приводу висіваючих апаратів.

Для зміни передаточних відношень приводу висіваючих апаратів у схему необхідно включити коробку зміни передач. Для спрощення розробки та розрахунків будемо використовувати стандартну коробку зміни передач з касетою (рис. 1), для якої:

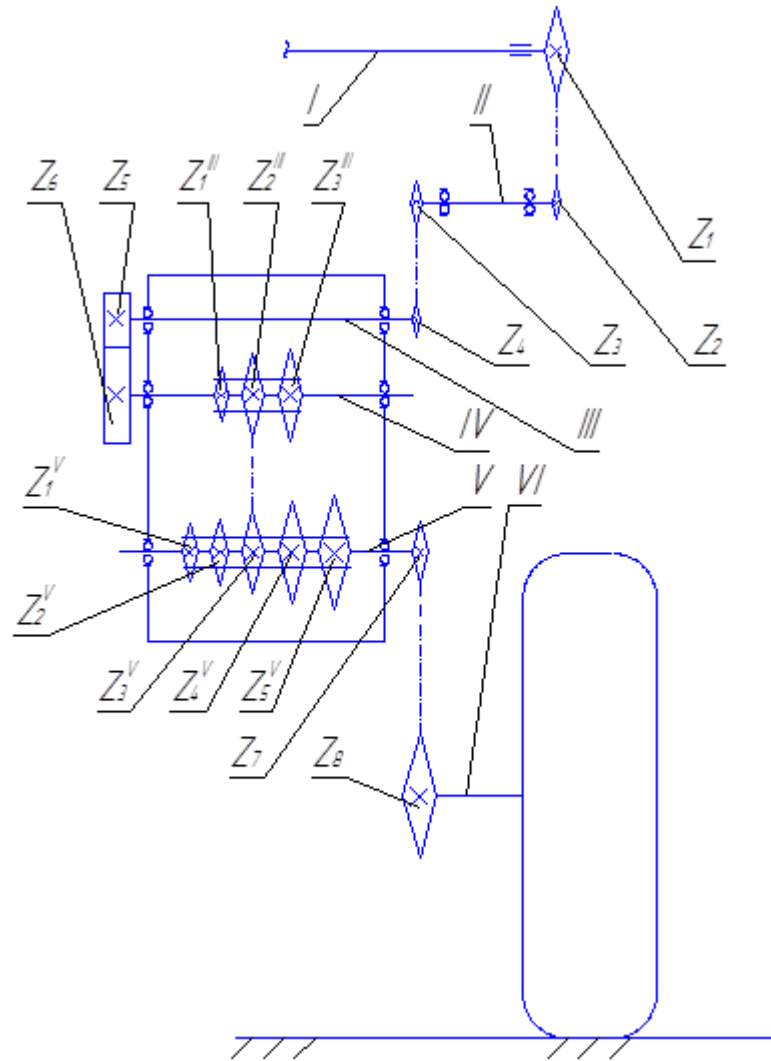


Рис. 1. Схема приводу висіваючих апаратів: *I* – вал висіваючих апаратів; *II* – проміжний вал; *III* – вихідний вал касети; *IV* – вихідний вал коробки зміни передач; *V* – вхідний вал коробки зміни передач; *VI* – вал опорно-приводного колеса.

$$z^{IV}_1 = 12; z^{IV}_2 = 19; z^{IV}_3 = 21; z^V_1 = 13; z^V_2 = 15;$$

$$z^V_3 = 19; z^V_4 = 23; z^V_5 = 26; z_5 = 12; z_6 = 22.$$

Загальне передаточне відношення:

$$i_i = i_{I-II} \cdot i_{II-III} \cdot i_K \cdot i_{K3П} \cdot i_{V-VI}$$

де,  $i_{I-II}$  – передаточне відношення від вала *I* до вала *II*;

$i_{II-III}$  – передаточне відношення від вала *II* до вала *III*;

$i_{V-VI}$  – передаточне відношення від вала V до вала VI;

$i_{K3II}$  – передаточне відношення коробки зміни передач;

$i_K$  – передаточне відношення касети.

Позначимо  $i_n = i_{I-II} \cdot i_{II-III} \cdot i_{IV-V}$ , тоді  $i_i = i_n \cdot i_K \cdot i_{K3II}$ .

Так як касету можна перевертати, то відповідно будемо мати два передаточних відношення даної касети, а саме:

$$i_{K1} = 12/22 = 0,545; \quad i_{K2} = 22/12 = 1,833.$$

Позначимо  $i_3 = i_K \cdot i_{K3II}$ , тоді  $i_i = i_n \cdot i_3$ .

Приймаємо  $i_{K1} = 0,545$ , тоді  $i_3 = 0,545 \cdot i_{K3II}$ .

Визначаємо всі можливі відношення  $i_3$  при даному  $i_{K1}$ .

$$i_{31} = 0,545 \cdot \frac{z_1^{IV}}{z_3^{III}} = 0,545 \cdot \frac{13}{21} = 0,337;$$

$$i_{32} = 0,545 \cdot \frac{z_1^{IV}}{z_2^{III}} = 0,545 \cdot \frac{13}{19} = 0,373;$$

$$i_{33} = 0,545 \cdot \frac{z_1^{IV}}{z_1^{III}} = 0,545 \cdot \frac{13}{12} = 0,59;$$

$$i_{34} = 0,545 \cdot \frac{z_2^{IV}}{z_3^{III}} = 0,545 \cdot \frac{15}{21} = 0,389;$$

$$i_{35} = 0,545 \cdot \frac{z_2^{IV}}{z_2^{III}} = 0,545 \cdot \frac{15}{19} = 0,43;$$

$$i_{36} = 0,545 \cdot \frac{z_2^{IV}}{z_1^{III}} = 0,545 \cdot \frac{15}{12} = 0,681;$$

$$i_{37} = 0,545 \cdot \frac{z_3^{IV}}{z_3^{III}} = 0,545 \cdot \frac{19}{21} = 0,493;$$

$$i_{38} = 0,545 \cdot \frac{z_{3}^{IV}}{z_{2}^{III}} = 0,545 \cdot \frac{19}{19} = 0,545;$$

$$i_{39} = 0,545 \cdot \frac{z_{3}^{IV}}{z_{1}^{III}} = 0,545 \cdot \frac{19}{12} = 0,863;$$

$$i_{310} = 0,545 \cdot \frac{z_{4}^{IV}}{z_{3}^{III}} = 0,545 \cdot \frac{23}{21} = 0,597;$$

$$i_{311} = 0,545 \cdot \frac{z_{4}^{IV}}{z_{2}^{III}} = 0,545 \cdot \frac{23}{19} = 0,66;$$

$$i_{312} = 0,545 \cdot \frac{z_{4}^{IV}}{z_{1}^{III}} = 0,545 \cdot \frac{23}{12} = 1,045;$$

$$i_{313} = 0,545 \cdot \frac{z_{5}^{IV}}{z_{3}^{III}} = 0,545 \cdot \frac{26}{21} = 0,675;$$

$$i_{314} = 0,545 \cdot \frac{z_{5}^{IV}}{z_{2}^{III}} = 0,545 \cdot \frac{26}{19} = 0,746;$$

$$i_{315} = 0,545 \cdot \frac{z_{5}^{IV}}{z_{1}^{III}} = 0,545 \cdot \frac{26}{212} = 1,181.$$

Приймаємо  $i_{K2} = 1,833$ , тоді  $i_3 = 1,833 \cdot i_{K3П}$ .

Визначаємо всі можливі відношення  $i_3$  при даному  $i_{K2}$ .

$$i_{316} = 1,833 \cdot \frac{z_{1}^{IV}}{z_{3}^{III}} = 1,833 \cdot \frac{13}{21} = 1,134;$$

$$i_{317} = 1,833 \cdot \frac{z_{1}^{IV}}{z_{2}^{III}} = 1,833 \cdot \frac{13}{19} = 1,254;$$

$$i_{318} = 1,833 \cdot \frac{z_{1}^{IV}}{z_{1}^{III}} = 1,833 \cdot \frac{13}{12} = 1,986;$$

$$i_{319} = 1,833 \cdot \frac{z_{2}^{IV}}{z_{3}^{III}} = 1,833 \cdot \frac{15}{21} = 1,309;$$

$$i_{319} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_3}^{IV_2}}{z_{III_3}^{IV_2}} = 1,833 \cdot \frac{15}{21} = 1,309;$$

$$i_{320} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_2}^{IV_2}}{z_{III_2}^{IV_2}} = 1,833 \cdot \frac{15}{19} = 1,447;$$

$$i_{321} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_1}^{IV_2}}{z_{III_1}^{IV_2}} = 1,833 \cdot \frac{15}{12} = 2,291;$$

$$i_{322} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_3}^{IV_3}}{z_{III_3}^{IV_3}} = 1,833 \cdot \frac{19}{21} = 1,658;$$

$$i_{322} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_3}^{IV_3}}{z_{III_3}^{IV_3}} = 1,833 \cdot \frac{19}{21} = 1,658;$$

$$i_{323} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_2}^{IV_3}}{z_{III_2}^{IV_3}} = 1,833 \cdot \frac{19}{19} = 1,833;$$

$$i_{324} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_1}^{IV_3}}{z_{III_1}^{IV_3}} = 1,833 \cdot \frac{19}{12} = 2,902;$$

$$i_{325} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_3}^{IV_4}}{z_{III_3}^{IV_4}} = 1,833 \cdot \frac{23}{21} = 2,007;$$

$$i_{326} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_2}^{IV_4}}{z_{III_2}^{IV_4}} = 1,833 \cdot \frac{23}{19} = 2,219;$$

$$i_{327} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_1}^{IV_4}}{z_{III_1}^{IV_4}} = 1,833 \cdot \frac{23}{12} = 3,513;$$

$$i_{328} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_3}^{IV_5}}{z_{III_3}^{IV_5}} = 1,833 \cdot \frac{26}{21} = 2,269;$$

$$i_{329} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_2}^{IV_5}}{z_{III_2}^{IV_5}} = 1,833 \cdot \frac{26}{19} = 2,508;$$

$$i_{330} = 1,833 \cdot \frac{z_{III_1}^{IV_5}}{z_{III_1}^{IV_5}} = 1,833 \cdot \frac{26}{12} = 3,971.$$

Всі отримані значення заносимо до табл. 1.

Продовження дод. А

Прийmemo, що:  $i_{11} = i_n \cdot i_{326}$ , тоді  $i_n = i_{11} / i_{326} = i_{11} / 2,219 = 0,64$ .

В подальших розрахунках приймаємо  $i_n = 0,64$ .

Використовуючи прийняте  $i_n$  та визначені  $i_3$  вираховуємо всі можливі загальні передаточні відношення від вала висіваючих апаратів до опорно-приводного колеса використовуючи формулу  $i'_i = i_n \cdot i_3$  та отримані значення заносимо в табл. 1.

Таблиця 1

| №<br>передаточного<br>відношення | $i_3$ | $i_k$ | $i_n$ | $i'_i$       |
|----------------------------------|-------|-------|-------|--------------|
| 1                                | 2     | 3     | 4     | 5            |
| 1                                | 0,337 | 0,545 | 0,64  | 0,216        |
| 2                                | 0,373 | 0,545 | 0,64  | 0,239        |
| 4                                | 0,389 | 0,545 | 0,64  | 0,249        |
| <u>5</u>                         | 0,43  | 0,545 | 0,64  | <u>0,275</u> |
| 7                                | 0,493 | 0,545 | 0,64  | 0,316        |
| 8                                | 0,545 | 0,545 | 0,64  | 0,349        |
| 3                                | 0,59  | 0,545 | 0,64  | 0,378        |
| 10                               | 0,597 | 0,545 | 0,64  | 0,382        |
| <u>11</u>                        | 0,66  | 0,545 | 0,64  | <u>0,423</u> |
| 13                               | 0,675 | 0,545 | 0,64  | 0,432        |
| 6                                | 0,681 | 0,545 | 0,64  | 0,437        |
| 14                               | 0,746 | 0,545 | 0,64  | 0,478        |
| <u>9</u>                         | 0,863 | 0,545 | 0,64  | <u>0,552</u> |
| <u>12</u>                        | 1,045 | 0,545 | 0,64  | <u>0,669</u> |
| 16                               | 1,134 | 1,833 | 0,64  | 0,726        |
| 15                               | 1,181 | 0,545 | 0,64  | 0,756        |
| <u>17</u>                        | 1,254 | 1,833 | 0,64  | <u>0,803</u> |
| 19                               | 1,309 | 1,833 | 0,64  | 0,838        |
| <u>20</u>                        | 1,447 | 1,833 | 0,64  | <u>0,926</u> |
| <u>22</u>                        | 1,658 | 1,833 | 0,64  | <u>1,062</u> |
| 23                               | 1,833 | 1,833 | 0,64  | 1,174        |
| <u>18</u>                        | 1,968 | 1,833 | 0,64  | <u>1,261</u> |
| <u>25</u>                        | 2,007 | 1,833 | 0,64  | <u>1,286</u> |
| 26                               | 2,219 | 1,833 | 0,64  | 1,421        |
| 28                               | 2,269 | 1,833 | 0,64  | 1,453        |
| <u>21</u>                        | 2,291 | 1,833 | 0,64  | <u>1,467</u> |
| <u>29</u>                        | 2,508 | 1,833 | 0,64  | <u>1,606</u> |
| 24                               | 2,902 | 1,833 | 0,64  | 1,858        |
| 27                               | 3,513 | 1,833 | 0,64  | 2,25         |
| 30                               | 3,971 | 1,833 | 0,64  | 2,543        |

## Продовження дод. А

Із розрахованих передаточних відношень  $i'_i$  вибираємо ті значення, які найбільше відповідають необхідним значенням  $i_i$ :

$$\begin{aligned}i_1 &= 0,267 & i'_5 &= 0,275; \\i_2 &= 0,4 & i'_{11} &= 0,423; \\i_3 &= 0,533 & i'_9 &= 0,552; \\i_4 &= 0,667 & i'_{12} &= 0,669; \\i_5 &= 0,8 & i'_{17} &= 0,803; \\i_6 &= 0,934 & i'_{20} &= 0,926; \\i_7 &= 1,067 & i'_{22} &= 1,062; \\i_8 &= 1,2 & i'_{18} &= 1,261; \\i_9 &= 1,334 & i'_{25} &= 1,286; \\i_{10} &= 1,467 & i'_{21} &= 1,467; \\i_{11} &= 1,6 & i'_{29} &= 1,606.\end{aligned}$$

Тоді дійсні передаточні відношення будуть наступними:

$$\begin{aligned}i_1 &= 0,275; i_2 = 0,423; i_3 = 0,552; i_4 = 0,669; i_5 = 0,803; i_6 = 0,926; \\i_7 &= 1,062; i_8 = 1,261; i_9 = 1,286; i_{10} = 1,467; i_{11} = 1,606.\end{aligned}$$

Перевіряємо крайні передаточні відношення по нормам внесення добрив.

Мінімальна норма внесення  $Q_1 = 100$  кг/га, при цьому  $i_1 = 0,275$ :

$$Q_1 = \frac{0,275 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 103,11 \text{ кг/га.}$$

Похибка висіву в даному випадку склала 3,11%, що є в межах допустимого.

Максимальна норма внесення  $Q_{11} = 600$  кг/га, при цьому  $i_{11} = 1,606$ :

$$Q_{11} = \frac{1,606 \cdot 39,163 \cdot (1 - 0,1)}{10^{-3} \cdot 3,14 \cdot 0,935 \cdot 32} = 602,21 \text{ кг/га.}$$

Похибка висіву в даному випадку склала 2,21%, що є в межах допустимого.

Визначаємо кількість зубців зірочок  $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_7, Z_8$ .

Згідно з прийнятим раніше:

$$i_n = i_{I-II} \cdot i_{II-III} \cdot i_{V-VI} = 0,4 \cdot 0,8 \cdot 2 = 0,64 .$$

Нехай  $i_{I-II} = 0,4$ ;

$$i_{II-III} = 0,8;$$

$$i_{V-VI} = 2.$$

Тоді:

$$i_{I-II} = z_2/z_1 = 0,4 = 8/20;$$

$$i_{II-III} = z_4/z_3 = 0,8 = 8/10;$$

$$i_{V-VI} = z_6/z_5 = 2 = 28/14.$$

Приймаємо наступні значення кількості зубів зірочок:

$$z_1 = 20; z_2 = 8; z_3 = 10; z_4 = 8; z_7 = 14; z_8 = 28.$$

## АНАЛІЗ ЗНАРЯДЬ ДЛЯ СУЦІЛЬНОГО ПОСІВУ

Відомо, що зернові культури можна висівати різними способами: рядковим, вузькорядним, перехресним, стрічковим, розкидним. Вони відрізняються один від одного рівномірністю розподілення насіння по площі. Крім того, важливою вимогою для сівалок є: однакова глибина заробки насіння, а також ущільнення ґрунту в шарі знаходження насіння [1].

На даний час вітчизняними та закордонним виробниками сільськогосподарської техніки розроблено та впроваджено у виробництво велику кількість різноманітних машин та знарядь для суцільного та стрічкового посіву насіння культурних рослин.

*Сівалка-культиватор СЗС-2,1* (рис. 2) призначена для підґрунтового розкидного посіву зернових культур одночасно з культивацією, підрізанням бур'янів, внесенням у рядки гранульованих добрив та прикочуванням засіяних рядків на стерневих фонах на ґрунтах, схильних до вітрової ерозії.



Рис. 2. Сівалка-культиватор СЗС-2,1.

Технічна характеристика сівачи-культиватора СЗС-2,1

| Показник                    | Розмірність | Величина |
|-----------------------------|-------------|----------|
| Ширина захвату,             | м           | 2,1      |
| Швидкість<br>робоча         | м/с         | до 2,5   |
| транспортна                 |             | до 3     |
| Глибина ходу сошників       | см          | 4-10     |
| Ширина захвату лапи сошника | мм          | 410      |
| Число сошників              | шт          | 9        |

*Сівалка зернотукова прямого посіву «Сіва Нова» 3.6 No-Till Technology (рис. 3)*

Рис. 3. Сівалка зернотукова прямого посіву «Сіва Нова» 3.6

Механічні стерньові сівалки СІВА НОВА призначені для посівів всіх видів зернових, бобових культур, а також різних трав з можливістю одночасного внесення сухих мінеральних добрив і коткуванням. При відсутності необхідності внесення добрив, місткість бункера для насіння можна легко збільшити шляхом відкриття роздільних перегородок. Як додаткова опція можна встановити бункер для дрібнонасіневих культур.

## Продовження дод. Б

Ключом конструкції сівалок СІВА НОВА є дві рами – основна і зйомна. На основній рамі встановлені:

- бункер для зерна;
- бункер для добрив;
- редуктори для регулювання висіву добрив та насіння;
- сошники;
- колеса самої сівалки.

Турбодиски (култери) винесені на окрему раму.

Агрегуються з тракторами від 65 кінських сил. Сівалки СІВА НОВА можуть застосовуватись як в великих агрохолдингах так і в невеликих господарствах.

Сівалки СІВА НОВА повністю адаптовані до вітчизняних умов експлуатації і ремонту, що вигідно відрізняється від зарубіжних аналогів. Всі різьбові елементи метричні, тому немає проблем при обслуговуванні, ремонті або швидкій заміні на нові. Підшипники, манжети і ланцюги відповідають ДСТУ.

Посів сівалками СІВА НОВА не потребує передпосівної обробки, а це означає:

1. Економія палива.
2. Звільнення техніки.
3. Економія витрат на зарплату механізаторам.
4. Зменшення трудомісткості процесу посіву.
5. Збільшення швидкості посіву.

Сівалка «Сіва Нова» 3.6 No-Till Technology створена для посіву по класичній, No-Till та Mini-Till технологіях.

Переваги:

1. Вибір необхідного міжряддя у діапазоні 150-340 мм.
2. Для максимально ефективного проходження пожнивних залишків між култерами, першим та другим рядами робочих органів 450 мм.

3. Універсальне використання сівалки– можливість посіву всіх видів озимих, ярових, зернобобових, дрібнонасінних культур.
4. Встановлено два редуктора: на висів добрив та висів насіння.
5. Встановлений окремий механізм включення \ виключення приводу на висів добрив;
6. Можливість роботи по No-Till, класичній та Mini-Till технологіях – модуль з турбодисками відокремлюється;
7. Можливість збільшення об'єму бункерів шляхом відкриття заслінок між насінневим та бункером для добрив.
8. Робочі органи – Bellota (Іспанія).
9. Не потребує передпосівної обробки (економія палива, зарплати механізмторам, звільнення техніки, висока швидкість посіву);
10. Адаптована для вітчизняних умов експлуатації та ремонту (повна гарантія від виробника, всі різьбові з'єднання метричні та відповідають ДСТУ).

Таблиця 2

## Технічні характеристики:

|                           |                |
|---------------------------|----------------|
| Ширина                    | 3600 мм        |
| Обсяг бункера для насіння | 875 л          |
| Обсяг бункера для добрив  | 400 л          |
| Кількість сошників        | 11-23          |
| Кількість култерів        | 11-23          |
| Глибина обробки култерами | 0-100 мм       |
| Глибина висіву насіння    | 20-100 мм      |
| Вага сівалки              | 3350 кг        |
| Ширина міжряддя           | 150-340 мм     |
| Швидкість посіву          | 7-12 км/год    |
| Норма висіву насіння      | 8-250 кг/га    |
| Норма висіву добрив       | 25-250 кг/га   |
| Продуктивність            | 2.5-3.5 га/год |
| Тиск сошника              | 157-220 кг     |
| Потужність трактора       | від 82 к.с.    |

## Продовження дод. Б

*Механічні посівні комплекси «OVTECH»* культиваторного типу (рис. 4) (ТОВ «Агромаш-Калина» Україна) виконують прямий посів з повною обробкою стерні при технології мінімального обробітку. За один прохід виконується повний обробіток стерні, основний і передпосівний обробіток, виконується ідеальне насінневе ложе, посів насіння і добрив проводиться смугою шириною 12-15 см, посівний матеріал покривається мульчею, потім проводиться боронування та коткування.



Рис. 4. Механічний посівний комплекс «OVTECH» культиваторного типу.

На відміну від посіву дисковими сошниками і посіву при технології «Овсінського», насіння і добрива розподіляються широкою смугою в 15 см, що в 4 рази збільшує площу живлення і знижує шкідливий вплив добрив у початковій стадії розвитку рослин. Урожайність підвищується на 15-20%.

Застосування посівних комплексів «OVTECH» дозволяє знизити собівартість виробництва зерна.

*Пневматична дисково-анкерна сівалка прямого посіву Green Plains TSM* (рис. 5) із шириною захвату 3,9 м призначена для одночасного висіву різних культур: зернових, дрібнонасінних, просапних, а також культивації і внесення добрив за один прохід. Добре працює по вологому ґрунті. Чудові показники посіву за класичною, мінімальною та нульовою технологією. Розрізає рослинні залишки не даючи їм потрапляти в посівне ложе.



Рис. 5. Пневматична дисково-анкерна сівалка прямого посіву Green Plains TSM

Переваги пневматичної дисково-анкерної сівалки Green Plains TSM 3,9:

- зручна і проста в експлуатації;
- підвищена надійність і зносостійкість вузлів і агрегату в цілому;
- мінімальне пошкодження поверхневого шару ґрунту;
- мінімальне потрапляння стерні в насінневу лунку;
- точний і рівномірний висів на потрібну глибину, навіть по великій кількості поживних залишків;
- проста, точна і гнучка настройка висівного апарату.

Таблиця 3

#### Технічні характеристики

| Показник                                | Одиниц і виміру | Величина |
|---|-----------------|----------|
| 1                                       | 2               | 3        |
| Тип                                     | Пневматична     |          |
| Спосіб агрегування                      | напівнавісний   |          |
| Продуктивність при швидкості 8 км / год | га/год          | 3,1      |
| Транспортна висота                      | м               | 3,18     |
| Транспортна ширина                      | м               | 4,05     |
| Транспортна довжина                     | м               | 9,76     |

| 1  | 2        | 3          |
|--|----------|------------|
| Робоча ширина захвату                        | м        | 3,9        |
| Вага сівалки (незавантаженої),               | т        | 4,6        |
| Кількість сошників                           | шт.      | 13         |
| Кількість рядів сошників                     | шт.      | 3          |
| Відстань між сошниками                       | мм       | 300        |
| Необхідна потужність тягача                  | к.с.     | 80         |
| Робоча швидкість                             | км / год | майже 7-10 |
| Транспортна швидкість                        | км / год | 20         |
| Мінімальна кількість пар гідровиходів тягача | шт.      | 1          |
| Тиск в гідросистемі тягача                   | бар      | 80         |
| Ємність бункера 60/40                        | л        | 1500       |
| Насіння                                      |          | 850        |
| добрива                                      |          | 650        |
| Норма внесення                               |          |            |
| Насіння мін / макс                           | кг / га  | 50/300     |
| Добрив мін / макс                            | кг / га  | 50/300     |
| Глибина внесення насіння / добрив            | мм       | 20-100     |

*Сівалка прямого посіву Novag (рис. 6).*



Рис.6. Сівалка прямого посіву Novag

Сівалка складається з центрального диска, зазубреного справа, і розпушу-вальної лапи, з ребрами для створення борозни у формі перевернутої букви «Т». Зубцювате колесо в формі V закриває борозну і вимірює глибину. Динамометричний датчик перевіряє глибину. Регулювальний гвинт дозволяє регулювати глибину посіву. Система Intelliforce керує гідравлічним тиском у формі перевернутої Т.

Сівалка забезпечує незначну пертурбацію ґрунту, після проходження машини, значно зменшується ріст бур'янів навіть на високій швидкості роботи. Волога добре зберігається, так як борозна швидко закривається. Шасі розраховане з великим запасом міцності і складається з 3 елементів. Комплект може важити 7,5 т. при довжині 4 м.

*Ґрунтообробно-висіваючий агрегат* (рис. 7) включає в себе корпус-раму, на якій встановлено бункер для сипучих матеріалів і трубчасті тримачі з жорстко закріпленими на них ріжучими дисками. Тримачі змонтовані на додатковій рамі між передніми і задніми котками – колесами з можливістю обертання. Додаткова рама створює з корпусом-рамою кінематичне паралелограмне з'єднання, оснащене приводним механізмом і механізмом фіксації положення додаткової рами [2].

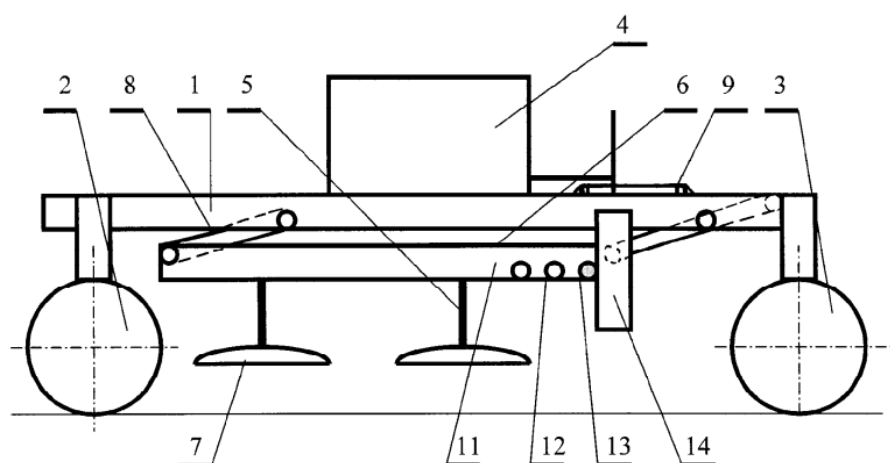


Рис. 7. Ґрунтообробно-висіваючий агрегат: 1 – корпус-рама; 2 – передні колеса; 3 – задні колеса; 4 – бункер; 5 – трубчасті тримачі; 6 – додаткова рама; 7 – ріжучі диски; 8 – важелі; 9- гідравлічний циліндр; 10 – подовжений важіль; 11 – бокова сторона додаткової рами; 12- додаткові отвори; 13 – фіксатори; 14 – упори.

Зернові сівалки вітчизняного виробництва СЗ-3,6А, СТН-16 не в повній мірі відповідають вказаним вимогам. Так, при міжрядді 15 см насіння висівається рядками з інтервалом між сусідніми зернами 1,5-2 см. За рахунок чого значна частина площі не приймає участь в живленні рослин.

З агротехнічних вимог відомо, що відстань між суміжними рослинами повинна становити 3-4 см, що дає змогу приймати участь у живленні рослин усій площі поля. Цю вимогу може задовольнити розкидний, а краще суцільний посів зернових, різниця між якими полягає в рівномірності розподілення насіння по площі поля і за глибиною заробки.

При розкидному способі, наприклад, при використанні розкидачів, розподілення насіння по площі більш-менш задовольняє вище вказані вимоги, хоча глибина заробки нерівномірна.

При суцільному посіві завдяки конструкції сошника та розподільника насіння розподіляється рівномірно по всій площі і на однакову глибину, що є основною агротехнічною вимогою до сівби.

## Програма і методика експериментальних досліджень

### Програма експериментальних досліджень:

Визначення характеристики повітряного потоку: вологості, тиску, швидкості.

Визначення впливу висоти розташування розподільника по відношенню до горизонту на дальність польоту частки.

Визначення впливу радіуса робочої поверхні розподільника на дальність польоту частки.

### Методика досліджень.

Опис експериментальної лабораторної установки.

Досліди проводяться на експериментальній установці, схема якої приведена на (рис. 1). Основні складові частини установки: бункер 1, котуш-ковий висіваючий апарат 2, вентилятор 3, лійка 4, ежектор 5, пневмо-провід 6, лапа ґрунторозпушувача 7, насіннепровід 8, конусний розподільник 9.

Принцип роботи установки полягає у наступному:

При приведенні в дію катушкового висіваючого апарату 2, він починає виносити із бункера 1 насіння. Далі воно, насіння, потрапляє до лійки 4 через яку надходить до ежектора 5. У ежекторі відбувається утворення повітряно-насінневої суміші, тобто, насіння, що потрапило до ежектора через лійку, підхоплюються повітряним потоком. Ежектор вхідним кінцем приєднаний до раструбу, який кріпиться до вихідного вікна вентилятора 3, що створює повітряний потік. Далі із ежектора повітряно-насіннева суміш потрапляє у пневмопровід 6. По ньому насіння разом із повітряним потоком направляються до насіннепроводу 8, що встановлений на лапі 7 від ґрунторозпушувача.

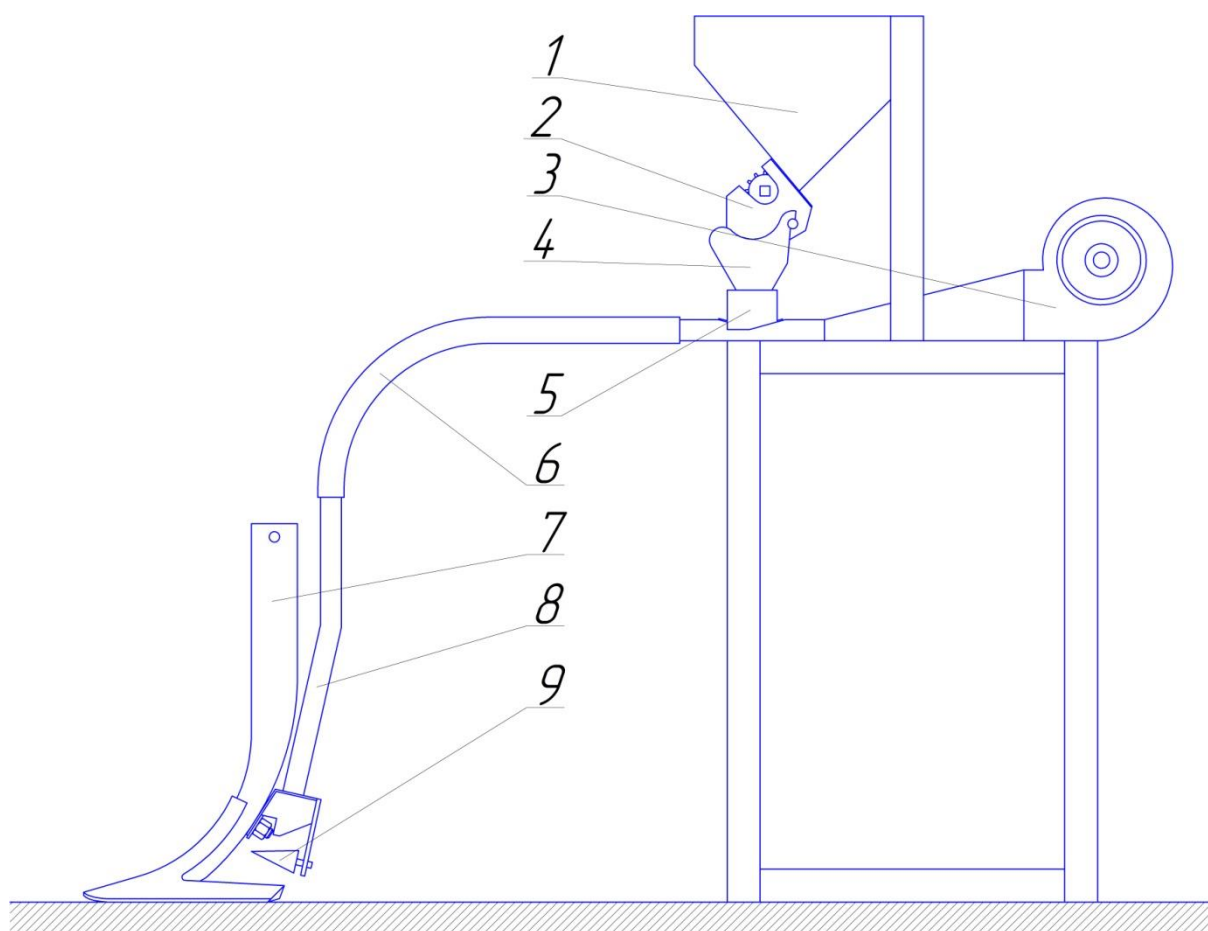


Рис. 1. Схема експериментальної установки: 1 – бункер, 2 – катушковий висіваючий апарат, 3 – вентилятор, 4 – лійка, 5 – ежектор, 6 – пневмопровід, 7 – лапа, 8 – насіннепровід, 9 – розподільник.

Принцип роботи установки полягає у наступному:

При приведенні в дію катушкового висіваючого апарату 2 він починає виносити із бункера 1 насіння. Далі насіння потрапляє до лійки 4, через яку надходять до ежектора 5. У ежекторі відбувається утворення повітряно-насінневої суміші, тобто, насіння, що потрапило до ежектора через лійку, підхоплюється повітряним потоком. Ежектор вхідним кінцем приєднаний до раструбу який кріпиться до вихідного вікна вентилятора 3, що створює повітряний потік. Далі із ежектора повітряно-насіннева суміш потрапляє у пневмопровід 6. По ньому насіння разом із повітряним потоком

направляються до розподільника 8, що встановлений на лапі 7 від ґрунторозпушувача. Розподільник направляє повітряно-насінневий потік у зону висіву насіння, тобто під лапу. Напроти вихідного вікна насіннепровода встановлений розподільник 9, який розподіляє насіння ярого ячменю по поверхні на якій встановлена лапа.

#### **Методика визначення характеристики повітряного потоку.**

Для побудови графічної залежності ширини висіву насіння (дальності польоту часток) від висоти встановлення розподільника та його геометричної форми (твірної конуса) згідно з формулою 3.32 пояснювальної записки необхідно дослідним шляхом визначити деякі параметри робочого тіла, а саме швидкість насіння. Швидкість насіння приймаємо рівною швидкості повітряного потоку у насіннепроводі. Тому методика зводиться до визначення вологості повітря, атмосферного тиску, які необхідні для визначення швидкості повітряного потоку, тобто для швидкості часток.

#### **Методика визначення вологості.**

Вологість визначається за допомогою гігрометра ГВ-1 (рис. 2, а), який відповідає технічним умовам МРТУ 01-02-62. Вологість визначається для подальшого використання при визначенні швидкості повітряного потоку. Вологість вимірюється у приміщенні, де виконуються досліді, тобто у лабораторії, безпосередньо при проведенні дослідів.

#### **Методика визначення атмосферного тиску.**

Атмосферний тиск визначаємо за допомогою барометра (рис. 2, б). Атмосферний тиск визначається для подальшого використання при визначенні швидкості повітряного потоку. Атмосферний тиск вимірюється у приміщенні, де виконуються досліді, тобто у лабораторії, безпосередньо при проведенні дослідів.

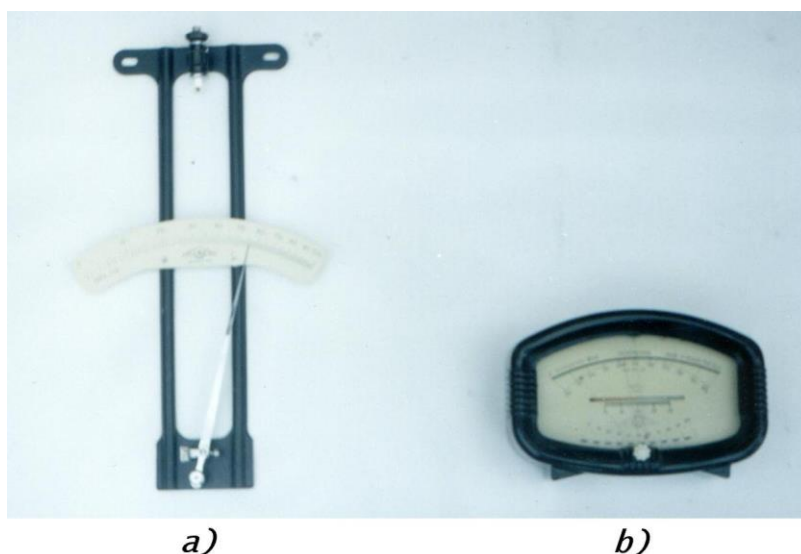


Рис. 2. Прилади для визначення вологості повітря та атмосферного тиску: а – гігрометр ГВ – 1; б – барометр.

### Методика визначення швидкості повітряного потоку.

Швидкість повітряного потоку визначаємо за формулою:

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot P_d}{\rho}}, \quad (1)$$

де,  $V$  – швидкість повітряного потоку;

$P_d$  – динамічний тиск повітряного потоку;

$\rho$  – густина повітря, що рухається:

$$\rho = \frac{B_a + P'}{R \cdot K_\psi \cdot (t + 273)}, \quad (2)$$

де,  $B_a$  – барометричний тиск навколишнього повітряного середовища, Па;

$P'$  – статичний тиск повітряного потоку, Па;

$K_\psi$  – коефіцієнт, що залежить від температури та вологості повітряного потоку, що рухається. При температурі  $20^\circ\text{C}$  та  $\psi = 50\%$  –  $K_\psi = 1$ , при  $\psi = 100\%$  –  $K_\psi = 1,005$ ;

$R$  – універсальна газова стала,  $R = 8,314$  Дж/моль·К;

$t$  – температура повітря, що рухається,  $^\circ\text{C}$ .

Температуру повітря визначаємо за допомогою термометра.

Як відомо повний тиск повітряного потоку складається з двох складових, а саме динамічного та статичного тиску.

Динамічний тиск  $P_d$  являє собою кінетичну енергію, яку необхідно надати нерухомому потоку для приведення його в рух зі швидкістю  $V_0$ .

Статичний тиск  $P'$  це потенційна енергія потоку, що діє по нормалі до стінок повітропровода.

Для визначення всіх трьох тисків використовуємо мікроманометр інтегральний типу ММІ із комбінованим приймачем повітряного тиску (рис. 3). Повний тиск та його складові вимірюємо на виході із розподільника.

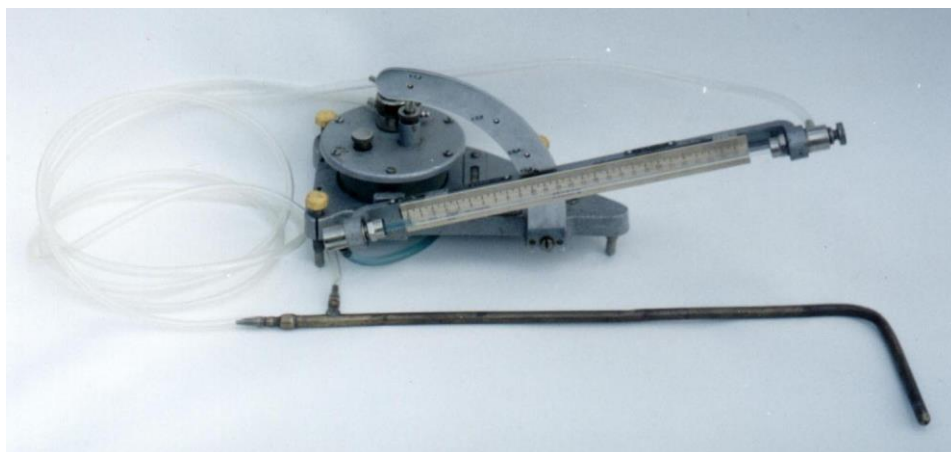


Рис. 3. Інтегральний мікроманометр типу ММІ.

Дійсні значення показників мікроманометра визначаємо за формулою, мм.вод.ст:

$$h_d = k \cdot n \cdot h, \quad (3)$$

де,  $k$  – постійна приладу (нанесена на його дузі);

$n$  – поправочний коефіцієнт, що враховує вплив температури повітря та міцність спирту (приведений у таблиці, що йде разом із приладом);

$h$  – відлік по шкалі приладу, мм.

**Методика визначення впливу висоти встановлення розподільника та кута твірної конуса (робочої) поверхні на ширину розсіву насіння (дальність польоту часток).**

Для визначення впливу висоти встановлення розподільника та кута твірної конуса на дальність польоту часток необхідно створити повітряно-насінневий потік і направити його через насіннепровід на розподільник, який встановлений у нижній частині лапи і рухається у вертикальній площині, а також мати будь-яку липку поверхню (в нашому випадку це папір промащений клеєм), яка б забезпечила надійне прилипання до неї розсіяного насіння.

Створення і направлення повітряно-насінневого потоку забезпечує експериментальна установка (рис. 4).



Рис. 4. Експериментальна установка.

Направляюча вилка, яка кріпиться на верхньому болту лапи, забезпечує зміну висоти розташування розподільника відносно горизонту, а різьбовий отвір, що в ній зроблений забезпечує зміну розподільників, що мають різний кут твірної (робочої) поверхні.

Експериментальні дослідження проводимо наступним чином:

1. встановлюємо лапу на спеціальні підставки;
2. вмикаємо вентилятор і чекаємо 15 хв для створення стабільного повітряного потоку;
3. заміряємо динамічний та повний тиски;
4. вмикаємо котушковий висіваючий апарат і даємо установці попрацювати до створення постійного (усталеного) повітряно-насінневого потоку;
5. протягуємо під лапою липку поверхню;
6. заміряємо максимальну ширину розсіювання часток.

Таким чином, експериментальна установка разом із направляючою вилкою дають змогу дослідити вплив висоти встановлення розподільника та кута твірної його поверхні на ширину висіву насіння.

# **ГРАФІЧНА ЧАСТИНА**

## Удосконалення конструкції комбінованого агрегату з дослідженням параметрів лапового сошника

**Мета дослідження:** підвищення ефективності розсіву посівного матеріалу у підлаповому просторі робочого органу за рахунок встановлення на нього конічного розподільника

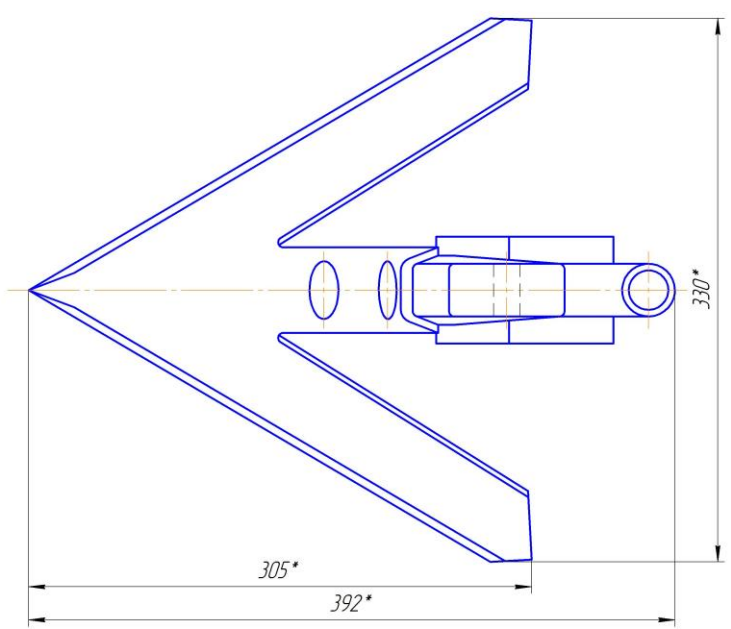
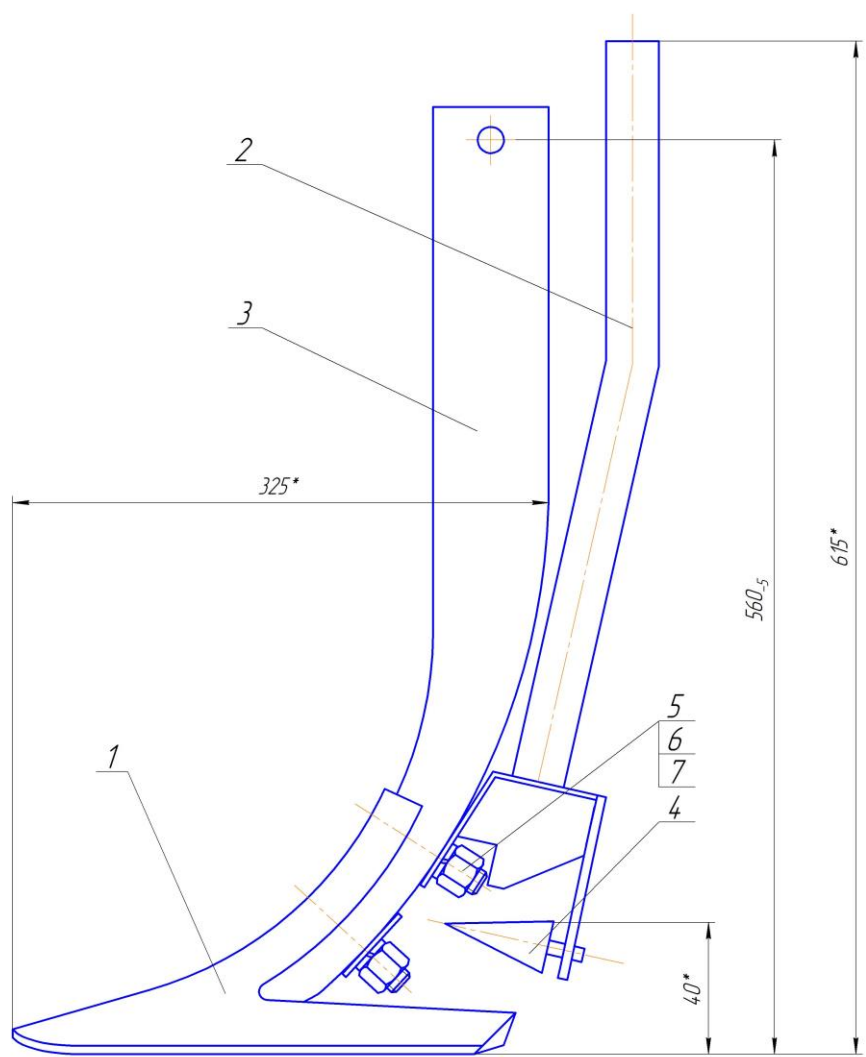
**Задачі дослідження:** Визначити оптимальні параметри конічного розподільника, його розміщення відносно точки сходу часток посівного матеріалу та поверхні ґрунту. Вивести математичну залежність ширини розсіювання посівного матеріалу від параметрів, які впливають на процес розсіювання

**Об'єкт дослідження:** процес транспортування та розсіювання посівного матеріалу по ширині захвату робочого органу

**Предмет дослідження:** конічний розподільник, його конструктивні і технологічні параметри

|       |         |      |      |        |                        |
|-------|---------|------|------|--------|------------------------|
| № з/р | М.прац. | Заб. | Лист | Всього | АКМ 00.001.14          |
| № з/р | М.прац. | Заб. | Лист | Всього | Гена, мета, здібч.     |
| № з/р | М.прац. | Заб. | Лист | Всього | за Експ. план. предмет |
| № з/р | М.прац. | Заб. | Лист | Всього | досліджень             |
| № з/р | М.прац. | Заб. | Лист | Всього | ДНУ                    |
| № з/р | М.прац. | Заб. | Лист | Всього | Фр. ПР-204-11          |
| № з/р | М.прац. | Заб. | Лист | Всього | Корисні                |





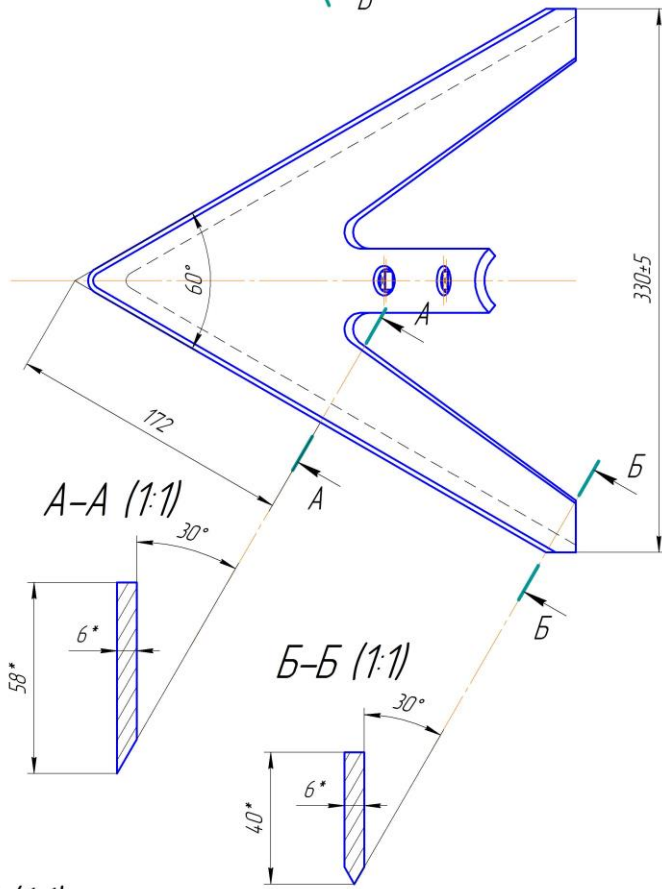
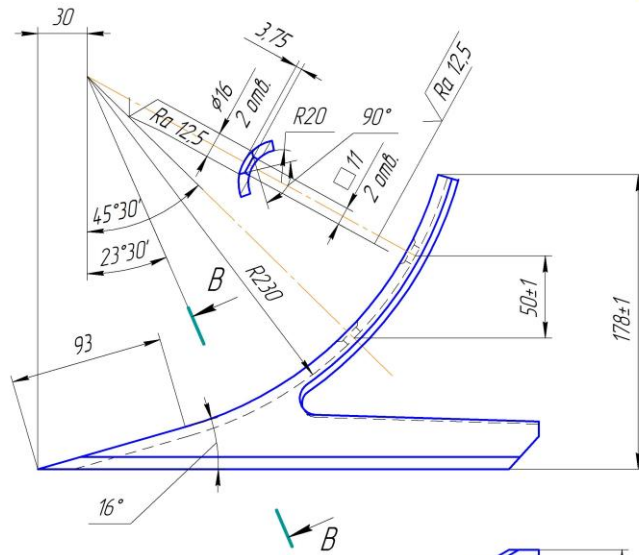
|          |      |              |              |      |        |         |      |       |
|----------|------|--------------|--------------|------|--------|---------|------|-------|
| № аркуша | Дата | Взам. инв. № | Инв. № дубл. | Лист | и дата | Стор. № | Лист | линий |
|----------|------|--------------|--------------|------|--------|---------|------|-------|

1. \*Разміри для довідок.  
 2. Складанням забезпечити відхилення осі лапи відносно осі стійки не більше 3°.

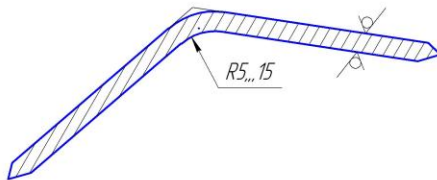
|          |                 |        |      |      |               |               |         |           |
|----------|-----------------|--------|------|------|---------------|---------------|---------|-----------|
|          |                 |        |      |      |               | AKM 80.000 СК |         |           |
| Вим.     | Арк.            | № док. | Лист | Дата |               |               |         |           |
| Розроб.  | Масхальченко РВ |        |      |      | Лапа          |               |         |           |
| Перев.   | Лейкин В.А.     |        |      |      | Лит           | Маса          | Масштаб |           |
| Т.контр. |                 |        |      |      | 1             | 12,1          | 1:2     |           |
| Н.контр. | Мачок В.В.      |        |      |      | ЦНТУ          |               |         |           |
| Затв.    | Лещенко С.М.    |        |      |      | зр. ГМ-22М-11 |               |         |           |
|          |                 |        |      |      |               | Коплюваб      |         | Формат А2 |

√ Ra 80 (√)

AKM 80.401



B-B (1:1)



1. НВ 350-352.
2. Неказані граничні відхилення розмірів по ОСТ 23.4.456-76.
3. Інші технічні вимоги по Н О43. 00. 000 ДТ.
4. Допускається скруглення кутів квадратного отвору до R0,8.
5. \*Розмір для довідок.

Лист 1  
 Сторінка №  
 Назва і дата  
 Взам. інв. №  
 Інв. № дублі  
 Лист і дата  
 Маш. № ліній

|          |                 |       |      |      |                        |     |                 |         |
|----------|-----------------|-------|------|------|------------------------|-----|-----------------|---------|
|          |                 |       |      |      | <b>AKM 80.401</b>      |     |                 |         |
| Вид      | Арк             | № док | Лист | Дата | <b>Лапа стрільчата</b> | Лит | Маса            | Масштаб |
| Розроб   | Маскельченко РВ |       |      |      |                        |     | 2,62            | 1:2     |
| Перев    | Лейкин В.А.     |       |      |      | Аркш 1                 |     | Аркш 1          |         |
| Т.контр. |                 |       |      |      | Лист 6 ГОСТ 19903-74   |     | ЦНТУ,           |         |
| Н.контр. | Мачок В.В.      |       |      |      | Лист 65Г ГОСТ 14959-79 |     | гр. АІ-22М3(14) |         |
| Затв.    | Лещенко С.М.    |       |      |      | Копія                  |     | Формат А2       |         |





# Знаряддя для суцільного посіву



Сівалка зернотубкова прямого посіву «Сіва Нова» 3.6



Пневматична дисково-анкерна сівалка прямого посіву Green Plains TSM



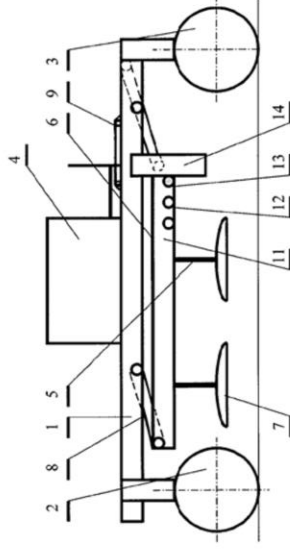
Сівалка прямого посіву Novag



Сівалка-культиватор СЗС-2,1



Механічний посівний комплекс «OVTESN» культиваторного типу

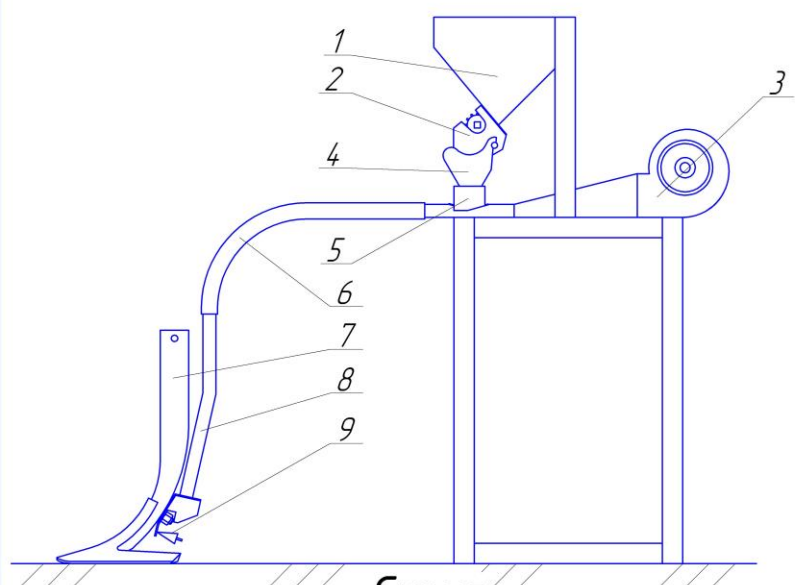


- 1 - корпус-рама, 2 - переднє колесо,
- 3 - заднє колесо, 4 - циліндр,
- 5 - трицилиндровий пружинний механізм, 6 - додаткова рама,
- 7 - рижучі диски, 8 - валки,
- 9 - відвідальний шпindel, 10 - підвішений валок,
- 11 - блок старанно додаткової ролі,
- 12 - додаткова відбори,
- 13 - фінкатори, 14 - утери.

Ґрунтообробно-висівний агрегат

|                                |                                |                                |                                |                                |                                |
|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| АКМ 00.0000 НДЗ                |                                | Модель                         | Модель                         | Модель                         | Модель                         |
| Знаряддя для суцільного посіву | Знаряддя для суцільного посіву | Знаряддя для суцільного посіву | Знаряддя для суцільного посіву | Знаряддя для суцільного посіву | Знаряддя для суцільного посіву |
| ЦНПЗ                           | ЦНПЗ                           | ЦНПЗ                           | ЦНПЗ                           | ЦНПЗ                           | ЦНПЗ                           |
| Зр. ГН-22М-11                  | Зр. ГН-22М-11                  | Зр. ГН-22М-11                  | Зр. ГН-22М-11                  | Зр. ГН-22М-11                  | Зр. ГН-22М-11                  |

# Установка для проведения исследований



**Схема**

**Загальний вигляд**

- |                        |                  |                   |
|------------------------|------------------|-------------------|
| 1 - Бункер             | 4 - Лійка        | 7 - Лапа          |
| 2 - Висівальний апарат | 5 - Ежектор      | 8 - Насіннепровід |
| 3 - Вентилятор         | 6 - Пневмопровід | 9 - Розсіювач     |

## Дослідження рівномірності розподілення часток по площі в підлаповому просторі



**на установці  
липка стрічка**

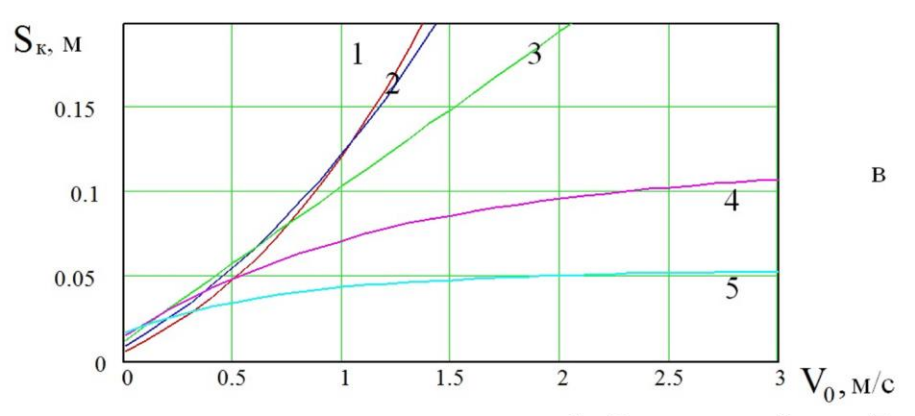
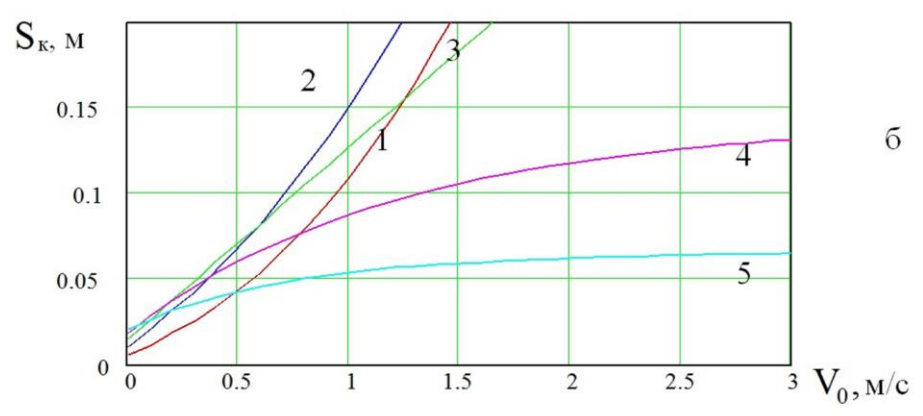
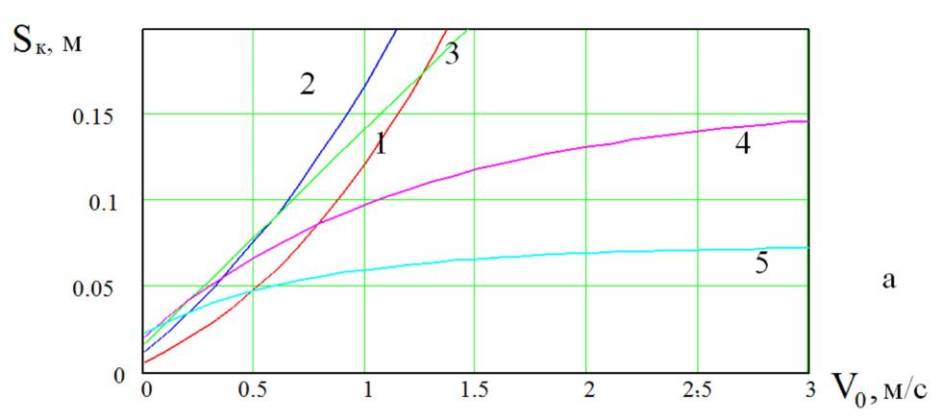


**на установці  
грунтовий канал**

Івано-Франківська область, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, кафедра механіки та теоретичної механіки

|           |                |          |      |                |      |               |
|-----------|----------------|----------|------|----------------|------|---------------|
|           |                |          |      | АКМУ 00.001 НЧ |      |               |
| Ім'я      | Діаг.          | № докум. | Лист | Лист           | Лист | Лист          |
| Розроб.   | Мухоморов Р.В. |          |      |                |      | 11            |
| Проект.   | Деліман В.А.   |          |      |                |      |               |
| Корект.   |                |          |      |                |      |               |
| Наказ     | Мухомов В.В.   |          |      |                |      | ЦНТУ          |
| Затв.     | Деліман В.А.   |          |      |                |      | гр. ГМ-22М-11 |
| Категорія |                |          |      |                |      | Формат А1     |

# Графіки залежності зони покриття при розподіленні конічним розподільником від початкової швидкості частки



а - для кута твірної 15°;  
 б - для кута твірної 30°;  
 в - для кута твірної 45°;

1 - для кута попадання 15°;  
 2 - для кута попадання 30°;  
 3 - для кута попадання 45°;  
 4 - для кута попадання 60°;  
 5 - для кута попадання 75°.

Лист 1 з 1  
 Лист 2 з 2  
 Лист 3 з 3  
 Лист 4 з 4  
 Лист 5 з 5  
 Лист 6 з 6  
 Лист 7 з 7  
 Лист 8 з 8  
 Лист 9 з 9  
 Лист 10 з 10  
 Лист 11 з 11  
 Лист 12 з 12  
 Лист 13 з 13  
 Лист 14 з 14  
 Лист 15 з 15  
 Лист 16 з 16  
 Лист 17 з 17  
 Лист 18 з 18  
 Лист 19 з 19  
 Лист 20 з 20

|           |                   |       |        |                    |        |    |
|-----------|-------------------|-------|--------|--------------------|--------|----|
|           |                   |       |        | АКМ 00.002 НЧ      |        |    |
| Дата:     | № документа:      | Лист: | Листа: | Графіки залежності |        |    |
| Розроб:   | Мусхелашвілі Р.З. | Лист: | Листа: | Лист:              | Листа: | 11 |
| Проект:   | Діагностика В.А.  | Лист: | Листа: | Лист:              | Листа: | 1  |
| Коректор: |                   | Лист: | Листа: | ГМ-22М-11          |        |    |
| Наказ:    | Міжчук В.В.       | Лист: | Листа: | Категорія          |        |    |
| Затв:     | Діагностика С.М.  | Лист: | Листа: | Формат А1          |        |    |