

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**Обґрунтування параметрів та дослідження обертового
розпилювача агрохімікатів**

Виконав: студент 2 курсу, групи МГМ-2-20
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____ Панкєєв Павло Максимович

Керівник: _____ Кобець Олександр Миколайович

Рецензент: _____

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: «Магістр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

ДОЦЕНТ

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)

(прізвище,

ініціали)

«_____» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Панкєєву Павлу Максимовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** Обґрунтування параметрів та дослідження обертового розпилювача агрохімікатів

керівник роботи Кобець Олександр Миколайович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«17» листопада 2021 року № 3539

2. **Строк подання студентом роботи** 4.12.2021 р.

3. **Вихідні дані до роботи:**

3.1. Агротехнічні вимоги до хімічного захисту рослин.

3.2. Підвищення продуктивності обприскувача на 5...7% при зменшенні ризиків забруднення навколишнього середовища.

3.3. Термін окупності вдосконаленої машини не більше 5 років.

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити: 1. Огляд і аналіз технологій та засобів механізації хімічного захисту рослин. 2. Особливості мало – та ультрамалооб'ємного розпилення пестицидів. Аналітичні дослідження по відцентровим обертовим розпилювачам 3. Програма і методика експериментальних досліджень. Об'єкт дослідження, прилади та обладнання. 4. Результати експериментальних досліджень та їх аналіз 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6. Економічна ефективність впровадження. Загальні висновки та пропозиції.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Аналіз експериментальних та теоретичних досліджень. 2. Теоретичні дослідження процесу розпилення обертовим розпилювачем. 3. Програма та методика експериментальних досліджень, об'єкт досліджень, прилади та обладнання. 4. Результати експериментальних досліджень та їх аналіз. 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6. Техніко-економічні показники впровадження. Загальні висновки та пропозиції.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Кобець О.М., доцент		
2	Кобець О.М., доцент		
3	Кобець О.М., доцент		
4	Кобець О.М., доцент		
5	Кравець В.В., доцент		
6	Вініченко І.І., професор		
нормоконтроль	Волик Б.А., доцент		

7. Дата видачі завдання: 10.10.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 25.10.2021 р.	
2	Теоретичний	до 30.10.2021 р.	
3,4	Експериментальний	до 10.11.2021 р.	
5	Охорона праці	до 20.11.2021 р.	
6	Економічний	до 25.11.2021 р.	
7	Демонстраційна частина	до 04.12.2021 р.	

Студент

_____ (підпис)

Панкєєв П.М.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Кобець О.М.

_____ (прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Панкєєв Павло Максимович. Обґрунтування параметрів та дослідження обертового розпилювача агрохімікатів

Випускна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 - Агроінженерія. – Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпропетровськ, 2021.

Розрахунково-пояснювальна записка містить 97 сторінки машинописного тексту та 14 слайдів демонстраційного матеріалу.

В першому розділі роботи розглянуто сучасні розпилювачі для хімічного захисту рослин, їх конструкцію та характеристики. За результатами першого розділу були обрані напрямки подальших досліджень.

В другому розділі роботи розглянуто теорію динаміки рідинно-повітряного потоку, приведено аналітичні дослідження.

В третьому розділі розроблено програму та методику проведення експериментальних досліджень. Наведено опис об'єкта дослідження, приладів та устаткування.

В четвертому розділі проведено аналіз результатів експериментальних досліджень та визначено закономірності основних експлуатаційних параметрів обертових розпилювачів.

П'ятий розділ присвячено охороні праці, в якому розроблено головні правила безпеки праці перед роботою та під час роботи обприскувача.

В шостому розділі проведено розрахунок економічної доцільності впровадження інжекторних розпилювачів при внесенні засобів захисту рослин.

Ключові слова: обприскувач, обертовий розпилювач, робоча рідина, хвилинна витрата.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. ОГЛЯД І АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН. ПОСТАНОВКА МЕТИ І ЗАДАЧ ДОСЛІДЖЕНЬ	11
1.1. Методи та системи захисту рослин.....	11
1.2.Класифікація та аналіз засобів для хімічного захисту рослин.....	14
1.3. Агровимоги до обприскувачів.....	23
1.4. Висновки по розділу.....	33
2. ОСОБЛИВОСТІ МАЛО- ТА УЛЬТРАМАЛООБ'ЄМНОГО РОЗПИЛЕННЯ ПЕСТИЦИДІВ. АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПО ВІДЦЕНТРОВИМ ОБЕРТОВИМ РОЗПИЛЮВАЧАМ	35
2.1. Особливості ультрамалооб'ємного обприскування пестицидами.....	35
2.2 Теоретичні основи розрахунку відцентрових оберткових розпилювачів.....	42
2.3. Висновки по розділу.....	52
3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРИЛАДИ ТА ОБЛАДНАННЯ.....	54
3.1. Програма випробувань.....	54
3.2. Методика проведення експериментальних досліджень.....	54
3.3. Об'єкт дослідження.....	58
3.4. Прилади та обладнання які використовуються при проведенні досліджень.....	60
3.5. Висновок по розділу.....	63
4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ.....	64
4.1. Розробка плану 2 –х факторного експерименту.....	64
4.2. Розподіл розпиленої рідини по довжині факела	69

4.3. Визначення коефіцієнта варіації.....	71
4.4. Порівняння експлуатаційних показників щілинних і відцентрових обертових розпилювачів.....	72
4.5. Висновки по розділу.....	78
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	79
5.1 Загальні вимоги безпеки праці при роботі з обприскувачами для хімічного захисту рослин.....	79
5.2. Аналіз впливу пестицидів, та заходи по зменшенню негативної дії препарату на людей.....	84
5.3. Засоби індивідуального захисту.....	85.
5.4. Заходи охорони праці при роботі з пестицидами.....	88
5.5. Перша долікарська допомога при отруєнні пестицидами.....	90
5.6. Висновок по розділу.....	92
6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	93
6.1. Вихідні дані.....	93
6.2. Розрахунок економічної ефективності.....	95
6.3. Висновок по розділу.....	97
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	99
ЛІТЕРАТУРА.....	101
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність теми. Визначальним чинником ефективності використання пестицидів є якість їх внесення. У досліджах, по забезпеченню високої якості обприскування, у багатьох випадках рекомендовані норми внесення пестицидів вдавалося скорочувати на 50%. Основними критеріями якості обприскування є норма внесення робочої рідини, дисперсність розпилювання, густина покриття краплинами поверхні, що обробляється, та рівномірність розподілу по ній. Усі показники якості обприскування значною мірою залежать від типу, параметрів і режимів роботи розпилювачів. Нині є багато різновидів розпилювачів, тож і постає актуальне питання добору оптимального з них для конкретних умов роботи.

Сучасні обприскувачі комплектуються здебільше гідравлічними розпилювачами. Струменеві розпилювачі, до яких відноситься і щілинний, в порівнянні з відцентровими, має не досить якісне розпилення робочої рідини. Внаслідок великої швидкості краплини при зіткненні з рослиною розплескуються і зісковзують на ґрунт. Допустимою є швидкість, при якій кінетична енергія краплини менша за поверхневу. Лише за такої умови краплина осаджується на рослину. Часткою осаджених краплин і визначається ефективність обприскування. За оцінками німецьких спеціалістів Д. Ф. Гассен під час обприскування щілинним розпилювачем на рослини попадає 5 % пестициду [9]. Згідно даним з вимірювання швидкості та розподілу краплин, наприклад інжекторного розпилювача, частка об'єму краплин, які осаджуються на рослини не перевищує 8 % [1].

Потужна індустрія обприскування пестицидами із застосуванням щілинних розпилювачів працює на забруднення ґрунту. Робота з розпилювачами типу Роса Р.03 , залежно від екологічних умов, обмежується за відносно невеликого вітру, зате пестицид не потрапляє на землю, а тільки на рослину, з витратою робочої рідини до 25 л/га. Тому розробка та впровадження технічних засобів для малооб'ємного розпилення на сьогоднішній день є дуже

актуальним завданням.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є підвищення економічних, експлуатаційних та екологічних показників обприскувачів шляхом використання відцентрових обертових розпилюючих пристроїв для малооб'ємного обприскування, які відповідають існуючим агротехнічним вимогам.

Для досягнення поставленої мети необхідне вирішення наступних задач:

- провести аналіз стану та визначити тенденції розвитку техніки і технологій обприскування;
- провести аналітичне ґрунтування параметрів та режимів роботи відцентрового обертового розпилювача отрутохімкатів;
- розробити програму та методику експериментальних досліджень розпилювача;
- дослідити технічні та технологічні характеристики відцентрового обертового розпилювача та розподіл розпиленої рідини по поверхні зрошення;
- провести уточнення та розробку заходів по охороні праці при використанні відцентрового обертового розпилювача отрутохімкатів;
- оцінити економічність та надійність розпилювача під час його експлуатування на обприскувачі.

Об'єкт дослідження - розпилення робочої рідини відцентровим обертовим розпилювачем.

Предмет дослідження - розподіл рідини по довжині штанги, об'ємна витрата рідини, дисперсність розпилення робочої рідини відцентровим обертовим розпилювачем.

Методи дослідження. Математичне моделювання та експериментальне дослідження гідравлічних характеристик розпилювача і розподілу розпиленої рідини по поверхні зрошення виконувалося у лабораторних умовах на стенді.

Публікації. За змістом і результатами роботи опубліковано статтю «Перспективи практичного впровадження ультра малооб'ємного обприскування». Збірник матеріалів всеукраїнської студентської науково

практичної конференції «Інжиніринг агропромислового виробництва». 1-2 грудня 2021 р. м. Дніпро.

1. ОГЛЯД І АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЗАСОБІВ МЕХАНІЗАЦІЇ ХІМІЧНОГО ЗАХИСТУ РОСЛИН. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ І МЕТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Методи та системи захисту рослин

Агротехнічний метод – заснований на застосуванні науково обґрунтованих сівозмін, систем обробки ґрунту і внесення добрив, підготовці посівного матеріалу, доборі і впровадженні найбільш стійких сортів і ін.

Біологічний метод – заснований на використанні для боротьби з шкідниками рослин, хвороботворними мікробами і з бактеріям їхніх природних ворогів – комах, хижаків, паразитів. *Фізичний метод* – полягає в збиранні і знищенні шкідників сільськогосподарських культур власноруч або за допомогою простих пристроїв: огорожень, вловлювачів і капканів, а також в застосуванні ультракоротких електрохвиль, ультразвукових хвиль, струмів високої напруги, радіаційного опромінення та ін.

Хімічний метод – полягає в застосуванні різноманітних препаратів (отрути) проти самих шкідників, їх личинок, яєць, проти збудників хвороб та бур'янів. Цей метод найбільш поширений. Для його застосування випускають комплекси машин і хімічні засоби захисту рослин. Хімічний метод по ефективності і придатності для масового придушення і знищення шкідників і збудників хвороб є основним, а в деяких випадках і єдиному засобі захисту рослин.

Інтенсивність робіт полягає в тому, щоб забезпечити:

1) Внесення на поля науково - обґрунтованої кількості засобів хімізації в точній відповідності з методикою комплексного агрохімічного окультурення і створення такого рівня ґрунтової родючості для зростання і розвитку рослин, що гарантує отримання урожайності, що планується;

2) Додаткове внесення необхідно по періодам розвитку рослин;

3) Здійснення комплексу заходів по боротьбі з хворобами, шкідниками і бур'янистою рослинністю;

4) Організацію протравлення насіння ефективними препаратами, їх інкрустацію, обробку мікроелементами;

5) Обов'язковість обробки насіння і посівів ретардантами.

Ретарданти - хімічні речовини, що забезпечують уповільнення зростання в висоту, потовщення стінок стебла, потужний розвиток кореневої системи. Застосовується як засіб боротьби з поляганням.

Якщо хоча б одна з цих операцій буде виключена або проведена з відступом від встановленої технології, то порушиться інтенсивність технології.

Успішне рішення задачі по збільшенню валових зборів і підвищенню якості зерна в значній мірі залежить від відвертання втрат урожаю від шкідливих організмів. Достатньо сказати, що тільки на посівах колосових виявляється понад 300 видів шкідників, біля 400 видів збудників хвороб і більш 100 видів бур'янів. Щорічні втрати від шкідників, хвороб, бур'янів все ще великі і досягають 20 – 30% валового урожаю, а по деяким культурам і більше.

В реалізації можливостей інтенсивної технології захист посівів від бур'янів, шкідників і особливо хвороб – найбільш складна проблема. Ця технологія припускає використання здебільшого системних препаратів, тобто речовин, що проникають в тканини культурних рослин, після чого ті стають токсичними для шкідників і збудників хвороб. До того ж на відміну від контактних препаратів, системні зберігають активність більш тривалий час, їхня дія в значно меншій мірі залежить від метеорологічних чинників. До системних препаратів відносяться: гербіцид “Авадекс” (проти овсюга); гербіцид “Діален”, гербіцид “Поаст” та ін.

Розрізняють наступні способи хімічного захисту рослин:

Протруювання - передпосівна обробка посівного матеріалу отруйними препаратами, що вбивають збудників хвороб і шкідників насіння і попереджають появу і розповсюдження ряду захворювань на рослинах в період їхнього зростання і розвитку. Цей засіб має три форми: сухе, напівсухе і вологе (мокре протравлювання).

Обприскування - полягає в нанесенні на рослину рідких пестицидів у вигляді розчинів, суспензій, емульсій або екстрактів різноманітних

концентрацій. Частіше застосовують малооб'ємне обприскування, при якому зменшена витрата рідини, а концентрація розчину збільшена.

Обпилювання - зводиться до покриття рослин тонким шаром порошку, хімікату. Засіб приготування у порівнянні з обприскуванням кращий, але витрата речовини вище в 4 – 6 раз, тому застосовується цей метод дуже рідко.

Аерозольний обробіток - полягає в тому, що розчин концентрованого хімікату перетворюють термічним або механічним шляхом у туман або дим, що складається з частинок рідини розміром від 1 до 15 мкм, який осідає на рослинах, стінках приміщень і на тваринах. Аерозолі характеризуються великою ефективністю і економічністю. Але застосування цього засобу обмежується жорсткими вимогами до погодних умов.

Засіб отруєних приманок - полягає в тому, що найбільш улюблену шкідниками кормову речовину обробляють отрутою і розсівають або розкладають в місцях мешкання (гризунів, комах). Приманки можуть бути: сухі, напівсухі, вологі і водні.

Фумігація - внесення до ґрунту хімікату, що легко випаровується. Препарати, що використовуються при фумігації можуть бути в твердому, рідкому і газоподібному стані.

Хемотерапія - введення хімічного препарату, нешкідливого для рослини, але шкідливого для шкідників і збудників хвороб, тим або іншим засобом всередину рослини (окурювання, запарювання). Хемотерапевтична речовина, потрапивши на будь-яку частину рослини, швидко розповсюджується по всій судинній системі, надаючи рослині захисні властивості на тривалий час.

1.2. Класифікація та аналіз засобів для хімічного захисту рослин

1.2.1. Класифікація сільськогосподарської отрути

За призначенням:

- Інсектициди – що убивають комах (Децис, Децис Дуплет, Карате та ін.);

- Бактерициди – що убивають бактерій (Превікур, Курзат, Татту);
- Фунгіциди – що убивають гриби (Дерозал, Імпакт, Спортак);
- Зооциди – що убивають тваринних шкідників (Шторм);
- Гербіциди – що убивають рослини-бур'яни (2,4Д, Гранстар, Дуал та ін.).

За характером дії на організм:

- Кишечна отрута – проникає в організм тварин разом з їжею і викликає отруєння;
- Контактні отрутохімікати – убиває шкідників, проникаючи в організм через шкіряний покрив при зіткненні;
- Системна отрута – проникає у рослину і, рухаючись по судинній системі, викликає отруєння кліщів і комах, що годуються соком рослин;
- Фуміганти – поціляють шкідників головним чином через дихальні шляхи.

1.2.2 Класифікація обприскувачів

Обприскувачі призначені для подрібнення (диспергування) рідких отрутохімікатів і рівномірного нанесення їх у дрібно розпиленому вигляді на рослини чи ґрунт з метою боротьби зі шкідниками і збудниками хвороб рослин, знищення бур'янів, дефоліації листів і десикації рослин [2].

Обприскувачі поділяють

За призначенням:

- Спеціальні: польові, садові, виноградникові, бавовняні і т.д.;
- Універсальні.

За принципом дії:

- Гідравлічні (розпилення за рахунок тиску);
- Вентиляторні (розпилення за рахунок струменя повітря);
- Комбіновані (розпилення за рахунок тиску рідини, та примусове осадження під дією тиску повітря).

За витратою робочої рідини:

- Звичайні (витрата рідини 500 – 2000 л/га та діаметр крапель 200...500 мкм);
- Малооб'ємні (витрата рідини 15 – 500 л/га та діаметр крапель 80...200 мкм);
- Ультрамалооб'ємні (витрата рідини 0,5 – 15 л/га та діаметр 25...125 мкм).

За видом приводу: ручні, кінні, моторні, тракторні, автомобільні, авіаційні.

Авіаційні обробки відрізняються високою продуктивністю, відсутністю механічних ушкоджень рослин і ґрунту, але зв'язані зі значним зносом (іноді до 20 км) і втратами, що досягають 20...90% [1].

За способом агрегування (тракторні): начіпні, напівначіпні, причіпні.

На сучасних штангових та вентиляторних обприскувачах встановлюються загалом поршневі або мембранні насоси (рис. 1.1), що є найбільш ефективними та надійними. Основними характеристиками насоса є подача (л/хв) і створюваний тиск (МПа).

Фільтри (рис. 1.2) призначені для очищення води (при заправленні) і робочої рідини від часток, що можуть викликати засмічення розпилювачів, порушення роботи клапанів насосів, регулятора тиску чи підвищений знос робочих органів. Фільтр складається з корпусу, каркаса і фільтруючого елемента, виконаного з хімічно стійкого матеріалу. Розмір отворів фільтруючого елемента залежить від призначення фільтра і місця його установки в комунікації обприскувача. В обприскувачах звичайно відбувається поетапне фільтрування, що досягається зменшенням розміру отворів фільтруючих елементів у напрямку руху робочої рідини (від заправного пристрою до розпилювачів). Для нормальної роботи фільтрів необхідно періодично витягати фільтруючий елемент із корпусу і промивати.



Рис. 1.2 Фільтруючі елементи комунікації обприскувачів

Регулятори тиску служать для зміни і підтримки заданого (робочого) тиску рідини в напірній комунікації обприскувача. Найпростіший здвоєний регулятор тиску складений з редуційного і запобіжного тарілчастих клапанів. Пружини притискають клапани до сідел. Отрутохімікат проходить крізь циліндричну сітку фільтра в коробку і виходить через отвір у розпилюючий пристрій. Як тільки тиск рідини в коробці перевищить заданий, редуційний клапан відкривається і надлишкова рідина скидається в бак. Редуційний клапан встановлюють на необхідний тиск регулювальним гвинтом. Запобіжний клапан регулюють окремим гвинтом на максимально припустимий тиск (≈ 2 МПа) і пломбують. Регулятор тиску обладнано розділово-демпферним пристроєм у вигляді ковпачка і діафрагми, що ізолює манометр від дії отрутохімікату.

На сучасних обприскувачах встановлюють регулятори (рис. 1.3) з ручним (а), або електронним (б) регулюванням тиску.



Рис. 1.3 Регулятори тиску сучасних обприскувачів

Вентиляторні розподіляючі системи являють собою комбінацію розпилюючих наконечників з потужними вентиляторами, що створюють на виході з насадки повітряний потік зі швидкістю 30 – 90 м/с. Вони

розпорошують пестицид і транспортують його на велику відстань.

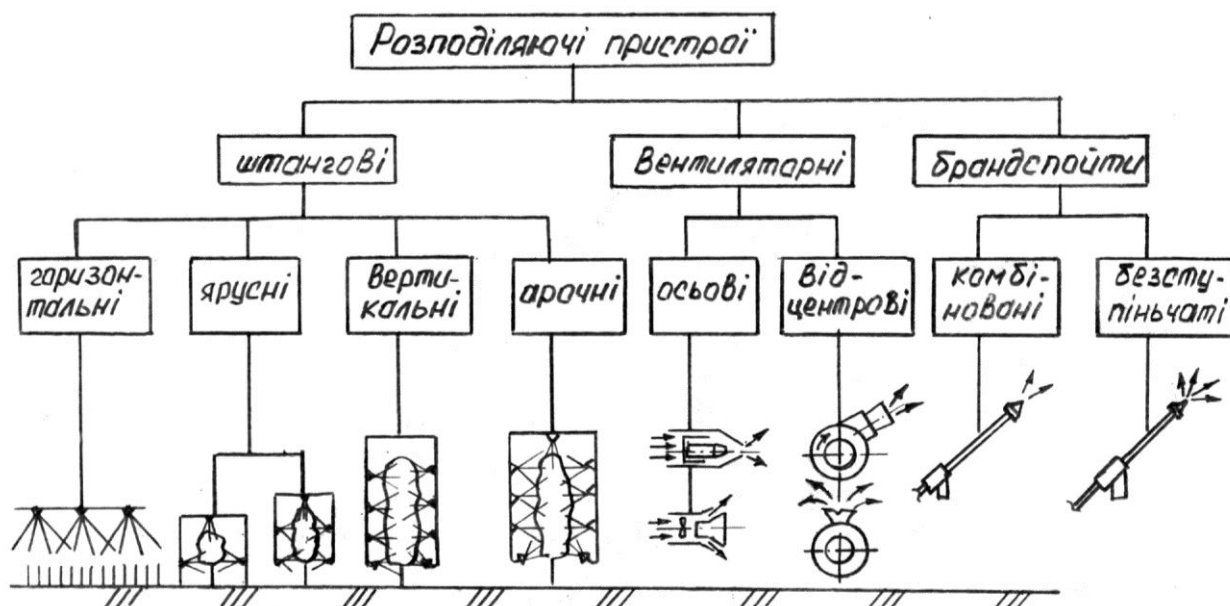


Рис. 1.4 Класифікація розподіляючих систем обприскувачів.

У відцентрових вентиляторах повітря засмоктується через вікно в стінці спірального кожуха в місці проходження осі робочого колеса, а викидається під дією відцентрової сили через вихідний патрубок, що розташовується по дотичній до зовнішнього контуру.

Насадки вентиляторних систем бувають одинарні (циліндричні, конічні, щілинні) і у виді двох і трьох насадкових патрубків. У залежності від потужності вентилятора і гідронасоса насадки орієнтують в одну чи дві сторони.

Вентиляторний розподільчий пристрій (рис. 1.5) складається із силового агрегату і двох осьових вентиляторів, постачених розпилюючими головками. Силовий агрегат являє собою двоступінчастий редуктор, складений з головної циліндричної 12 і двох конічних 6 зубчастих передач з відцентровими муфтами 10. Вентилятор складається з кожуха 5, лопатевого колеса 4, спрямляючого апарату 16 і насадки 3. Розпилююча головка містить у собі редуктор 2, дисковий розпилювач 7, що підводить трубку і розподільник.

Приймний вал 11 через передачу 12 приводить в обертання дві симетрично розташовані шестірні 14. Останні через муфту 10 і конічну передачу 6 передають обертання колесам 4 вентиляторів, а через редуктори 2 –

усі розпилювачі розташовують так, щоб факели їхнього розпили працювали вертикально. Вкладиші щілинних розпилювачів фіксують на ніпелях у положенні, коли площина факела розпили складає з віссю труби кут $5 - 10^\circ$. По висоті штангу встановлюють так, щоб факели розпили сусідніх розпилювачів наполовину перекривали один одного.

Польова штанга верхнього розпили застосовується для обприскування польових і овочевих культур.

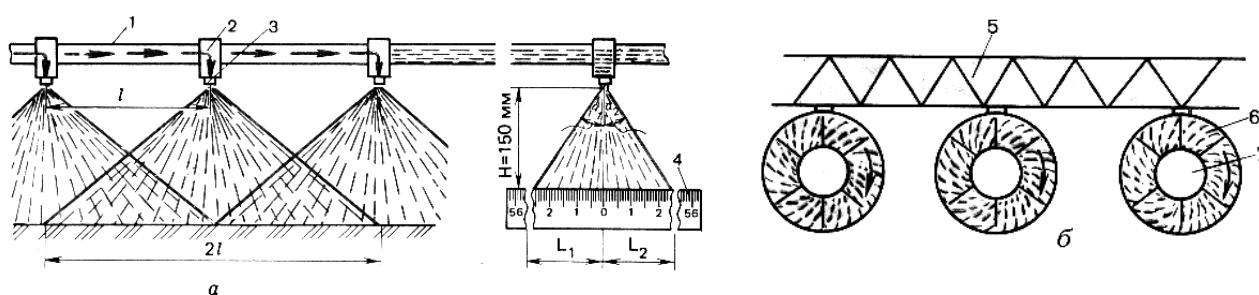


Рис. 1.6 Штангові розподільні пристрої.

а – штангова; б – штангово-вентиляторна; 1 – колектор; 2 – скоба; 3 і 7 – розпилювачі; 4 – лінійка; 5 – штанга; 6 – вентилятор.

Дво- і трирусні штанги застосовуються для обробки робочою рідиною зовнішньої і внутрішньої поверхні листів рослин (наприклад, при боротьбі з фітофторозом картоплі, павутинним кліщем бавовнику і т.п.).

Вертикальні штанги служать для обробки виноградників, хмільників і чагарників. Вони складаються з двох трубчастих вертикальних секцій і гнучких шлангів з наконечниками.

Аркові штанги використовують для обприскування виноградників і інших рядкових культур. Вони складаються з високо піднятих над ґрунтом труб: горизонтальної, з орієнтованими вниз наконечниками, і декількох вертикальних, що опускаються попарно від горизонтальної труби в міжряддя.

Комбінована розподільча система (рис. 1.6, б) обладнана штангою 5, на якій встановлене кілька вентиляторів 6 з дисковими розпилювачами 7. Під час руху розпилювачі дроблять рідину на дрібні краплі, що повітряними потоками, створюваними вентиляторами 6, переносяться на об'єкт обробки.

Брандспойт призначений для обприскування вручну молодих садів, поодиноких дерев, різних посадок та ін. Бувають двох типів: з безступінчастим регулюванням струменя і комбіновані.

Брандспойт із безступінчастим регулюванням струменя застосовують в обприскувачах типу ОН, ОП. У залежності від діаметра отвору змінного диска і робочого тиску кут конуса факела розпилу змінюється від 90 до 135°, а довжина струменя – від 7 до 12 м.

Комбінований брандспойт входить у комплект обприскувачів типу ОЧГ і ОВХ. Улаштовано він аналогічно брандспойту з безступінчастим регулюванням струменя. У комплект входять змінні шайби з отвором діаметром 1.5, 2 і 2.5 мм.

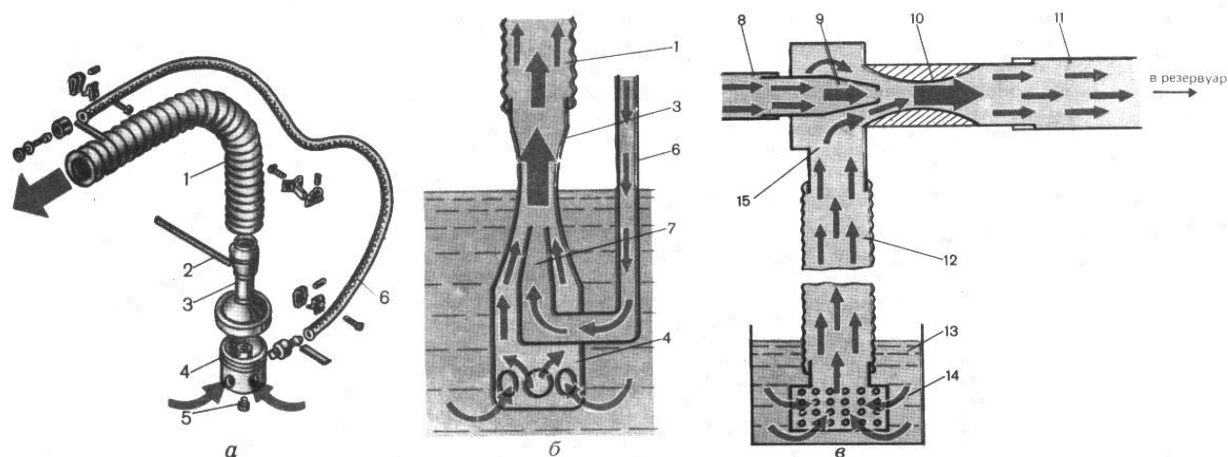


Рис. 1.7 Схеми рідинноструменних ежекторів.

а і б - для заправлення відкритим струменем; в - для заправлення закритим струменем; 1, 6, 8, 11 і 12 - рукава; 2 - ручка; 3 і 15 - камери змішування; 4 - корпус; 5- пробка; 7 і 9 - сопла; 10 - дифузор; 13 - резервуар заправника; 14-фільтр.

Ежектор для заправлення закритим струменем (рис. 1.7, в) складається з корпусу, змонтованого на резервуарі обприскувача. У камері змішування 15 корпусу встановлене сопло 9 і дифузор 10. Для самозаправлення рідина від насоса по рукаву 8 направляють у корпус ежектора. Струмінь рідини, що виходить із сопла 9, створює в камері 15 і рукаві 12 розрідження. Рідина з резервуара 13 заправника по рукаву 12 надходить у корпус ежектора і

нагнітається по рукаву 11 у резервуар обприскувача.

1.3 Агровимоги до обприскувачів

1) Забезпечувати рівномірне, за величиною капель, розпилення робочої рідини. Розмір капель не повинен перевищувати:

- при звичайному обприскуванні 150 – 300 мкм;
- при аерозольному і малооб'ємному – 50 мкм;
- при ультрамалооб'ємному – 10 мкм.

2) Забезпечувати задану норму витрати отрутохімікату на одиницю площі, що обробляється. Відхилення від заданої норми не повинно перевищувати $\pm 10\%$;

3) Робоча рідина повинна повністю і рівномірно покривати як зовнішню, так і внутрішню поверхню листя: незалежно від розташування зовні крони або всередині її. Ступінь покриття поверхні листя рослин 80 – 100% при співвідношенні між ступенем покриття верхньої і нижньої сторони листа 1,5 до 1;

4) Нерівномірність покриття рослин каплями робочої рідини не повинна перевищувати:

- по ширині захвату машини - 50%;
- в напрямку руху машини - 20%.

5) Повинна бути забезпечена можливість дозування і легким регулюванням витрати робочої рідини в широких межах, від мінімальної до максимальної норми на одиницю площі;

6) Нерівномірність складу робочої рідини не повинна перевищувати $\pm 5\%$;

7) При обприскуванні садових насаджень, повітряний потік, що транспортує розпорошену робочу рідину, повинна володіти запасом енергії, достатньої для доставки її на вершину дерева (до 8 м) і всередину його крони. Швидкість повітряного потоку на вході всередину крони не повинна перевищувати 30 м/с;

8) Розпилюючі прилади не повинні засмічуватися під час роботи і не викликати великих простоїв машини при їх очищенні;

9) Необхідно передбачати легке і швидке звільнення обприскувача від залишків отрутохімікатів, а також промивку резервуарів і всієї гідросистеми;

10) Обприскування не допускається при швидкості вітру більш 4 – 5 м/с; температурі повітря більш 25⁰С; при рясній росі та дощі [3].

Розпилюючі наконечники (розпилювачі) (рис. 1.8) формують струмінь рідини в суцільний чи порожній конус, віяло, суцільну плівку. Розпилювачі – найбільш відповідальні частини обприскувача, від правильної добірки яких залежить рівномірність нанесення отрутохімкату на рослини.

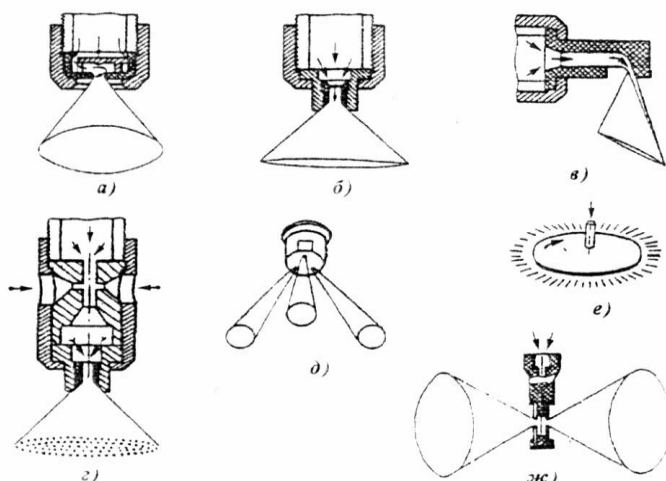


Рис. 1.8 Типи та схеми дії деяких розпилювачів

а – відцентровий (вихровий), б – щілинний, в – дефлекторний, г – ежекційний, д – багато струминний, е – дисковий, ж – двосторонній відцентровий

В даний час є багато різновидів розпилювачів, тому і постає актуальне питання вибору оптимального з них для конкретних умов роботи. Сучасні обприскувачі комплектуються по більшій частині гідравлічними розпилювачами, яких існує декілька типів.

Щілинний розпилювач призначений для внесення польовими обприскувачами засобів захисту рослин і регуляторів росту. Дозволяють отримати досить високу ефективність обробки при сприятливих умовах: температурі до + 20⁰С, вологості - більше 60 - 65%, вітрі - до 3-4 м \ с. При інших умовах значна кількість рідини втрачається на випаровування та знос.

На рис.1.9. показано типовий щілинний розпилювач з пластмасовим корпусом зі вставкою, яку виготовляють з полімерних матеріалів, корозійностійкої сталі або кераміки [4]. На вході в розпилювач встановлюється фільтр. Дисперсність, кут розкриття факела та витрата рідини щілинного розпилювача визначається формою і розмірами щілини.

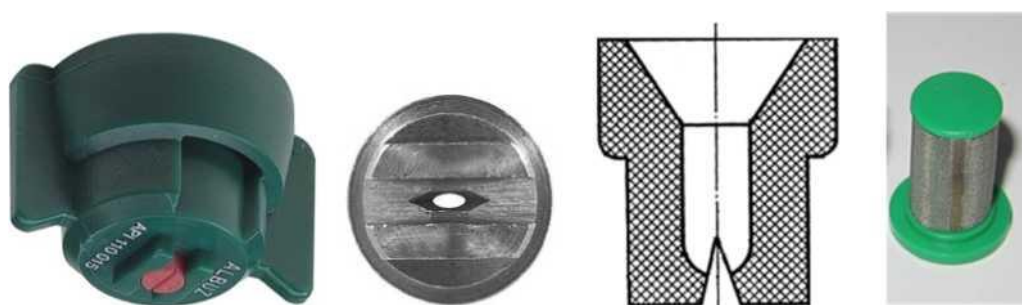


Рис.1.9. Загальний вигляд і конструктивна схема щілинного розпилювача та фільтра.



Рис.1. 10. Інжекторний розпилювач ID.

Дефлекторний розпилювач для рідких мінеральних добрив - спеціальні розпилювачі для внесення рідких добрив від мінімальної до дуже великої кількості рідини. Завдяки горизонтальному струменю досягається рівномірне внесення рідких добрив.

Характеристика дефлекторного розпилювача з горизонтальним факелом розпилу:

-типорозмір 04, 05, 06, 08, 10, 15,20; діапазон робочих тисків від 0,15 до 0,5 МПа ;

-висока зносостійкість; висота штанги 50-70 см; крок розставлення 50см.

Переваги дефлекторних розпилювачів. Завдяки горизонтальному струменю дуже рівномірне внесення рідких добрив, ризик опіків зведений до мінімуму завдяки екстремально великим краплям, оптимальний розподіл добрив по всій ширині штанги, завдяки рівномірному поперечному розподілу відсутні смуги від опіків на оброблених площах, значно менш схильні до засмічення, ніж багато струменеві розпилювачі.



Рис.1.11. Дефлекторний розпилювач

Відцентровий розпилювач Будова і принцип дії. На рис.1.12. показано загальний вигляд і конструктивну схему розпилювача. Складовими розпилювача є корпус 1, сопло 2, завихрювач 3 і гумове кільце 4.

Рідина з розподільника А каналами Б потрапляє до кільцевого колектора В і через дотичні вхідні канали Г перетікає до камери закручування Д. Тут вона набуває обертового руху і формує сталу вихрову структуру, що складається з вихрових ниток, які у подальшому визначають розміри краплин. Після виходу з соплового отвору Е, вихрові нитки діляться на краплини з утворенням конічного факела. Корпус та сопло розпилювачів виготовляються з корозійностійкої сталі, завихрювач з латуні.

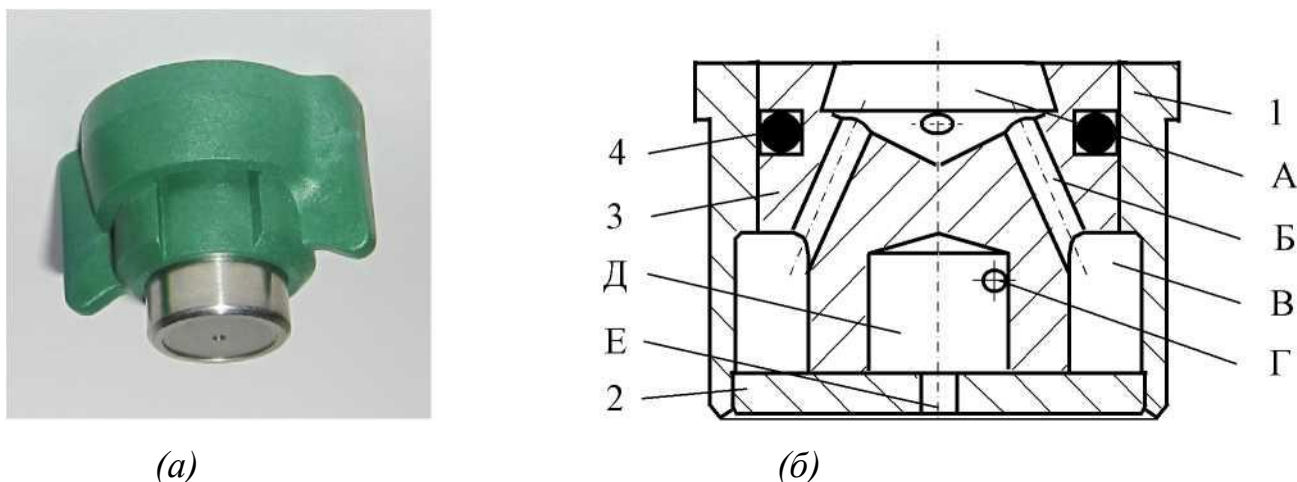


Рис.1.12. Загальний вигляд (а) і конструктивна схема (б) відцентрового розпилювача .

А – розподільник; Б – канали; В – кільцевий колектор; Г – вхідні канали; Д – камера закручування; Е – сопловий отвір; 1 – корпус; 2 - сопло; 3 – завихрювач; 4 - гумове кільце

У більш складному за конструкцією відцентровому розпилювачі забезпечується управління рухом рідини та домішок в ній, дисперсністю, примусовим осаджуванням розпиленої рідини, гідрогомогенізація пестициду безпосередньо в розпилювачі, покращуються експлуатаційні та техніко-економічні показники обприскування, сопловий отвір не засмічується і не зношується.

Витрата рідини, згідно з вимогами європейських норм ЕП 12761-2, не повинна мати відхилення більше ніж на $\pm 10\%$ від табличного значення, вказаного виробником і при цьому не перевищувати середню витрату у комплекті розпилювачів більш ніж на $\pm 5\%$. Технічні умови ТУ У 29.3-31177688-002:2006 передбачають контроль усіх виготовлених розпилювачів за витратою рідини. У комплекті розпилювачів, що поставляються до обприскувача, відхилення витрати рідини від середньої не перевищує 4% для Р.03.0.3; $3,5\%$ для Р.03.0.6; $1,75\%$. До кожного комплекту розпилювачів видається паспорт із зазначенням середньої витрати рідини в комплекті.

Виробник щільних розпилювачів Teejet попереджає [4] споживачів своєї продукції стосовно необхідності контролювання сопла на зношення та

про збитки, які виникають через застосування розпилювачів зі зношеним соплом.

Сопло відцентрового розпилювача не зношується, витратна та дисперсна характеристика залишається незмінною за весь період експлуатації обприскувача і контролю витрати рідини не потребує.

_____ Номінальний тиск робочої рідини для розпилювачів становить 0,3 МПа з рекомендованими межами відхилення $\pm 0,05$ МПа.

Допускається короткочасна робота розпилювача з тиском 0,4 МПа та з тиском зниженим до 0,2 МПа.

Кут розпилення $\sim 90^\circ$, який залишається незмінним у діапазоні тиску від 0,2 до 0,4 МПа. Цим забезпечується стабільна ширина смуги покриття розпиленою рідиною. Щілинному ж розпилювачу властива зміна кута розпилення в залежності від тиску і, як наслідок, ширини смуги покриття. Наприклад, у розпилювача 11002 кут розпилення при підвищенні тиску з 0,1 МПа до 0,28 МПа зростає з 90° до 110° , а ширина полоси на відстані 0,46 м збільшується з 0,92 до 1,31 м.

_____ Розміри краплин. Ураження рослин і шкідників під час обприскування є наслідком порушення метаболізму клітин молекулами пестициду. Тому ідеальним є обприскування безпосередньо молекулами пестициду. Але подрібнення рідини до молекул потребує значних затрат енергії. Наприклад, вода розпадається на молекули за умови критичної температури 374°C та тиску 22 МПа. На практиці обприскування, як правило, здійснюється краплинами води, що містять пестицид. При цьому розміри краплин мають бути мінімальними, але достатніми для осаджування на оброблювану поверхню з допустимими втратами через випаровування і знесення вітром. Для зменшення втрат пестициду через випаровування, знесення та запобігання забрудненню довкілля за європейськими нормами ЕП 12761-2 частка краплин, які мають діаметр менший за 115 мкм, не повинна перевищувати 10 % об'єму розпиленої рідини. Цій нормі відповідає щілинний розпилювач з кутом розкриття факелу 110° і витратою рідини 0,72 л/хв при

0,25 МПа. Норма не розповсюджується на обприскувачі обладнані стримуванням знесення (пневматичні та екранові). Повітря, що всмоктує факел розпилювача, примусово осаджує розпилену рідину, перешкоджаючи випаровуванню, стримуючи знесення та дозволяє збільшити частку осаджених дрібних краплин.

В таблиці 1.1 порівнюються діаметри краплин з частками 10, 50 і 90% об'єму розпиленої рідини відцентрових розпилювачів та щілинних з співставимою витратою.

Таблиця 1.1.

Розподіл діаметрів краплин

Розпилювач	Тиск, МПа	Витрата, л/хв	Діаметр краплин в мкм з об'ємом у % меншим за			Об'ємно- поверхневий діаметр d
			10%	50%	90%	
			Dv _{0.1}	Dv _{0.5}	Dv _{0.9}	
POca P.03.0.6	0,3	0,6	70	131	238	115
Lechler IDK 120-015			137	367	839	282
Tee Jet XR 110015			93	200	330	
Tee Jet TT 110015			158	296	563	
Lechler LU 120-02		0,78	88	183	314	164
POca Ф.03.1.0		1,0	77	150	264	137
Tee Jet XR 11003		1 0	121	241	386	
Tee Jet TT 11003			189	373	723	
Hardi ISO F 110 03			144	274	422	228
Hardi ISO Injet 110 03			324	537	689	465

Об'ємно-медіанний діаметр краплин для відцентрових розпилювачів у 1,5 рази менший за щілинний, а максимальний не перевищує 350 мкм. Покращення дисперсності розпилення пестицидів має вирішальне значення для підвищення ефективності обприскування.

Надійність. У щілинного розпилювача (рис.1.9.) через зменшення поперечного перерізу каналу механічні домішки в робочій рідині зміщуються до вісі, зростає вірогідність засмічення щілини та відмови розпилювача. Найбільш вразливими для засмічення є закрайки щілини. Для захисту щілини

від засмічення застосовують багатоступеневу фільтрацію робочої рідини. Індивідуальний фільтр з розміром отворів в три і більше разів меншим від ширини щілини захищає розпилювач від засмічення. Через засмічення індивідуального фільтра зростає його гідравлічний опір, зменшується тиск перед розпилювачем і, як наслідок, витрата робочої рідини. Рекомендується [4] очищувати фільтр і щілину щіткою з м'якої щетини, оскільки навіть дерев'яні зубочистки пошкоджують закрайки.

Очищення розпилювача чи індивідуального фільтра вимагає контакту оператора з ділянкою, яка оброблена пестицидом, а також з відсічним пристроєм, що містить робочу рідину. Тому обслуговування щілинних розпилювачів небезпечно для людини.

Проточний тракт відцентрового розпилювача не засмічується механічними домішками завдяки просторовому руху рідини. Під час повороту потоку під дією відцентрових сил механічні домішки відкидаються до стінки і залишаються у кільцевому колекторі. Накопичені частинки внаслідок руху рідини у кільцевому колекторі зношуються одна об одну і зі зменшенням розмірів виносяться у вхідні канали завихрювана. Сопловий отвір ще більш захищений. Під дією відцентрової сили механічні домішки рухаються від вісі до циліндричної стінки камери закручування. Таким чином конструктивна схема проточного тракту забезпечує захист відцентрового розпилювача від засмічення і надійну роботу, що підтверджено практичною відсутністю відмов за наявності одноступеневої фільтрації через сітку 300 мкм.

Довговічність. У щілинного розпилювача внаслідок зношення закрайок щілини зростає витрата рідини, кут розпилення та погіршується дисперсність. З відхиленням витрати рідини від табличної більшої за 10 % розпилювач до подальшого використання вважається непридатним.

Ресурс відцентрового розпилювача не менше ніж 7000 годин і є достатнім для роботи на обприскувачі протягом 5 років.

Також важливим є матеріал із якого виготовляються розпилювачі. Сьогодні на ринку пропонуються розпилювачі, виготовлені з різних матеріалів:

полімер, кераміка, нержавіюча сталь, латунь. Якщо теоретично взяти ресурс полімерного розпилювача за 100%, то інші служать у відповідності з даними, вказаними в діаграмі нижче:

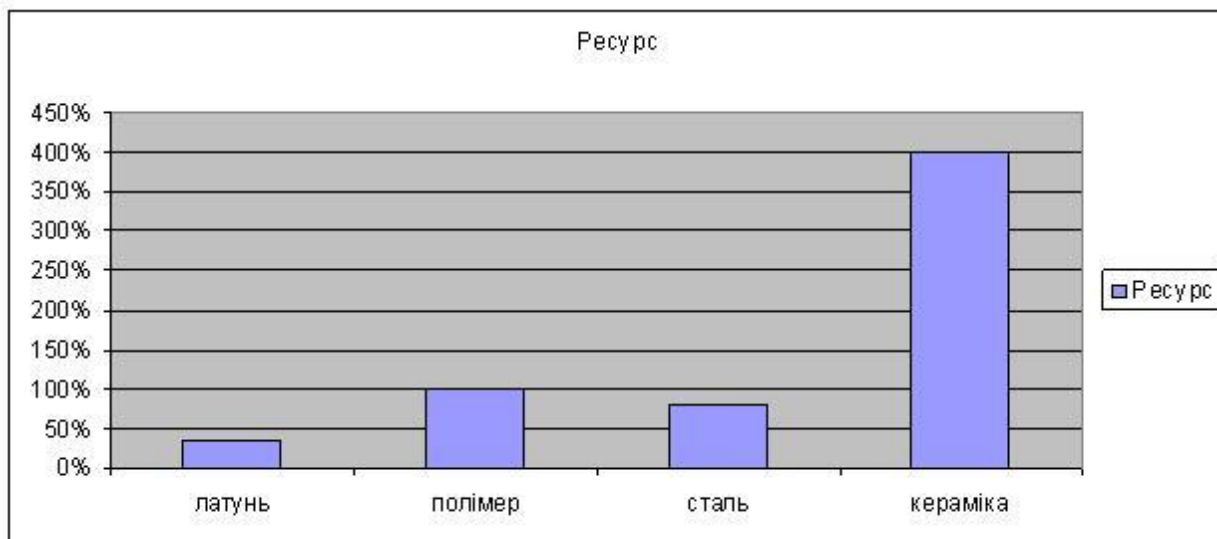


Рис.1.13. Діаграма ресурсу розпилювачів.

Теоретично, ресурс полімерного розпилювача може доходити до 10 000 га, а керамічного – до 100 000 га. Оскільки зношення розпилювачів залежить не тільки від матеріала, з якого вони виготовлені, а й від багатьох інших факторів, то вказаний ресурс – досить відносний. Фактори, які впливають на зношення розпилювача: тиск, абразивність робочого розчину, утворення нальоту за рахунок кристалізації компонентів розчину. До того ж, в реальності, дуже рідко хто з користувачів щоденно ретельно промиває розпилювачі лужним розчином, щоб знищити нальот, що з'явився. Тому робочий ресурс знижується до 50 годин роботи (тиждень) через утворення нальоту, який роз'їдає матеріал і змінює геометрію камери розпилу (швидкість утворення нальоту не залежить від матеріалу розпилювача і однаково швидко це стається як в полімерних, так і в керамічних розпилювачів). Основна проблема використання зношених розпилювачів – це нерівномірність розподілу робочого розчину. При цьому визначити візуально, тільки по факелу розпилу, неможливо. Для цього використовують спеціальні стенди.

1.4. Висновки по розділу

1. Систематизовано загальні відомості отримані в ході вивчення даної проблеми, знання про цілі та методи хімічного захисту сільськогосподарських культур від шкідників та хвороб за інтенсивною технологією виробництва. Систематизовано існуючі типи і види обприскувачів та розмаїття їх робочих органів, що відображено у приведеній класифікації.

2. Недоліки щілинного розпилювача є велика витрата робочої рідини, малий ресурс роботи, велика дисперсність, велика ймовірність забивання вихідного каналу. На відміну від щілинних відцентрові розпилювачі надають обприскувачу нові якості, неможливі для щілинного, інжекторного та ін. розпилення. Перш за все, це значно ефективніше, надійніше та безпечніше обприскування. Із вдвічі меншою витратою енергії ці розпилювачі забезпечують дисперсність до 350 мкм та примусове осаджування розпиленої рідини повітрям, що всмоктує факел. Допустима швидкість обприскування до 30 км/год та в умовах вітру до 9 м/с.

2. ОСОБЛИВОСТІ МАЛО- ТА УЛЬТРАМАЛООБ'ЄМНОГО ВНЕСЕННЯ ПЕСТИЦИДІВ. АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПО ВІДЦЕНТРОВИМ ОБЕРТОВИМ РОЗПИЛЮВАЧАМ

2.1 Ультрамалооб'ємне обприскування пестицидами.

Починаючи з 50-х років відзначається різке скорочення витрати рідини при обприскуванні агрохімікатами. Так, в США за 30 років (1935-1965 рр.) норма витрати робочої рідини при боротьбі з комарами зменшилася майже в 1000 разів (з 467 до 0,59 л/га) [9]. За останнє десятиліття на багатьох об'єктах відбувся перехід до ультрамалооб'ємного (УМО), при якому витрата рідини $G < 10$ л/га и досягає 1 л/га і менше.

Які ж причини, що дозволяють настільки різко скорочувати витрати рідини і застосовувати ультрамалооб'ємне обприскування

При великооб'ємном обприскуванні на рослини наносили стільки рідини, що окремі краплі, що потрапили на поверхню листя, зливалися, відбувалося змочування всієї поверхні листя, тобто утворення на них суцільної рідкої плівки. Відомо, що товщина такої плівки визначається фізико-хімічними властивостями і конфігурацією оброблюваної поверхні, а також властивостями рідини. Надлишок рідини стікав з верхніх листків на нижні, з нижніх на землю. Таким чином, при ретельно проведеному великооб'ємному обприскуванні автоматично досягалось покриття всієї листової поверхні, тобто всіх листків, з усіх сторін, плівкою пестициду однакової товщини. Втрати пестициду у вигляді стоку на землю становили при цьому близько 30%. В відношенні якості таке обприскування було ідеальним. Однак воно виявилось не прийнятним зважаючи на дуже велику трудомісткість.

Під впливом цієї обставини стали скорочувати витрати рідини і переходити до малооб'ємного (МО). При цьому кількості рідини виявилось вже недостатньо для суцільного змочування листя на їх поверхні осідали дискретні краплі, які не зливалися одна з іншою. У зв'язку з цим відразу виявилися численні труднощі.

Механізм нанесення крапель на листя рослин різноманітний і складний. Великі краплі при слабкому вітрі осідають на листя в основному під дією сили тяжіння, зверху вниз, тобто головним чином на верхній бік листків. Більш дрібні краплі осідають на листя під дією сил інерції (при знесенні їх вітром або повітряним струменем вентиляторного обприскувача), тобто головним чином на навітряну сторону листя. В обох випадках осадження відбувається переважно на листя верхньої або зовнішньої навітряної частини крони. При цьому важливу, ще недостатньо досліджену роль відіграє атмосферна турбулентність, що викликає як осадження крапель внаслідок турбулентної дифузії, так і рух самої мішені, тобто листя. При осадженні найбільш дрібних,

мікронних частинок здобувають важливе значення й інші механізми осадження термо - і дифузіофорез, броунівська дифузія.

В результаті спільної дії всіх цих механізмів осадження при полідисперсному МО утворюються на листях відкладення пестициду досить нерівномірні, найбільш щільні відкладення утворюються на верхній і навітряній частинах крони (стеблостою). Ця нерівномірність відкладень - великий недолік МО порівняно з великооб'ємним.

Здавалося, ця обставина повинна була б викликати необхідність багаторазового збільшення витрат токсиканта МО для досягнення належного ефекту. Однак на практиці, як правило, норми витрати пестициду для досягнення конкретного ефекту практично однакові, а іноді при МО вони вище, ніж при великооб'ємному обприскуванні. У чому причини цього?

Причин декілька: деякі з них були розглянуті вище. При обприскуванні рослин контактним інсектицидом проти рухливих, швидко повзаючих по листю комах рівномірність відкладень набуває другорядного значення, вона компенсується рухом комахи, яка знаходиться на слабо, і на сильно обробленій частині листя.

Багато сучасних інсектицидів мають систему дію, тобто проникають в тканини і токсичують рослину. У цих випадках комаха гине не від контакту безпосередньо з інсектицидом, а від контакту з отруєним рослиною в результаті живлення її тканинами. У цих випадках рівномірність відкладень пестициду на листі при обприскуванні набуває другорядного значення.

У ряді випадків, токсичним для шкідників є не тільки рідкий або твердий хімікат, але і його пари, навіть при дуже низькій їх концентрації. У цьому випадку рівномірність відкладень також набуває другорядного значення. Це питання ще недостатньо досліджень [9].

На відміну від хімічної прополки інші вимоги до МО УМО пред'являються при застосуванні фунгіцидів захисної профілактичної дії. Вимагається обробка всієї поверхні листя, щоб всі осілі на них спори гриба

загинули. Тому, як правило, витрати рідини при МО фунгіцидами значно вище, ніж при МО інсектицидами або гербіцидами.

Однак практика показала, що хоча потрібні витрати рідини при МО фунгіцидами значні, все ж МО можливо і в цьому випадку, тобто, і при захисті рослин від хвороб ефективно не суцільне, а дискретне, і нерівномірне покриття поверхні листя хімікатом без збільшення його витрат порівняно з великооб'ємним обприскуванням. Судячи з результатів досліджень тут також діють механізми, що компенсують нерівномірність: дія парів, перерозподіл відкладень дощем, дифузія через тканини листя та ін. В останні роки інтенсивно досліджуються системні фунгіциди. При їх використанні проблема нерівномірності практично відпадає, так само як при використанні системних інсектицидів і гербіцидів.

При УМО застосовують норму витрати від 5 л до часток літра на 1га. Яким же чином досягається рівномірна обробка поверхні рослин на великих площах при настільки малих витратах рідини?

При звичайному обприскуванні зі значною шириною захвату в теплу, не надто вологу погоду розчинник пестициду (вода, що міститься в крапельках) швидко випаровується, і малооб'ємне обприскування практично перетворюється в УМО, тобто створюється лише ілюзія крупнокапельного обприскування. ця ілюзія часто небезпечна, так як при обробках створюється враження, що краплі великі і тому їх осідання відбувається швидко. Фактично великі краплини перетворюються в дрібні і зносяться вітром на сусідні поля. При УМО цієї ілюзії немає, краплі з самого початку дрібні, але вони складаються з концентрованого нелетючого пестициду, тобто не випаровуються під час поширення і осідання.

Таким чином, випаровування води при малооб'ємному обприскуванні, з одного боку, і відсутність випаровування при УМО з іншого, призводять до того, що з точки зору рівномірності обробки рослин і безпеки знесення пестициду на сусідні поля ці методи в багатьох випадках виявляються рівноцінними.

Розглянемо підсумки деяких вітчизняних і зарубіжних досліджень по застосуванню пестицидів методами МО і УМО.

Одна з найбільш ранніх областей застосування УМО наземним способом - боротьба з пустельною сараною в Східній Африці. Яйця сарани можуть дозрівати лише у вологому ґрунті; наявність вологи в ґрунті - зазвичай результат недавніх дощів, що призводить до проростання насіння і розвитку рослинності в пустелі. При обприскуванні цієї рослинності методом хвилі зграї сарани, рухаючись по пустелі і долаючи щодня сотні метрів і кілометри, контактували з отруєними рослинами, харчувалися ними і гинули.

У боротьбі з сараною в країнах Азії та Африки метод УМО почали розробляти ще в 1945 р. З 1952-1967 рр, для знищення сарани на землі успішно застосовували розпилення розчину диелдрин в олії вихлопними газами автомобіля. Ще в 1965 р. авіаційне УМО з використанням не розбавленого рідкого інсектициду карбофосу було застосоване у США на 500 000 га пасовищ проти коників при нормі витрати рідини 0,6 л/га, на 400 000 га бавовнику проти бавовняного довгоносика (0,9 л/га), на 60 000 га пшениці проти шкідливих комах (0,6 л/га). УМО карбофосом застосовувалося в 1965 р. в двадцяти країнах, у тому числі в Перу, Бразилії, Аргентині, Іспанії, Туреччині, Індії, Австралії та ін.

В СРСР обприскування методом хвилі застосовується вже багато років з використанням насамперед у тих районів, де великі площі зайняті посівами зернових культур (Північний Казахстан, Західний Сибір). Для цієї мети використовується порівняно широкий асортимент обприскувачів, насамперед обприскувачі ОП-450, спеціально випускалися промисловістю для обприскування методом хвилі. Вони використовуються у боротьбі з буряковим довгоносиком і з колорадским жуком, в боротьбі з шкідливою черепашкою на посівах пшениці. Ці обприскувачі виробляють МО польових культур концентрованими розчинами, емульсіями і суспензіями пестицидів при $G=10$ л/га або більше. Головна перевага цих обприскувачів це - дуже висока продуктивність, нерідко наближається до продуктивності літака, обумовлена

великою шириною захвату (30-100 м і більше), а також можливістю обробляти культури суцільної сівби без їх істотного заминання, коли під час вітряної погоди застосування літаків важко. Є можливості використовувати ці машини не тільки для МО, але і для УМО методом хвилі концентрованими або навіть нерозбавленими пестицидами $G < 3 = 3-5$ л/га і менше.

В дослідях з різними препаративними формами 2,4-ДБ (0,3 кг/га) встановили, що гербіцид у формі масляного розчину, так і у формі водної емульсії не чинив негативного дії на продуктивність ячменю і пшениці. Сам собі розчинник гербіциду (дизельне паливо) при $G = 5...20$ л/га не впливав негативно на ці рослини. Застосування гербіциду в підвищеній дозі (0,9 кг/га) депресувало обидві тест-рослини: ячмінь в цьому випадку великою шириною захвату (30-100 м і більше), а також можливість обробляти культури суцільної сівби без їх істотного заминання, коли під час вітряної погоди застосування літаків важко. Є можливості використовувати ці машини не тільки для МО, але і для УМО методом хвилі концентрованими або навіть нерозбавленими пестицидами $G < 3 = 3-5$ л/га і менше.

У дослідях з ячменем зробили спробу максимально знизити G і обробляти посіви нерозбавленим (3 л/га) водорозчинним концентратом 2,4-ДА (доза 0,6 та 1,2 кг/га). Як виявилось, ефективність обох доз 2,4-ДА була досить високою. Хоча відмінності між окремими варіантами (по дії на бур'яни і врожай ячменю) при варіюванні $G < 3$ несуттєві, у всіх випадках відзначена тенденція до зниження гербіцидного ефекту при використанні мінімального G . Це, очевидно, можна пояснити недостатнім ступенем покриття бур'янистих рослин розчином гербіциду ($P=0,3\%$), яка значно нижче критичної.

Аналіз великого експериментального матеріалу за підсумками дослідів з монодисперсним обприскуванням а також деяких літературних даних дозволяє вважати саме ступінь покриття найбільш важливим показником якості обприскування, що визначає ефективність будь-яких після сходових гербіцидів.

Нижче наводиться значення критичної ступеня покриття (P_k) для різних груп гербіцидів, що використовуються для знищення погано змочуваних

бур'янистих рослин ($0 \geq 100$, коефіцієнт розтікання в межах 1):
 Гербіциди P_k , %: системні 0,5-1,0; напівсистемні 1,1-2,5;
 контактні 2,6-5,0.

З урахуванням цих даних була побудована номограма (рис. 2.1) [9], що дозволяє в залежності від дисперсності вибрати оптимальну норму витрати робочого розчину, при якій буде забезпечена максимальна ефективність гербіцидної дії. Наведені дані переконливо свідчать про те, що навіть при застосуванні системних гербіцидів величину G можна зменшувати безмежно.

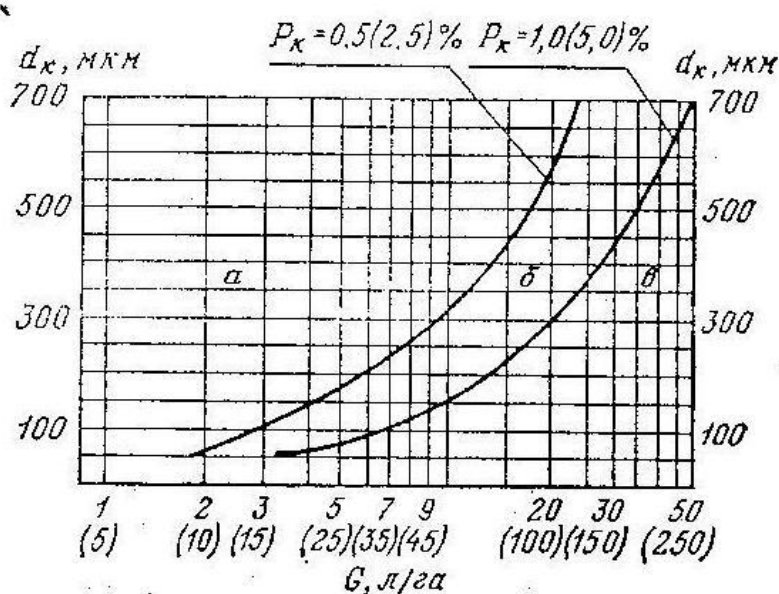


Рис. 2.1. Номограма для визначення оптимальних G і d_k при застосуванні гербіцидів системної і контактної дії методом мікромалооб'ємного обприскування (ММО): режими обприскування: а - неефективний:
 б - нестійкий: в – оптимальний.

Польові випробування сімейства наземних обприскувачів з обертовими розпилювачами показали, що МО і УМО гербіцидами 2,4-Д цілком можуть бути використані для обробки посівів зернових злакових культур при $G = 6 \dots 25$ л/га та середньому розмірі крапель $d_k = 150 \dots 200$ мкм. Прибавки врожаю зерна і гербіцидну дію в цьому випадку забезпечуються такі ж, як і при звичайному внесення гербіциду, тобто при $G = 300 \dots 400$ л/га.

Інтенсивно розробляється застосування УМО фунгіцидами проти хвороб

рослин. Наприклад, в Нігерії проведені дослідження по захисту томатів від хвороб методом УМО. Застосування фунгіциду-дефоліанта при 12 л/га дало кращий ефект, ніж при великооб'ємному обприскуванні (1120 л/га).

2.2 Теоретичні основи розрахунку відцентрових обертових розпилювачів

Відцентрові обертові розпилювачі останнім часом привертають до себе все більше уваги в сільському господарстві оскільки на відміну від гідравлічних і повітряноструминних розпилювачів вони можуть, за певних умов, при дуже малих витратах рідини утворювати краплини орієнтовно однакового регульованого розміру (монодисперсне розпилення [24]).

В попередні періоди, коли сільськогосподарські оприскувачі витрачали великі кількості рідини, це обмеження, а саме дуже малі витрати рідини, приводило до того що обертові розпилювачі, на монодисперсних режимах представляли інтерес лише для лабораторних експериментів. Однак за останні роки в сільському господарстві з'явився і швидко розвивається метод ультрамалооб'ємного обприскування (УМО) - при якому витрачаються дуже малі кількості рідини - літри і навіть долі літра на гектар. При цьому витрати рідини, відповідні монодисперсному розпиленню, виявилися близькими до потрібних для УМО, і монодисперсні обертові розпилювачі стали знаходити зростаюче застосування в сільськогосподарській практиці [24].

В результаті виник новий напрям в техніці застосування сільськогосподарських пестицидів, що стало логічним розвитком ідеї УМО - поєднання УМО і монодисперсного обприскування, що отримало назву ММО (монодисперсне мікрооб'ємне обприскування; у англійській літературі - CDA controlled droplet application [24]).

Робочий процес обертових розпилювачів на монодисперсних режимах розглянутий в монографії [24], де викладені результати узагальнення широкого класу явищ - капання рідини з капіляра і подрібнення її перфорованим барабаном, що обертається, капання рідини з крайки похилої площини і

подрібнення її диском, що обертається. В результаті отриманий метод розрахунку крапельниць і обертюв розпилювачів типу перфорованого барабана і гладкого диска або конуса, придатний для вирішення практичних завдань.

Зокрема, для розпилювачів типу диска, що обертається, або конуса, що добре змочується рідиною, яка розпилюється, розрізняють три режими розпилення [9]. При першому режимі на кромці диска утворюється рідкий тор. Кожна збурена ділянка тора утворює відросток, який перетворюється на основну краплю (рис. 2.2, а). Вона з'єднується з тором рідкою ниткою. При відриві основної краплі від тора ця рідка нитка розпадається на одну або декілька крапель-супутників, дрібніших, ніж основні краплі. Діаметр основних, приблизно однакових, крапель визначається формулою [24]:

$$d = (C / \omega) \sqrt{\sigma / r \rho} \quad (2.1)$$

де ω - кутова швидкість обертання диска; r – радіус диска; σ, ρ - поверхневий натяг і щільність рідини; $C \approx 2,9$ - константа.

Відносна вагова кількість крапель-супутників E (у %) орієнтовно визначається емпіричною формулою [24]:

$$E = 86 \frac{\omega^{0,48} \eta^{0,12} \rho^{0,50}}{r^{0,30}} \left(\frac{Q}{\sigma} \right)^{0,62} \quad (2.2)$$

де η - в'язкість рідини; Q - її витрата.

Як видно з цієї формули, із зростанням витрати рідини Q відносна кількість крапель-супутників росте і при деякій критичній витраті $Q = Q_k$ перший режим розпилення змінюється другим: відростки, що виникають на рідкому торі, вже не встигають перетворитися на краплини, а витягуються в відносно довгі рідкі нитки (див. рис. 2.2, б). На деякій відстані від кромки диска ці нитки розпадаються на однорідні по розмірах краплі. Тонкі перемички між ними розпадаються на дрібніші краплі-супутники.

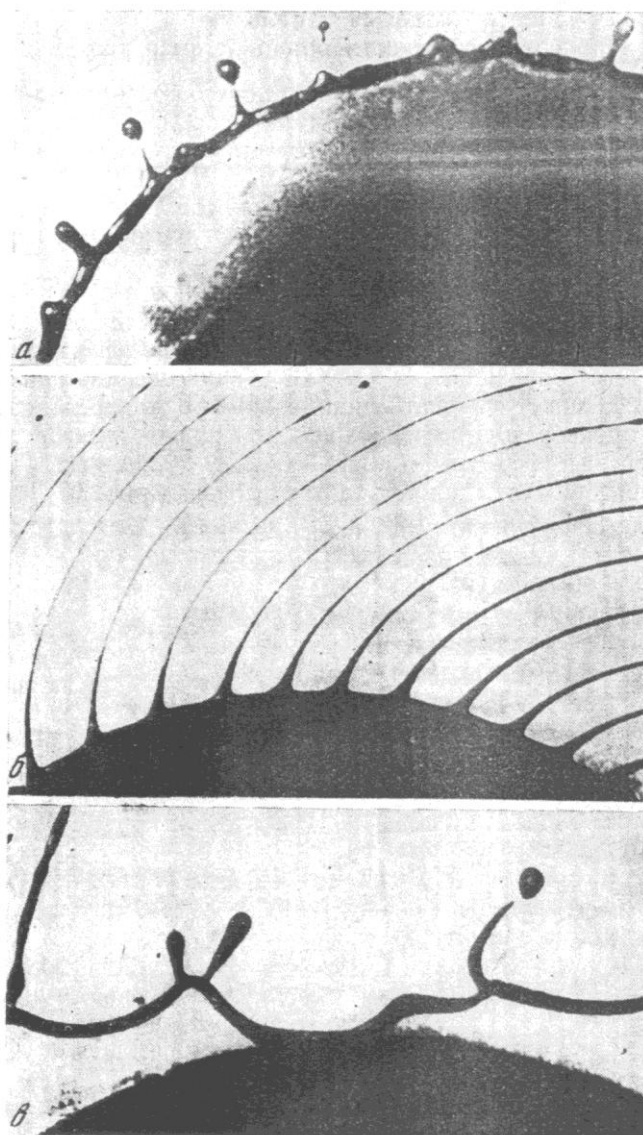


Рис. 2.2. Процес утворення крапель на диску, що обертається (швидкісна відеофіксація): а – перший режим; б – другий режим; в – третій режим.

При подальшому збільшенні витрати рідини другий режим розпилення змінюється третім, при якому з кромки диска скидаються вже не рідкі нитки, а суцільна плівка (див. рис. 2.2, в), яка під дією збурень розпадається на нитки і краплі різних розмірів; в результаті, як і при звичайних способах розпилення рідин, утворюється полідисперсна система крапель.

Узагальнення класу явищ, що призводять до монодисперсного подрібнення рідин, приведені в монографії [9], можна розширити, включивши

в нього явища капання рідини з вістря [24] і подрібнення її диском, що обертається, із зубчастою периферією а також явища, які виникають при обдуванні розпилювача повітряним потоком.

Схема процесу утворення крапель при повільному капанні рідини з вістря вертикальної нерухомої голки (при доброму змочуванні поверхні голки рідиною) показана на рис. 2.3. Рідина, витікаюча під дією своєї ваги з резервуару 1 через кільцеву щілину 2, змочує конічну поверхню голки заввишки H ; на цій поверхні утворюється тонкий шар рідини, що прилипла до неї. У міру вступу рідини через щілину 2 товщина цього шару збільшується, але нерівномірно: як показують візуальні спостереження, рідина починає накопичуватися не на вістрі, а на деякій висоті над вістрям у вигляді опуклого кільця (див. рис. 2.3. а). Товщина цього кільця поступово збільшується, воно повільно опускається (див. рис. 2.3, б) і набуває форми краплі (див. рис. 2.3, в), яка опускається далі вниз, до самого вістря (див. рис. 2.3 г) потім швидко стікає з вістря ("крапає", див. рис. 2.3, д) і падає вниз (див. рис. 2.3. е).

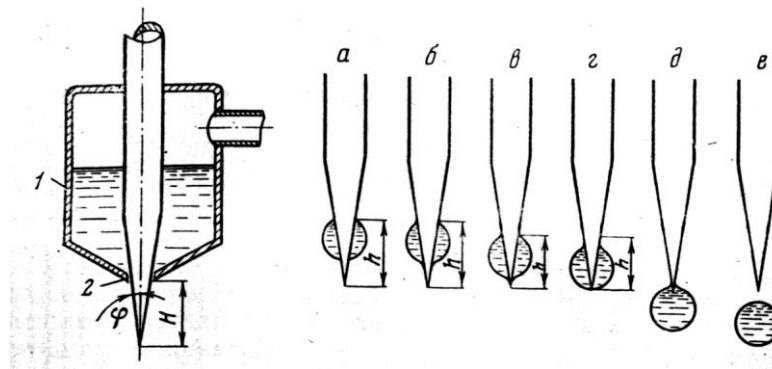


Рис.2.3. Схема краплинниці та процесу формування краплі при стіканні рідини з вістря

Щоб пояснити причини подібного протікання процесу капання, розглянемо розподіл тиску, обумовленого поверхневим натягом рідини усередині тонкого шару її на поверхні конічної голки.

На кільцевий елемент поверхні конічної плівки висотою dz , розташований на висоті z (рис. 2.4), діють сили поверхневого натягу σ . Рівнодійна вертикальних компонент цих сил рівна

$$[2\pi(R + dR)\sigma - 2\pi R\sigma] \cos \varphi = 2\pi\sigma \cos \varphi dR$$

Рівнодійна вертикальних компонент сил тиску p , діючих на цей елемент, рівна - площа поверхні кільцевого елемента (усіченого конуса).

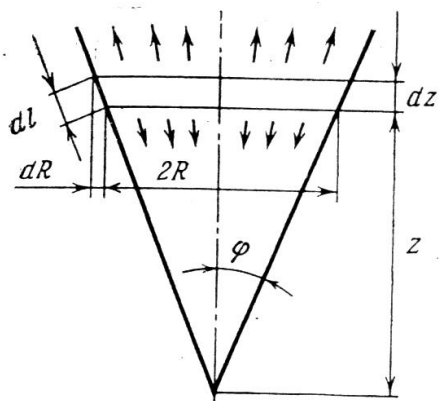


Рис.2.4. Схема сил, що діють на елемент поверхні плівки рідини

Прирівнявши ці рівнодійні (та нехтуючи безкінечно малими значеннями параметрів другого порядку), отримаємо

$$p = \sigma \cos \varphi / R = \sigma \cos \varphi / z \operatorname{tg} \varphi, \quad (2.3)$$

тобто тиск усередині конічної плівки зростає із зменшенням z , і при $z \rightarrow 0$ тобто поблизу вістря, тиск прагне (теоретично) до нескінченності.

У цьому, очевидно, і криється причина того, що крапля формується спочатку не на вістрі голки, а вище (див. рис. 2.3, а), і лише у міру її формування, тобто у міру збільшення радіусу кривизни плівки, а отже, і зменшення тиску усередині неї; крапля поступово опускається до вістря (див. рис. 2.3, в), долає "бар'єр" (високий тиск) на вістрі (див. рис. 2.3, г) і потім швидко скочується з вістря і падає вниз (див. рис. 2.3, д, е).

Для наближеної оцінки розміру краплі, що утворюється таким чином отримали формулу

$$d_r = 2,3(\sigma / \rho g)^{1/2} (\sin \varphi)^{1/6}, \quad (2.4)$$

яка була підтверджена експериментально [24].

При подрібненні рідини зубчастим диском, що обертається (рис. 2.5) [9] процес аналогічний капанню рідини з вістря, але з силою тяжіння на рідину діє відцентрова сила. Зазвичай ця сила багаторазово перевищує силу тяжіння, і останню не враховують.

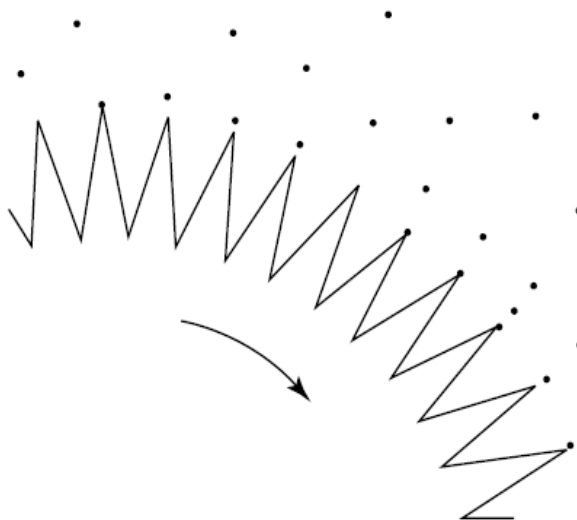


Рис.2.5. Подрібнення рідини зубчастим обертовим диском

Стосовно зубчастого диска, що обертається, у формулі (2.3) прискорення сили тяжіння g замінюється на відцентрове прискорення $r\omega^2$ (r - радіус диска; ω - кутова швидкість його обертання) :

$$d_r = 2,3(\sigma / r\omega^2)^{1/2} (\sin \varphi)^{1/6}, \quad (2.5)$$

Ця формула також була підтверджена експериментально [24] у дослідах по розпиленню рідин зубчастим диском діаметром 80 мм (360 гострих зубців з кутом $\varphi=15^\circ$, рівномірно розташованих по колу).

Навіть при дуже малих витратах рідини утворення основних крапель зазвичай супроводжується утворенням більш мілких крапель-супутників, які формуються при розпаді перемичок між основними краплями [9]. При стіканні

крапель з вістря перемичка, що сполучає краплю у момент її відділення з вістрям голки, тонка і відповідно краплі-супутники малі, і кількість їх мало. Згідно з експериментальними даними, при капанні з вістря доля рідини, що знаходиться в каплях-супутниках, складає лише 0,1-1%. При подрібненні рідини зубчастим диском, що обертається, ця доля також мала (1-1,5%). В цьому є перевага зубчастого диска перед гладким; як випливає з формули (2.2), кількості крапель-супутників, що утворюються гладким диском, значні.

Далі експерименти показали, що гранична витрата рідини відповідна переходу від монодисперсного розпилювача до полідисперсного, для зубчастого диска більше, ніж для гладкого і що при використанні зубчастого конуса можливе монодисперсне подрібнення не лише рідин, що добре змочують поверхню конуса (оливи), але і тих, що погано змочують його (вода).

На другому режимі розпилення зубчастий диск має переваги перед гладким тільки для рідин з великою в'язкістю ($\nu > 0,3 \text{ см}^2/\text{с}$). У зубчастого диска число ниток, що утворюються, дорівнює числу зубців, а у гладкого диска число ниток зменшується із збільшенням в'язкості рідини.

Це призводить до того, що при розпиленні в'язких рідин зубчастим диском другий режим реалізується при великих витратах, чим при розпиленні гладким диском. В інших випадках якість розпилення рідини на другому режимі для гладкого і зубчатого дисків однаково.

Таким чином, розпилювач типу зубчастого конуса, що обертається, має важливі практичні переваги.

Коротко розглянемо процес утворення крапель при обдуванні розпилювача повітряним потоком. Його можна розділити на три частини: процес формування краплі в умовах квазістаціонарної рівноваги діючих на неї сил; процес відділення краплі в умовах порушеної рівноваги; вільний політ краплі, що відокремилася. При утворенні краплі в повітряному потоці, окрім діючих на неї гравітаційної або відцентрової сили і сили поверхневого натягу [9], потрібно враховувати і діючу на краплю аеродинамічну силу A . При

утворенні краплі відбуваються швидкі зміни її форми і розмірів, відповідно змінюється і структура оточуючого повітряного потоку. Цими змінами нехтували і прийняли для A вираз

$$A = (\pi d^2 / 4)(\rho_a U^2 / 2)K, \quad (2.6)$$

відповідне стаціонарному обтіканню кулі діаметром d ламінарним повітряним потоком, що має швидкість U . Як відомо, при цьому коефіцієнт опору K є функція критерію Рейнольдса Re , графік якої є в підручниках.

Формули для визначення d стосовно капання рідини з капіляра, що обдувається повітряним потоком, і до розпилення рідини диском, що обертається, або конусом при обдуві його співісним повітряним потоком, виведені з врахуванням (2.6), виявилися у відповідності з експериментальними даними, що свідчить про можливість застосування формули (2.6) для описання аеродинамічної сили.

Візуальні спостереження за процесом утворення крапель на кромці конуса, що обертається, та обдувається співісним повітряним потоком, виконані за допомогою строботометра, показали, що в обстеженому діапазоні зміни параметрів характер подрібнення рідини не змінювався і відповідав добре вивченому першому монодисперсному режиму [24]. Однак із збільшенням критерію Вебера $We = \rho_0 U^2 d / \sigma$ спостерігалось "вторинне" подрібнення монодисперсних систем крапель при їх вільному польоті. В результаті втрачалася головна перевага розпилювача, що обертається, - монодисперсність подрібнення рідини. Аналогічна картина спостерігалася і при витіканні крапель з капіляра, що обдувався повітрям. Щоб уникнути цього шкідливого явища, необхідно вести процес при $We < We_{кр}$ причому для $We_{кр}$ стосовно конуса, що обертається необхідно підтримувати значення $We \leq 4$.

За допомогою розпилювачів (наприклад, розпилювача "Юла" з пневмоприводом ротора [9]), що обертаються, можна подрібнювати рідину на однакові краплі з діаметром, регульованим в широких межах, але отримувати

краплі діаметром менше 6 мкм цим способом проблематично, оскільки необхідні дуже великі швидкості обертання ротора. Якщо необхідно отримання дрібніших крапель, то необхідно розпилювати суміш заданої малолеткої рідини з летким розчинником; останній швидко випаровується, і в повітрі залишаються краплі діаметром $d < 6$ мкм, що майже не містять розчинника. Проте леткий розчинник може в основному випаруватися ще при русі плівки по поверхні диска, що обертається, тобто передчасно, до утворення крапель; в цьому випадку при розпиленні суміші діаметр крапель d виявився б таким же, як і при розпиленні основної рідини (без розведення її летким розчинником), тобто цей спосіб отримання крапель $d < 6$ мкм виявився б непридатним. Очевидно, це один з тих випадків, коли необхідно враховувати випар рідини, яка рухається по поверхні диска, що обертається, у вигляді тонкої плівки.

Для істотного зменшення d за допомогою випару леткого розчинника потрібне дотримання двох умов: швидкість випаровування плівки I має бути мала порівняно з витратою рідини G :

$$K_1 = IG^{-1} = 1, \quad (2.7)$$

і швидкість випаровування краплі суміші має бути достатня для випаровування основної маси розчинника під час перебування крапель в зваженому стані:

$$K_2 = \tau WH^{-1} = 1, \quad (2.8)$$

де τ - тривалість випаровування краплі; W - швидкість її осідання; H - висота розпилювача над цільовою поверхнею.

При повільному випаровуванні основної маси леткого розчинника крапля розбавленої суміші поводить ся, орієнтовно так само, як крапля чистого розчинника [9], тобто у разі дрібних крапель, що повільно осідають в повітрі, тривалість випаровування τ основної маси розчинника може бути орієнтовно визначена по формулі Срезневского - Максвелла [9]; початковий діаметр крапель при першому монодисперсному режимі розпиленні рідини диском, що обертається, визначається формулою (2.1), швидкість осідання крапель W

визначається формулою Стокса, тобто усі величини, що входять в праву частину нерівності (2.8), відомі. Оцінка величини K_I за допомогою нерівності (2.7) потребує знання швидкості випаровування плівки I .

Для наближеного визначення цієї величини було прийнято [9], що зважаючи на інтенсивну теплопередачу до диска і плівки від навколишнього повітря і від валу приводу, при малих витратах рідини (тобто при малих витратах тепла на випар), що випаровується, можна відмовитися від врахування процесів теплопередачі, зокрема нехтувати пониженням температури диска і плівки при випарі, тобто вважати, що вона дорівнює температурі навколишнього повітря.

При стаціонарному режимі кількість рідини, що випаровується в одиницю часу з елемента площі поверхні диска дорівнює:

$$dI = D \left(\frac{\partial C}{\partial z} \right)_{z=\delta_{жк}} dS = 2\pi DR \left(\frac{\partial C}{\partial z} \right)_{z=\delta_{жк}} dR, \quad (2.9)$$

де $\delta_{жк}$ - товщина рідкої плівки, C - концентрація пари.

При малих витратах рідини, характерних для монодисперсних режимів розпилення, рух плівки ламінарний, товщина плівки $\delta_{жк}$ і швидкість її руху відносно диска мала, і цією швидкістю можна нехтувати порівняно із швидкістю руху повітря відносно диска.

Як рішення рівняння (2.9) прийнята формула, отримана при вивченні конвективної дифузії з поверхні диска [24], що обертається, :

$$I = 1,9 D^{\frac{1}{2}} \nu^{\frac{1}{6}} \omega^{\frac{1}{2}} R^2 (C_0 - C_\infty) \quad (2.10)$$

де ν - кінематична в'язкість повітря.

Ця формула приблизно справедлива для обертання диска не лише в рідкому, але і в газоподібному середовищі [24]. Відповідно до прийнятих спрощень в цій формулі значення концентрації насиченої пари C_0 було прийнято рівним температурі навколишнього повітря. Експериментальна перевірка формули виявила придатність її для наближених розрахунків.

При дуже малих витратах рідини (перший режим розпилення) товщина плівки, що рухається по поверхні обертового диска або конуса, мала (обчислюється мікрометрами), і при аналізі руху плівки відносно диска можна знехтувати дотичними компонентами швидкості; в результаті задача про рух плівки спрощується і допускає просте рішення, яке приведене в [9] і експериментально підтверджено в [24]. У міру збільшення витрати рідини (другий і третій режими) це спрощення стає непридатним і завдання про рух плівки ускладнюється. Теоретичне і експериментальне дослідження цього завдання викладене в роботі [19], де приведено огляд більш ранніх її досліджень (див. також [24]).

Практично важливе питання про рух повітря, що утворюється біля диска, який обертається. Відоме точне рішення цієї задачі для диска нескінченного діаметру в умовах ламинарної течії [19]. Дослідження для диска кінцевого діаметра при турбулентній течії наведено в [24].

2.3. Висновки по розділу.

1) Далеко не у всіх випадках УМО дає кращі результати, ніж традиційні методи обприскування: управління УМО складніше, важче врахувати вплив різних факторів. З цих причин триває дослідження різних аспектів механізму дії УМО. Важлива проблема - розробка методу УМО стосовно до захисту від шкідників і хвороб плодівих культур. У цьому напрямі ведуться інтенсивні дослідження. В цілому метод УМО забезпечує ряд важливих переваг, він інтенсивно досліджується, масштаби і області його застосування швидко розширюються. Останній більш досконалої модифікацією МО і УМО є мікрооб'ємне монодисперсне обприскування пестицидами .

2) Аналіз існуючих теоретичних досліджень свідчить про складність процесу роботи обертових розпилювачів та отримання достатньо наближених результатів.

3) Питання про визначення закону розподілу розмірів краплин і значення константи, що характеризує ступінь полідисперсності крапель, для відцентрових розпилювачів різних конструкцій при різних режимах розпилення поки ще до кінця не вирішено.

3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ. ОБ'ЄКТ ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРИЛАДИ ТА ОБЛАДНАННЯ.

3.1. Програма випробовувань.

3.1.1. Визначення розподілу рідини відцентрового обертового розпилювача по довжині факела при трьох тисках (0,2;0,3;0,4 МПа) та висотах 0,4 м; 0,5 м; 0,6 м. Побудова графіків.

3.1.2. Визначення розподілу рідини по довжині штанги при трьох тисках (0,2; 0,3; 0,4 МПа) та висотах 0,4 м; 0,5 м; 0,6 м. побудова графіків та визначення коефіцієнту варіації розподілу рідини. Побудова залежності коеф. варіації від висоти штанги.

Експериментальні дослідження відцентрових обертових розпилювачів виконуються в лабораторних умовах на стендах та в польових умовах і на обприскувачах.

3.2. Методика проведення експериментальних досліджень.

3.2.1. Загальні вимоги до проведення досліджень.

При проведенні випробувань використовується чиста вода, без наявності твердих часток. Температура рідини для випробовувань і температура повітря в приміщенні для випробовувань повинна бути від 10 °С до 25 °С протягом усього випробовування. Відносна вологість повинна бути не менша ніж 50 %.

Значення температури і відносної вологості потрібно перевіряти кожного разу перед початком експерименту та після закінчення.

Тиск робочої рідини.

Протягом випробовувань значення тиску не повинні відхилитись більш ніж на $\pm 2,5$ % від величини заданого випробовувального тиску. Значення тиску визначають у штанзі перед розпилюючим пристроєм.

Висота штанги вибирається так, щоб забезпечувалося перекриття половини факелів розпилу сусідніх розпилювачів. В такому випадку норма внесення препарату є вирівняною по всій довжині штанги обприскувача. На встановлення оптимальної висоти штанги впливають відстань між розпилювачами, кут розпилу розпилювача.

Висоту штанги не можна змінювати довільно, вона завжди повинна бути в межах рекомендацій.

3.2.2. Проведення експерименту та визначення основних характеристик.

Для випробовувань було взято чотири довільно обрані розпилювачі відцентрового типу Р.03.03. У вихідних даних випробовувань вказують повні параметри розпилювача, виробник не вказується, присвоюється номер.

3.2.3. Індивідуальні засоби щодо безпеки:

- апарати для дихання: не потрібні;
- апарати для захисту очей: не потрібні;
- засоби для захисту рук: не потрібні;
- інші: в основному захист від пилу і рідини.

Робоча гігієна: звичайна гігієна, спеціальні вимоги не потрібні; Захист від пожежі і вибухів: не потрібний.

3.2.4. Випробовувальний тиск.

Випробовування виконують під час максимального та мінімального тисків, вказаних виробником, а також на проміжному тиску. Різниця між двома послідовними тисками повинна бути менша або рівна 0,5 МПа (5 атм).

Випробовувальний тиск, P потрібно вибирати із вказаного нижче, згідно з максимальним тиском P_5 , який рекомендує виробник:

$$0,05 \text{ МПа} < P_5 < 0,3 \text{ МПа} : P = 0,2 \text{ МПа};$$

$0,3 \text{ МПа} < P_5 < 0,5 \text{ МПа} : P = 0,3 \text{ МПа};$

$0,5 \text{ МПа} < P_5 < 1,0 \text{ МПа} : P = 0,4 \text{ МПа}.$

3.2.5. Розміщення розпилювачів.

Протягом випробовування розпилювач повинен бути розташований вертикально над виступом випробовувального стенда в нормальному робочому положенні для того, щоб направити розпилення на стенд. Якщо виробник вказав особливе положення розпилювача, випробовування потрібно проводити у вказаному положенні.

Площина розпилювача повинна бути розташована для випробовування так, щоб найбільший розмір рисунка факела розпилення був перпендикулярний до жолобів

3.2.6. Кут розпилення.

Вимірюють кут розпилювання з використанням відповідного устаткування, а також за максимального і мінімального тисків, які встановив виробник розпилювачів, у яких витрати рідини наближаються за своїм значенням до середніх.

3.2.7. Вимірювання.

Хвилинна витрата.

Вимірюють витрату у літрах за 1 хв, для кожного укомплектованого розпилювача, рівень витрат рідини у разі тиску випробовування 0,3 МПа (3 атм), з похибкою, меншою ніж 1 %. Тривалість вимірювання, яку визначають секундоміром з похибкою меншою ніж 1 с, повинна бути більша або рівна 60 с.

3.2.8. Розподіл рідини по довжині факела .

Вимірюється для кожного з чотирьох розпилювачів окремо. Час обирається коли рідина заповнює 2/3 мірної ємкості, в нашому випадку час становить 3 хв.

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - x_i)^2}{n - 1}}, \quad (3.1)$$

де $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ – середньоарифметичне значення об'єму у мірних стаканах;

x_i – об'єм води в i -му мірному стакані;

n – кількість мірних стаканів між осями крайніх розпилювачів.

Нерівномірність розподілу рідини характеризується коефіцієнтом варіації %:

$$V = \pm \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (3.2)$$

Менша величина коефіцієнта варіації характеризує кращу рівномірність розподілу. Тобто коефіцієнт варіації показує відношення середньоквадратичного відхилення до математичного очікування. Іншими словами, він відображає відмінність максимальних і мінімальних значень розподілу від середнього показника

3.2.9. Результати

Усі вимірювання викладають у таблицях та графіках:

- розподіл рідини по довжині факела;
- розподіл рідини по довжині штанги;
- коефіцієнт варіації

Результати повинні бути подані у графічній та табличній формі. Витрати рідини розпилювачем потрібно відображати у відсотковому відношенні до середнього показника витрати розпилювачем. Відхилення витрат рідини відповідно до заданого тиску.

3.3. Об'єкт дослідження.

Об'єктом дослідження були обрані відцентрові обертові розпилювачі РР-90-6000 для малооб'ємного розпилення, виробництва ТОВ «Заря»

(Російська Федерація). Дані розпилювачі на обприскувачі з баком 2000 літрів за умови швидкості 12 км/год дозволяють провести обприскування на площі до 80 га однією заправкою.

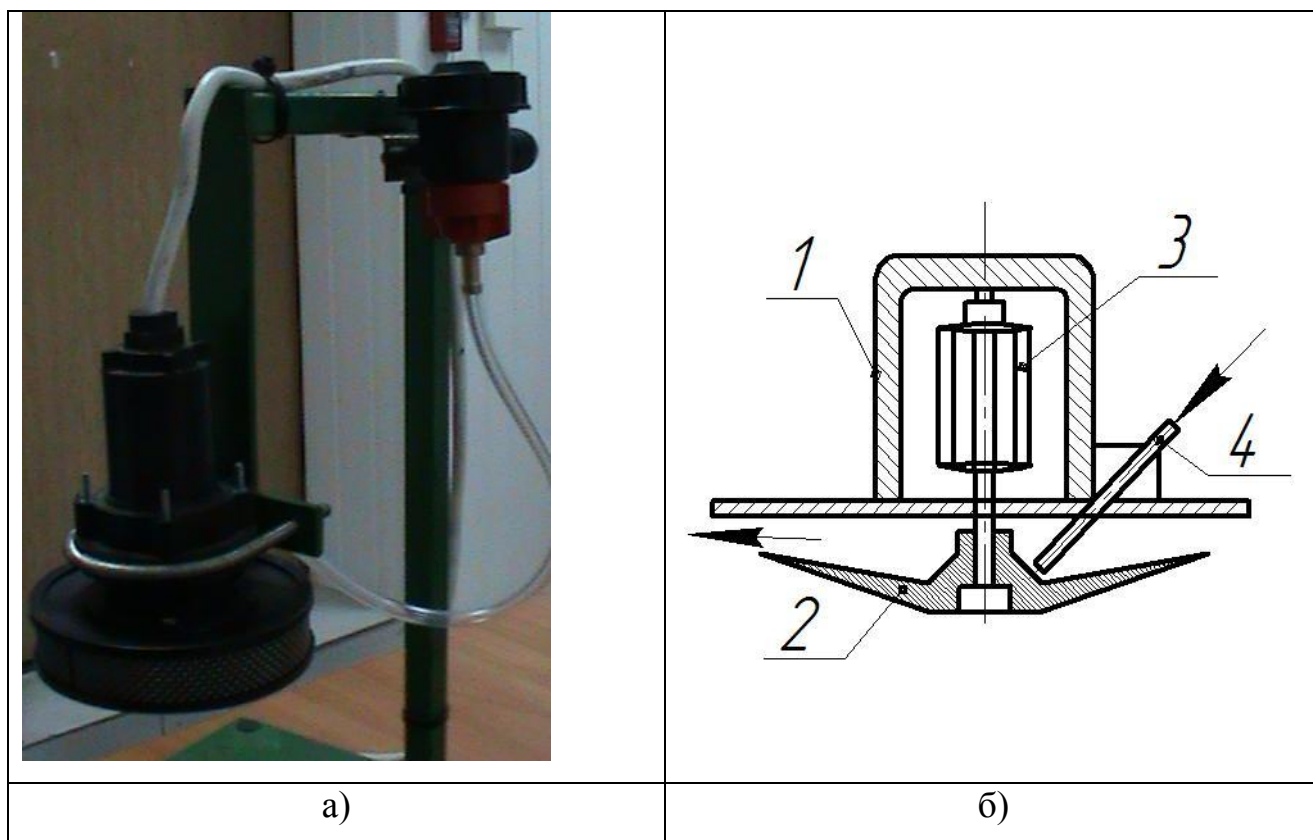


Рис. 3.1. Загальний вид (а) та принципова схема (б) відцентрового обертового розпилювача: 1 – корпус; 2 – диск; 3 – електродвигун; 4 – штуцер.

Таблиця 3.1

Характеристика розпилювача

Розпилювач РР.90.6000	Одиниця вимірювання	Значення
Тиск номінальний	МПа	0,2
Витрата води за умови номінального тиску	л/хв	0,2
Відхилення витрати води, не більше	%	± 5
Відстань між розпилювачами на штанзі	метрів	1

Положення штанги над об'єктом обробки, номінальне	метрів	0,6
Відхилення штанги від номінального положення, не більше	метрів	+ 0,2; - 0,1
Нерівномірність розподілу води по довжині штанги, не більше	%	15
Дисперсність розпилення	мкм	90-220
Привод диска: електродвигун, напруга U	В	12
Потужність, N	Вт	40
Ресурс	годин	5000
Термін служби	років	5

Таблиця 3.2

Експлуатаційні показники досліджуваного розпилювача

Розпилювач	Тиск МПа	Витрата л/хв	Швидкість руху обприскувача, км/год										
			4	5	6	7	8	9	10	11	12	16	30
PP.90.6000	0,1	0,15	98	78	65	56	49	44	39	36	33	24	13
	0,15	0,18	110	88	73	63	55	49	44	40	37	27	15
	0,2	0,20	120	96	80	69	60	53	48	44	40	30	16
	0,25	0,23	130	104	86	74	65	58	52	47	43	32	17
	0,3	0,29	139	111	92	72	69	62	55	50	46	35	18

3.4. Прилади та обладнання, які використовуються при проведенні досліджень.

Стенд для дослідження розпилювачів (рис. 3.2) розроблений для

визначення параметрів розпилювачів. Даний стенд складається з баку 1, місткістю 400 л; відцентрового насосу 2; електродвигуна 3; фільтрів 4; гумових рукавів 5; регулятора тиску 6; манометра 7 (ГОСТ 6521-71); штанг 8, виготовлених з полімеру діаметром 32мм; розпилюючої головки з встановленим розпилювачем 9; Розподілювачів рідини 10; жолобів 11; мірних колб 12; механізму перевертання колб 13, рами 14 на якій все закріплено; тримача 15.

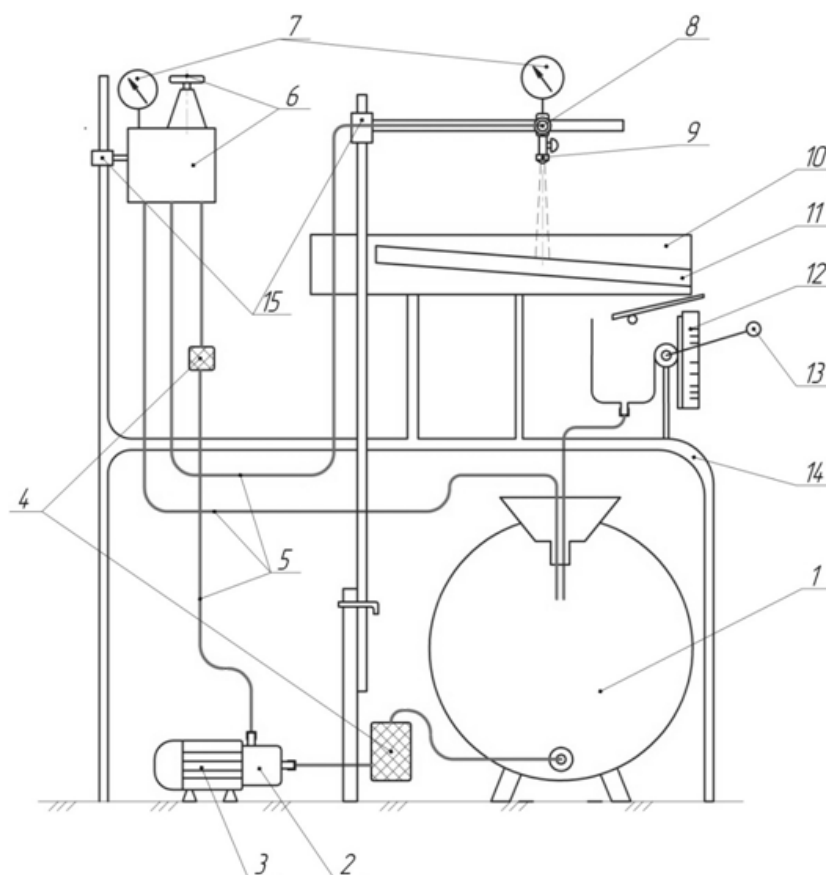


Рис. 3.2. Принципова схема гідравлічного стенду для дослідження розпилювачів: 1 – бак; 2 – насос; 3 – електродвигун; 4 – фільтр; 5 – рукав; 6 – регулятор тиску; 7 – манометр; 8 – штанга; 9 – розпилююча головка з розпилювачем; 10 – розподілювачі; 11 – жолоб; 12 – мірні колби; 13 – поворотний механізм; 14 – рама; 15 – тримач.

Стенд працює циклічно. Робота стенду відбувається наступним чином насос 2 всмоктує робочий розчин з баку 1, та подає на регулятор тиску 5, який регулює тиск в штанзі 8, рідина проходить через фільтри 4. Контроль тиску здійснюється завдяки манометру 6. Рідина проходить по штанзі до розпилюючої головки та розпилюється розпилювачем 9. Розпилена рідина

потрапляє на розподільвачі рідини 10, та стікає по жолобам 11, до мірних колб. За допомогою поворотного механізму колб 13, є можливість злити рідину до баку. Загальний вид стенду показано на (рис. 3.3.)



Рис. 3.3. Загальний вид гідравлічного стенду для вимірювання параметрів розпилювачів: 1 – бак; 2 – насос; 3 – електродвигун; 4 – фільтр; 5 – рукав; 6 – регулятор тиску; 7 – манометр; 8 – штанга; 9 – розпилююча головка з розпилювачем; 10 – розподільвачі ; 11 – жолоб; 12 – мірні колби; 13 – поворотний механізм; 14 – рама; 15 – тримач

Манометр, з точністю $\pm 1\%$ дії робочого тиску,



Рис.3.5. Загальний вигляд манометра
Мірний циліндр на 2000 мл., з ціною поділки 10мл., (рис. 3.6).



Рис. 3.6. Загальний вид мірного циліндра на 2000 мл., (ГОСТ 1770-74)

Лінійка з точністю ± 1 мм.

Кутомір з точністю $\pm 0,5^\circ$.

3.5 Висновок по розділу

Розроблені та виготовлені лабораторні стенди дозволяють провести необхідні випробування розпилювачів у відповідності до існуючих вимог та згідно запропонованої програми .

4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ АНАЛІЗ

Основною вимогою до розпилювача пестицидів є рівномірний розподіл робочої рідини по поверхні зрошення за умови, що відстань між розпилювачами на штанзі обприскувача складає 0,5 м для щілинних розпилювачів та 1 м для відцентрових обертових. Розрахунки показують, що розподіл робочої рідини по поверхні зрошення з коефіцієнтом варіації меншим ніж 8%, досягається за умови, що кут розкриття факелу $2\alpha_c$ дорівнює 90° .

У відповідності до розробленої програми та методики експериментальних досліджень пропонується провести визначення основних характеристик відцентрового обертового розпилювач (див. рис. 3.1), та порівняти їх з класичним щілинним розпилювачем.

4.1. Розробка плану 2-х факторного експерименту

Застосування відомих методів побудови математичних моделей дозволяє досить точно (з ймовірністю до 5%) визначити ймовірність отриманих результатів і описати їх математичним рівнянням.

При дослідженні технічних систем основних двох факторів (змінних) можна застосувати математичне планування експерименту. Основними факторами, що впливають на витрату рідини є тиск (P , МПа) та висота штанги (h , м).

Вплив цих факторів досліджується за загальною схемою при трьох рівнях кожного з них. Для спрощення розрахунків, фактичні значення тиску та висоти перетворюють в умовні одиниці. Значення змінних встановлюють таким чином, щоб при переведенні в умовний масштаб вони відповідали умовним одиницям -1; 0; +1.

Різниця значень змінних між нульовим значенням ± 1 (крок варіювання), визначає границі області досліджень, в межах якої отримують необхідну інформацію.

При розробці математичної моделі впливу факторів які ми досліджуємо будують схему планування експерименту при двох змінних: тиск P та висота h . Складають схему розрахунку з урахуванням експериментальних даних.

Вибір режиму дослідів здійснюють наступним чином:

а) спочатку встановлюють значення нульового (або середнього) рівня тиску та висоти:

- тиск 0,3МПа;

- висота 0,5 м;

б) потім задають інтервал зміни (крок варіювання) кожної змінної:

- тиск 0,1МПа;

- висота 0,1 м;

За допомогою гідравлічного стенда можна регулювати фактор P та h . Задачею досліджень є виявлення впливу цих параметрів на показник витрати рідини Q , л/хв.

Для проведення експериментів провели кодування факторів.

Таблиця 4.1.

Фактори та рівні їх варіювання

Фактори	Рівні варіювання		
	-1	0	+1
P , МПа	0,2	0,3	0,4
h , м	0,4	0,5	0,6

Для одержання регресійної моделі у вигляді полінома I ступеня були проведені експерименти згідно наступного плану: ($3^2 = 9$).

Таблиця 4.2.

Матриця планування і результати проведення експериментів

№ дослідів	X_1	X_2	Q л/хв
1	+1	+1	0,290
2	+1	-1	0,240
3	-1	+1	0,330

4	-1	-1	0,240
5	0	0	0,290
6	0	+1	0,336
7	-1	0	0,240
8	0	-1	0,290
9	+1	0	0,320

У результаті обробки факторного експерименту можна одержати регресійну модель у вигляді полінома I ступеня:

$$Q = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_{12} \cdot x_1 \cdot x_2, \quad (4.1)$$

де b_0, b_1, b_2, b_{12} – коефіцієнти регресії, що для даної матриці можна розрахувати по формулах

$$* b_0 = \frac{\sum_{i=1}^9 f_i}{9}, \quad (4.2)$$

$$b_1 = \frac{\sum_{i=1}^9 f_i \cdot x_1}{9}, \quad (4.3)$$

$$b_2 = \frac{\sum_{i=1}^9 f_i \cdot x_2}{9}, \quad (4.4)$$

$$b_{12} = \frac{\sum_{i=1}^9 f_i \cdot x_1 \cdot x_2}{9}, \quad (4.5)$$

Коефіцієнти рівняння для двох змінних розраховують за результатами дев'яти експериментів.

Фактичні значення тиску та висоти при постановці досліду наведені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3.

Схема планування експерименту для двох компонентів

№ експерименту	Значення параметру				
	Умовних одиниць		Реальних значення		
	X_1	X_2	$P, \text{МПа}$	$h, \text{м}$	$Q, \text{л/хв}$
1	2	3	4	5	6
1	-1	-1	0,2	0,4	0,290
2	-1	0	0,225	0,425	0,240
3	-1	+1	0,25	0,45	0,330
4	0	-1	0,275	0,475	0,240
5	0	0	0,3	0,5	0,290
6	0	+1	0,325	0,525	0,336
7	+1	-1	0,35	0,55	0,240
8	+1	0	0,375	0,575	0,298
9	+1	+1	0,4	0,6	0,320

Розраховуємо коефіцієнти регресії за формулами (4.2...4.5):

$$b_0 = \frac{0,290 + 0,240 + 0,330 + 0,240 + 0,290 + 0,336 + 0,240 + 0,298 + 0,320}{9} = 0,287;$$

$$b_1 = \frac{0,290 \cdot (-1) + 0,240 \cdot (-1) + 0,330 \cdot (-1) + 0,240 \cdot 0 + 0,290 \cdot 0 + 0,336 + 0,240 \cdot (+1) + 0,298 \cdot (+1) + 0,320 \cdot (+1)}{9} = 0,01$$

$$b_2 = \frac{0,290 \cdot (-1) + 0,240 \cdot 0 + 0,330 \cdot (+1) + 0,240 \cdot (-1) + 0,290 \cdot 0 + 0,336 \cdot (+1) + 0,240 \cdot (-1) + 0,298 \cdot 0 + 0,320 \cdot (+1)}{9} = 0$$

$$b_{12} = \frac{0,290 \cdot (-1) \cdot (-1) + 0,240 \cdot (-1) \cdot 0 + 0,330 \cdot (-1) \cdot (+1) + 0,240 \cdot 0 \cdot (-1) + 0,290 \cdot 0 \cdot 0 + 0,336 \cdot 0 \cdot (+1) + 0,240 \cdot (-1) \cdot (+1) + 0,298 \cdot 0 \cdot 0 + 0,320 \cdot (+1) \cdot (-1)}{9}$$

$$+ \frac{0,290 \cdot 0 \cdot 0 + 0,336 \cdot 0 \cdot (+1) + 0,240 \cdot (+1) \cdot (-1) + 0,298 \cdot (+1) \cdot 0 + 0,320 \cdot (+1) \cdot (+1)}{9} = 0,01$$

Таким чином, рівняння отримане для розрахунку має наступний вигляд:

$$Q = 0,287 + 0,01 \cdot x_1 + 0 \cdot x_2 + 0,01 \cdot x_1 \cdot x_2.$$

За допомогою даного рівняння можна вирахувати значення витрати рідини при різних значеннях факторів P і h .

Наприклад, витрата для заданих значень $P = 4,5$ МПа і $h = 0,7$ м становитиме:

$$Q = 0,287 + 0,01 \cdot 4,5 + 0 \cdot 0,7 + 0,01 \cdot 4,5 \cdot 0,7 = 0,363 \text{ л/хв.}$$

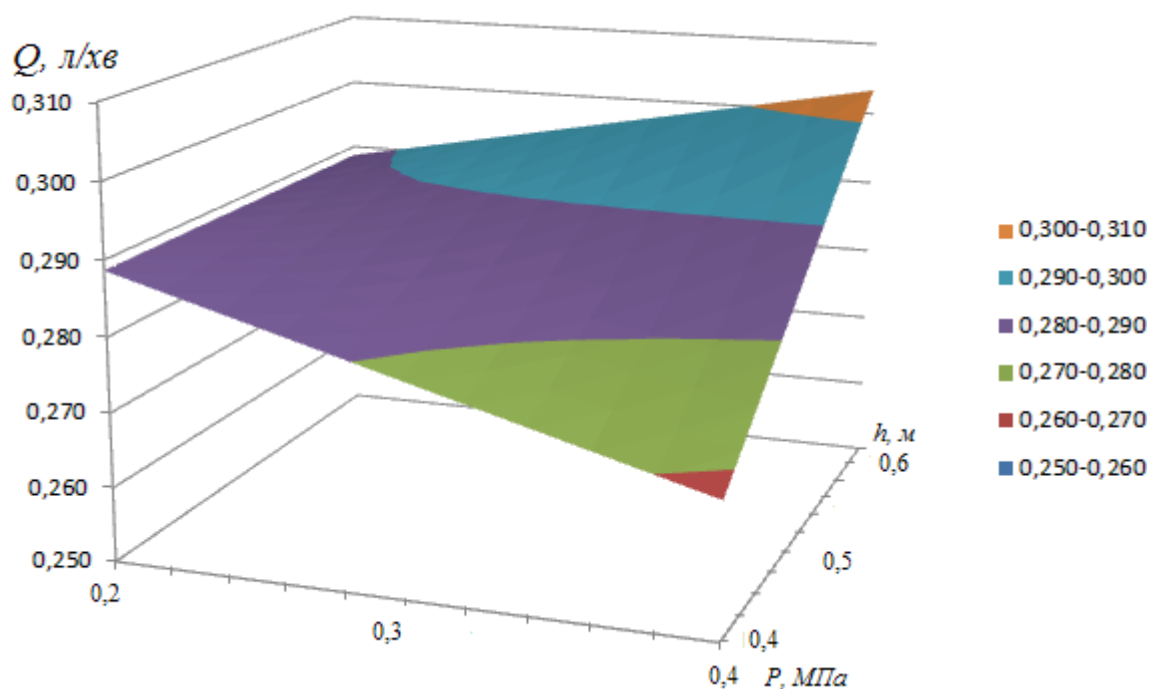


Рис.4.1. Поверхня відгуку значення витрати рідини при різних значеннях тиску P та висоти h .

Виходячи з умови, що оптимальна витрата рідини розпилювачем РР.90.6000 за хвилину становить 0,3л, то аналізуючи рис. 4.1. можемо зробити висновок, що найбільш оптимальним параметром для розпилювача буде тиск $P=0,3$ та висота штанги $h=0,5$ м

4.2. Розподіл розпиленої рідини по довжині факела

Як зазначалося в попередньому розділі розподіл рідини по довжині факела проводився при трьох значеннях тиску 0,2;0,3; та 0,4 МПа, та висоти 0,4;0,5;0,6м. Випробування проводилися кожен по два рази для достовірності результату і виводилося середнє значення, які були занесені до таблиці 4.5, решта результатів приведена в додатку .

Нерівномірність розподілу розпиленої рідини по довжині штанги для розпилювачів, що були встановлені через 0,5 м, досліджували на гідравлічному стенді (рис 4.5) , приклад результатів на рис. 4.2 - 4.5.

Таблиця 4.4

Результати розподілу рідини по довжині факелу,розпилювачем
РР.90.6000. при тиску 0,3 МПа на висоті 0,5м

При $P= 0,3$ МПа, $H= 0,5$ м		Об'єм колби (Vмл)	№ колби	Відстань від осі факела см
Спроба №1	Спроба№2			
0	0	0	13	-35
20	20	20	14	-30
40	42	41	15	-25
66	62	64	16	-20
135	128	132	17	-15
167	160	164	18	-10
172	168	170	19	-5
150	152	151	20	0
98	107	103	21	5
81	88	85	22	10
30	33	32	23	15
0	0	0	24	20

З одержаних результатів будуємо графік

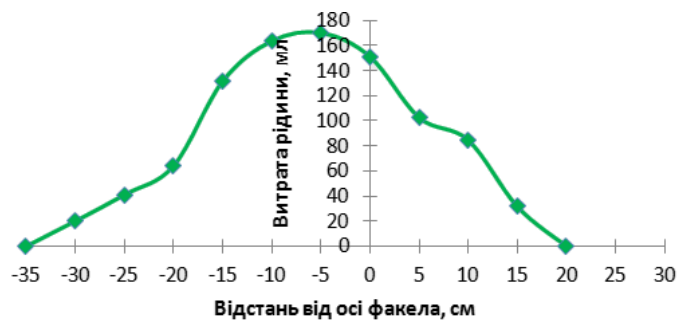


Рис.4.2. Графік розподілу рідини по довжині факела при $P = 0,3$ $h = 0,5$



Рис.4.3 Фото розподілу рідини одного розпилювача при $P = 0,3$, $h = 0,5$

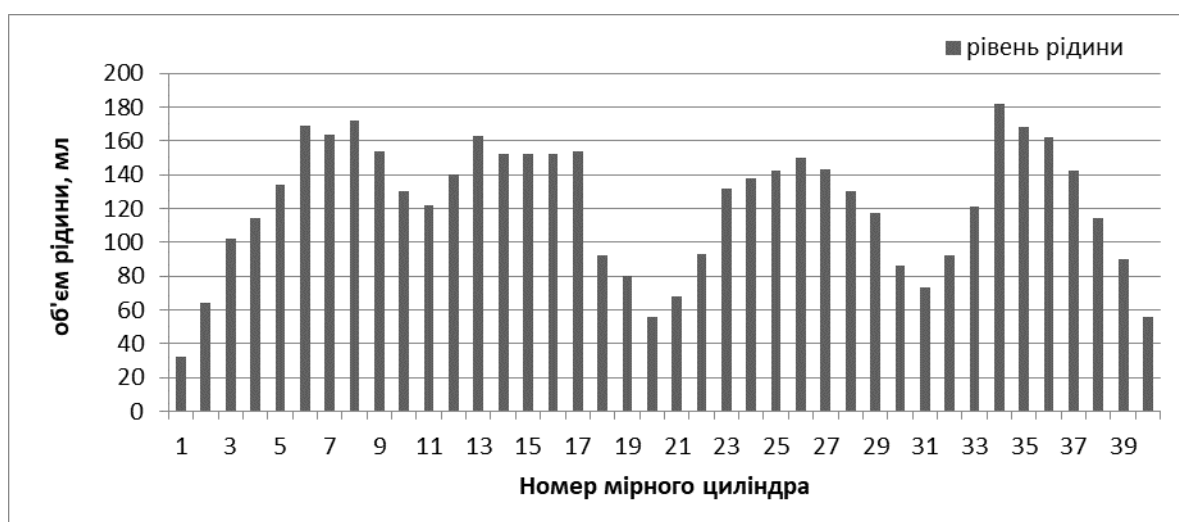


Рис.4.4. Графік розподілу рідини по довжині штанги, при $P = 0,3$ МПа; $h = 0,5$ м



Рис. 4.5. Фото гідравлічного стенду під час дослідження рівномірності розподілу рідини по довжині штанги

4.3. Визначення коефіцієнта варіації

Коефіцієнт варіації та середньоквадратичного відхилення розраховуємо по формулам 3.1 та 3.2 і заносимо в таблицю та будуємо діаграму.

Заміри проводили при висоті штанги над поверхнею зрошення від 0,4 до 0,6 м при тиску 0,3 МПа. Коефіцієнт варіації склав 39,97, 28,7 і 28,4 %, відповідно.

Залежність коефіцієнта варіації розподілу рідини по довжині штанги від тиску і висоти розпилювачів над поверхнею, що обробляється 0,4 – 0,6 м показано на рис. 4.6.

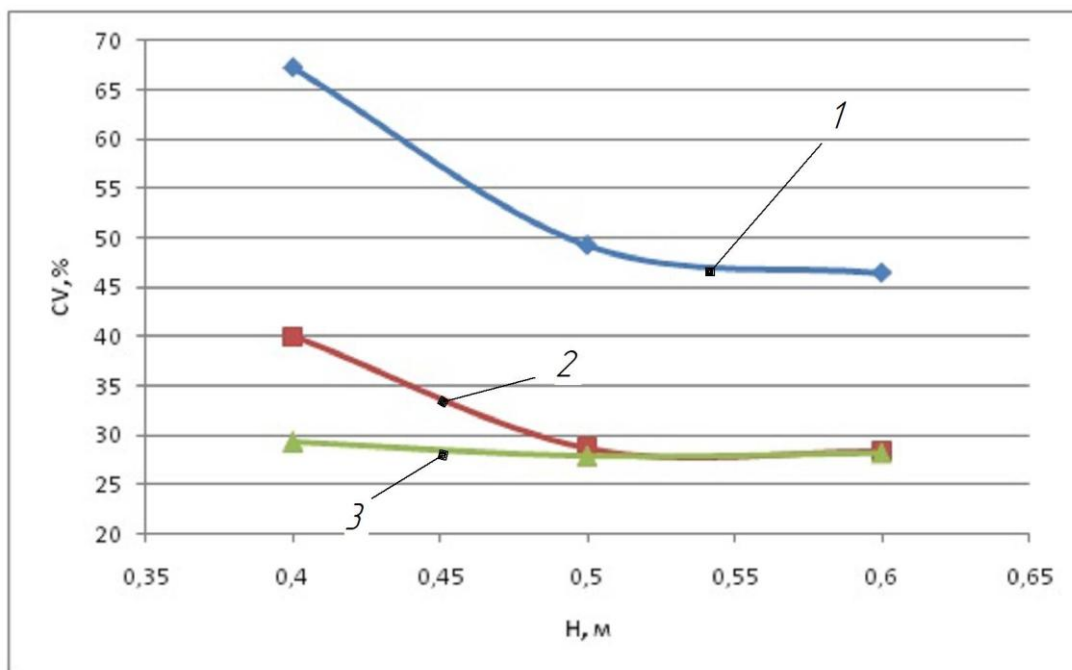


Рис. 4.6. Залежності коефіцієнту варіації розподілу від висоти розташування розпилювача для тиску: 1 - 0,2 МПа; 2 - 0,3 МПа ; 3 - 0,4 МПа.

4.4. Порівняння експлуатаційних показників щілинних і відцентрових обертових розпилювачів.

Одним з найважливіших факторів, які можуть негативно вплинути на ефективність застосування хімікатів при обприскуванні, є якість і надійність роботи самого обладнання обприскувача.

Результат впливу хімікатів (пестицидів, добрив і т.д.) на якість врожаю залежить від правильного і рівномірного розпилення їх по оброблюваній поверхні.

Розглянемо, як залежить якість розпилу хімікатів від конструктивних особливостей обприскувачів, обладнаних щілинними розпилювачами високого тиску і електричних обертових розпилювачів апаратури малооб'ємного розпилення.

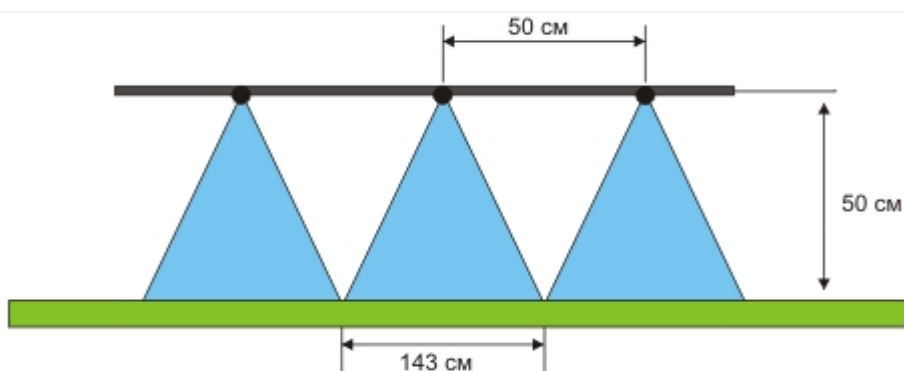
4.4.1. Вплив висоти розташування розпилювачів над оброблюваною поверхнею.

Висота розташування щілинного розпилювача від місця кріплення до оброблюваної поверхні визначається вимогами мінімального перекриття для забезпечення рівномірності обприскування рослин. Зазвичай розпилювачі

встановлюються по висоті, виходячи з відносин відстані між розпилювачами до їх висоті як 1:1. Наприклад, розпилювачі з кутом розпилу 110° , що розташовуються на відстані 50 см один від одного, повинні знаходитися на висоті 50 см від оброблюваної поверхні.

Дотримання цих вимог забезпечує рівномірне розпилення хімікатів по поверхні. У більшості випадків ці умови не виконуються, що пов'язано з конструктивними особливостями щілинного обприскувача можливостями регулювання штанги по висоті, коливаннями штанги при русі по поверхні поля. Це призводить до того, що при збільшенні висоти розташування розпилювачів збільшується зона перекриття кожного розпилювача. Наприклад, при піднятті штанги вище рекомендованої на 10 см ширина покриття поверхні розпилювачем збільшується з 143 см до 175 см (рис.4.7).

Утворюється зона перекриття в 32 см. Таким чином перекриття може досягати 25-30% оброблюваної площі. Якщо при висоті 50 см вноситься норма гербіцидів, то при висоті 60 см в зоні перекриття кількість гербіциду збільшується на 40%, а в решті зони знижено на 30% від норми. Це може викликати як осередкове ураження рослин в зоні перекриття, так і зниження ефекту від гербіциду в решті зони, що однаково веде до втрати врожаю.



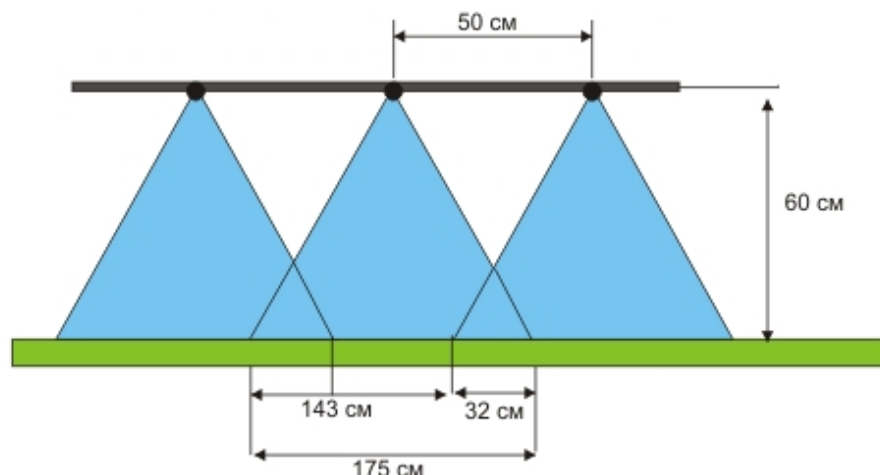


Рис. 4.7. Перекриття факелів розпилення при різній висоті встановлення щілинного розпилювача.

Якщо оператор не контролює постійно положення штанги по висоті, то ці втрати існують і необхідно на це звернути увагу.

Полегшити роботу оператора з контролю за висотою розташування штанги дозволяє установка гідравлічних підйомників штанг. Проблема контролю висоти розташування штанги повністю вирішена іноземними виробниками обприскувачів за рахунок установки гідравлічних підйомників, контрольованих їх кабіни трактора. Але це призводить до подорожчання обприскувача, зменшення надійності його роботи збільшення витрат на його обслуговування і ремонт. Особливо це стосується обприскувачів зарубіжних виробників, ціни на запасні частини яких ростуть із зростанням курсу валют.

У обприскувачів, обладнаних електричними обертовими розпилювачами (апаратура дрібнокрапельного розпилення), рівномірність розподілу рідини по ширині захвату в меншій мірі залежить від положення штанги по висоті і її коливань, тому що утворюється факел спрямований не вниз, а паралельно штанзі (рис.4.8).

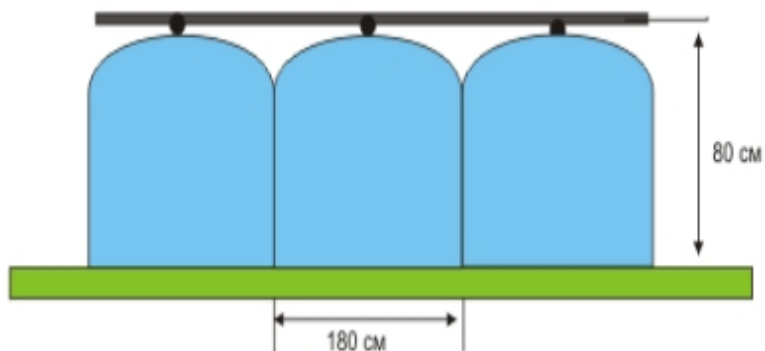


Рис. 4.8. Форма факелу розпилення дисковим відцентровим розпилювачем

На рис 4.8 наведено траєкторії польоту крапель, що скидаються з кромки малооб'ємного електричного обертового розпилювача.

Ширина захвату одного розпилювача складає 1,2-1,8 м і не залежить від зміни положення розпилювача по висоті. Ця особливість роботи розпилювача дозволяє:

- відійти від контролю штанги по висоті;
- спростити роботу оператора, пов'язану з контролем і регулюванням положення штанги по висоті;
- виключити виникнення подвійних зон покриття і перевитрати препарату, загрози осередкового ураження;
- зменшити експлуатаційні витрати за рахунок відсутності гідравлічних підйомників та іншого обладнання контролю положення штанг по висоті;
- зробити конструкцію штанг простою і довговічною;
- збільшити швидкість трактора при обробці до 12-15 км/год через відсутність впливу коливання штанги на якість розпилу.

4.4.2. Вплив зміни тиску в системі обприскувача на якість розпилу.

Зміна робочого тиску в системі обприскувача значно впливає насамперед на кут розпилення рідини. Як показано на рис. 4.9, зниження тиску з 2 атм до 1 атм, призводить до зменшення витрати робочої рідини з 0,8 л/хв до 0,4 л/хв та значного зменшення (на 30-40%) площі покриття рослин хімікатом.

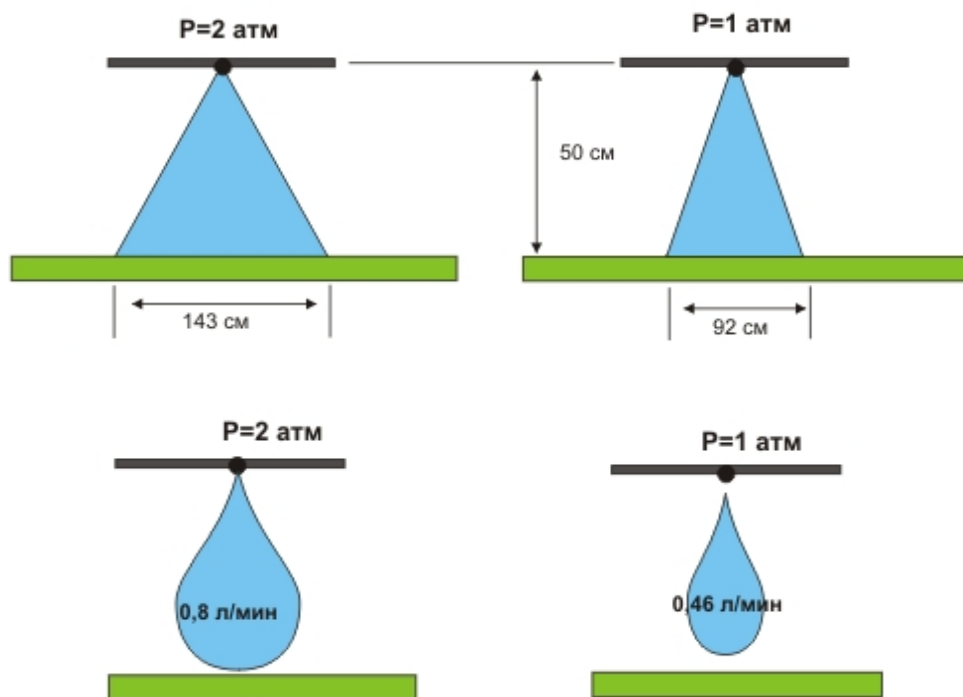


Рис.4.9. Вплив тиску робочої рідини на її витрату через розпилювач

Рівномірність розпилення дуже важливий параметр, тому для традиційних обприскувачів необхідно:

- стежити за тим, щоб розпилювачі працювали в правильному діапазоні тисків;
- контролювати справність роботи регулятора тиску;
- перевіряти відповідність робочого тиску типу встановлених розпилювачів і обраної норми витрати хімікату;
- своєчасно здійснювати заміну фільтрів тонкого очищення, їх засміченість призводить до втрати тиску в магістралях і відповідно значної зміни витрати хімікату.

Обприскувачі, обладнані апаратурою малооб'ємного розпилення, з електричними обертовими розпилювачами, цього недоліку позбавлені, оскільки розпилення робочої рідини в таких розпилювачах створюється відцентровою силою, а не високим тиском, як у традиційних обприскувачах. Це дозволяє відмовитися від використання складних і дорогих насосів високого тиску. Подача хімікату здійснює електричний відцентровий насос, який створює тиск

0,5-0,8 атм і забезпечує стабільну подачу робочої рідини до розпилювачів, та відсутній складний регулятор тиску, що спрощує настройку системи обприскування.

Зміна норми витрати робочої рідини здійснюється простою зміною жиклерів з нормованими отворами від 1 до 5 мм.

Такі діаметри жиклерів виключають їх засмічення від роботи із суспензіями і використання неякісної води. Це дозволяє відмовитися від фільтрів тонкого очищення.

Використання методу відцентрового розпилення рідини дозволило отримати наступні експлуатаційні переваги:

- заміна насоса високого тиску, як правило, імпортного виробництва, що працює від ВВП, на «електричний відцентровий насос», більш простий і надійний;
- виключення з системи регулятора тиску, що спрощує регулювання системи;
- заміна шлангів високого тиску на звичайні.

Застосування малооб'ємних обприскувачів з відцентровими дисковими розпилювачами дозволяє отримати економічний ефект, що виражається у вигляді збільшення продуктивності за рахунок зменшення простоїв, пов'язаних з очищенням фільтрів, зменшення вимог до якості води і чистоти місткостей. Збільшується експлуатаційних ресурс, тому що немає складних і дорогих насосів та регулятора тиску.

4.5. Висновки по розділу.

1. При реалізації плану 2-х факторного експерименту були отримані дані, що дозволять визначити параметри оптимальної роботи розпилювача РР.90.6000, які становлять: тиск $P = 0,3$ МПа та висота штанги $h = 0,5$ м.

2. Коефіцієнт варіації при проведенні дослідів коливається від 28,2 до 67,25%. При цьому із збільшенням тиску робочої рідини та висоти розташування

розпилювача над поверхнею коефіцієнт варіації рівномірності розподілу робочої рідини знижується.

3. Використання методу відцентрового розпилення рідини дозволяє отримати наступні експлуатаційні переваги:

- заміна насоса високого тиску, як правило, імпортного виробництва, що працює від ВВП, на відцентровий, більш простий і надійний;
- виключення з системи регулятора тиску, що спрощує регулювання системи;
- заміна комунікацій високого тиску на дешеві пластикові трубопроводи.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці - це система правових, організаційно – технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів направлених на забезпечення життя, здоров'я і працездатності людини в процесі її трудової діяльності [Закон України «Про охорону праці»].

Аналізуючи шкідливі та небезпечні фактори [ДСТУ 2293-99 «Охорона праці. Терміни та визначення основних понять»] праці при роботі з обприскувачами можна виділити основні, такі як механічні пошкодження - можливість потрапити під агрегат через неуважність, послизнутися піднімаючись або спускаючись по сходинок трактора та хімічні отруєння – вдихання парів розчину для обробітку ріпаку, потрапляння рідини на шкіру та в очі;

5.1. Загальні вимоги безпеки праці при роботі з обприскувачами для хімічного захисту рослин.

5.1.1. Загальні вимоги безпеки:

- Обприскувач повинен надійно приєднуватись до транспортного засобу (носія).

- Частини та деталі обприскувача, при всіх висотах установки розпилювачів по відношенню до оброблюваної поверхні, не повинні піддаватися безпосередньому впливу на них розпилу робочої рідини.

- Причіпний обприскувач повинен знаходитися в стійкому положенні увідеднаному від трактора стані і зберігати стійкість в будь-якому напрямку на опорній поверхні до 15°, незалежно від кількості рідини в технологічній ємності.

- Внутрішні з'єднання гідросистеми навішування трактора (носія) повинні мати замки, що обмежують будь-яке просочування при приєднанні або роз'єднанні. Допускається витік не більше 2,5 мл для кожного з'єднання при тиску до 17,5 МПа.

- Обприскувачі повинні бути оснащені фільтрами для фільтрації робочої рідини при заправці та подачі по розпилювачам.

- Конструкція обприскувача повинна забезпечувати можливість очищення від забруднення зовнішніх і внутрішніх поверхонь.

- Для підтримки рівномірності концентрації робочої рідини в технологічній ємності обприскувача необхідно пристрій для її перемішування. Допуск відхилення від заданої рівномірності не більше 5%. Пристрій для перемішування робочої рідини в технологічній ємності обприскувача має виключати піноутворення.

- Для контролю заправки і технологічного процесу внесення пестицидів технологічні ємності обприскувачів повинні бути обладнані рівнемірами. Шкала рівнеміра повинна бути видима з робочого місця оператора.

- Горловини технологічних ємностей повинні забезпечити безпечну заправку обприскувача, що виключає витікання робочої рідини. Зусилля відчинення заливної горловини не більше 50 Н.

- Висота (глибина) сітчастого фільтра заправної горловини повинна складати при місткості бака до 200 л - 80мм, від 200 до 600 л – 200мм і більше 600 л - 250 мм.

- Обприскувачі, працюють з надлишковим тиском, обладнуються засобами вимірювання тиску та запобіжними пристроями, що запобігають ріст тиску в будь-якій частині системи більш ніж на 20% понад максимального робочого тиску. Гідравлічні комунікації обприскувача повинні бути оснащені запобіжною системою для запобігання зворотного потоку робочої рідини. Обприскувачі, працюючі при тиску менше 0,5 МПа, повинні оснащуватися засобами контролю тиску зі шкалами вимірювання тиску до 0,5 МПа, при цьому розподіл шкали повинна становити не менше 0,02 МПа. Розмітка індикації шкали мала також бути не менше 0,02 МПа.

5.1.2. Вимоги безпеки до штангових обприскувачів:

- На штангових обприскувачах має бути передбачено посекційне включення і відключення подачі робочої рідини на кожну секцію штанги, або половини її ширини захвату, а також встановлений клапан центрального управління для включення і відключення подачі до всіх секцій штанги.

- Для виключення контакту оператора з розпилюючою робочою рідиною, штанга обприскувача та її секції при ширині захвату понад 10 м повинна мати гідравлічний механізм складання і розкривання з управлінням з кабіни трактора.

- Штангові обприскувачі з шириною захвату від 18 м і більше для стиковки технологічних проходів з метою виключення пропусків і передозування препаратів в ґрунті або на оброблюваних рослинах повинні оснащуватися маркерами або системою навігації.

- Для забезпечення рівномірності внесення пестицидів на оброблювальну поверхню навішування штанги повинна мати систему стабілізації, що забезпечує горизонтальне розташування штанги при русі на нерівних ділянках поля.

- Для забезпечення механічної безпеки штанга оснащується запобіжним пристроєм, що забезпечує автоматичне повернення її в початкове робоче положення в разі удару перешкоди.

- Системи регулювання висоти установки штанги з приводом оснащують пристроєм затримки від падіння, обмежувачем, який регулює висоту установки штанги над рівнем землі. Всі системи регулювання висоти установки штанг повинні бути оснащені блокуючим пристроєм.

- У транспортному положенні штанга не повинна перепиняти доступ до робочого місця оператора, сопла не повинні розміщуватися вище робочого місця оператора при відсутності захисного екрана від попадання робочої рідини на оператора.

- Для виключення контакту з повітряними лініями електропередач при розкладанні штанги висота її не повинна бути вище 5 м від рівня землі. Обприскувачі, мають виступаючі частини (в робочому положенні вище 3,5 м

від землі), повинні бути оснащені попереджувальним знаком, що вказує потенційну небезпеку від повітряних ліній електропередач. Цей знак повинен бути зрозумілий оператору з робочого місця.

- Для виключення аварійного витoku робочої рідини і забруднення навколишнього середовища розпилювачі, встановлені на штанзі, повинні бути захищені від пошкодження при контакті з основою (землею).

- На штанзі обприскувача повинні бути пристрої, що перешкоджають витoku рідини через розпилювачі в момент припинення подачі робочої рідини. Час спрацювання пристроїв не повинен перевищувати 1 с при тиску 0,06 МПа одночасно на всіх розпилювачах, встановлених на штанзі. Після спрацювання пристрою витік робочої рідини через вихідний отвір розпилювача не повинен перевищувати 2,5 мл.

- На штанзі обприскувача встановлюються розпилювачі одного типорозміру, під час роботи максимальне відхилення витрати робочої рідини через кожен розпилювач не повинен перевищувати $\pm 5\%$ від загального середнього значення.

- Розпилювачі повинні мати кодування. Конструкція розпилювача повинна забезпечувати задану орієнтацію сопла та утримуватися відносно оброблюваної поверхні.

- Обприскувачі, оснащені двофазним соплами, повинні бути обладнані окремими редукційними клапанами і манометрами для незалежного управління подачею робочої рідини і повітря.

5.1.3. Вимоги безпеки при експлуатації обприскувачів:

- Для забезпечення безпечних умов роботи оператора обприскувачі з місткістю технологічної ємності 1000 л і більше повинні бути обладнані приймальним бункером для змішування препарату з водою, а також для миття тари з-під пестициду після її спорожнювання. Мінімальний робочий об'єм бункера - 15 л. Конструкція бункера повинна забезпечувати безпечну загрузку всіх препаративних форм пестицидів (порошки, гранули і т.д.) і робочої рідини.

- Обприскувачі, оснащені приймальним бункером, повинні мати промивний резервуар для чистої води з об'ємом не менше 20% від обсягу технологічної ємності для робочої рідини.

- Для виключення переливу робочої рідини при заправці технологічна ємність повинна бути маркована рівнями заповнення - номінальний і заповнений (не більше 95% від загального обсягу).

- Для виключення виплескування препарату або робочої рідини технологічна ємність повинна мати пристрій для герметичного закривання. Отвір для заповнення повинне мати діаметр не менше 250 мм. Отвір для завантаження має бути не нижче 0,5 м від рівня землі. Для безпечного обслуговування навколо технологічної ємності має бути простір не менше 500 мм.

- Тиск в технологічній ємності не повинно відрізнятися від атмосферного більш ніж на 0,03 МПа при всіх умовах експлуатації.

- Для рівномірного внесення робочої рідини при постійній частоті обертання вала відбору потужності тиск, за допомогою спеціальних пристроїв (регуляторів тиску), повинен зберігатися постійним з допуском $\pm 5\%$.

- Зміни в технологічному процесі обприскування тривалістю не більше 5 с, пов'язані з необхідністю переключення подачі робочої рідини до розпилювачів, зміною швидкістю руху обприскувача, відключенням і включенням секцій штанги, що впливають на витрату робочої рідини, не повинні приводить до похибки витрати більш ніж на $\pm 10\%$ від середнього значення до встановлення заданого режиму роботи.

- Фільтри магістралі тиску повинні мати екран (сито) площею, що забезпечує при забиванні фільтра на 50% максимально задану витрату без збільшення робочого тиску насоса більше ніж на 10%.

- Для виключення аварійного розливу робочої рідини всі шланги, встановлені на обприскувачі, повинні мати розрахункову довжину, на 20% перевищує максимальний робочий тиск оприскувача, а також маркування із зазначенням розрахункового тиску. Шланги повинні бути встановлені так, щоб

уразі розриву ризик забруднення оператора був виключений. Вони не повинні проходити через кабінку управління транспортного засобу. Близько розташовані до оператора шланги повинні мати захисні кожухи. Шланги повинні бути встановлені без різких вигинів, які могли б знижувати ефективність проходження робочої рідини по шлангу.

- Залишкова кількість робочої рідини в технологічній ємкості обприскувача після закінчення технологічного процесу не повинно перевищувати: при місткості до 600 л - 4%, більше 600 л - 3% від загальної місткості. Залишок робочої рідини після закінчення роботи розбавляється водою (не менше 50% від технологічної ємності) і вноситься на оброблені ділянки шляхом обприскування.

- Обприскувачі повинні бути обладнані додатковою технологічною ємністю місткістю не менше 15 л з чистою водою для змиву препарату, що випадково потрапив на відкриті шкірні ділянки тіла оператора.

5.2. Аналіз впливу пестицидів, та заходи по зменшенню негативної дії препарату на людей.

Для анулювання негативної дії пестицидів на людей, тварин і довкілля виробники засобів захисту систематично ведуть роботи по їх удосконаленню. До застосування не допускають препарати без усебічного вивчення їх дії на тварин, корисних комах, мікрофлору ґрунту, и т.д. Розробляють правила техніки безпеки при роботі з кожним препаратом і регламенти їх застосування узгоджено Законами України : "Про захист рослин", "Про пестициди і агрохімікати", "Про забезпечення санітарного і епідеміологічного благополуччя населення ", викладені в " Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні ", До

2004 року, зокрема, в Законі України "Про пестициди і агрохімікати" стаття 11: "Транспортування, зберігання, застосування, утилізація, знищення і знешкодження пестицидів і агрохімікатів і торгівля ними здійснюється у

відповідності з вимогами, встановленими чинним законодавством, санітарними правилами транспортування, зберігання і застосування пестицидів і агрохімікатів з іншими нормативними актами.

5.3. Засоби індивідуального захисту.

Для захисту організму від потрапляння пестицидів через органи дихання, шкіру та слизові оболонки усі працюючі з хімічними речовинами повинні забезпечуватись засобами індивідуального захисту. За кожним працюючим на весь період робіт закріплюють комплект захисту: спецодяг, спецвзуття, респіратор, протигаз, захисні окуляри, рукавиці. До протигазів і респіраторів даються змінні частини.

Вибір проводиться з урахуванням фізико-хімічних властивостей та класу небезпеки препаратів, характеру умов праці, а також у відповідності з індивідуальними розмірами працюючого. Для правельного і грамотного вибору ЗІЗ (засобів індивідуального захисту) стосовно до конкретних умов слід користуватися каталогами та державними стандартами, в яких наводяться основні технічні, захисні та експлуатаційні характеристики. Підбір ЗІЗ покладається на осіб, відповідальних за проведення робіт. ЗІЗ необхідно зберігати в спеціально відведеному чистому, сухому приміщенні в окремих шафах. Забороняється зберігати ЗІЗ в приміщенні, де зберігають пестициди. Носити спецодяг і спецвзуття після роботи категорично забороняється.

Особи, відповідальні за проведення робіт, повинні строго враховувати час захисної дії фільтрувальних пристроїв у відповідно до діючих вимог щодо застосування засобів захисту органів дихання. Своєчасно повинна проводитися заміна фільтруючих пристроїв. Поява запаху пестициду під маскою справного респіратора або протигазу свідчить про непридатність фільтруючих пристроїв і вимагає їх негайної заміни.

При роботі з помірно небезпечними речовинами у вигляді аерозолів необхідно використовувати протипилові (проти-аерозольні) респіратори.

Для захисту органів дихання при роботі з леткими сполуками, а також з препаратами 1 та 2 класів небезпеки необхідно використовувати протигазові респіратори (РПГ-67), універсальні респіратори (РУ-60М) з відповідними патронами, промислові протигази зі змінними коробками (рис. 5.1).



а)



б)

Рис. 5.2. Універсальні респіратори: а - РПГ-67, б - РУ-60М

Відпрацьовані патрони респіраторів, фільтри необхідно замінювати своєчасно після закінчення терміну захисного дії, а також при першій появі запаху пестицида під маскою. Відпрацьовані фільтри, коробки і патрони повинні знищуватися в відведених для цієї мети місцях.

При роботі з малонебезпечних і помірно небезпечними пилоподібними препаратами повинна застосовуватися спецодяг із маркуванням захисних властивостей по діючим державним стандартам.

При контакті з препаратами 1 та 2 класів небезпеки, а також з розчинами пестицидів повинен застосовуватися спеціальний одяг, виготовлений з сумішевих тканин з просоченням, а також додаткові засоби індивідуального захисту шкірних покривів - фартухи, нарукавники з плівкових матеріалів.

Для захисту рук при роботі з розчинами та іншими рідкими формами пестицидів застосовують гумові рукавички технічні (тип 1 і 2), латексні, промислові з латексу, бутілкаучу ка та інші рукавички технічного і промислового призначення, в тому числі імпортного виробництва. Забороняється використовувати медичні гумові рукавички.

При роботі з розчинами пестицидів для захисту рук використовують гумові рукавички на трикотажній основі. Для захисту ніг резинові чоботи з

підвищеною стійкістю до дії пестицидів і дезінфекційних засобів. При роботі з пилоподібними пестицидами в якості спецвзуття слід застосовувати брезентові бахіли, на складах пестицидів - шкіряне спецвзуття. У південних районах з підвищеними температурами допускається робота в кризових сапогах при виконанні обприскування.

Спецодяг щодня після роботи необхідно очищати від пилу за допомогою пиლოსоса. Звільнений від пилу спецодяг вивішують для провітрювання та просушки під навісом, або на відкритому повітрі на 8-12 год. Крім механічного видалення пестицидів і агрохімікатів зі спецодягу, остання повинна піддаватися періодичному пранні і знезараженню по мірі забруднення, але не рідше, ніж через шість робочих змін.

5.4. Заходи охорони праці при роботі з пестицидами.

5.4.1. Загальні вимоги для осіб, що використовують в процесі трудової діяльності пестициди для обробки земельних ділянок.

Для обробки земельних ділянок застосовується розчин приготований у відповідності з інструкцією по застосуванню заводу-виробника.

Розчин препарату, нанесений на поверхню листя поглинається рослиною протягом 4-6 годин, рослина гине в результаті порушення процесу синтезу амінокислот, перші ознаки дії препарату проявляються через 5-10 днів після його застосування. Повністю бур'яни відмирають через 2-3 тижні після обробки.

Робочий розчин має бути використаний в день приготування.

Обробку проводити в суху безвітряну погоду за відсутності на рослинах роси або вологи від дощу.

Зберігати препарат необхідно в шафах або приміщеннях тих, що закриваються, в добре закритій тарі на якій нанесена назва препарату. При зберіганні враховувати термін придатності відповідно до документації заводу-виробника.

До роботи з пестицидами допускаються особи не молодше 18 років, вивчили інструкцію і отримали відповідний цільовий інструктаж перед початком роботи.

До роботи з пестицидами не допускаються вагітні жінки і особи які мають медичні протипоказання.

Якщо розчин препарату токсичний, то персонал має бути повідомлений перед початком роботи.

5.4.2. Вимоги безпеки праці перед початком роботи:

Не приступати до виконання роботи, не пройшовши інструктаж з безпеки праці, на не розписавшись у відповідному журналі з охорони праці.

Одягнути спецодяг, підготувати засоби захисту рук, очей, органів дихання.

Перед початком робіт необхідно перевірити всі складові агрегату, відрегулювати та зафіксувати. Після чого випробувати обприскувач, використовуючи для цієї мети воду.

5.4.3. Вимоги безпеки під час виконання роботи.

Приготувати розчин препарату, уникаючи його попадання на відкриті ділянки тіла. Робочий розчин препарату слід нанести вигляді дрібного распилу з використанням обприскувачів. При обприскуванні слід враховувати напрями вітру та його швидкість, з тим щоб розчин не зносило.

Під час роботи з препаратом необхідно захищати органи дихання, не в якому разі не здійснювати продування розпилювачів чи регулювання.

Про усі помічені порушення, що можуть привести до нещасного випадку негайно повідомити безпосереднього керівника.

Під час роботи з препаратом забороняється приймати їжу і пити.

Під час роботи з препаратом куріння заборонене.

5.5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

При появі ознак отруєння пестицидами потрібно надати потерпілому першу допомогу і негайно викликати швидку допомогу.

При попаданні препарату в організм слід звільнити шлунок і кишковик від токсичних речовин, викликавши блювоту для чого використовується марганцевокислий калій (кристали).

При попаданні препарату в очі, їх слід промити великою кількістю води.

При попаданні препарату на шкіру, препарат змивають водою.

При нещасному випадку негайно надати першу домедичну допомогу, викликати швидку допомогу та повідомити свого безпосереднього керівника.

Перша долікарська допомога при отруєнні пестицидами.

При роботі з отрутохімікатами потрібно вміти надати першу долікарську допомогу постраждалому внаслідок випадкового отруєння. Ступінь небезпеки отруєння пестицидами при контакті з ними залежить від швидкості реакції - слід видалити отруйну речовину до того, як вона проникне в організм і викличе отруєння. Для цього необхідно:

- Надівши рукавички для власної безпеки, зняти забруднений одяг;
- Ретельно вимити тіло водою з милом, промити, волосся;
- Повторити при наявності достатньої кількості води миття і полоскання;
- Забезпечити чистий одяг для переодягання.

Ознаками гострого отруєння служать слабкість, блювання, судоми в животі, пронос, холодний піт, слиновиділення, стиснення у грудях, посмикування повік, язика, м'язів, звуження зіниць.

В особливо важких випадках у потерпілого можливе припинення дихальної і серцевої діяльності. При такому отруєнні необхідно надати термінову допомогу. Загальні заходи долікарської допомоги незалежно від характеру отрути, що викликало отруєння. Виконання наступних дій:

- виключити подальший контакт з препаратом, видалити потерпілого з небезпечної зони на свіже повітря;
- спокійно оцінити обстановку, покласти потерпілого в нормальне положення і підтримувати стан абсолютного спокою, ретельно змити препарат струменем води (краще з милом) або зняти препарат шматком тканини, не втираючи і не розмазуючи, потім обмити холодною водою або

слабколужним розчином. При попаданні отрути в очі рясно промити їх водою або 2%-ним розчином борної кислоти або 2%-ним розчином питної соди;

- покласти постраждалого на бік, щоб він не задихнувся в случаї блювоти;

- дати випити потерпілому кілька склянок води (бажано теплої) або слабкого розчину марганцевокислого калію, пальцем до задньої стінки глотки викликати блювоту 2-3 рази, після чого дати випити півсклянки води з двома-трьома столовими ложками активованого вугілля, а потім сольове проносне (20 г гіркої солі на півсклянки води);

У разі посиніння або зупинки дихання негайно почати робити штучне дихання. Продовжувати штучне дихання до відновлення самостійного дихання або до втручання лікаря. Штучне дихання проводиться в наступній послідовності:

- вимити обличчя потерпілого, при необхідності очистити рот; закинути голову потерпілого назад і підняти підборіддя - це прочистить дихальні шляхи;

- на ніс або рот потерпілого покласти носову хустку або шматок чистої матерії, при цьому, якщо повітря вдувається в ніс, то рот потерпілого слід тримати закритим і навпаки;

- глибоко вдихнути, обхопити губами ніс (рот) потерпілого і повільно вдувати в нього повітря, поки груди не піднімуться;

набрати повітря в легені ще раз, поки повітря виходить з грудей потерпілого.

Дії повторювати 10-15 разів за 1 хв.

5.6. Висновки по розділу.

У загальному обсязі шкідливих речовин, забруднюючих об'єкти навколишнього середовища, пестициди займають всього 2-3%. Однак серед несприятливих чинників екології вони найсильніші за дією на живі організми.

Це в першу чергу пояснюється тим, що на відміну від більш простих забруднювачів - окислів, важких металів, нітратів, які є частиною живого організму, пестициди - це продукти хімічного синтезу і тому чужі всьому живому.

Основні причини забруднення ґрунтів, водних джерел і с.-г. продукції пестицидами - порушення регламентів їх застосування, втрати при транспортуванні і зберіганні, користування малопродуктивної і недосконалої техніки для внесення, а також відсутність належного контролю при роботі з пестицидами.

Розроблені заходи охорони праці при роботі з пестицидами. Запропонували карту безпеки праці для обприскувача ОПШ-2000. В карті наведені основні небезпечні зони обприскувача та заходи по запобіганню травматизму.

6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Розрахунок економічної ефективності проводиться з метою визначення таких основних параметрів, як річний економічний ефект та термін окупності удосконаленої машини. Ці розрахунки дозволять визначити нам чи доцільне застосування удосконалення у виробництві.

6.1 Вихідні дані:

	Показники	Варіанти	
		Базовий	Новий
1	Склад агрегатів	МТЗ-80+ОПШ-2000	МТЗ-80+ОПШ-2000М обладнаний удосконаленими розпилувачами
2	$W_{год}$ - продуктивність в 1 годину експл. часу, га МТЗ-80+ОПШ-2000 МТЗ-80+ОПШ- 2000М	12 -	- 17
3	Тривалість зміни, год	6	6
4	$K_{пр}$ - кількість обслуговуючого персоналу	1	1

5	T_C - тарифна ставка, грн	11,18	11,18
6	Балансова вартість B трактора МТЗ-80 обприскувача ОПШ-2000 Всього:	140000 57500 197500	140000 59000 199000
7	λ - норма амортизації, % трактори МТЗ-80 обприскувача ОПШ-2000	17,5 14,2	17,5 14,2
8	$H_{рем}$ - на ремонт і ТО, % трактора МТЗ-80 Обприскувача ОПШ- 2000	12,5 6	12,5 6
9	Q - обсяг робіт МТЗ-80+ОПШ-2000	600	600
10	$H_{нм}$ - витрата палива, л/га МТЗ-80+ОПШ-2000	0,6	0,4
11	C_k - вартість палива, грн/л	31	31
12	E_H - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень	0,15	0,15

6.2 Розрахунок економічної ефективності Змінна продуктивність агрегату, га/зм $W_{зм.} = W_{год.} \cdot 6$		
МТЗ-80+ОПШ-2000	$W_{зм.} = 12 \cdot 6 = 72$ га/зм	$W_{зм.} = 17 \cdot 6 = 102$ га/зм
Витрати робочого часу на одиницю роботи агрегату люд.-год./га $B = \frac{K_{пр} \cdot T_{зм}}{W_{зм}}$		
МТЗ-80+ОПШ-2000	$B = \frac{1 \cdot 6}{72} = 0,08$ люд.-год./га	$B = \frac{1 \cdot 6}{102} = 0,059$ люд.-год./га
Нормативне завантаження агрегату, год $T_n = \frac{Q}{W_{год}}$		
МТЗ-80+ОПШ-2000	$T_n = \frac{600}{12} = 50$ год	$T_n = \frac{600}{17} = 35,3$ год
Нормативні витрати на ТО, ПР, КР, зберігання $H_{рем} = \frac{B \cdot 0,097 \cdot W_{год}}{T_n}$		
МТЗ-80+ОПШ-2000	$H_{рем} = \frac{197500 \cdot 0,097 \cdot 12}{100} =$ $= 4597,8$	$H_{рем} = \frac{199000 \cdot 0,097 \cdot 17}{35,3} =$ $= 9296,06$
Витрати на заробітну плату $ЗП = \frac{ТС}{W_{год}} \cdot 1,2 \cdot 1,22$		

При внесенні робочого розчину	$3П = \frac{11,18}{12} \cdot 1,2 \cdot 1,22 = 1,36 \text{ грн/га}$	$3П = \frac{11,18}{17} \cdot 1,2 \cdot 1,22 = 0,96 \text{ грн/га}$
Амортизація основних засобів		
$A = \frac{B \cdot \lambda}{100 \cdot Q}$		
Трактора МТЗ-80	$A = \frac{140000 \cdot 17,5}{100 \cdot 600} = 40,8 \text{ грн/га}$	$A = \frac{140000 \cdot 17,5}{100 \cdot 600} = 40,8$
Обприскувача ОПШ-2000	$A = \frac{57500 \cdot 14,2}{100 \cdot 600} = 13,6 \text{ грн/га}$	$A = \frac{59000 \cdot 14,2}{100 \cdot 600} = 13,9 \text{ грн/га}$
Всього:	$A = 54,4 \text{ грн/га}$	$A = 54,7 \text{ грн/га}$
Затрати на КР, ПР, ТО та зберігання		
$B_{рем} = \frac{K \cdot H_{рем}}{W_{год}}$		
Трактора МТЗ-80	$B_{рем} = \frac{0,7 \cdot 12,5}{12} = 0,73$	$B_{рем} = \frac{0,7 \cdot 12,5}{17} = 0,51$
Витрати на ПММ, грн./га		
$B_{пмм} = H_{пмм} \cdot Ц_k$		
МТЗ-80+ОПШ-2000	$B_{пмм} = 0,6 \cdot 31 = 18,6 \text{ грн./га}$	$B_{пмм} = 0,4 \cdot 31 = 12,4 \text{ грн./га}$
Експлуатаційні витрати всього, грн/га		
$EB = 3П + A + B_{пмм} + B_{рем} + IB$		
МТЗ-80+ОПШ-2000	$EB = 1,36 + 54,4 + 0,73 + 18,6 = 75,09 \text{ грн./га}$	$EB = 0,96 + 54,7 + 0,51 + 12,4 = 68,57 \text{ грн./га}$
Капіталовкладення на 1 га, грн.		
$KB = \frac{B}{Q}$		

МТЗ-80	$KB = \frac{140000}{600} = 223,3 \text{ грн.}$	$KB = \frac{140000}{600} = 223,3 \text{ грн.}$
ОПШ-2000	$KB = \frac{57500}{600} = 95,83 \text{ грн.}$	$KB = \frac{59000}{600} = 98,3 \text{ грн.}$
Всього:	$KB = 319,13 \text{ грн/га}$	$KB = 321,6 \text{ грн/га}$

Приведені витрати на 1 га, грн. $PB = EB + 0,15 \cdot KB$		
МТЗ-80+ОПШ-2000	$PB = 75,09 + 0,15 \cdot 319,13 = 122,96 \text{ грн/га.}$	$PB = 68,57 + 0,15 \cdot 321,6 = 116,81 \text{ грн/га.}$
Приведені витрати на весь робіт, грн $PB_Q = PB \cdot Q$		
МТЗ-80+ОПШ-2000	$PB_Q = 122,96 \cdot 600 = 73776 \text{ грн.}$	$PB_Q = 116,81 \cdot 600 = 70860 \text{ грн.}$

Річний економічний ефект: $E_p = [PB_Q^o - PB_Q^n] = [73776 - 70860] = 2916 \text{ грн.}$

Економічний ефект на площі 600 га складає 2916 грн.

Термін окупності затрат $T_o = \frac{\Delta KB}{E_p} = \frac{1500}{2916} = 0,5 \text{ року,}$

де ΔKB - додаткові капіталовкладення.

6.3. Висновок по розділу.

В результаті проведених розрахунків доведено економічну доцільність впровадження обприскувача ОПШ-2000, який обладнано запропонованими розпилувачами. При цьому економічний ефект складає 2,9 тис. грн. при терміні окупності додаткових витрат за 1 сезон експлуатації вдосконаленого обприскувача.

Таблиця 6.3.

Техніко-економічні показники впровадження проекту

Показники	Варіанти	
	Базовий	Проект
1. Найменування агрегатів	МТЗ-80+ОПШ-2000	МТЗ-80+ОПШ-2000М
2. Обсяг робіт Q , га	600	600
3. Продуктивність за 1 годину експлуатаційного часу W , га	12	17
4. Витрата палива $H_{пмм}$, л/га	0,6	0,4
5. Балансова вартість B , грн	197500	199000
6. Нормативне навантаження T_n , год	50	35,3
7. Експлуатаційні витрати всього EB , грн/га	75,09	68,57
- заробітна платня з нарахуваннями $ЗП$, грн/га	1,36	0,96
- амортизація основних засобів A , грн/га	54,4	57,7
- паливо-мастильні матеріали $B_{пмм}$, грн/га	7,5	5
- витрати на ТО, ПР, КР, зберігання $B_{рем}$, грн./га	0,73	0,51
8. Капітальні вкладення на 1 га KB , грн.	319,13	321,6
9. Приведені витрати на 1 га $ПВ$, грн	122,96	116,81
10. Річний економічний ефект E_p , грн		2916
11. Термін окупності капіталовкладень T_o , років		1

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Відцентрові обертові розпилювачі надають обприскувачу нові якості, неможливі при використанні щілинних, інжекторних та ін. розпилювачів. Перш за все, це значно ефективніше, надійніше та безпечніше обприскування. Із вдвічі меншою витратою енергії ці розпилювачі забезпечують дисперсність до 350 мкм та примусове осаджування розпиленої рідини повітрям, що всмоктує факел. Допустима швидкість обприскування до 30 км/год та в умовах вітру до 9 м/с. Ресурс розпилювача перевищує 7000 годин. Все це створює передумови використання відцентрового обертового розпилювача при ультрамалооб'ємному обприскуванні.

2. Аналіз існуючих теоретичних досліджень свідчить про складність процесу роботи обертових розпилювачів та отримання достатньо наближених результатів, при цьому питання про визначення закону розподілу розмірів краплин і значення констант, що характеризують ступінь полідисперсності крапель, для таких розпилювачів при різних режимах розпилення поки ще до кінця не вирішено.

3. Проведено розробку програми та методики експериментальних досліджень відцентрових обертових розпилювачів.

4. При реалізації плану 2-х факторного експерименту та в результаті обробки отриманих даних оптимізовано параметри розпилювача РР. 90.6000, які становлять тиск $P = 0,3$ МПа та висота штанги $h = 0,5$ м.

5. У відповідності до отриманих даних при підвищенні тиску від 0,2 до 0,4 МПа витрата рідини підвищується від 0,24 л/хв до 0,33 л/хв відповідно. При тиску 0,3 МПа витрата відповідає оптимальному значенню, яке для розпилювачів з витратою рідини 0,3 л/хв становить 0,31 л/хв.

6. Коефіцієнт варіації розподілу рідини відцентрового обертового розпилювача з витратою 0,3 л/хв коливається від 28,2 до 67,25%. Мінімальний коефіцієнт варіації розподілу рідини по довжині штанги при тиску 0,3 МПа і висоті розпилювача над поверхнею, що обробляється 0,4 м дорівнював 28,4 %.

7. Досягнуте покращення розпилення, густота покриття краплинами поверхні зрошення дозволяють зменшити норми витрати пестицидів і робочої рідини під час обприскування на 25 - 50 %, що відповідає вимогам ультрамалооб'ємного обприскування

8. Розроблено інструкцію з охорони праці при роботі з обприскувачами. Також дані вказівки по охороні навколишнього середовища та порядок дій при виникненні аварійних ситуацій.

9. При розрахунку економічної ефективності впровадження одержані результати свідчать про доцільність перспективного використання удосконаленого розпилювача для внесення робочих розчинів пестицидів. Підставами для цього є одержаний річний економічний ефект, який склав 3 тис. грн. з терміном окупності за 1 сезон експлуатації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Распыление агрохимикатов / [Павлюшин В. А., Лысов А. К., Веретенников Ю. М. и др.]. – Санкт-Петербург : RIZO-печать, 2004. – 112 с.
2. Захаренко В. А. Фундаментальные и прикладные исследования химической защиты растений в системе фитосанитарной стабилизации агроценозов / В. А. Захаренко // Химический метод защиты растений: Материалы международной научно-практической конференции – Санкт-Петербург : RIZO-печать, 2004. – С. 121–125.
3. Черненко Є. Все про гербициди / Є. Черненко, О. Каліцький, С. Кондратюк // Агроном. – 2006. – № 2. – С. 68–76.
4. Зинченко В. А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность / В. А. Зинченко. – М. : КолосС, 2007. – 232 с.
5. Фітофармакологічний довідник / [М. О. Білик, М. Д. Євтушенко, Ф. М. Марютін та ін.] ; під ред. М. Д. Євтушенка, Ф. М. Марютіна. [2-е видання]. – Харків : ХДАУ, 2000. – 517 с.
6. Лысов А. К. Обоснование машинных технологий защиты растений / А. К. Лысов // Механизация технологических процессов защиты растений. Материалы международной научно-практической конференции – Санкт-Петербург : RIZO-печать, 2005. – С. 3–10.
7. Довідник із захисту рослин / [Л. І. Бублик, Г. І. Васечко, В. П. Васильєв та ін.]; за ред. М. П. Лісового – К. : Урожай, 1999. – 744 с.
8. Соколов М. С. Факторы, влияющие на эффективность гербицидов при послевсходовом применении: Обзор литературы. / М. С. Соколов, В. В. Изубенко – М. : Минстрой СССР, 1969. – 72 с.
9. Дунский В. Ф. Пестицидные аэрозоли / В. Ф. Дунский, Н. В. Никитин, М. С. Соколов – М. : Наука, 1982. – 288 с.
10. Cheminova. Засоби захисту рослин. Данія : [Рекламний проспект]. – К. : Юнівест Медіа, 2005. – 31 с.

11. Обприскувачі-опилювачі для внесення засобів захисту рослин і рідинних добрив. Захист довкілля. Частина 2. Обприскувачі польових культур (EN 12761-2:2004, IDT) : ДСТУ EN 12761-2:2004 – [Чинний з 2006-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 12 с. – (Національний стандарт України).
12. Лысов А. К. Блокмодульное переоборудование опрыскивателей / А. К. Лысов // Защита и карантин растений. – 2001. – №1. – С. 48.
13. Механізація захисту рослин / [Масло І. П., Тимошенко С. П., Онуфрієнко Ю. Ф. та ін.] – К. : Урожай, 1989. – 141 с.
14. Опрыскиватель малообъемный прицепной штанговый ОП-2000-2-05. Руководство по эксплуатации. Львов : Пустомытовская районная типография, 1993. – 83 с.
15. Rau. Техника для опрыскивания : [Рекламный проспект]. – Dettingen, 1996. – 16 с.
16. Опрыскиватель прицепной вентиляторный ОПВ-2000: [Рекламный проспект]. – М. : Внешторгиздат, 1990. – 6 с.
17. Ресурсосберегающие и экологически безопасные технологии и технические средства по применению химических и биологических средств защиты растений / С. Н. Савушкин, В. А. Вялых, Е. Н. Шебалин [и др.] // Механизация технологических процессов защиты растений. Материалы международной научно-практической конференции – Санкт-Петербург : RIZO-печать, 2005. – С. 15–22.
18. Лысов А. К. Экологические требования, технические средства и экологическая безопасность / А. К. Лысов // Механизация технологических процессов защиты растений. Материалы международной научно-практической конференции – Санкт-Петербург : RIZO-печать, 2005. – С. 40–43.
19. Распыливание жидкостей / [Ю. Ф. Дитякин, Л. А. Клячко, Б. В. Новиков, В. И. Ягодкин]. – М. : Машиностроение, 1977. – 208 с.
20. Коваль В. П. Влияние характеристик центробежной форсунки на дисперсность распыла жидкости / В. П. Коваль, В. И. Бондаренко // Энергомашиностроение. – 1977. – № 4. – С. 17–19.

21. Санін В. А. Малообъемное и ультрамалообъемное опрыскивание / В. А. Санін. – К. : Урожай, 1978. – 145 с.
22. Симаков Н. Н. Кризис сопротивления капель при переходных числах Рейнольдса в турбулентном двухфазном потоке факела распыла механической форсунки / Н. Н. Симаков // Журнал технической физики. – 2004. Т. 74. вып. 2. – С. 46–51.
23. Лысов А. К. Непроизводительные потери пестицидов при опрыскивании. Как их избежать / А. К. Лысов // Защита и карантин растений. – 2007. – № 8. – С. 47–48.
24. Дунский В. Ф. Монодисперсные аэрозоли / Дунский В. Ф., Никитин Н. В., Соколов М. С. – М. : Наука, 1975. – 191 с.
25. Транспортування, зберігання та застосування пестицидів у народному господарстві : ДСП 8.8.1.2.001-98 – К. : 1998. – 70 с. – (Державні санітарні правила і норми).
26. Масло І. Підвищення ефективності пестицидів / І. Масло, Д. Войтюк, О. Барановський // Пропозиція. – 1999. – № 3. – С. 26–28.
27. Teejet: Catalog 50-RU – США : Спреинг Системс Ко., 2007. – 193 с.
28. Шатохин С. Современная защита растений – взаимосвязь между природой, химическим веществом и технологией внесения / С. Шатохин // Механизация технологических процессов защиты растений. Материалы международной научно-практической конференции – Санкт-Петербург : RIZO-печать, 2005. – С. 10–14.
29. Санін В. А. Прогресивний спосіб обприскування з примусовим повітряним осадженням розпилюваної рідини / В. А. Санін // Новини захисту рослин. Додаток до журналу Пропозиція. – вересень 1998. – С. 28–30.
30. Сушко І. Штангові обприскувачі сьогодні й завтра / І. Сушко, Є. Бариш // Новини захисту рослин. – 1999. – № 12 – С. 22–24.
31. Сушко І. Світові тенденції розвитку машин для хімічного захисту рослин / І. Сушко // Пропозиція. – 2002. – № 6 – С. 95–99.

32. Кобылко В. Г. Щелевые распылители для внесения гербицидов / В. Г. Кобылко, Л. Н. Козин // Защита растений. – 1983. – № 2 – С. 34–35.
33. Механизация защиты растений. Справочник / [Велецкий И. Н., Лысов А. К., Лепехин Н. С. и др.] – М. : Агропромиздат, 1992. – 223 с.
34. Колпачки и сердечники распыливающих наконечников. Технические условия : ГОСТ 2006–79. [введ. 04.06.79]. – М. : Издательство стандартов, 1979. – 10 с. – (Государственный стандарт СССР).
35. Шамаев Г. П. Механизация защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней / Г. П. Шамаев, С. Д. Неруда. – М. : Колос, 1978 – 256 с.
36. Абубикеров В. А. Микрообъемный монодисперсный опрыскиватель с отделением мелких капель / В. А. Абубикеров, А. В. Богданов, Н. В. Никитин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1989. – № 4. – С. 23–24.
37. Agrotop. Dusen und Zubehor fur den Pflanzenschutz. Produktkatalog 105. Obertraubling, 2003. – 112 с.
38. Штанговые опрыскиватели с вращающимися распылителями / Н. В. Никитин, Ю. Я. Спиридонов, В. А. Абубикеров [и др.] // Защита и карантин растений. – 2005. – № 3. – С. 46–48.
39. Лысов А. К. Совершенствование механизации опрыскивания растений / А. К. Лысов // Защита и карантин растений. – 2003. – № 9. – С. 38–39.
40. Велецкий И. Н. Технология применения гербицидов / Иван Николаевич Велецкий. – М. : Агропромиздат, 1989. – 176 с.
41. Обладнання для захисту рослин. Наконечники обприскувачів розпилувальні. Кольорове кодування для ідентифікації (ISO 10625:2005, IDT) : ДСТУ ISO 10625:2006. – [Чинний від 2008-01-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 2 с. – (Національний стандарт України).
42. Агротехнические требования на опрыскиватель прицепной штанговый // Сборник агротехнических требований на тракторы и

сельскохозяйственные машины. – М. : Невельская районная типография, 1987. – Т. 38. – С. 21–24.

43. Обладнання для захисту рослин. Обприскувачі. Частина 1. Методи випробовування насадок для розприскування (ISO 5682-1:1996, IDT) : ДСТУ ISO 5682-1:2005. – [Чинний від 2007-10-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. – 13 с. – (Національний стандарт України).