

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**Обґрунтування параметрів та дослідження відцентрового
розпилювача пестицидів**

Виконав: студент 2 курсу, групи МгАІ-1-21

за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____ Криворучко Олександр Олександрович

Керівник: _____ Теслюк Геннадій Володимирович п

Рецензент: _____

Дніпро 2022

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: Тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: "Магістр"

Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„_____” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Криворучко Олександр Олександрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Обґрунтування параметрів та дослідження відцентрового розпилювача пестицидів

керівник роботи: Теслюк Геннадій Володимирович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «18» жовтня 2022 року № 3008

2. Строк подання студентом роботи: 9.12.2022 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. Аналітичні дослідження по відцентровим розпилювачам. 3. Програма і методика експериментальних досліджень. Об'єкт дослідження. Прилади та обладнання. 4. Результати аналітичних та експериментальних дослідження і 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 відцентровим 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.

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

6. Консультанти розділів роботи

7. Дата видачі завдання: 18.10.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 25.10.2022 р.	
2	Теоретичний	до 30.10.2022 р.	
3, 4	Експериментальний	до 10.11.2022 р.	
5	Охорона праці	до 20.11.2022 р.	
6	Економічний	до 25.11.2022 р.	
7	Демонстраційна частина	до 08.12.2022 р.	

Студент

_____ (підпис)

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Криворучко Олександр Олександрович, Обґрунтування параметрів та дослідження відцентрового розпилювача пестицидів.

Випускна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 - Агроінженерія. – Дніпровський державний аграрно-економічний університет, Дніпро, 2022.

Розрахунки та пояснення містять сторінки машинописного тексту та слайди демонстраційного матеріалу.

У першому розділі роботи розглянуто існуючі технології внесення робочих рідин пестицидів, конструкції та параметри сучасного розпилювального обладнання. Напрями подальших досліджень було обрано за результатами першого розділу.

У другій частині роботи розроблено математичну модель перенесення та випаровування крапель усередині факела, що показує, як розрахувати геометричні та гідравлічні властивості розпилювача.

Третій розділ роботи присвячений розробці програм та методологій експериментальних досліджень.

У розділі 4 наведено результати аналітичних розрахунків та експериментальних досліджень та їх аналіз за розробленими програмами та методиками.

У розділі 5 проведено аналіз травматизму при експлуатації вдосконаленого небулайзера та створено карту безпеки праці при лабораторних стендових випробуваннях небулайзера.

У розділі 6 виконано розрахунки техніко-економічних показників запропонованої реалізації відцентрового розпилювача.

Ключові слова: *розпилювач, пестициди, обприскувач, дисперсність, витрата, коефіцієнт варіації, економічна ефективність.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. СУЧАСНИЙ СТАН МЕХАНІЗАЦІЇ ПРИГОТУВАННЯ І ВНЕСЕННЯ РОБОЧИХ РОЗЧИНІВ ПЕСТИЦИДІВ.....	7
1.1. Хімічні способи захисту рослин	7
1.2. Машини для захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів.....	8
1.3. Способи підтримки стабільності концентрації робочих розчинів пестицидів	13
1.4. Машини для обприскування рослин.....	14
1.5. Аналіз процесу пропилення робочих рідин та засобів його реалізації.	26
1.6. Осаджування робочої рідини, що розпилюється, на зрошуваних поверхнях	28
1.7. Технічні засоби для розпилювання пестицидів	31
1.8. Технічна характеристика розпилювачів пестицидів	43
1.9. Індекс продуктивності обприскувача пестицидів.....	44
2. АНАЛІТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА РЕЖИМІВ РОБОТИ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ПЕСТИЦИДІВ	50
3. ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ, ПАРАМЕТРІВ ТА РЕЖИМІВ РОБОТИ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ РОЗПИЛЮВАЧІВ	64
3.1. Обґрунтування необхідності розробки лабораторного стенду для випробувань обприскувачів	64

3.2. Схеми побудови лабораторії та обґрунтування основних параметрів для випробувань небулайзерів.....	65
3.3. Розробка конструктивної схеми випробувального стенду та його технічної характеристики.....	75
3.4. Розроблення стендових дослідницьких програм та методологій.....	77
3.5. Проведення досліджень атомайзера та результати.....	80
4. РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІТИЧНИХ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ЇХ АНАЛІЗ.....	85
4.1. Розрахунок формо-габаритних параметрів камери закручення.	85
4.2. Розрахунок гідравлічної і дисперсної характеристики	90
4.3. Витрата рідини	91
4.4. Розподіл розпиленої рідини по довжині штанги	93
5. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	99
5.1. Умови	99
5.2. Охорона праці під час роботи з пестицидами.....	100
5.3. Вимоги безпеки під час випробування форсунок на лабораторному стенді.....	106
5.4. Розрахунок захисного заземлення лабораторного стенду на дослідження атомайзера.....	109
6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ОБПРИСКУВАЧА, ОБЛАДНАНОГО ВІДЦЕНТРОВИМИ РОЗПИЛЮВАЧАМИ.....	115
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	124

ЛІТЕРАТУРА.....126

ВСТУП

Актуальність теми. Інтенсифікація сільськогосподарського виробництва та широке впровадження механізованих технологій вирощування польових культур вимагає раціонального використання хімічних засобів захисту рослин. Значне різноманіття ґрунтово-кліматичних умов, метеорологічних факторів, забрудненість полів багатьма видами бур'янів, великий набір культурних рослин і багато інших факторів обумовлюють необхідність впровадження сучасних машин для захисту рослин. Обприскування є базовою технологією хімічного захисту рослин – згідно з опублікованими даними розпиляється 77 % пестицидів. Світове виробництво пестицидів досягло 2,2 млн тонн діючої речовини на рік, що складає 2,3 кг препаративної форми на гектар ріллі, а сільське господарство продовжує втрачати до 35 % запланованого врожаю через шкідливі організми [1].

Очевидною є вимога енергозбереження: високодисперсне розпилення за умови низького тиску та осаджування краплин з мінімальними втратами через випаровування, знесення і зісковзування з об'єктів обприскування.

Підвищення ефективності використання пестицидів є актуальним для сільськогосподарського виробництва.

Мета і завдання дослідження. Метою роботи є обґрунтування та дослідження параметрів відцентрових розпилювачів, шляхом проведення експериментальних досліджень та узагальнень їх результатів використання відповідного програмного забезпечення.

Для досягнення поставленої мети необхідне вирішення наступних завдань:

- провести аналіз стану та визначити тенденції розвитку техніки і технологій обприскування;
- дослідити гідравлічну характеристику відцентрового розпилювача та розподіл розпиленої рідини по поверхні зрошення;
- оцінити економічність, надійність та довговічність розпилювача під час його експлуатування на обприскувачі.

Об'єкт дослідження – відцентровий розпилювач.

Предмет дослідження – рівномірність розподілу рідини в різних точках факелу та об'ємна витрата рідини через розпилювач.

Методи дослідження. Експериментальне дослідження гідравлічних характеристик розпилювача і розподілу розпиленої рідини по поверхні зрошення виконувалося у лабораторних умовах на стенді а також з використаними програмами(STAR-CCM+).

Особистий внесок здобувача. Проведено аналіз сучасного стану та перспективи розвитку технічних засобів для внесення. Визначено напрямки та обрано методи досліджень. Проведено експериментальні дослідження у лабораторних умовах та виконано обробку отриманих даних і їх узагальнення.

Апробація результатів магістерської роботи. Результати досліджень доповідалися на кафедрі тракторів і сільськогосподарських машин Дніпровського державного аграрно-економічного університету, (Дніпро, 2022 рік).

Публікації. Результати магістерської роботи відображені в тезах доповіді всеукраїнської науково-практичної студентської конференції «Інжиніринг агропромислового виробництва» Дніпро: ДДАЕУ, 1-2.12.2022 р.

1. СУЧАСНИЙ СТАН МЕХАНІЗАЦІЇ ПРИГОТУВАННЯ І ВНЕСЕННЯ РОБОЧИХ РОЗЧИНІВ ПЕСТИЦИДІВ

1.1. Хімічні способи захисту рослин

Бур'яни, шкідники та хвороби сільськогосподарських рослин призводять до втрати значної частини врожаю та зниження його якості. Найбільш поширений метод хімічного захисту, що дозволяє механізувати весь комплекс заходів щодо боротьби зі шкідниками, хворобами та бур'янами.

Хімічні засоби захисту численні та універсальні. Їхня загальна назва - пестициди. За характером поведінки їх поділяють на: Інсектицид – використовується захисту від шкідливих комах. Фунгіциди – від хвороб, гербіциди – від бур'янів, дефоліанти – від опалого листя, десиканти – підсушують рослини.

Більшість пестицидів токсичні для людини, тварин, бджіл, птахів і риб, тому при використанні пестицидів слід дотримуватися належних запобіжних заходів.

Боротьбу зі шкідниками, хворобами та бур'янами проводять обробками насіння та бульб, а також вегетативними обприскуваннями.

Насіннєвий матеріал отруюють при змішуванні з отрутохімікатами. Розпорошує рідку отруту на рослини. При обприскуванні на рослину наноситься дрібноподрібнена отрута. Для боротьби зі шкідниками застосовують аерозолі у вигляді туману, отримані розпорошенням концентрованих розчинів отрутохімікатів гарячим повітрям.

Для боротьби зі шкідниками, хворобами та бур'янами в основному застосовують рідкі пестициди, розчини, суспензії, емульсії та сухі пестициди у вигляді дрібноздрібнених порошоків. Рідкі пестициди у сільськогосподарському виробництві прийнято називати гідравлічними рідинами.

1.2. Машини для захисту рослин від шкідників, хвороб і бур'янів

Більшість пестицидів, що захищають культурні рослини, завдають обприскуванням.

Типовий технологічний процес напilenня: Робоча рідина безперервно переміщується в розпилювачі та викидається на відстань у дрібнодисперсному вигляді під тиском.

Боротьба з бур'яном відбувається в системі основного обробітку ґрунту при підготовці до посіву і в період вегетації культурних рослин.

У системі основної обробки на тлі одно-дворазового луцення стерні, після активної появи сходів бур'янів на рослини, що вегетують, наноситься робочий розчин препарату. Раундап чи системний гербіцид 2,4Д застосовують залежно від видового складу.

Для подальшого зниження засміченості поля продовжують боротьбу з бур'янами при підготовці ґрунту до сівби. Схоже на це: на тлі важких умов ранньою весною обробляємо поверхню ґрунту ґрунтовими гербіцидами типу Упряж, Трофі та Півот залежно від сприйнятливості культури до препарату. Ґрунтові гербіциди впливають на сходи бур'янів та «працюють» 70-75 днів у якісній упаковці.

У період вегетації культурних рослин застосовують системні (страхові) гербіциди за інтенсивною технологією у разі активного проростання багаторічних кореневищних бур'янів.

Робочі розчини гербіцидів розпорошують поверхнею поля або наносять на рослини, що ростуть. ОП-2000, АЧ-600, АЧ-1200, АЧ-1800, ОШ-700, ОШ-320, ОШП-3200, ОШН-1800, МХП-3200 а також імпортні (мають постійний тираж в Україні) QF-1500, QF-2000, QF-5700 (FIRMA Brandt, Канада), Hardy (Нідерланди), John Deere (США) та ін.

При використанні технічних засобів внесення хімікатів вітчизняного виробництва робочі розчини пестицидів готують за допомогою спеціальних машин: АПЖ-12 (рідкий розчин продуктивністю до 12 т/год. агрегат для приготування) - розробка - Львівхімсільгоспмаш, виробник - одне з

підприємств міста Дніпропетровська. ПЕМІКС-1002 – розробник та виробник – Угорщина СТК-4 (СТК-5) – розробник та виробник – Болгарія. АПЖ-12 випускається в мобільній та стаціонарній версіях. У першому випадку машина зосереджена в тракторі класу 14 кН, у другому робочий орган машини рухається електродвигуном.

Небулайзери зарубіжного виробництва не потребують додаткового обладнання для виготовлення робочого розчину. У конструкції цих засобів передбачені пристрої, що забезпечують видалення хімічних складів за допомогою розчинників та змішування складів за допомогою багаторазових перегонів води та складів. За таким принципом працюють практично всі атомайзери іноземного виробництва відомих західноєвропейських та американських фірм. Машина оснащена високопродуктивним насосом, тому доведення робочого розчину до однорідності займає короткий час.

Вітчизняні обприскувачі

ОП-2000-2-01 – призначений для пестицидної обробки польових культур. Ширина захвату 18,22,5 м, об'єм бака 2000 л, робоча швидкість 8,12 км/год.

Обприскувач вентиляторний ОВ-630 призначений для хімічного захисту рослин від шкідників, хвороб та бур'янів. Місткість бака 630 літрів, продуктивність 2,4.3,2 га/год.

ОМ-630-2 – Обприскувач штанговий із шириною захвату 6,5 м, продуктивністю – 6,4 га/год, робочою швидкістю – 6...10 км/год.

Обприскувач вентиляторний ОПВ-2000 призначений для хімічного захисту від шкідників, хвороб та бур'янів. Місткість бака 2000 літрів, продуктивність 4,8.9,6 га/год.

Обприскувач зарубіжного виробництва

Spra-Coopre 3430 - обприскувач самохідний, об'єм бака - 1136 л, швидкість - 6,9.12 км/год, ширина захвату - 18,3 м.

“Pilmeb” 251Б - обприскувач причіпний, об'єм бака - 2500 л, ширина захвату - 18 м, витрата гідравлічної рідини - 100.250 л/га.

Flexi-coil”_- обприскувач, що буксирується. Місткість бака 3773 л, ширина захвату - 15,5.39,6 м, робоча швидкість - 8.12 км/год. Обприскувач оснащений вітрозахисним пристроєм.

" Holder”ІН - обприскувач штанговий причіпний, ємність бака - 4000 літрів, ширина штанги - 36 м, робоча швидкість - 8.12 км/год. Місткість бака для пестицидів становить 50 літрів.

Еко-2000-21.5 – Обприскувач штанговий причіпний. Резервуар має ємність 2000 літрів і робочу ширину 21,5 м. Робоча швидкість – 6.12 км/год, продуктивність машини – 10,8.21,6 га/год.

На вимогу споживача ці інструменти постачаються пінними маркерами. Більшість небулайзерів поставляються з касетою із трьох небулайзерів.

Короткі технічні характеристики вітчизняних та зарубіжних форсунок представлені у таблиці. 1.1.

При використанні побутового обприскувача використовують спеціальну машину (АПЖ-12, СТК-4, ПЕМІКС-1002) для якісного приготування робочого розчину. Принцип їхньої роботи практично однаковий.

Приготуйте робочий розчин, використовуючи воду нормальної твердості. Гербіциди за фізичним станом бувають у вигляді концентратів емульсій, емульсій мінеральних масел, порошків, що змочуються, і водорозчинних концентратів. Усі ці пестициди мають бути ретельно перемішані для якісного застосування. Принципова схема установки АПЖ-12 представлена малюнку 1.1.

При заправці ємності агрегату АПЖ-12 шланг 24, що фільтрує, опустити до джерела води. Крани 1, 7, 8 відкриваються і вода трубопроводом через відцентровий насос 20 надходить в основний бак 12 і змішувальний бак 15 при відкритому крані 28. Його можна направити у допоміжний резервуар 17 для приготування пульпи, показаний на фіг. Інші крани залишаються в положенні «закрито».

При приготуванні пульпи вводять твердий препарат, а рідина дозатора 18 при відкритому крані 4 направляють у допоміжну ємність 17 в необхідній

кількості. Натисніть 3, залишивши масу в легкотранспортабельному стані. Далі, при циркуляції води за схемою, бак 12 → фільтр 25 → насос 20 → кран 7 → кран 8 → гідроелеватор 26 → фільтр 22, водозабір 5, куди рідина подається по трубопроводу з краном 2 . або змішувач 15 для подальшого розчинення препарату за допомогою гідравлічного млина та механічної мішалки 21

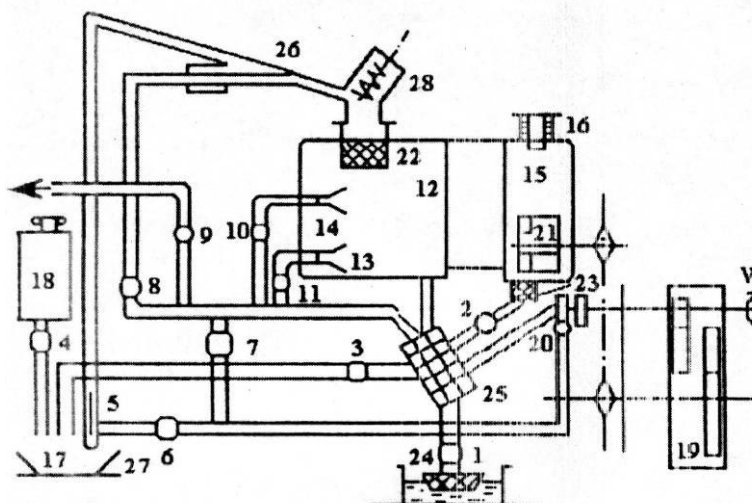


Рис. 1.1. Принципова схема агрегату АПЖ-12: 1 – кран заправного рукава; 2 – кран змішувальної ємності; 3 – кран заправної ємності; 4 – кран резервуара дозатора; 5 – кран забірної рукава; 6 – кран гідроелеватора; 7 – кран центрального пульта керування; 8 – кран магістралей основного і змішувального резервуарів; 9 – кран нагнітального шланга; 10 – кран розмивача; 11 – кран гідромішалки; 12 – основна ємність; 13 - гідромішалка; 14 – розмивач; 15 – бак-змішувач; 16 – гідроподрібнювач; 17- допоміжний бак; 18 – дозатор рідини; 19 – редуктор; 20 – відцентровий насос; 21 – механічна мішалка; 22 – основний фільтр; 23 – фільтр змішування; 24 – фільтр заправного рукава; 25 – фільтр магістральний; 26 – гідроелеватор; 27 – забірний рукав; 28 - заслінка

Матковий розчин (високої концентрації), приготовлений в ємності змішувача 15, надходить по магістралі в ємність змішувача 15 фільтр змішувача 23 кран змішувача 2 основний фільтр 25 відцентровий насос 20 центральний регулюючий кран подачі. Панель 7, далі трубопроводом з краном 10 до

пральної машини 14, або трубопроводом з краном гідрозмішувача 11 до гідрозмішувача 13. Гідравлічна промивка складів з об'ємною масою менше води або застосування гідрозмішувачів для складів, схильних до осідання. При цьому циркуляція розчину відбувається за основним контуром: основний об'єм 12 → основний фільтр 25 → відцентровий насос 20 → кран центрального пульта керування 7 (і паралельно: кран пральної машини 10 → гідромийна машина 14 або гідравлічна кран-1.

Заправка розпилювача для нанесення водних розчинів засобу проводиться при всіх закритих допоміжних кранах основного контуру. Основний об'єм 12 → Основний фільтр 15 → Відцентровий насос 20 → Кран центральної панелі керування 17 → Кран інжекторного шланга 9 і далі до баку розпилювача.

В агрегатах СТК-4, СТК-5 і СТК-5ПГ виробництва Болгарії гідравлічна рідина може готуватися переважно баку. При цьому доза препарату механічно подається до основного бак. При приготуванні маточного розчину (концентрату) розчинник і реагенти додають у допоміжний бак-змішувач і готують у концентрації, що в 1,5-4 рази перевищує концентрацію робочого розчину.

Необхідна кількість води разом із маточним розчином надходить у бак розпилювача по одному шлангу. Кількість води та маткового розчину визначають за відповідними показаннями рівнеміру.

Установка Пемікс-1002 призначена для виготовлення робочих розчинів пестицидів. Є основний бак та додатковий бак із фільтром у заливній горловині. Бак-змішувач оснащений механічною мішалкою із приводом від гідравлічного двигуна.

Заправка основного бака агрегату здійснюється із резервуару або водопроводу за допомогою відцентрового насоса.

Цей насос використовується для наповнення бака змішувача, шляхом приєднання наливної труби до заливної горловини об'єму.

Приготування робочого розчину проводять мішалкою, якщо розчин не циркулює у трубопроводі.

Установка може працювати як приготування маточного розчину. При цьому необхідні пропорції маточного розчину з бака змішувача та води з основного бака направляються відцентровим насосом у заправний шланг та звідти в бак розпилювача.

1.3. Способи підтримки стабільності концентрації робочих розчинів пестицидів:

У сучасних форсунках вітчизняного та зарубіжного виробництва виявлено такі основні способи підтримки заданої концентрації робочого розчину.

- механічне переміщення у ємностях;
- водострумне переміщення;
- Рідке піноутворення.

1.3.1 Механічне переміщення приготованого робочого розчину пестициду полягає у підтримці постійної концентрації у баку обприскувача за допомогою механічної мішалки лопатевого типу.

Привід до робочого органу може бути механічним (від ланцюгової або клинопасової передачі) або гідравлічним (за допомогою гідромоторів). Гідроприводи в механічних змішувачах набули найбільшого поширення у зарубіжній практиці.

1.3.2 Гідроабразивне змішування полягає у створенні потоку рідини за рахунок перепаду тиску над конічним соплом, що розширюється. Насос обприскувача забирає рідину з бака і подає її через регулятор тиску на шток, іншу при тиску 0,2,0,4 МПа (2,4 кг/см²) - на подачу. Конічна насадка для надувних водометних компресорів. В результаті перепаду тиску рідини у форсунці з об'єму цей ефект викликає всмоктування рідини, змішування її з робочою рідиною, переміщення в циліндричній частині компресора, струмінь з певними параметрами, тиск об'єм розпилювача Проникає в шар рідини

Цей метод широко використовується у багатьох зарубіжних форсунках, таких як Gaspardo (Італія), QF-2000 (Канада), Rau (Німеччина), John Deere (США).

1.3.3 Змішування рідини в баку обприскувача через барботування зменшується за рахунок: Частина невикористаної рідини в розпилювачем скидається в бак обприскувача з невеликим надлишковим тиском. Застосовується переважно в обприскувачах вітчизняного виробництва (ОП-2000, ЕКО-600, ЕКО-2000 та ін.).

1.4. Машини для обприскування рослин.

1.4.1 Технологія розпилення, типи машин та їх класифікація

Технологія розпилення заснована на застосуванні різних способів розпилення та виборі режимів роботи машин залежно від конкретних умов виконуваного процесу.

Дистанційне розпилення – це нанесення рідини, що розпилюється, на об'єкт за рахунок енергії повітряного потоку, що нагнітається вентилятором, і супутнього вітрового потоку. В основному застосовується для боротьби зі шкідниками та хворобами в садових насадженнях, виноградниках, хмелярях, розплідниках та посадковому матеріалі, розплідниках, посівах кукурудзи та пасльону.

Стрижневий розпилювач дозволяє рівномірно розподіляти робочу рідину із заготівлі з мінімальним обдувом вітром і широко застосовується у всіх регіонах країни. Ми рекомендуємо застосовувати гербіцид лише за допомогою стрижневого розпилювача.

При обробці просапних культур застосовують стрічкове обприскування, у якому інсектициди наносять лише зону міжрядь і захисну смугу, а міжряддя обробляють механічним способом.

Індивідуальне обприскування застосовують у молодих садах, коли спеціальний прилад реагує на полог та включає подачу рідини.

Стрічки та індивідуальні розпилювачі відносяться до перспективних технологій, оскільки дозволяють знизити витрату отрутохімікатів у 2-4 рази порівняно з безперервним розпорошенням.

Для здійснення технології обприскування до складу машинного комплексу входять технічні засоби приготування робочих розчинів та транспортування їх до об'єкта обробки та обприскування.

Класифікація обприскувачів. За призначенням обприскувачі поділяються на польові, садові, виноградні, універсальні, закритого ґрунту та ін. Залежно від типу розпилювального пристрою розрізняють стрижневий, віяловий та комбінований тип. Залежно від витрати робочої рідини розрізняють нормальні, малооб'ємні та надмалооб'ємні зрошувачі, а залежно від типу приводу та габаритних розмірів робочого органу – ранцеві, точкові, тракторні, автомобільні та авіаційні. розбризкувач. За способом агрегування трактори оприскувачі діляться на причіпні, навісні, напівнавісні, навісні та самохідні.

Обприскувач складається з робочого органу та допоміжного органу. Робочі включають насоси, обладнання для розпилення та наповнення, а також мішалки. Допоміжне обладнання - рами, баки, фільтри, регулятори тиску, всмоктувальні та напірні магістралі, органи управління та контролю, шасі (для причіпних обприскувачів).

У сучасних обприскувачах спостерігається широка інтеграція робочих та допоміжних органів та складальних одиниць міжнародного характеру. Насамперед це стосується гідравлічних комунікацій, таких як насоси, розпилювачі, арматура та органи управління. Автомобілі вітчизняного виробництва комплектуються деталями провідних фірм.

Базовими моделями серійних стрижневих форсунок є форсунки серії ОПШ-2000, що випускаються в 7 модифікаціях, та ОПВ-2000 для вентиляторних форсунок. Також експлуатуються штангові обприскувачі ОПШ-15-03, ОП-2000-01, ОМ-630-2, ОМ-320-2, обприскувачі вентиляторні - ОПВ-1200-01, ОУМ-4, ОМ-630, ОМ-320.Робочий орган розпилювача. Насос призначений для подачі робочої рідини з бака в пристрій для розпилювання під

тиском, необхідним для розпилення струменя робочої рідини на дрібні краплі і надання їм постійної швидкості. Робоча рідина у баку. Застосовується при тиску 2...10 бар для посівів та 10...20 бар для виноградників та садів. Насоси бувають гідравлічні та пневматичні. За принципом дії вони поділяються на швидкохідні (відцентрові, вихрові) та об'ємні (мембранно-поршневі, плунжерні, поршневі, шестерні). Залежно від тиску насоси бувають низького тиску (5...6 бар), середнього тиску (20...25 бар) і високого тиску (до 50 бар). Вихрові насоси, відцентрові насоси та шестерні насоси використовуються для розпилювачів низького робочого тиску, а діафрагмові поршневі насоси, плунжерні насоси та поршневі насоси використовуються для розпилювачів середнього та високого тиску.

Мембранно-поршневі насоси встановлюються у більшості сучасних вітчизняних та зарубіжних форсунок. Компактна та надійна робота, простий привід, широкий діапазон регулювання робочого тиску (0...20 бар) та висока продуктивність (до 210 л/хв).

Мембранно-поршневі насоси COMET (Італія) випускаються кількома серіями відповідно до потреб споживачів.

Мембранно-поршневий насос (рис. 1.2 а) складається з корпусу 1, в якому в підшипниках встановлений вал 2 з ексцентриситетом 9, а в корпусі радіально до осі розташовані шість циліндрів 13. Усередині циліндра розташовано шість циліндрів 13. Циліндри з'єднані з шатуном за допомогою ексцентриситету 9 валу 2 за допомогою голчастих підшипників 10. Над поршнем встановлена діафрагма 14, на якій розміщена клапанна коробка з всмоктуючим 4 і випускним клапанами 6, всмоктуючим 3 і випускним 7 інтегрованими в колектор.

Працюючи вал 2 насоса обертається від валу відбору потужності з допомогою карданної передачі. Ексцентрик 9 через шатун 11 здійснює зворотно-поступальний рух поршню 12 і повідомляє коливальний рух мембрані 14 зміни робочого об'єму всередині клапанної коробки. Впускний клапан 4

відкривається зі збільшенням обсягу кожної коробки, а випускний клапан 6 відкривається при зменшенні обсягу.

Процес всмоктування і впорскування чергується рівномірно по всьому обороту ексцентрика, в результаті чого забезпечується безперервний і рівномірний всмоктування робочої рідини через впускний канал 15 і нагнітальну рідини через лінію через нагнітальний канал. 8.

Тиск робочої рідини в лінії упорскування регулюється блоком управління та контролюється манометром..

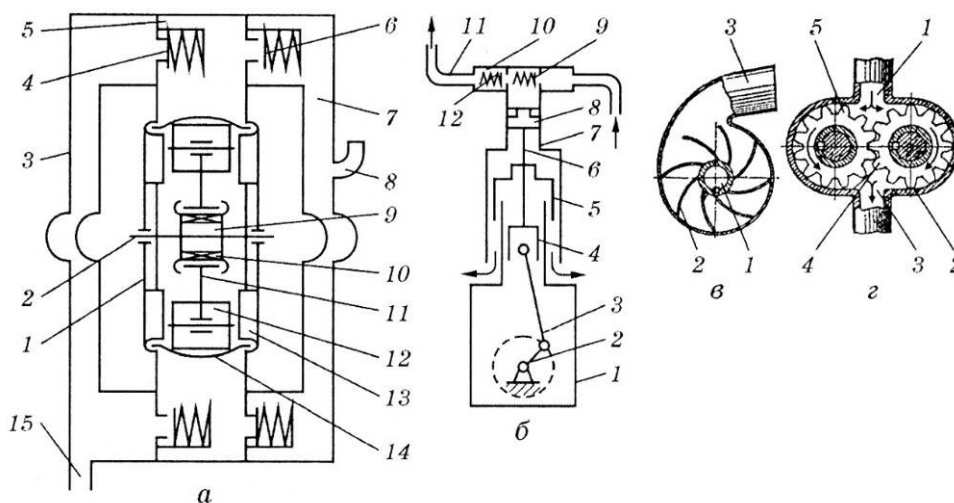


Рис. 1.2. Схема роботи насосів:

а — мембранно-поршневий: 1 — корпус; 2 — вал; 3 — всмоктувальний колектор; 4 — всмоктувальний клапан; 5 — кришка; 6 — нагнітальний клапан; 7 — нагнітальний колектор; 8 — нагнітальний канал; 9 — ексцентрик; 10 — голчастий підшипник; 11 — шатун; 12 — поршень; 13 — циліндр; 14 — мембрана; 15 — вхідний канал; б — трипоршневий: 1 — корпус насоса; 2 — колінчастий вал; 3 — шатун; 4 — повзун; 5 — захисний екран; 6 — шток; 7 — циліндр; 8 — поршень; 9 — всмоктувальний клапан; 10 — клапанна коробка; 11 — нагнітальна магістраль; 12 — нагнітальний клапан; в — відцентрований насос: 1 — всмоктувальний канал; 2 — робоче колесо; 3 — напірний канал; г — шестеренний насос: 1 — всмоктувальний канал; 2 — корпус; 3 — напірний канал; 4 — ведуча шестірня; 5 — ведена шестірня.

Трипоршневий інтегральний насос (рис. 1.2 б) складається з корпусу кривошипної групи 1, клапанної коробки 10 і циліндра 7. Кривошипна група містить колінчастий вал 2, який обертається в корпусі 1 на двох шарикопідшипниках, шток 3 з металокерамічним вкладишем, повзунок 4 пальцями з'єднаний з шатуном, а поршень 8 з'єднаний з гумовою манжетою. Для запобігання попаданню робочої рідини в корпус насоса встановлений захисний екран 5, а циліндр ущільнений прокладкою.

У клапанній коробці розташовані три групи всмоктувальних та нагнітальних клапанів.

Насос має заливний отвір у корпусі та зливний отвір у днищі, закритий пробкою. Через вікно в корпусі насоса рідина може стікати з поверхні 5 екрана і просочуватися з циліндра.

За принципом роботи трипоршневий насос нагадує дію трьох однопоршневих насосів із загальним колінчастим валом, корпусом і клапанною коробкою, так що робочий цикл усіх циліндрів виконується за тією ж схемою. Зміщення колінчастого валу на 120° призводить до перекриття тактів упорскування на 60° , що забезпечує рівномірну подачу.

При русі поршня 8 вниз він відкриває всмоктуючий клапан 9, дозволяючи рідини витікати з бака, а при русі вгору закриває всмоктуючий клапан і відкриває клапан нагнітання 12, виштовхуючи робочу рідину в напірну магістраль. Подача насоса 82120 л/хв, робочий тиск до 20 бар.

Відцентровий насос (рис. 1.2, в) складається зі спірального корпусу з напірним патрубком, кришки з центрально встановленим патрубком, що всмоктує, і робочого колеса, закріпленого на валу.

При обертанні робочого колеса рідина по всмоктувальному каналу 1 надходить у центр колеса 2 і під дією відцентрової сили викидається в кільцевий канал, звідки під тиском напірного каналу 3 подається в напірну магістраль.

При низькому тиску (1,5-3,5 бар) відцентрові насоси можуть створювати високі швидкості потоку (60-1500 л/хв) і тому переважно використовуються в авіаційних розпилювачах.

Шестерний насос (рис. 1.2, г) складається з корпусу 2, в якому обертаються дві шестерні - провідна 4 і ведена 5. Корпус має 1 всмоктуючий канал і 3 напірних каналу. При обертанні шестерні рідина надходить у порожнини між зубами і переганяється з всмоктуючого каналу напірний. На кришці насоса встановлено перепускний клапан.

Шестерні насоси безперервно подають рідину в напірні лінії і створюють тиск до 8...10 бар. Обертання в абразивному середовищі швидко приводить у дію шестерню насоса. Це значний недолік даного типу насосів.

Наконечник розпилювача (розпилювач, сопло) призначений

Для дозування та диспергування робочих рідин. Розпилення може здійснюватися гідравлічно (під дією тиску, створюваного насосом), пневматично (під дією високошвидкісного повітряного потоку, створюваного вентилятором або компресором), комбіновано і під дією відцентрової сили. Для робочих рідин, що утворюються внаслідок високошвидкісного обертання дисків або сітчастих циліндрів. За способом розпилення розпилювачі діляться на гідравлічні (відцентрові, вихрові, дефлекторні, щілинні), пневматичні (розпилення та безпосереднє уприскування) та роторні (дисккові та барабанні). Дисперсія розпилення, геометрія розпилювального пальника та рівномірність розподілу препарату за шириною захвату залежать від типу розпилювача. Усі розпилювачі мають полідисперсний (краплі різного розміру) спектр розпилення, тільки роторні – монодисперсний (краплі одного розміру).

Польовий відцентровий розпилювач (рис. 1.3 а) працює при тиску 3,8 бар і дає конічний факел довжиною 1,2 м з кутом конуса факела 80,98 °. Між кінцем осердя 2 гвинта і внутрішньою вершиною кришки 1 утворена вихрова просторова камера. У процесі роботи рідина, рухаючись під тиском по спіральному каналу, набуває обертального руху і виходить із сопла ковпака у вигляді конічної плівки. Під впливом опору повітря плівка розпадається на

дрібні краплі. Його розмір залежить від сили вихору перед виходом із сопла. Чим менший діаметр основного різьблення і діаметр сопла, тим більше розсіювання спрею. Такі обприскувачі використовуються в ранцевих пристроях та обприскувачах для роботи в теплицях та теплицях.

Садовий відцентровий обприскувач (рис. 1.3 б) працює при тиску 20... 25 бар і дає більш потужний і регульований потік. Він також дає можливість регулювати відстань від сопла розпилювача 5 до поворотного осердя 2 під час роботи. Це дозволяє змінювати кут розпилення. Переміщення ядра ближче до диска збільшує кут конуса та ширину захвату та зменшує дальність.

У тангенціальному розпилювачі типу УН (рис. 1.3, в) рідина у вихровій камері, утвореній диском 5 та пробкою 11, подається тангенціально, що призводить до обертального руху. На виході із сопла він розпадається на краплі. За таким самим принципом працюють відцентрові розпилювач типу РС (рис. 1.3, г).

Вихровий розпилювач (рис. 1.3, д) також є різновидом відцентрового розпилювача. Пройшовши через вихрову камеру, рідина виходить із сопла форсунки і обертається у вигляді порожнистого конічного смолоскипа. Встановивши таку вже стандартну вихрову камеру постійного тиску зі змінним тиском, ви можете подвоїти потік рідини і отримати різні кути (10,90 °) пальника.

У дефлекторному розпилювачі (рис. 1.3, д) струмінь рідини, що виходить під тиском із сопла круглого перерізу, ударяється об стінку поглиблення (дефлектора), розташовану з протилежного боку, дробиться на краплі і сплющується факел А, що утворює спрей.

Такі обприскувачі використовуються для розпилення рідких добрив, так як дисперсія, що утворюється при розпиленні, дуже велика.

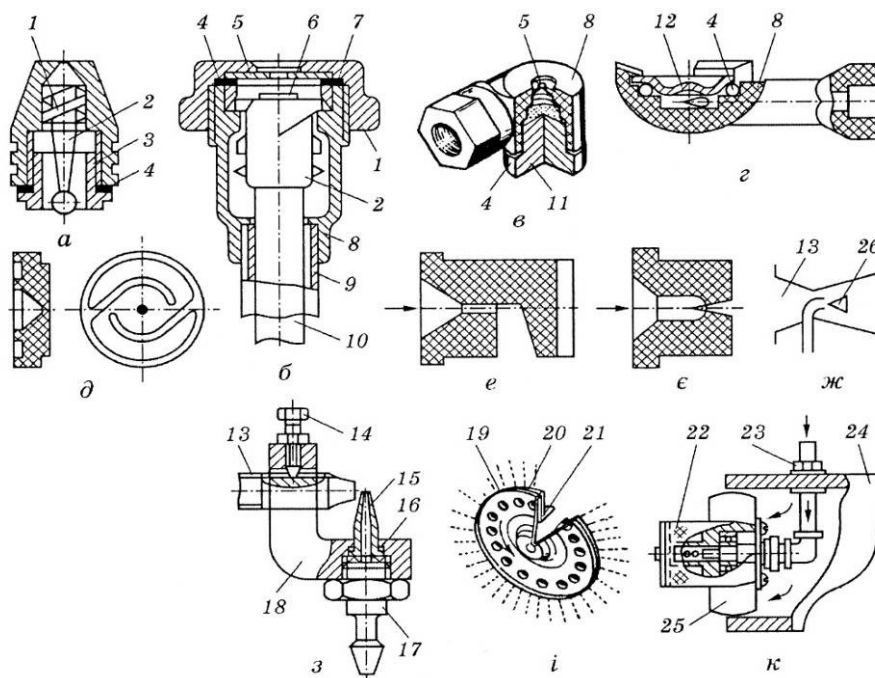


Рис. 1.3. Типи розпилювальних наконечників:

а - г — відцентрові відповідно польовий, садовий, типу УН і РЦ; д — вихровий; е — дефлекторний; є — щілинний; ж — пневматичний; з — пневматичний пульверизаційний; і — обертовий дисковий; к — обертовий циліндричний; 1 — ковпачок; 2 — осердя; 3 — ніпель; 4 і 16 — ущільнювальна і регулювальна прокладки; 5 — змінний диск з вихідним отвором; 6 — гумове кільце; 7 — втулка; 8 — корпус; 9 — трубка; 10 — шток; 11 — заглушка; 12 — діафрагма; 13 — сопло для подавання повітря; 14 — стопорний болт; 15 — розпилювальний наконечник; 17 — штуцер; 18 — кронштейн; 19 і 20 — диски; 21 — кришка (кожух); 22 — сітчастий циліндр; 23 — штуцер для підведення робочої рідини; 24 — повітропровід (корпус); 25 — крилатка; 26 — плівкоутворювач

Щілинні форсунки (рис. 1.3, є) мають вихідний отвір у вигляді вузької щілини, що розширюється у напрямку виходу рідини. Проходячи через такий отвір під тиском розширюється і розбризкує рідину на виході, утворюючи плоский віялоподібний факел. Розпорошення щілинних розпилювачів тонше, ніж у дефлекторів. Пальники з плоским розпорошенням використовуються для зонального внесення гербіцидів.

У пневматичних розпилювачах рідина може подаватися паралельно руху повітряного потоку (рис. 1.3 ж) або похило до нього (рис. 1.3 з). У розпилювачі з соплом Вентурі рідина надходить у конічний плівкоутворювач 26 (див. рис. 1.3 праворуч), де високошвидкісний повітряний потік розпорошує плівку рідини на дрібні краплі. У пневматичному розпилювачі розпилювального типу (див. рис. 1.3, в) рідина виходить із сопла 15, піддається впливу повітряного потоку, що виходить із сопла 13, і розпорошується на дрібні краплі, які підхоплюються вентилятором. Потужні потоки повітря несуть його на очисні споруди. Положення штуцера подачі рідини регулюється проставкою 16, а штуцер подачі повітря може бути переміщений в кронштейнний отвір 18 і зафіксований болтом 14.

Обертові розпилювачі використовують для ультрамалооб'ємного обприскування з нормами внесення від 1 до 10 л/га. Найбільш поширені розпилювачі у вигляді дисків та барабанів з високою швидкістю обертання (4000...14000 хв⁻¹). Такі високі швидкості можуть бути забезпечені механічним, гідравлічним або електричним приводом. Дисківий розпилювач, що обертається (рис. 1.3, і) має вигляд головки, що складається з однієї або декількох пар дисків 19 і 20 діаметром від 8 до 216 мм. Між кожною парою дисків є зазор приблизно 2,5 мм. Рідина з напірної магістралі подається до центру диска, звідки під дією відцентрової сили змішується з периферією, а від зовнішнього краю диска стягується до тонкої плівки, яка дробиться на краплі 60-150 мкм в діаметрі. За допомогою спеціальних екранів, розміщених у прохідній частині корпусу 21, можна задавати бажану форму смолоскипа розпилення для безперервного розпилення або смугового розпилення.

При обприскуванні роторним розпилювачем у вигляді сітчастого циліндра (рис. 1.3, л) рідина проходить по трубці через штуцер 23 центральну частину сітчастого циліндра 22 і рівномірно розподіляється по всій довжині. Потім він відкидається відцентровою силою, де піддається дії сітки барабана. Барабанна сітка обертається з великою швидкістю за допомогою крил 25 під дією повітряних струменів. Потік повітря, що надходить по повітропроводу 24,

підхоплює розпилені краплі і несе їх до мети обробки. Чим більший діаметр барабана, швидкість обертання та щільність рідини, тим менший діаметр краплі. Невелика витрата рідини покращує монодисперсність спрею. Діаметр барабана варіюється від 45 до 375 мм.

В обприскувачах розпилювачі приєднано до розподіленого розпилювального пристрою. Вони поділяються на стрижні, вентилятори, складові розподільні пристрої та спринклери пожежогасіння.

Стрижневі розподільники забезпечують максимально рівномірний розподіл робочої рідини поверхнею поля при мінімізації впливу вітру. Горизонтальні (рис. 1.4, а) обприскувачі застосовують для польових культур, вертикальні (рис. 1.4, б) – для виноградників, комбіновані (рис. 1.4, в) штангові – для обприскування деяких овочевих культур та бавовнику. Горизонтальна штанга сучасних обприскувачів має велику ширину захвату (18,0...21,6 м) та складається з окремих секцій ферменної конструкції. Конструкція штанги забезпечує легке регулювання висоти від 0,5 до 1,9 м та стійке положення щодо поверхні ґрунту. До стрижневої секції кріпиться труба - колектор, до якого кріпиться розпилювальна головка. Вони можуть працювати в 1, 2, 3 або 4-позиційному положенні.

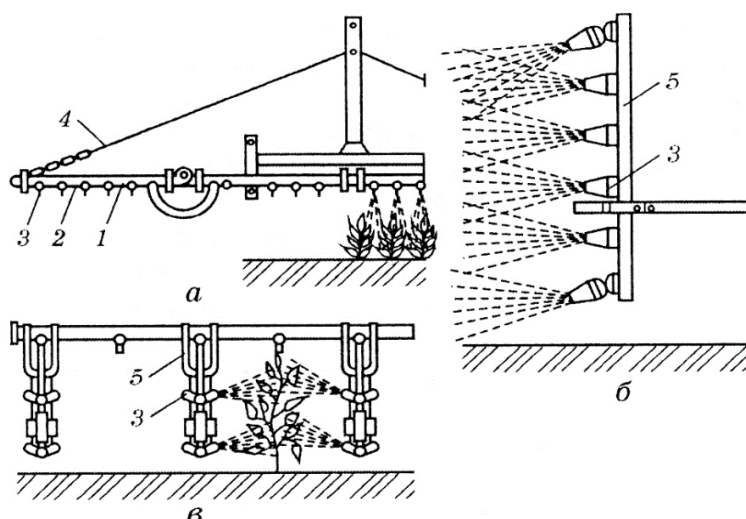


Рис. 1.4. Типи штанг: а – горизонтальна; б – вертикальна; в – комбінована;
1, 2 і 5 – відповідно середня, бічна і вертикальна секції; 3 - розпилювач;
4 – розтяжка.

Під робочим тиском напірної магістралі клапан 3 (рис. 1.5) відкритий, робоча рідина проходить через фільтр 6, вставку розпилювача 7 і розподіляється по оброблюваному об'єкту. При припиненні подачі рідини до штока (зупинці або повороті) тиск у напірній магістралі падає і клапан 3 під дією пружини закривається, перекриваючи надходження рідини з колектора 5 розпилювач, забезпечуючи вільний потік і тим самим забруднюючи навколишнє середовище. Відповідна багатопозиційна розпилювальна головка з байонетним затиском дозволяє швидко замінити або зняти розпилювач при обертанні затискача вручну.

Стрижневий розподільник можна відрегулювати для безперервного або стрічкового розпилення, змінивши кут розпилу або крок розпилювальної головки на стрижні.

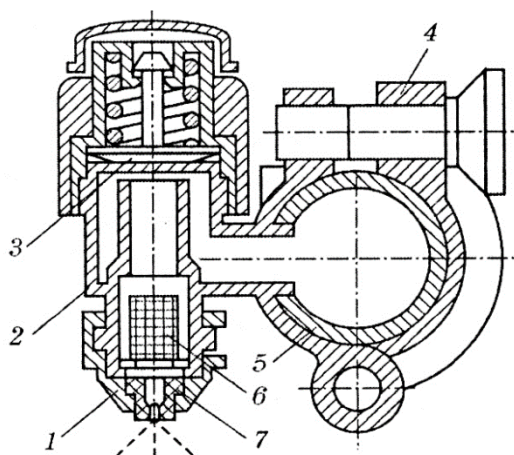


Рис. 1.5. Розпилювальна головка:

- 1 – ковпачок; 2 – корпус; 3 – клапан; 4 – скоба; 5 – колектор; 6 – фільтр;
7 - вкладиш

Зрошувачі пожежні (див. рис. 1.3, б) призначені для ручного обприскування окремих дерев у садах, рідкісних та важкодоступних місцях. Вони звичайні та далекобійні. Дальність польоту крапель, що розпоршуються садовим обприскувачем, становить 4-8 м, далеких - 12-15 м.

Вентиляторні розподільники призначені для дистанційного розпилення. При цьому відбувається розпилення робочої рідини і транспортування крапель,

що утворилися, до заготівлі повітряними потоками. Повітряний потік у них переносить розпилювані гідравлічним або ротаційним розпилювачем краплі до рослин, а далі розпорошує рідину (після гідророзпилення), повністю розпорошуючи робочу рідину на дрібні краплі. Може передаватись рослинам. У разі застосовують пневматичні небулайзери (див. рис. 1.3, р, в).

Для створення повітряного потоку використовуються два типи вентиляторів: осьові вентилятори та відцентрові вентилятори. Відцентрові вентилятори мають подачу 1,38...8,35 м³/с і швидкість повітряного потоку 70...160 м/с, що створюється ними, з додаванням робочої рідини або повним розпиленням і краплинним транспортом. Подача осьового вентилятора 8,35...27,8 м³/с, швидкість повітря 30...50 м/с. Такі вентилятори переважно подають попередньо розпорошену робочу рідину на очисні споруди.

Як правило, вентилятори з круглими отворами мають вузькі конічні (рис. 1.6 а) або широкі конічні вихідні патрубки (рис. 1.6 в), а прямокутні отвори - щілинні (рис. 1.6 б). Перші дві форсунки використовуються для розпилення з нормальним і малим об'ємом, а третя форсунка оснащена розпилювачем з диском, що обертається, і призначена для розпилення з надмалим об'ємом

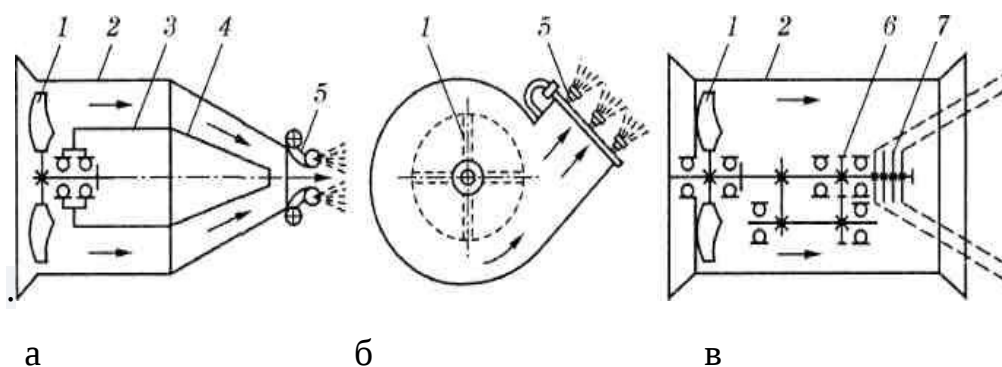


Рис. 1.6. Схеми вентиляторних розподільних пристроїв:

а — осьовий з конічним звужувальним соплом; б — відцентровий з прямокутним (щілиноподібним) соплом; в — осьовий з конічним розширювальним соплом; 1 — лопать вентилятора; 2— дифузор; 3 — циліндр; 4 — ковпак; 5 — наконечник; 6 — редуктор; 7 — обертювий дисковий розпилювач

Існує два типи складових стрижневих пристроїв чи пневматичних стрижневих пристроїв. В одному варіанті кілька вентиляторів встановлені вздовж штока разом з дисковим розпилувачем, що обертається, і приводяться в обертання гідравлічним двигуном. У другому варіанті циліндрична оболонка з поліхлорвінілової плівки кріпиться до незамкнутої металевої конструкції стрижня і надмається повітрям за допомогою вентилятора. У нижній частині корпусу є отвір (діаметром > 40 мм), який в колектор поміщається протилежний розпилувач.

Повітряний потік через отвори корпусу захоплює краплі робочої рідини, дисперговані розпилувачем, і наносить їх на оброблювані рослини.

Пневматичний розподільчий пристрій штанги дозволяє знизити витрату отрутохімікатів на 60% без зниження якості та ефективності обробки рослин навіть у вітряну погоду.

1.5 Аналіз процесу пропилення робочих рідин та засобів його реалізації

1.5.1 Розпорошення гідравлічної рідини.

Розпилення рідини застосовують для спалювання палива, очищення газів від пилу, хімічного захисту та зрошення рослин, охолодження води градирнях, аерозольної вакцинації, сушіння, абсорбції, екстракції та ректифікації та ін. Оскільки від якості розпилу залежить ККД машин різного призначення, поліпшення їх властивостей пов'язане з створення оптимального для робочого процесу розпилувача.

Дані численних натурних випробувань різних типів і конструкцій розпилувачів підтверджують, що тільки 20-70% рідини, що розпилюється, може бути обложено в зоні, де відбувається розпилення [2, 3, 5]. 40% депонованої рідини відбувається через нерівномірний розподіл по поверхні і вкрай нераціонально використовується зрошення. Аналіз причин втрат пестицидів показує залежність від дисперсійного складу крапель робочої рідини, що розпилюється. Щільність та рівномірність покриття на зрошуваних поверхнях, утримання на них, швидкість випаровування та проникнення

пестициду в ціль обприскування залежать від розміру крапель. Розпилювачі класифікують за розміром крапель [4], [8]. Аерозоль – краплі розміром менше 50 мкм, дрібні краплі – від 51 до 150 мкм, середні краплі – від 151 до 300 мкм, великі краплі – краплі понад 300 мкм.

Розпилення рідин є фундаментальною проблемою і її успіх залежить від поліпшення дисперсії розпилювача. Згідно Релеєм [11], вони виникають при витіканні рідини з отворів на поверхні струменя або плівки, хвиля капілярного походження, що розповсюджується вздовж струменя і викликає бризки. Відомі погляди на механізм коливань поверхні струменя:

- осесиметричне збудження через вібрації, відхилення від правильної геометрії стін, їх шорсткості; Вона збільшується під дією капілярних сил і може поширюватися в тонкий, повільно рухомий струмінь.

- Турбулентні пульсації, що спричиняють відрив окремих частинок рідини.

- кавітаційні явища, пов'язані з рухом рідини перед розпорощенням;

- Зовнішня інерційна сила. Його роль стає важливою при великих швидкостях закінчення рідини із сопла.

Згідно [40], розпилення відцентровим розпилювачем обумовлено вихровою структурою, що утворюється у вихровій камері, а на її формування впливають в'язкість та розподіл рідини за швидкостями. Структурована плівка за отвором сопла розпадається на вихори, які потім розпадаються на краплі. Середній діаметр крапель рідини, що розпилюється, визначається розміром вихору [27], а поверхневий натяг рідини впливає на поділ вихрів на краплі. На основі цього уявлення про механізм розпилення пропонується метод розрахунку вихрової камери відцентрового розпилювача. Цей підхід був використаний у дипломній роботі.

1.6. Осаджування робочої рідини, що розпилюється, на зрошуваних поверхнях

1.6.1 Швидкість осадження крапель. Закономірність осадження крапель у нерухомому повітрі вивчалася у метеорології, завданнях руху аерозолів та повітряних бризках.

Краплі води у формі кулі осідають під дією сили тяжіння.

$$F_m = \frac{1}{6} \pi \cdot d_k^3 \rho \cdot g, \quad (1.6.1)$$

де d – Діаметр краплі. ρ – щільність рідини, g – прискорення вільного падіння.

Якщо початкова швидкість дорівнює нулю, крапля починає тонути у повітрі під дією сили тяжіння, прискорюючись та рухаючись. У міру збільшення швидкості опір повітря збільшується, і крапля осідає з постійною швидкістю, врівноважуючи гравітацію та опір повітря. Таке осідання називається гравітаційним.

Силу опору повітря F_{on} визначають за формулою Стокса [35]

$$F_{on} = -3\pi\mu_n d_k V_k, \quad (1.6.2)$$

яка справедлива при числах Рейнольдса $Re < 1$:

$$Re = \frac{\rho_n V_k d_k}{\mu_n}, \quad (1.6.3)$$

де μ_n, ρ_n – динамічна в'язкість і густина повітря;

V_k – швидкість руху краплини.

За умови рівноваги сил $F_m = F_{on}$, швидкість осідання краплин:

$$V_k = \frac{1}{18} \frac{\rho g}{\mu_n} d_k^2, \quad (1.6.4)$$

Вимушена посадка краплі відбувається, коли початкова швидкість краплі V_{k0} велика і не досягає постійної швидкості V_{ks} , під дією супутніх повітряних потоків.

Рух крапель і повітря при розпиленні рідин, що розпилювалися, експериментально досліджував Сімаков [35]. Він виявив, що швидкість крапель

більша, ніж швидкість повітряного потоку, що втягується в пальник, і були спроби пояснити цей рух кризою опору крапель.

Швидкість осадження крапель під дією сили тяжіння набагато нижча, ніж швидкість примусового осадження, тому режим осадження більше підходить для розпилення. Однак умови вітру та руху розпилювача роблять місце осадження дрібних крапель, що виносяться з пальника, невизначеним. Чим довше краплі залишаються у повітрі при осіданні, тим більше втрати робочої рідини на випаровування та вітрову ерозію.

1.6.2 Випаровування крапель у факелі. Відомо, що випаровування відбувається з поверхні рідини за будь-якої температури. Інтенсивність випаровування уповільнюється у міру зниження температури рідини та збільшення відносної вологості повітря. Охолодження рідини при випаровуванні пояснюється видаленням із поверхневого шару рідини молекул з найбільшими швидкостями та кінетичними енергіями.

Випаровування крапель розпилених робочих тіл (розчинів, емульсій, суспензій) складно і мало вивчено. Відомо, що швидкості випаровування компонентів робочого тіла суттєво різняться, змінюючи пропорції компонентів у краплі [33].

Радіус краплі, що випаровується у нерухомому повітрі, визначається рівнянням Максвелла.

$$r = \sqrt{r_0^2 - \frac{2D}{\rho}(C_0 - C_\infty)\tau}, \quad (1.6.5)$$

де r_0 – початковий радіус краплини в момент часу $\tau = 0$; D – дифузія пари з поверхні краплини в оточуюче середовище; C_0 і C_∞ – концентрація насиченої пари біля поверхні краплини і в оточуючому середовищі.

Час повного випаровування краплини відповідає $r = 0$.

Рівняння Максвелла застосовується тільки до стаціонарних крапель. Насправді краплі всередині смолоскипа рухаються щодо повітря.

1.6.3 Демонтаж розпиленої робочої рідини. Відповідно до [33], обприскування вентиляторами та штанговими форсунками допускається при швидкості вітру до 3 м/с (дрібнокраплі) та 4 м/с (великокраплі) та застосовується для догляду за населеними пунктами, тваринницькими комплексами та сільськогосподарськими угіддями. Місця ручної праці, водойми та відпочинку повинні бути не менше 500 м при віяловому обприскуванні та 300 м при штанговому обприскуванні.

Розбіжності у розмірах крапельок, схильних до ерозії, становлять «10–50 мкм» [3], «20–80 мкм» [10], «80–120 мкм» [35] та «менше 200 мкм» [36]. у вказує на відсутність ретельних досліджень у цьому напрямку.

Країни Європейського Союзу запровадили класифікацію небулайзерів [24]. При розпиленні видалення крапель на 90% менше. 75 або 50% порівняно з щілинним розпилювачем 11003 при тиску 0,3 МПа.

Для зменшення руйнування робочої рідини, що розпилюється, виробники розпилювачів пропонують інжекторно-щілинні розпилювачі [9] або системи примусового осадження рідини, що розпилюється потоком повітря [4].

Винесення робочої рідини за межі зони, де відбувається обприскування, призводить до втрат пестицидів та забруднення навколишнього середовища і повинен мати вирішальне значення при виборі розпилювачів та розпилювачів. Втрати робочої рідини при розпорошенні за рахунок випаровування та розкладання складно визначити експериментально, тому осадження крапель необхідно моделювати математично [38].

1.6.4 Взаємодія розпиленої робочої рідини з поверхнями, що зрошуються. Зіткнення з зрошуваною поверхнею є завершальною стадією осадження крапель. У зоні контакту відбувається адгезійна взаємодія та подальше змочування робочою рідиною поверхні твердого тіла. Основні

дослідження з адгезії та змочування виконані Б.В. Дерягіним, П.А. Ребіндер, В. А. Зісман, Ф. М. Фокс. Ці дослідження підсумововані з їх застосування у роботі [37]. Брех [42] запропонував математичну модель деформації краплі при ударі об тверду поверхню. Кінетична енергія краплі після зіткнення перетворюється на поверхневу енергію, збільшуючи діаметр плями відповідно до поверхневого натягу рідини. Деформована крапля розтікається поверхнею під впливом поверхневого натягу і може колапсувати чи відскакувати від поверхні. Брянськвілл виявив, що краплі розміром понад 200 мкм відскакують при розпорошенні на горох. Краплі, що утримуються на зрошуваних поверхнях, можуть випаровуватися під дією вітру, опадів і сонячної радіації, а пестициди, що кристалізуються, втрачають свою токсичність [10]. Чим більший кут нахилу поверхні зрошення, тим більша ймовірність зісковзування крапель. Відомо, що краплі мають сферичну форму через поверхневий натяг, велику масу, слабе зчеплення і зісковзують, коли поверхня зрошення майже вертикальна. Згідно Бікерману [11], добуток маси краплі на тангенс кута нахилу поверхні зрошення, на якій знаходиться крапля, є величиною постійної і характеризує прослизання краплі.

1.7. Технічні засоби для розпилювання пестицидів

1.7.1. Розпилювач інсектицидів. На виробництві обприскувачів спеціалізуються Albus (Франція), Delavan, Lurmark (Велика Британія), Agrotop, Lechler (Німеччина) та Spraying Systems (США). Щілинні обприскувачі марки Teejet, розроблені компанією Spraying Systems, використовуються у штангових обприскувачах вже понад 50 років. Для даного типу обприскувача визначено норми витрати пестицидів та гідравлічної рідини під час обприскування. Виробництво щілинних форсунок заводом «Львівсільмаш» (Україна) сьогодні припинено через низьку якість керамічних форсунок.

Щілинний розпилювач уздовж осі соплового отвору (рис. 2.1) має циліндричний канал, що закінчується куполоподібною порожниною з клиноподібними щілинами, які разом утворюють соплове отвір складної просторової форми [20].

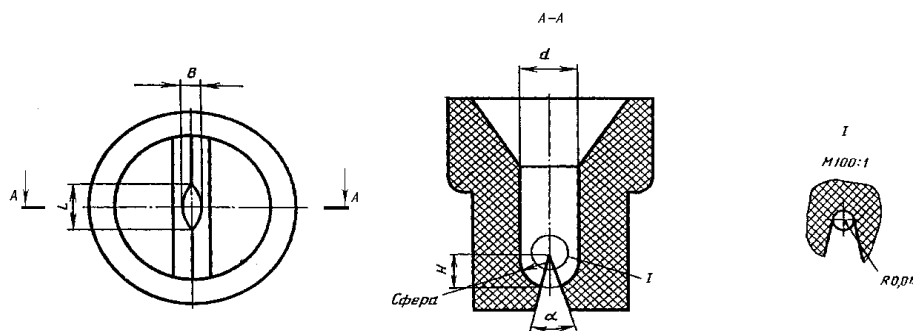


Рис. 1.5. Схема щілинного розпилювача.

Рідина надходить у куполоподібну порожнину циліндричним каналом, витікає з отвору сопла і набуває форми плоскої мембрани, що розпадається на краплі. У таблиці наведено розміри отвору сопла щілинного розпилювача [20].

1.1.

Таблиця 1.1

Основні характеристики та розміри щілинного розпилювача

Позначення розпилювача	Шифр	Витрата при тиску 0,3 МПа, л/хв	Кут розкриття факела, град	L , мм	B , мм	D , мм	H , мм
ОЦУ 11.220	РЩ 110-0,6	0,55	110°	1,05	0,36 ⁺⁰	1,05 ^{+0,0}	0,575
ОЦУ 11.220-01	РЩ 110-1,0	0,87	110°	1,34	0,47 ⁺⁰	1,34 ^{+0,0}	0,740
ОЦУ 11.220-02	РЩ 110-1,6	1,39	110°	1,74	0,60 ⁺⁰	1,74 ^{+0,0}	0,960
ОЦУ 11.220-03	РЩ 110-2,5	2,16	110°	2,20	0,77 ⁺⁰	2,20 ^{+0,0}	1,210
ОЦУ 11.220-04	РЩ 110-4,0	3,46	110°	2,85	0,99 ⁺⁰	2,85 ^{+0,0}	1,565

Розпилювач дефлектора (рис. 1.6) має форму циліндра з каліброваним циліндричним каналом, на кінці якого виконана складна просторово-подібна

виймка, що містить дефлекторну поверхню щодо осі розпилювача, виконана вертикально.

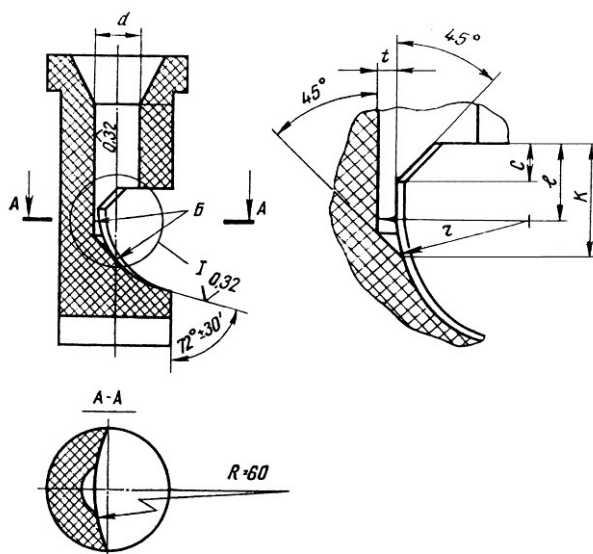


Рис. 1.6. Схема дефлекторного розпилювача ПОТ 27.000.

Рідина під тиском через калібрований циліндричний канал надходить на поверхню дефлектора, де змінює напрямок руху і набуває форми віялоподібної плоскої мембрани, стоншуючись від сопла і дроблячись на краплі. Розміри дефлекторного обприскувача вказані у таблиці. 1.2.

Таблиця 1.2

Основні характеристики та розміри дефлекторного розпилювача

Розпилювач	Шифр сопла	Витрата при тиску 0,3 МПа, л/хв	Кут розкриття факелу, град	d , мм	C , мм	K , мм	l , мм	r , мм	t , мм
ПОТ 27.001-01	РД-1,6	2,60	175°	1,6 ^{+0,1}	0,63	2,4	1,8	1,93	0,24
ПОТ 27.001-02	РД-2,0	3,15	175°	2,0 ^{+0,1}	0,80	3,0	2,2	2,40	0,30
ПОТ 27.001-05	РД-4,0	13,51	175°	4,0 ^{+0,1}	1,60	4,0	3,2	6,5	0,60

Принцип роботи відцентрового розпилювача той самий. Рідина під тиском надходить у вихрову камеру, де набуває обертального руху, і виходить з отвору сопла у вигляді плівки. Плівка стонщується в міру віддалення від сопла і розпадається на краплі, утворюючи порожнистий конічний факел. Потік рідини виходить з отвору сопла не тільки з осьової складової швидкості, але і з радіальної складової швидкості.

На рис. 1 показаний відцентровий розпилювач, який подає рідину в осьовому напрямку в торсіонну камеру через гвинтовий завихрювач. 1.7 Цей розпилювач складається з корпусу та поворотного стрижня. Поверхня сердечника має двоспрямовані вирізи прямокутного перерізу, що утворюють із корпусом спіральний канал. У корпусі є усічено-конічний сопловий отвір. Розміри гвинтового розпилювача вказані у таблиці. 2.3.

Рідина, проходячи спіральним каналом сердечника під тиском, набуває всередині камери вихровий обертальний рух і виходить з отвору сопла у вигляді конічної плівки, що віддаляється від сопла, утворюючи порожнистий конічний смолоскип.

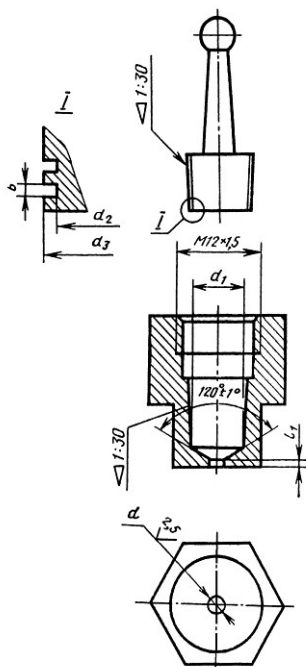


Рис.1.7. Схема відцентрового розпилювача зі шнековим завихрювачем.

Таблиця 1.3

Основні характеристики та розміри
відцентрового розпилювача зі шнековим завихрювачем

Ковпачок	П-1,0	П-1,0	П-1,6	П-1,6	П-2,0	П-2,0
Сердечник	П-5	П-8	П-5	П-8	П-5	П-8
Витрата рідини	0,50	0,60	0,95	1,13	1,35	1,55
Кут розкриття факелу	75°	60°	95°	75°	100°	85°
d , мм	$1,0^{+0,060}$	$1,0^{+0,060}$	$1,6^{+0,250}$	$1,6^{+0,250}$	$2,0^{+0,250}$	$2,0^{+0,250}$
d_1 , мм	$7,5^{+0,150}$	$7,5^{+0,150}$	$7,5^{+0,360}$	$7,5^{+0,360}$	$7,5^{+0,360}$	$7,5^{+0,360}$
d_2 , мм	$7,5^{-0,150}$	$7,5^{-0,150}$	$7,5^{-0,360}$	$7,5^{-0,360}$	$7,5^{-0,360}$	$7,5^{-0,360}$
d_3 , мм	$4,5^{-0,120}$	$4,5^{-0,120}$	$4,5^{-0,300}$	$4,5^{-0,300}$	$4,5^{-0,300}$	$4,5^{-0,300}$
l_1 , мм	$0,8^{-0,100}$	$0,8^{-0,100}$	$0,8^{-0,250}$	$0,8^{-0,250}$	$0,8^{-0,250}$	$0,8^{-0,250}$
b , мм	$1,25^{\pm 0,200}$	$2,0^{\pm 0,200}$	$1,25^{\pm 0,200}$	$2,0^{\pm 0,200}$	$1,25^{\pm 0,20}$	$2,0^{\pm 0,200}$

Відцентрові розпилювачі серій RC-3 та N.059 (рис. 1,8) конструктивно аналогічні. Вхідний канал цих небулайзерів розташований безпосередньо в корпусі 1 і входить у торсіонну камеру по дотичній до циліндричної поверхні. Атомайзер серії RC-3 мають циліндричну твіст-камеру зі сферичним заглибленням в соплі з боку твіст-камери. Форсунка ущільнена у корпусі гумовим кільцем та закріплена у спеціальному пазу корпусу. Досвід експлуатації показав недосконалість такої герметизації. Сопловий отвір атомайзера N.059 виконано прямо в корпусі. Основні характеристики та

розміри атомайзера N.059 наведені у таблиці. 1.4 Твіст-камера обмежена по висоті конічною кришкою з насічками та має усічену форму

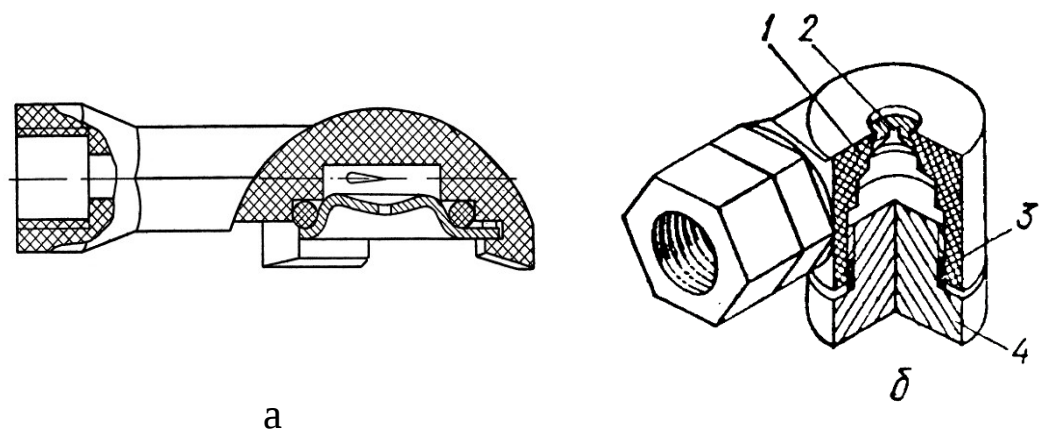


Рис. 1.8. Схема відцентрового розпилювача: а – РЦ-3, б – Н.059.

Таблиця 12.4

Основні характеристики та розміри розпилювача серії Н.059

Розпилювач	Діаметр сопла, мм	Кут розкриття факелу, град	Витрата рідини л/хв при тиску, МПа				
			0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Н.059.010	1,5	110°	0,41	0,58	0,72	0,83	1,20
Н.059.020	2,0	110°	0,60	0,85	1,04	1,17	1,40
Н.059.030	3,0	110°	1.00	1,41	1,73	1,93	2,30

Відцентрові розпилювачі з дисковими завихрювачами подають рідину аксіально у вихрову камеру через диск із похилим до камери вхідним каналом (рис. 1.9). Твіст-камера має циліндричну форму з конусом біля сопла. Розміри вхідного каналу та отвори сопла визначають витрату рідини.

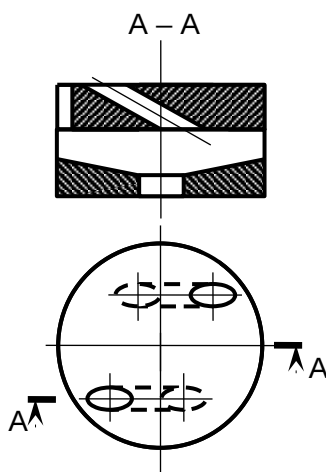


Рис . 1.9. Схема відцентрового розпилювача з дисковим завихрювачем.

На малюнку показаний відцентровий розпилювач, який живить торсіонну камеру через прямокутний тангенційний канал. Сопло має форму диска з отвором сопла по осі. У диску подачі рідини утворюються виступи, що змінюють циліндричну форму торсійної камери і впливають на розсіювання струменя. Форсунка запресована в корпус разом із завихрювачем та диском подачі рідини запресуванням за допомогою різьбового штуцера. Труднощі одночасної герметизації п'яти компонентів небулайзера та непередбачуваний перелив рідини перешкоджали широкому поширенню таких небулайзерів.

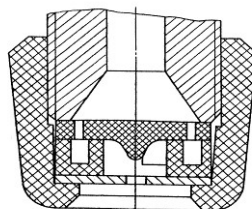


Рис. 1.10. Схема відцентрового розпилювача з тангенціальними каналами прямокутної форми.

Механічний дисковий розпилювач (рис. 1.11) має частоту обертання диска від 16 до 200 с^{-1} і приводиться в дію електричним, пневматичним чи гідравлічним двигуном. Край диска може виготовлятися як перфорація чи циліндр з сіткою.

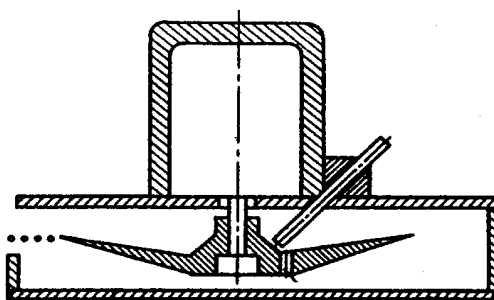


Рис. 1.11. Схема механічного дискового розпилювача.

Рідина, що надходить під низьким тиском і потрапляє на поверхню диска, розтікається плівкою і рухається до краю диска під дією відцентрової сили, утворюючи рідкий тор з турбулентними областями, в яких формуються процеси. Основна крапля підключена до Taurus Liquid Foot. При відокремленні основної краплі рідка гілка дробиться на краплі-супутники, які набагато менші за розміром, ніж основна крапля. У міру збільшення потоку рідини нарост не встигає перетворитися на краплі і витягується в довгі нитки. На деякій відстані від краю диска вони поділяються на основні краплі приблизно однакового розміру, а тонкі перемички подрібнюються на краплі-супутники. При подальшому збільшенні витрати рідини суцільна плівка здирається з диска і

дробиться на нитки та краплі різного розміру [9]. Швидкість обертання диска визначає товщину плівки, що впливає розмір основних крапель.

Дослідження ВІЗР та ВНІ у фітопатології, що проводяться з 60-х років минулого століття, показали, що дискові форсунки можуть забезпечити монодисперсне розпилення робочих тіл в умовах надтонкого розпилення, проте технічні труднощі реалізації перешкоджають широкому впровадженню цих форсунок.

1.7.2 Напрямок вдосконалення обприскувачів пестицидів. Аналіз публікацій та каталогів продукції компаній, що займаються розробкою та виробництвом атомайзерів, показує спроби їх подальшого вдосконалення. Відомі поліпшення пов'язані з експлуатаційними характеристиками, оскільки вичерпано резерви поліпшення розсіювання щілинних форсунок.

Компанія Spraying Systems [9] розпочала виробництво обприскувачів серії Turbo TeeJet. У цьому ряду дросельний та щілинний отвори сопла відсунуті від осі розпилювача (рис. 2.8). Захистивши щілинний отвір сопла від прямої дії механічних домішок, можна збільшити ресурс розпилювача та знизити ймовірність виходу з ладу через забруднення. Форсунки серії Turbo TwinJet мають два щілинні отвори форсунки, рівновіддалені від осі форсунки (рис. 1.12, б).

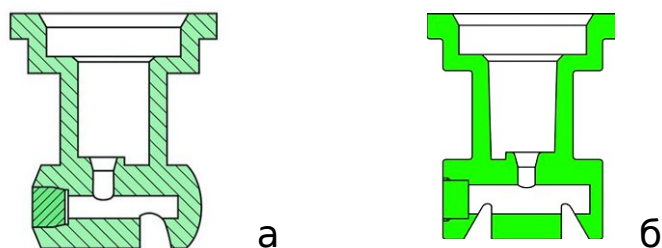


Рис. 1.12. Схема щілинного розпилювача:

а – Turbo TeeJet, б – Turbo TwinJet.

Обприскування з двох отворів форсунки, що утворюють кут 60° , незважаючи на те, що розмір отворів форсунки значно зменшений у порівнянні з одним отвором форсунки при тій же витраті, краплі на нижньому листі рослини покращують покриття за допомогою

Інжекторний щілинний обприскувач (рис. 1.13) можна придбати у компанії «Агротоп». Робоча рідина під тиском проходить через калібрований отвір, змішується з повітрям у трубці Вентурі та засмоктується в розпилювач. Великі краплі, що утворюються при обприскуванні, менш схильні до впливу вітру і, на думку фахівців компанії, дробляться при контакті з поверхнями, що зрошуються, якщо задіяне повітря. Інші компанії, такі як Albuz, Lechler і Spraying Systems, виробляють обприскувачі зі схожими принципами роботи та невеликими відмінностями у конструкції.

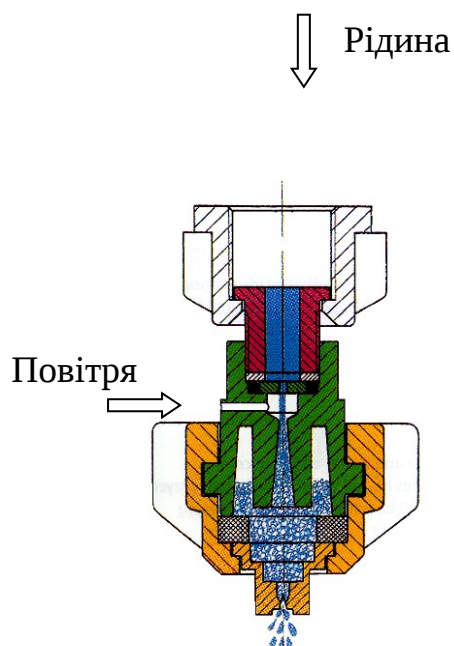


Рис. 1.13. Схема інжекторного щілинного розпилювача компанії Agrotop

Щоб зменшити стандарти споживання пестицидів, ведуться роботи з поліпшення розпилення за допомогою механічних дискових розпилювачів. Згідно [2], при дисковому розпиленні крім основних крапель утворюються краплі-супутники, частка яких може становити 10% від маси рідини, що

розпилюється. Для зменшення кількості дрібних крапель-супутників у дискових форсунках ВІЗР та ВНДІ патології рослин спільно розробили пристрій для виділення крапель-супутників із рідких факелів, що розпилюються (рис. 1.14).

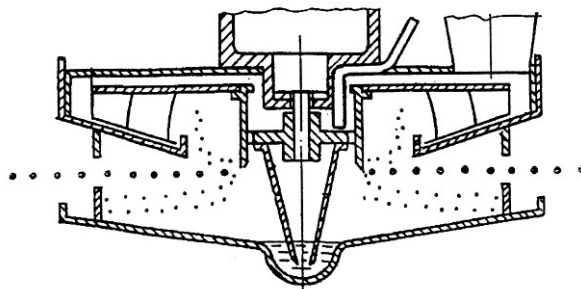


Рис. 1.14 Схема механічного дискового розпилювача з пристроєм для відбору дрібних краплин

Механічний дисковий розпилювач, що формує 80% крапель розміром від 80 до 250 мкм, з витратою робочої рідини до 20 л/га та споживанням енергії на розпилення 0,8 кВт дозволяє знизити витрати пестицидів на 25%. Порівняно з ОП-2000-2-01 (Львівсільмаш), 50%, робоча рідина у 15 разів. При розпиленні заряджених крапель розміром від 30 до 60 мкм із джерела високої напруги від 700 до 3000 В витрата робочої рідини може бути додатково знижена до 5-20 л/га. 30-60% при розпорошенні заряджених крапель [2]. Дослідження показують, що покращена дисперсія обприскування обіцяє знизити норми витрати пестицидів, але механічні дискові обприскувачі, які забезпечують це, складні та не підходять для використання у штангових обприскувачах.

Одним із способів підвищення ефективності розпилення за допомогою щільних розпилювачів є забезпечення потоку повітря, що супроводжує палиник з вентилятором. Подача повітря знижує знесення обприскувача вітром, знижує витрати пестицидів на 25% і знижує витрати гідравлічної рідини до 100 л/га. Подача повітря мало впливає витрата рідини через розпилювач, а вторинне

дроблення великих крапель збільшує кількість дрібних крапель від 50 до 100 мікрон.

1.8. Технічна характеристика розпилювачів пестицидів

1.8.1. гідравлічні властивості. Каталог [36] містить понад 1000 обприскувачів для хімічного захисту рослин. Ці небулайзери відрізняються конструкцією, матеріалами та швидкістю потоку рідини від 0,055 до 166 л/хв, від 0,055 до 2,0 МПа. Відповідно до [5] введено кольорове маркування небулайзерів щодо витрати рідини. Розрахункова витрата робочої рідини на одиницю зрошуваної площі визначають за формулою:

$$Q = \frac{600 qn}{VB}, \quad (1.8.1)$$

де q – витрата рідини через один розпилювач; n – кількість розпилювачів на обприскувачі; V – швидкість обприскувача; B – ширина захвату обприскувача.

Витрати рідини для всіх типів гідравлічних розпилювачів визначається за формулою:

$$q = A \sqrt{\Delta P}, \quad (1.8.2)$$

де A - коефіцієнт, що залежить від розміру каналу, режиму перенесення рідини та типу розпилювача. ΔP - перепад тиску рідини в розпилювачі.

Відомо, що розподіл крапель робочої рідини на поверхні, що зрошується, залежить від кута розкриття факела. Таким чином, кут розкриття пальника є характеристикою налаштування розпилювача.

1.8.2 Характеристики розсіювання.

Порівнювати розпилювачі за втратами неможливо, тому що частина гідравлічної рідини, що розпилюється, випаровується, виноситься вітром, відскакує або зісковзує при контакті з зрошуваною поверхнею і визначає втрати гідравлічної рідини. пестицидів як робочих рідин та їх компонентів. Експериментальні дані щодо втрат робочої рідини при розпиленні відомими форсунками відсутні.

Згідно з описами [1] і [37], краплі розміром менше 80 мкм переносяться вітром, а краплі розміром більше 350 мкм зісковзують з зрошуваної поверхні. Для відомого спринклера об'ємна частка втрачених крапель води відповідає на столі. 1.5.

Таблиця 1.5

Можливі втрати пестициду через знесення і зісковзування

Розпилювач	Витрата рідини, л/хв	Об'ємна частка краплин, %		Загальні втрати, %
		≤ 80 мкм	≥ 320 мкм	
Тіджет XR11003	1,066	0,61	32,91	33,52
РЦ 110-1,0	1,070	1,96	31,82	33,78
Харді 1553-14	0,965	1,85	27,77	29,62
Лурмарк 02-1-80	0,840	7,39	16,31	23,70
РОК-09	0,860	0,44	40,08	40,52
Механічний дисковий	3,000	2,98	15,62	18,60

Ці дані призначені лише для порівняння розпилювачів. Це пов'язано з тим, що краплі води відскакують від поверхні, що зрошується при ударі, що може призвести до більш високих загальних втрат.

З таблиці 2.5 знаходимо, що при обприскуванні щілинним обприскувачем втрати крапель за рахунок зісковзування з поверхні, що зрошується, можуть становити близько 30 %, у обприскувача РОК-09 більше 40 %. Відсоткова втрата механічних дискових розпилювачів набагато менша.

1.9. Індекс продуктивності обприскувача пестицидів

1.9.1 Ефективність розпилення. Ефективність розпилення можна оцінити за питомими витратами енергії на отримання одиниць площі поверхні рідини, що розпилюється.

$$e = \frac{N}{S}, \quad (1.9.1)$$

де $N = PQ$ – енергія, що витрачається на розпилення рідини, де P – тиск; Q – витрата рідини; S – сумарна площа поверхонь краплин розпиленої рідини.

Площа поверхні краплин у факелі розпиленої рідини визначається через середній об'ємно-поверхневий діаметр d_{32} (за Заутером), мкм:

$$S = \pi n d_{32}^2, \quad (1.9.2)$$

Оскільки кількість краплин $n = \frac{6Q}{\pi d_{32}^3}$, то:

$$e = \frac{1}{6} P d_{32}, \quad (1.9.3)$$

Для механічного дискового розпилювача

$$e = \frac{N}{6Q} d_{32}, \quad (1.9.4)$$

де N – потужність, що споживає двигун на обертання диску.

Порівнюючи дисперсію різних типів гідравлічних розпилювачів за однакових умов тиску, можна оцінити споживання енергії, необхідне розпилення.

1.9.2. Довговічність. Вимоги до терміну служби форсунок у міжнародних стандартах не встановлені. Це дозволяє створювати атомайзери з різних матеріалів. У цьому регламентуються вимоги властивостям небулайзера. Наприклад, згідно з [12], витрата рідини кожного розпилювача не повинна відхилятися більш ніж на 5% наведеної схеми. Виробники щільних розпилювачів у своїх каталогах, таких як [4, 9], повідомляють про знос отвору форсунки в розпилювачі і постійно контролюють кожен розпилювач, щоб визначити зміни витрати рідини, щоб визначити, чи він зношений або пошкоджений. заміна розпилювача. на малюнку. 2.11 [9] показаний знос отворів форсунок щільного обприскувача та пов'язана з цим нерівномірність розподілу рідини на поверхні зрошення.

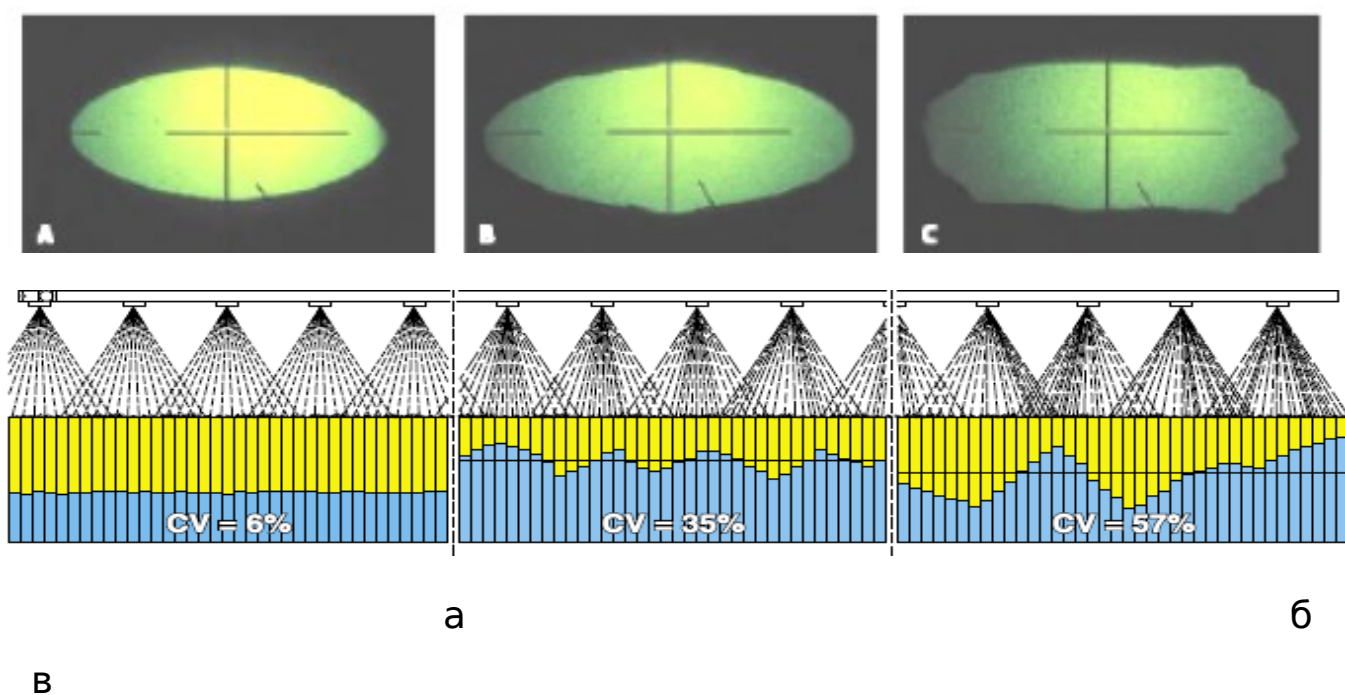


Рис. 1.15. Сопловий отвір щільного розпилювача і рівномірність розподілу розпиленої рідини: а – нового, б – зношеного, в – пошкодженого.

На малюнку показано збільшення витрати для щільних форсунок із різних матеріалів. 2.12 Випробування проводили водою, що містить 2,5% каоліну при тиску 0,27 МПа. Через 60 годин витрата рідини через сопло з

латуні збільшилася на 26 %, з корозійностійкої сталі – на 15 %, з полівініліденфториду – на 12 %, з поліацеталу – на 8 %.

Згідно [5], термін служби гвинтового розпилювача становить 150 годин для кришок і сердечників з корозійностійкої сталі, 100 годин для кольорових металів та пластмас, при цьому збільшення витрати рідини не повинно перевищувати 20%. ні. тиск 0,3 МПа.



Рис. 1.16. Витрата рідини при зношенні соплового отвору щілинного розпилювача з: 1 – поліацеталу, 2 – полівініліденфториду, 3 – сталі корозійностійкої, 4 – латуні.

Стирання отворів сопла розпилювача пестицидів є реальною проблемою в технології обприскування, і при завершенні роботи було поставлено завдання розробити лабораторію для контролю ступеня стирання.

1.9.3 Надійність. Досвід роботи зі щілинними форсунками показав, що отвір форсунки забивається механічними домішками робочої рідини. Рекламні проспекти, наприклад [9], рекомендують чистити щіткою отвори форсунок. Додатково перед щілинним небулайзером встановлюються індивідуальні

фільтри 149 мкм, на додаток до фільтрів у нагнітальному та всмоктувальному трубопроводах з комірками 590, 297 та 177 мкм для запобігання засмічення. Відцентрові розпилювачі з гвинтовими або дисковими мішалками також вимагають однакової фільтрації робочої рідини. Засмічений фільтр збільшує гідравлічний опір фільтра і знижує тиск перед розпилювачем. Оскільки вимірюється тільки тиск, неконтрольоване зниження тиску після окремих фільтрів призводить до зменшення витрати рідини і підвищеної. Індивідуальні фільтри, що захищають небулайзер від зносу та засмічення, знижують якість розпилення.

Висновок

1. В даний час немає альтернативи хімічним методам захисту рослин, і основним методом захисту рослин є обприскування.

2. Якщо робоча рідина добре підготовлена, ефект розпилення залежить від дисперсії розпилення та осадження крапель.

3. Норми внесення пестицидів та конфігурація розпилювача визначаються щілинним розпилювачем TeeJet, який вже понад 50 років є основним інструментом сільськогосподарської техніки обприскування.

4. Щілинні обприскувачі мають нижчі експлуатаційні показники, такі як економічність, надійність, довговічність, екологічність та безпека обслуговування.

5. Відомі відцентрові розпилювачі мають дисперсійні та експлуатаційні показники, порівняні зі щілинними розпилювачами.

6. Механічні дискові обприскувачі забезпечують контроль дисперсії, але їх застосування менш ймовірне через технічні труднощі реалізації та втрати пестициду, якщо краплі відносяться під час обприскування.

7. Актуальним питанням є створення розпилювачів з покращеною диспергованістю, що усувають недоліки щілинних та механічних дисків.

8. Розглянуто способи захисту рослин від шкідників, хвороб та бур'янів. Встановлено, що в період вегетації культурних рослин зниження засміченості,

обробка від хвороб та боротьба зі шкідниками насамперед здійснюються наземними обприскувачами.

9. Показано особливості форсунок вітчизняного та зарубіжного виробництва. Для роботи вітчизняних обприскувачів для оранки полів встановлено, що робочі розчини отрутохімкатів готують у спеціальних агрегатах. обприскувачі зарубіжного виробництва не вимагають окремої машини для приготування робочого розчину, оскільки цей процес призначений для виконання конструкції небулайзера.

10. Розглянуто способи підтримки сталості концентрації препаратів для боротьби зі шкідниками, хворобами та бур'янами сільськогосподарських культур. Встановлено, що побутові форсунки оснащені пристроями барботування рідини, і якість підтримки постійної концентрації у бачку форсунки не може бути гарантованою.

2. АНАЛІТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТА РЕЖИМІВ РОБОТИ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ПЕСТИЦИДІВ

Технічний процес машини для хімічного захисту рослин полягає в розпиленні робочої рідини або порошку, доставці розпиленних частинок до об'єкта, що обробляється, і забезпеченні їх осадження на об'єкті, що обробляється.

Від ступеня розпилення залежать робочий тиск у системі, технічні характеристики пестициду, конструктивні особливості розпилювального обладнання та спосіб доставки крапель до об'єкта, що обробляється (безкоштовно або за допомогою турбулентних струменів). Розпилення робочої рідини впливає на ефективність роботи розпилювача та осідання крапель на об'єкті, що обробляється.

Основні закономірності процесів між механічним розпилюванням, утворенням зарядженого аерозолу, розпиленням порошку, конденсаційним та термомеханічним способами утворення аерозолу засновані на законах гідродинаміки та аеродинаміки та термодинаміки.

Теорія схлопування струменів ідеальних (нев'язких) рідин з допомогою поверхневого натягу заснована на уявленні про схлопывання струменів рідини з допомогою нестійкості під впливом малих випадкових збурень певної довжини хвилі. Ця теорія узгоджується з експериментальними даними, але придатна лише ламінарних струменів, т. е. для малорухливих тонких струменів.

Розвиток теорії ще не призвело до переконливого кількісного аналізу процесів розпилення рідини, пов'язаних з хаотичним турбулентним рухом рідини та середовища, та створення прийнятних методів розрахунку небулайзерів. Тому для задоволення потреб практики дослідники повинні проводити емпіричні або напівемпіричні розрахунки для того чи іншого типу розпилювача і для певного діапазону зміни параметрів розпилювача, рідини, що розпорошується, і навколишнього середовища Створений метод.

За домінуючим фактором, в результаті якого відбувається розпилення, розрізняють механічне, електричне та газове розпилення. До механічних розпилювачів належать такі насадки: Струмене сопло (циліндричне або щілинне, ударного типу, з ударним струменем). відцентрові, акустичні за рахунок підведення енергії через рідину; Повернути

Газові розпилювачі доставляють енергію через газ, з повітряними форсунками та акустикою.

У машинах для хімічного захисту рослин найбільш поширені відцентрові, струменеві зі щілинним соплом, повітряно-струминні, роторні та комбіновані (повітряно-гідравлічні) обприскувачі

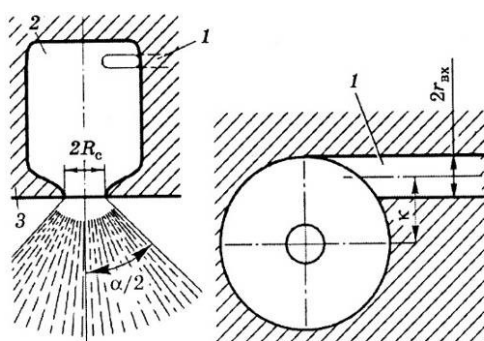


Рис. 2.1. Схема відцентрового розпилювача

1 – тангенціальний вихідний канал; 2 – камера закручування;

3 – вхідне сопло.

Найбільш повно теорія відцентрових розпилювачів ідеальних рідин була розроблена Г.М. Абрамович.

Результати аналізу течії рідини в розпилювачі з використанням «принципу максимальної витрати» (рис. 2.1) (згідно з яким у соплі відцентрового розпилювача утворюється повітряний вихор такого радіусу. При такому коефіцієнті тиску виходить максимальне значення) Система отримана з трьох рівнянь. Ця система дозволяє визначити коефіцієнт витрати відцентрового розпилювача μ , кут вершини полум'я α та коефіцієнт заповнення сопла φ . При цьому під розпиленням рідинним смолоскипом розуміється двофазна струмінь (рідина + газ), що утворюється в результаті розриву рідкої

плівки струменя і взаємодії краплинного потоку з навколишнім газовим середовищем.

Основні характеристики відцентрових форсунок визначаються такими залежностями:

$$\mu = \sqrt{\frac{\varphi^3}{(2 - \varphi)}}; \quad (2.1)$$

$$\frac{(1 - \varphi)\sqrt{2}}{\varphi\sqrt{\varphi}} = A; \quad (2.2)$$

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{2\mu A}{\sqrt{(1 + S)^2 - 4\mu^2 A^2}}, \quad (2.3)$$

де $A = LR_c/nr_{\text{ex}}^2$ — геометрична характеристика розпилювача;

$S = r_m/R_c$ — безрозмірний радіус вихору на зрізі сопла;

n — кількість входних каналів ($n=1$);

r_m — внутрішній радіус вихору.

Якщо перерізи входних каналів не круглі, то вираз для геометричної характеристики набуває вигляду

$$A = \frac{LR_c \sin \beta}{nf_{\text{вх}}}, \quad (2.4)$$

де $f_{\text{вх}}$ — площа поперечного перерізу входного каналу;

β — кут між напрямком входного каналу і віссю сопла.

Витрату рідини (продуктивність відцентрового розпилювача) визначають за такою залежністю, л/хв:

$$q = \mu \cdot 0,06 f_c \sqrt{2gp}, \quad (2.5)$$

де μ - коефіцієнт витрати; f_c — площа перерізу вихідного сопла розпилювача, мм²; g — прискорення вільного падіння, м/с²; ρ — тиск рідини, м вод. ст.

Для сільськогосподарських обприскувачів широко використовуються струменеві щілинні обприскувачі (типу Teejet). Розрахунки їх основних параметрів ґрунтуються на експериментальних дослідженнях, що уточнюють механізм розпилення. Це утворення нестійких плоских плівок, що розпадаються на краплі різного розміру.

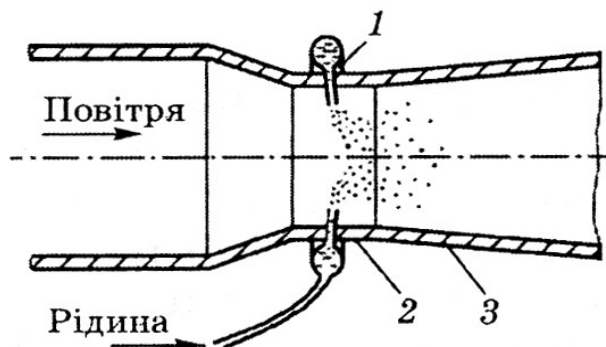


Рис. 2.2. Схема повітродувної форсунки:

1 – жиклери; 2 – вузький переріз; 3 – дифузор

Пневматичні (повітряно-струменеві, газові) форсунки (рис. 2.2) застосовуються у вентиляторних форсунках. Повітря продувається вентилятором високого тиску через сопло Вентурі. Рідина подається насосом через сопло 1 у вузьку ділянку сопла 2, де потоком повітря розбивається на дрібні краплі. Сопло Дифузора 3 викидає турбулентний краплинний струмінь, спрямовану під ухилом вгору у напрямку вітру (обробка польових культур енергією попутного вітрового потоку). На відміну від гідравлічних повітряно-струминних розпилювачів швидкість руху рідини до повітря забезпечується високошвидкісним повітряним потоком, а рідина вводиться повітряний потік з невеликим надлишковим тиском, тобто. низьким тиском. швидкість.

Для повітряних небулайзерів та відцентрових небулайзерів використовуються емпіричні залежності, оскільки теоретичні методи розрахунку ще не розроблені.

Для малих пневматичних небулайзерів використовують формулу японських учених Нукіяма та Танасави.

$$d_s = \frac{585}{v_i - v_a} \left(\frac{\sigma}{\rho} \right)^{0.5} + 597 \left(\frac{\eta}{\sqrt{\sigma\rho}} \right)^{0.45} \left(1000 \frac{Q_a}{Q_i} \right)^{1.5}, \quad (2.6)$$

$$d_s = \frac{\sum_{i=1}^k n_i d_i^3}{\sum_{i=1}^k n_i d_i^2}$$

де

— Об'ємний діаметр поверхні крапель (середній

діаметр за Заутером), мкм n_i - кількість крапель даного розміру d_i k - кількість розрядів, на які розбивається спектр крапель; v_p та v_r — швидкість повітря та швидкість рідини (м/с) відповідно. σ - поверхневий натяг рідини, г/с². ρ - густина рідини, кг/м³, μ - в'язкість рідини, г/см³, Q_p/Q_r - відношення об'ємних витрат рідини та повітря.

Роторні розпилювачі використовуються в засобах для виведення плям і розпилювачах для розпилення надмалих обсягів. На відміну від гідравлічних або повітряно-струменевих розпилювачів, дуже малі швидкості потоку рідини можуть утворювати краплі майже однакового регульованого розміру (монодисперсне розпилення).

Основні діаметри крапель приблизно одного розміру та визначаються за формулою:

$$d = \left(\frac{c}{\omega} \right) \sqrt{\frac{\sigma}{r\rho}}, \quad (2.7)$$

де $c \approx 2,9$ — константа; ω — кутова швидкість обертання диска, с⁻¹; σ - поверхневий натяг рідини, г/с²; r — радіус диска, см; ρ — щільність рідини, кг/м³.

Двоступінчасте розпилення рідин («вторинне» дроблення крапель у повітряному потоці) найчастіше спостерігається при авіаційному розпиленні (рис. 2.3). У той же час перша стадія розпилення, коли рідина виходить під тиском із сопла 1 гідророзпилювача або падає з кола роторного розпилювача, викликає утворення первинних крапель. На другому етапі найбільші «первинні» краплі (разом із літаком) розбиваються об повітря, оскільки вони швидко рухаються проти навколишнього повітря.

У першому наближенні стаціонарний розмір краплі визначається критичним значенням критерію Вебер з деякою константою.

($We_k=8...12$):

$$We_k = \frac{\rho_k u^2 d}{\sigma}, \quad (2.8)$$

де ρ_k — щільність повітряного потоку, г/см³; u — початкова швидкість краплини відносно газу, см/с; d — початковий діаметр краплини, см; σ - поверхневий натяг рідини, г/с².

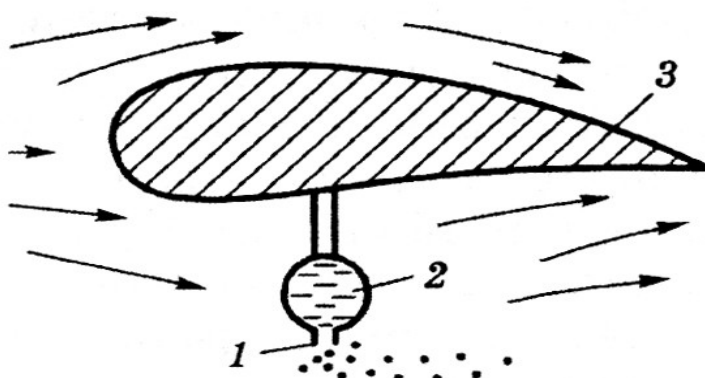


Рис. 2.3. Схема авіаційного розпилювача:

1 – сопло гідравлічного розпилювача; 2 – підкрильна штанга;

3 – крило літака

Критерій Вебера характеризує відношення аеродинамічної сили до поверхневого натягу, що діє на краплю, і з огляду на складність процесу розпаду краплі не може бути єдиною константою в цьому процесі. Навіть у геометрично і динамічно подібних систем, що мелють, краплі, що рухаються в газоподібних або рідких середовищах, є не єдиними, а по заданому числу розмірних величин і л-теоремі теорії подібності, що характеризуються деякими визначальними безрозмірними критеріями. .

Різні методи розпилення виробляють системи крапель різних розмірів (полідисперсний спектр) чи певних розмірів (монодисперсний спектр) у діапазоні 350-25 мкм. Частинки одного і того ж препарату різного розміру мають різну токсичність. Великі краплі рідше залишаються на матеріалі, що

обробляється, менш токсичні для шкідників, можуть викликати опіки листя культурних рослин. При однаковій витраті інсектициду на одиницю площі дрібні краплі повніше і рівномірніше покривають об'єкт, що обробляється, краще утримуються на поверхні листя рослин, рідше змиваються дощем. Отже, що вища дисперсія розпилення, то токсичніший пестицид. Для оцінки розсіювання аерозолу було запроваджено поняття середнього діаметра. Коли краплі, що виходять з розпилювача, потрапляють на предметні скла, спеціально оброблені паперові карти та інші поверхні, що вловлюють, краплі залишають на цих поверхнях відбитки, по яких можна розрахувати діаметр крапель.

$$d_{\text{сд}} = \frac{d_{\text{кв}}}{\sqrt[3]{4\sin^3 \alpha / (2 + \cos^3 \alpha - 3\cos \alpha)}}, \quad (2.9)$$

де $d_{\text{кр}}$ — діаметр краплини; $d_{\text{сл}}$ — заміряний діаметр сліду краплини; α — кут між дотичною до сфери краплини в точці її перерізу оброблюваною поверхнею і самою поверхнею.

Знаючи коефіцієнт розтікання, який залежить від властивостей поверхні, діаметр сліду краплини можна підрахувати за такою залежністю:

$$k = \frac{d_{\text{кв}}}{\sqrt[3]{h \left(h^2 + \frac{3}{4} d_{\text{кв}}^2 \right)}}, \quad (2.10)$$

де k — коефіцієнт розтікання рідини краплини по даній поверхні; h — висота краплини.

Оскільки полідисперсні спектри крапель отримують при використанні різних способів розпилювання та різних розпилювачів, для загальної оцінки роботи розпилювача вводиться поняття середнього діаметра: арифметичне середнє, медіана маси, об'ємна площа поверхні і т. д.

Середньоарифметичний діаметр крапель визначають за співвідношенням:

$$d_{\text{сд}} = \frac{\sum_{i=1}^n n_i d_i}{\sum_{i=1}^n n_i}, \quad (2.11)$$

де d_{ap} — середньоарифметичний діаметр, мкм; n_i — кількість краплин кожного розміру, мкм; d_i — діаметр краплин певного розміру, мкм.

Більш об'єктивним заходом дисперсії аерозолі є медіанний масовий діаметр краплі, середній діаметр якого приймається за діаметр, коли половина обсягу спектра аерозолі припадає на краплю менше середнього діаметра. Інша половина краплі більша, ніж цей діаметр:

$$\sum_{i=1}^m n_i d_i^3 = \sum_{i=m+1}^n n_i d_i^3. \quad (2.12)$$

Середній об'ємно-поверхневий діаметр крапель (середній діаметр Заутера) визначається як відношення загального обсягу крапель у спектрі до розпилення до загальної поверхні крапель.

$$d_s = \frac{\sum_{i=1}^k n_i d_i^3}{\sum_{i=1}^k n_i d_i^2}, \quad (2.13)$$

де n_i — кількість краплин певного розміру d_i ; k — кількість розрядів, на які розбито спектр краплин.

Важливим критерієм оцінки роботи обприскувача, заснованим на критеріях розсіювання, є покриття поверхні, що обробляється краплями, %

$$M = \frac{100\pi}{4f_0} (n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2 + \dots + n_n d_n^2) = \frac{25\pi}{f_0} \sum_{i=1}^n n_i d_i^2, \quad (2.14)$$

де d_1, d_2, \dots, d_n — діаметри слідів краплин, мкм; n_1, n_2, \dots, n_n — кількість краплин кожного розміру; f_0 — досліджувана площа, мкм².

Дослідження показали, що розпилення більш дрібних крапель забезпечує більш високу ефективність очищення, ніж розпилення більших крапель, навіть за меншого покриття, розрахованого за рівнянням (2.14).

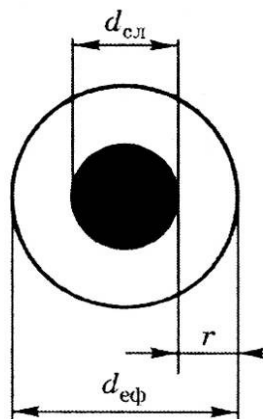


Рис. 2.4. Площа сліду краплини і ефективної дії препарату

Це пояснюється тим, що препарат діє навіть на певній відстані від місця нанесення крапель, тобто має специфічну зону біоцидної дії. Для цього було введено коефіцієнт ефективної дії крапель кеф. Він визначається ставленням загальної площі ефективної дії до площі, утвореної траєкторією краплі (рис. 2.4). Коли

$$S_{\text{кр}} = \frac{\pi d_{\text{кр}}^2}{4}. \quad (2.15)$$

Площа ефективної біоцидної дії препарату

$$S_{\text{дб}} = \frac{\pi}{4} (d_{\text{кр}} + 2r)^2. \quad (2.16)$$

Зона біоцидної дії r змінюється в межах 100...200 мкм.

Коефіцієнт ефективної дії краплини

$$k_{\text{дб}} = \frac{S_{\text{дб}}}{S_{\text{кр}}} = \frac{(d_{\text{кр}} + 2r)^2}{d_{\text{кр}}^2}. \quad (2.17)$$

Тому із зменшенням розміру краплі коефіцієнт її ефективної дії збільшується. Тому точніше оцінювати якість покриття при дрібнокрапельному розпиленні, вводячи поняття «ефективний ступінь покриття», що визначається за формулою.

$$M_{\text{эф}} = Mk_{\text{эф}}.$$

Розглянуті способи розпилення та різні типи форсунок дозволяють отримати різний ступінь дисперсності розпилення робочого тіла. Щільність, необхідна для низьких покриттів при великому розпиленні ($d_{ср} = 250 \dots 300$ мкм), цілком прийнятна для отримання достатньої щільності крапель на одиницю поверхні, що обробляється при звичайному розпиленні. дисперсне розпилення (50...150 мкм). Крім того, діаметр краплі зменшується лінійно, як у 2, 3, 4 разів призводить до збільшення числа крапель, а саме 8, 27, 64 і т.д., по кубічній залежності. раз

Як показали спеціалізовані токсикологічні випробування, витрата робочої рідини на одиницю оброблюваної площі багато, а то й у десятки разів перевищує необхідний для 100% ефективності. Однак не вся рідина, що розпилюється, осідає на заготівлі, і чим вище ступінь диспергування, тим гірше осідає здатність. У цьому можна переконатися, розглянувши рух краплі повітряному потоці (рис. 2.5).

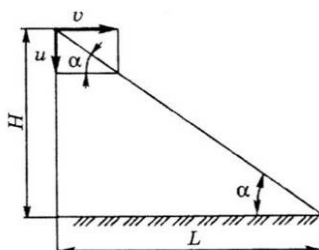


Рис. 2.5. Схема руху краплини в повітряному потоці

Краплі, що виходять із розпилювача стрижневого або вентиляторного розпилювача, знаходяться на певній висоті H над обробленою поверхнею. У горизонтальному напрямку на краплю діє потік повітря з певною швидкістю v . У вертикальному напрямку він рухається під дією сили тяжіння зі швидкістю u , яку можна визначити за рівнянням Стокса.

$$u = \frac{2gr^2(\rho_r - \rho_p)}{9\eta}, \quad (2.18)$$

де u – швидкість руху краплі під дією сили тяжіння. g - прискорення вільного падіння, r - радіус краплі; ρ_r – густина рідини краплі. ρ_p — густина повітря, η — кінематична в'язкість повітря;

Абсолютна швидкість падіння орієнтована під кутом α до горизонту

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{u}{v}$$

Тоді, у першому наближенні, відстань, на яку переноситься крапля, коли вона досягає розпиленої поверхні, становить:

$$L = \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{Hv}{u}, \quad (2.19)$$

де L – відстань, на яку пропливає крапля. H – висота початкового положення краплі над обробленою поверхнею. v — початкова швидкість краплі в горизонтальному напрямку.

Із залежності (2.19) випливає, що ризик падіння крапель на значну відстань прямо пропорційний висоті над оброблюваною поверхнею, швидкості вітру і обернено пропорційний швидкості руху краплі під його впливом. гравітації. У той же час, з рівняння (2.18) ми знаходимо, що зменшення діаметра краплі в лінійній залежності зменшує швидкість седиментації в квадратичній залежності. Це також підтверджують результати експериментів.

Розмір краплин, мкм	500	250	100	50	10
Швидкість осідання, м/с	2,8	0,94	0,27	0,07	0,003

Крім того, слід враховувати коефіцієнт випаровування крапель під час руху в потоці повітря. Таким чином, метод обприскування (нормальний, низький, ультра низький), тип шкідників (комахи, хвороби, бур'яни тощо) і тип повинні бути розглянуті, щоб обґрунтувати оптимальне розпилення. Робоча рідина (водний розчин, емульсія, масляний розчин тощо) та її випарову

здатність. Для більшої ефективності боротьби з бур'янами рекомендується застосовувати грубе обприскування, що знижує ризик розповсюдження гербіциду на сусідні ділянки. У боротьбі зі шкідниками і хворобами ефективніше дрібне дисперсне обприскування. Однак, щоб уникнути видалення дрібних крапель на значні відстані, необхідно застосовувати примусове осадження, додавати в робочий розчин речовини, що знижують випаровувальну здатність крапель, або використовувати зв'язуючі аерозолі.

Атомайзери розбивають дозу робочої рідини на дрібні краплі, які надійно транспортуються до заготовки. Витрата робочої рідини за одну хвилину (л/хв) небулайзером визначається відповідно до обраних технічних параметрів за формулою:

$$q = \frac{QBv}{600}, \quad (2.20)$$

де Q – витрата робочої рідини в л/га. B - ширина робочого захвату верстата, м; v — робоча швидкість агрегату, км/год.

Розрахована швидкість потоку робочої рідини за хвилину завжди повинна бути меншою за подачу насоса небулайзера $q < q_n$. Якщо ця умова не виконується, необхідно змінити технічні параметри, особливо швидкість руху агрегату v при використанні віялових розпилювачів або ширину захвату B .

Залежно від типу обприскувача (стрижневий, віяловий), обраної схеми обприскування (суцільне або смугове) ви отримаєте не тільки потрібну дисперсність спрею (дрібнодисперсність у боротьбі зі шкідниками та хворобами, у боротьбі з бур'янами). Груборозподілений)) визначає кількість розпилювальних форсунок і розраховує витрату робочої рідини через один розпилювач за хвилину, л/хв.

$$q_1 = \frac{q}{n}, \quad (2.21)$$

де q – швидкість потоку рідини в л/хв протягом 1 хвилини через усі небулайзери. n — кількість відібраних небулайзерів, шт.

Необхідна витрата робочої рідини за одну хвилину через один розпилювач визначається площею поперечного перерізу вихідного сопла розпилювача і швидкістю виходу рідини з розпилювача. У загальному випадку витрата гідравлічної рідини однією форсункою за одну хвилину можна визначити за формулою:

$$q_1 = 0,06 \cdot \mu S \sqrt{2gp}, \quad (2.22)$$

де μ – коефіцієнт витрати і залежить від типу розпилювача. S - площа вихідного отвору сопла, мм²; g - прискорення вільного падіння, м/с², p - тиск робочої рідини на вході в розпилювач, МПа.

Як правило, в інструкції до обприскувача є таблиця, де вказано розрахункову витрату рідини за одну хвилину через один розпилювач, що дозволяє легко знайти відповідний діаметр і робочий тиск вихідного отвору розпилювача.

Аеродинамічна суміш дрібних крапель рідких отрутохімікатів, що виходять із сопла розпилювача, і навколишнього повітря утворює робочий потік. У цьому потоці краплі транспортуються стрижневим розпилювачем під дією початкової швидкості, сили тяжіння і сил турбулентної дифузії в поверхневому шарі.

Спрямований потік повітря використовується для більш ефективного осадження дрібних крапель на деталь (примусове осадження розпилених частинок рідини).

Спрямований потік повітря також використовується для транспортування розпилених частинок на значні відстані (дистанційне нанесення розпилених рідин).

Висновки.

1. Швидкість краплі під час осадження важлива для взаємодії зі зрошуваними поверхнями та втрати пестицидів.
2. Математична модель процесу роботи розпилювача дозволяє розрахувати транспорт крапель і втрати від випаровування з використанням ряду припущень. Це унеможлиблює реальне використання отриманих результатів.
3. Примусове впорскування скорочує час польоту крапель, зменшує швидкість руху розпилювача та вплив вітру, і може розпорозуватись зі швидкістю 30 км та 9 м на годину відповідно.
4. Метод розрахунку струминного щільного розпилювача (типу Teejet), який широко використовується в розпилювачах, базується на експериментальних дослідженнях, які розкривають механізм розпилення.
5. Враховуючи необхідність отримання експериментальних даних для розрахунку та оптимізації атомайзерів, а також важливість визначення їх фактичних показників, створення експериментального обладнання для дослідження атомайзерних пристроїв на сьогодні є актуальним.

3. ОГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ, ПАРАМЕТРІВ ТА РЕЖИМІВ РОБОТИ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ДЛЯ ВИПРОБУВАНЬ РОЗПИЛЮВАЧІВ

3.1 Обґрунтування необхідності розробки лабораторного стенду для випробувань небулайзерів.

Розпилювач є ключовим елементом машини для внесення пестицидів методом розпилення. Основна вимога до інсектицидних обприскувачів — рівномірний розподіл робочої рідини по поверхні, що зрошується, за умови дотримання відстані між розпилювачами на штанзі розпилювача 0,5 м. Відповідно до існуючих вимог [5] зрошувана поверхня з коефіцієнтом варіації менше 8% досягається за умови кута розкриття факела 90°.

Основними характеристиками діючих розпилювачів є хвилинна витрата рідини q (л/хв) при розрахунковому тиску P (МПа), дисперсні характеристики (діаметр краплі, мкм), довговічність (напрацювання, год), надійність (напрацювання на відмову). . . , h).

Як свідчать дані досліджень [13, 15], при збільшенні хвилинних витрат пестицидів лише на 10%, спричинених зношеністю та втратою форми отвору обприскувача, 200 га можна покрити за 3...7 тис. грн., що призведе до додаткових фінансових витрат. витрати на Залежно від вартості вихідної форми препарату. При цьому не враховується негативний вплив підвищених доз пестицидів на навколишнє середовище та можливі негативні наслідки дії препарату на об'єкти обробки.

Крім того, рівномірність нанесення на оброблену ділянку має вирішальне значення при застосуванні інсектицидів. Літературні дані [15] показують, що новий небулайзер рівномірно розподіляє препарат з коефіцієнтом варіації 6-8% завдяки належному перекриттю факела розпилювача. коли заробляєш

Через 100-120 годин спостерігається сильний знос робочого отвору розпилювача, що збільшує коефіцієнт варіації до 35-40%, що призводить до нерівномірного нанесення препарату.

Наведені дані свідчать про те, що при використанні небулайзера особливо важливо стежити за дотриманням паспортних і фактичних параметрів даного робочого закладу. Оскільки в польових умовах провести такі перевірки самих атомайзерів практично неможливо, ми створюємо спеціалізоване лабораторне обладнання, за допомогою якого можна перевірити атомайзери за основними параметрами та визначити їх залишковий ресурс.

Огляд літератури виявив, що наразі немає практичного лабораторного обладнання, яке можна було б використовувати для випробування обприскувачів на фермі або для проведення наукових досліджень.

3.2 Схема побудови лабораторії та обґрунтування основних параметрів для випробувань небулайзерів.

Лабораторні стенди для перевірки небулайзерів призначені для перевірки сумісності паспортних даних з реальними даними.

- хвилинна витрата рідини q (л/хв);
- робочий тиск R (МПа);
- рівномірність розпилення;
- Кут розпилення у верхній частині факела.

Лабораторний стенд повинен забезпечувати випробування різних конструкцій і характеристик небулайзерів в умовах, максимально наближених до реальних умов експлуатації цих пристроїв. На рис. 1 показано структурне креслення лабораторного стенду для випробувань небулайзера. 4.1.

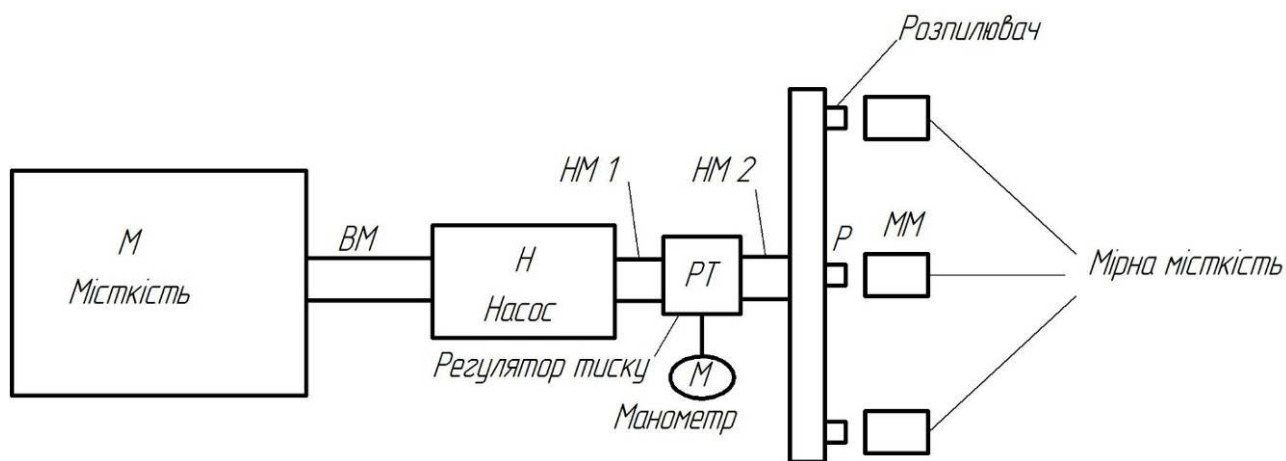


Рис. 3.1. Структурна схема лабораторного стенду для випробувань розпилювачів

Лабораторний стенд потребує насоса (Н) для створення необхідного тиску рідини для забезпечення регулятора тиску (РТ) і постійної подачі (М) робочої рідини (води). Цим пристроєм встановлюється необхідний тиск рідини, який контролюється манометром (М), і робоча рідина подається на шток, на якому закріплена досліджувана насадка (Р). Рідина, що виходить з розпилювача, збирається в мірну ємність (ММ) за допомогою пристрою з прийнятною поверхнею з поздовжніми перегородками з кількістю секцій, що відповідає кількості мірних ємностей. Після перевірки пульверизатора вода з мірного об'єму повертається в основний об'єм.

У таблиці наведені основні показники окремих компонентів лабораторного стенду для випробувань небулайзера.

Таблиця 3.1

Показники структурних одиниць лабораторного стенду

№ %	Назва елемента	Умовне позначення	Розрахункові показники
1	2	3	4
1	Місткість	<i>М</i>	V – об'єм, м ³
2	Всмоктувальна	<i>ВМ</i>	$D_{вх}$ – діаметр трубопровода, м

	магістріль		
3	Насос	H	P – тиск, МПа; G – подача, м ³ /с
4	Напірна магістраль	HP	$D_{вих}$ – діаметр трубопровода, м
5	Регулятор тиску	PT	P_{min}, P_{max} - межі зміни тиску, МПа
6	Штанга	$Ш$	$D_{ш}$ – діаметр трубопровода, м $H_{ш}$ – висота розташування, м
7	Розпилювач	P	Різновид, q - хвилинна витрата, л/хв
8	Мірна місткість	MM	V_m – об'єм, м ³

Підберемо та розрахуємо необхідні деталі для лабораторного столу.

3.2.1 Розрахунок і вибір об'єму робочої рідини.

Технічний обсяг потужності визначається залежностями

$$V = \frac{q \cdot \tau \cdot n}{60 \cdot \eta}, \quad (3.1)$$

де V - об'єм місткості, л;

q – максимальна хвилинна витрата робочої рідини через один розпилювач, л/хв, приймаємо $q=5$ л/хв;

τ – час проведення дослідів, приймаємо $\tau = 120$ с;

n – кількість розпилювачів, що одночасно досліджуються, приймаємо $n=3$;

η - коефіцієнт, що враховує величину заповнення місткості, приймаємо $\eta=0,9$.

$$\text{Тоді } V = \frac{q \cdot \tau \cdot n}{60 \cdot \eta} = \frac{5 \cdot 120 \cdot 3}{60 \cdot 0,9} = 33,3 \text{ л.}$$

Нарешті приймаємо $V=35$ л. При виборі ємності необхідно враховувати можливість візуального контролю рівня рідини в ній, а також можливість і зручність заміни води і підключення забірною трубопроводу.

3.2.2 Розрахунки та вибір насоса.

Насос є важливою складовою лабораторного столу. Правильний вибір породи та оптимальні параметри насоса необхідні для достовірних результатів тестування обприскувача.

Насоси для подачі робочої рідини підбираються за технічними даними. Основними з них є робочий тиск P , подача G і коефіцієнт пульсації δ .

Відповідно до вимог експлуатації лабораторного стенда, для отримання достовірних результатів дослідження необхідно мінімізувати коефіцієнт пульсації δ . Для досить поширених поршневого і плунжерних насосів цей показник дуже важливий (рис. 4.2). Тому вибирайте відцентровий насос для використання з підставкою.

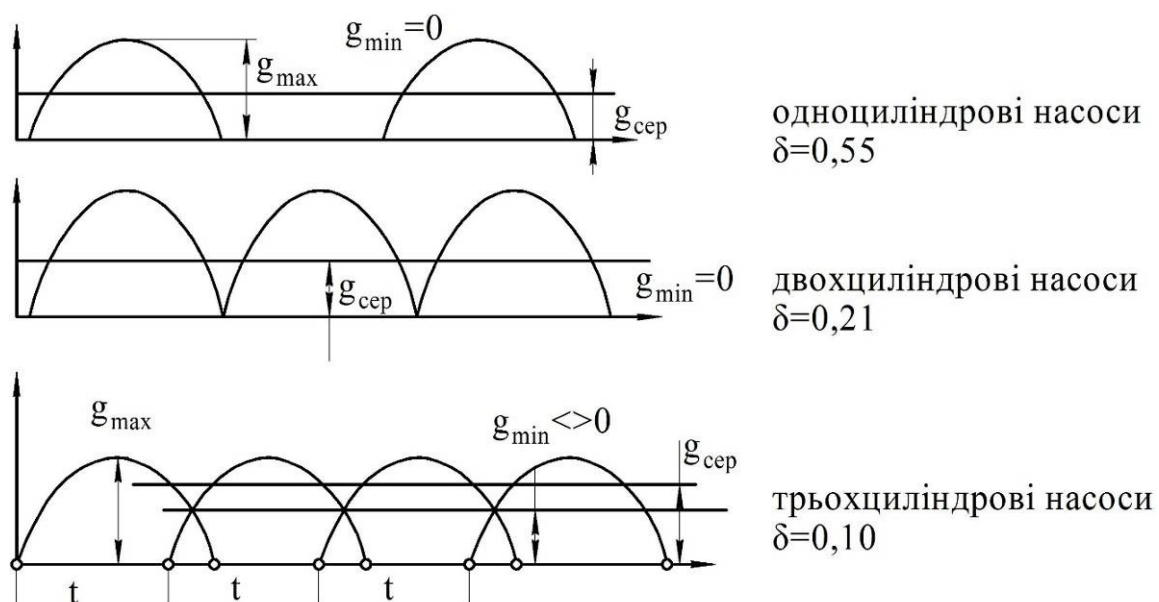


Рис. 3.2. Схема пульсації робочої рідини при роботі поршневого насоса.

Визначаємо необхідну подачу відцентрового насоса за формулою:

$$Q_n = q \cdot n \cdot K, \quad (3.2)$$

де K – коефіцієнт перемішування, $K=1,5$.

$$Q_n = 15 \cdot 1,5 = 22,5 \text{ л/хв.}$$

Визначаємо частоту обертання робочого колеса насоса за формулою:

$$n = \frac{Q_n}{V_p}, \quad (3.3)$$

де V_p – робочий об'єм відцентрового насоса. Згідно [5] приймаємо $V_p=0,04$ л.

Тоді мінімально допустима частота обертання робочого колеса відцентрового

насоса складе:
$$n = \frac{22,5}{0,04} = 563 \text{ хв.}^{-1}$$

Визначаємо необхідну потужність на привод насоса за формулою:

$$N = \frac{P \cdot Q_n}{61,2}, \quad (3.4)$$

де P – робочий тиск, МПа. З врахуванням втрат тиску в комунікаціях приймаємо $P = 0,4$ МПа.

У відповідності до цього маємо

$$N = \frac{0,4 \cdot 22,5}{61,2} = 0,14 \text{ кВт.}$$

Проаналізувавши існуючі насоси, ми дійшли висновку, що найкращим варіантом для стаціонарного використання є компактний відцентровий насос QVX60 (рис. 3.3). Технічні характеристики насоса наведені в таблиці. 3.2.

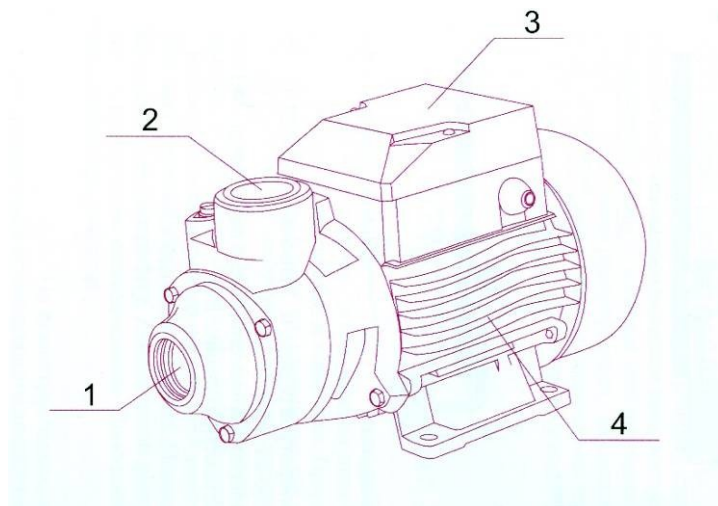


Рис. 3.3. Малогабаритний відцентровий насос QVX60: 1 – всмоктуючий патрубок; 2 – напірний патрубок; 3 – клемна коробка; 4 – електродвигун.

Таблиця 3.2.

Технічна характеристика відцентрового насоса QVX60

Показник	Значення
1. Робочий об'єм, см ³ .	4,0
2. Частота обертання:	800
3. Номінальна подача, л/хв.	31
4. Номінальний тиск: МПа	
номінальний	0,3
максимальний	0,4
5. ККД:	
об'ємний	0,92
загальний	0,83
6. Номінальна потужність, кВт.	0,37
7. Маса, кг.	6,2

Загальний вид малогабаритного відцентрового насоса QVX60 наведено на рис. 3.4.



Рис. 3.4. Загальний вид малогабаритного відцентрового насоса QBX60

3.2.3 Вибір регулятора тиску.

Регулятори тиску призначені для підтримки тиску робочої рідини в напірних магістралях лабораторного стенду в заданих межах.

Запобіжний клапан спрацьовує, коли тиск в системі перевищує допустимий рівень. Через запобіжний клапан вся зайва рідина, що подається насосом, виливається в об'єм.

Сучасні небулайзери оснащені подвійними регуляторами тиску, один корпус містить редукційний клапан і запобіжний клапан, а також регулятор тиску, встановлений на панелі керування.

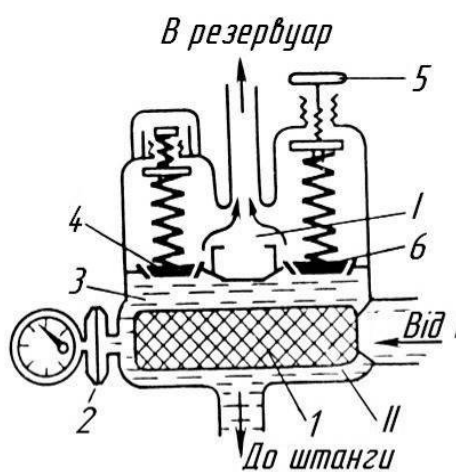


Рис. 3.5. Здвоєний регулятор тиску: I і II – редукційна і робоча порожнини; 1 – фільтр; 2 – демпферний пристрій; 3 – корпус; 4 і 6 – клапани; 5 – маховик.

Подвійний регулятор тиску (рис. 3.5) складається з корпусу 3 з фільтром 1 і демпферного пристрою 2 з манометром. Тіло ділиться на дві камери. Робоча камера II, яка служить для розподілу робочої рідини, і редуційна камера I, призначена для її видалення. Камери підключаються через запобіжний 4 клапан і редуційний 6 клапан. Перший регулюють на тиск 1 МПа і герметизують, другий регулюють поворотом маховика 5 на необхідний робочий тиск (до 0,5 МПа). Машинне масло впорскується в корпус заслінки між діафрагмою і манометром, ізолюючи манометр від робочої рідини.

У зв'язку з відносною трудомісткістю виготовлення регулятора тиску на лабораторному стенді використовується прилад, що надається на вітчизняний небулайзер ОП-2000-01. Огляд показано на малюнку. 4.6.



Рис. 4.6. Загальний вид регулятора тиску ОП-2000-01

Максимальний робочий тиск напірної лінії $P=0,5$ МПа. Разом з цим ми приймаємо манометри ОБМ1-100 з межею вимірювання від 0 до 0,6 МПа в розстрочку 0,05 МПа.

3.2.4 Основи конструкції стрижнів і пристроїв для збору розпилюваних рідин.

В існуючих розпилювачах шток виконаний у вигляді просторової ферми, на якій закріплений напірний трубопровід. Цей трубопровід оснащений

розпилувальною головкою із запірною арматурою та розпилувачем з певним кроком (зазвичай 0,5 м). На всіх розпилувачах можна змінювати висоту положення штока, щоб забезпечити відповідне перекриття зони нанесення робочої рідини сусідніми розпилувачами.

Відстань між розпилувачами на робочій штанзі визначають за схемою (рис. 3.7).

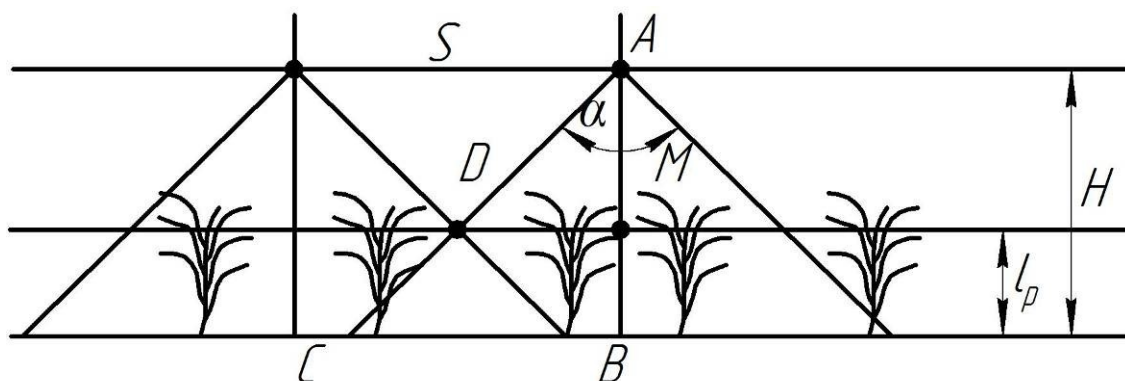


Рис. 3.7. Схема для визначення відстані між розпилувачами на штанзі.

Відстань S залежить від висоти рослин l_p і висоти положення штанги над поверхнею ґрунту H .

$$S = 2 \cdot (H - l_p) \cdot \operatorname{tg} \alpha, \quad (3.5)$$

де α - кут розпилу робочої рідини розпилувачем.

Схема. 3.7 визначення відстані між розпилувачами на штоку.

Відстань S залежить від висоти рослини l_p і висоти H положення стрижня над поверхнею ґрунту.



Рис. 3.8. Штанга та розпилююча головка лабораторного станду

Розпилена рідина потрапляє на площину, яка розділена поздовжніми перегородками на секції, з яких вода по жолобках надходить до мірних місткостей. Для забезпечення збору рідини з розпилювача приймаємо площу приймальної секції $S=0,5 \text{ м}^2$ при розмірі сторін $0,7 \times 0,7 \text{ м}$. При цьому відстань між поздовжніми перегородками приймаємо рівною 70 мм . Для забезпечення комфортних умов роботи оператора приймальну площину необхідно обладнати огорожею висотою 300 мм . Мірні місткості для збору рідини з приймальної площини повинні мати об'єм не менше 300 мл з ціною поділки 1 мл . Загальний вид мірних місткостей, які використовуються на лабораторному станді наведено на рис. 3.9.



Рис. 3.9. Загальний вид мірних місткостей лабораторного станду

Щоб звільнити мірну посудину від рідини та повернути її в основну посудину на лабораторному столі, необхідний механізм для перевертання мірної посудини та комунікації для повернення рідини в основну посудину.

3.3.Розробка конструктивної схеми випробувального стенду та його технічної характеристики.

За результатами складання креслення конструкції лабораторного столу та обґрунтування параметрів основних складових вузлів необхідно скласти креслення конструкції та визначити технічні характеристики обладнання. Лабораторний стенд залежно від призначення повинен розміщуватися в ремонтній майстерні машинного двору господарства з можливістю його переміщення в необхідне для використання за призначенням місце. Крім того, повинна бути передбачена можливість підключення електромережі до напруги 220 В і заземлення лабораторного стенду. Відповідно до цих вимог, якщо конструкція каркаса виготовлена з металевих куточків, загальна суха маса лабораторного стенда не повинна перевищувати 250 кг.

Каркасна конструкція стенду виконана методом кутового зварювання 40×3 ГОСТ8509-93. Конструкція рами повинна передбачати місце для кріплення вузлів лабораторного стенду.

За розробленою конструктивною схемою та розрахунком вузлів виготовлено та випробувано на кафедрі «Сільськогосподарські машини» Дніпропетровського державного аграрного університету випробувальний стенд для випробувань обприскувача. Огляд лабораторного стенду показано на малюнку 1. 3.10 та його технічні характеристики наведені в таблиці. 3.3.



а



б

Рис. 3.10. Лабораторний стенд для випробувань розпилювачів: а – загальний вид; б – вид збоку.

Таблиця 5.4.

Технічна характеристика лабораторного стенду для випробувань
розпилювачів

№	Показники	Одиниці виміру	Значення
1	Тип		Стаціонарний
2	Місткість бака,	л	35
3	Насосна установка: <ul style="list-style-type: none"> - марка насоса; - номінальна продача; - робочий тиск; - потужність на привод; - напруга живлення. 	л/хв МПа кВт V	QBX-60 31 0,4 0,37 220
4	Межі зміни тиску робочої рідини	МПа	0,1...0,4
5	Штанга: <ul style="list-style-type: none"> - кількість розпилювачів; - висота розташування 	шт м	3 0,3...0,7
6	Приймальна площа: <ul style="list-style-type: none"> - площа; - кількість мірних місткостей 	м ² шт	0,5 10
7	Габаритні розміри: <ul style="list-style-type: none"> - ширина; - довжина; - висота. 	мм	920 900 1800
8	Маса	кг	185

3.4 Розроблені стендові дослідницькі програми та методології.

Програма експериментальних досліджень на стенді передбачає визначення наступних параметрів небулайзера.

- об'ємна витрата води через розпилювач;
- ширина факела;
- площа смуг дощувального поливу;
- розподіл рідини по ширині факела;
- розподіл рідини по поверхні поливу;
- коефіцієнт варіації розподілу рідини по довжині стрижня.

Методика дослідження небулайзера.

Перед проведенням обстеження параметрів розпилювачів зняти їх з розпилювачів, ретельно промити водою з додаванням миючого засобу та візуально визначити їх технічний стан. Відсутність механічних пошкоджень та корозії металевих поверхонь та цілісність стану гумових ущільнень, мембран запірної арматури та пружин 3 (рис. 3.11).

Для проведення дослідження небулайзер прикріплюють до стрижня і надійно тримають. Дослідження проводять при зміні тиску від 0,1 до 0,3 МПа і висоти від 0,30 до 0,50 м, при цьому рідина відбирається в градуйований циліндр на 300 мл. Час проведення експерименту становить 1 хвилину і контролюється секундоміром. Кожен дослід проводиться 5 разів. При цьому визначаються і заносяться в таблицю такі параметри, як тиск в напірному трубопроводі, витрата рідини через розпилювач і розподіл рідини по ширині факела і штока.

Під час дослідження також контролюються такі параметри, як температура рідини, яка використовується в експерименті. Цей показник контролюють за допомогою термометра.

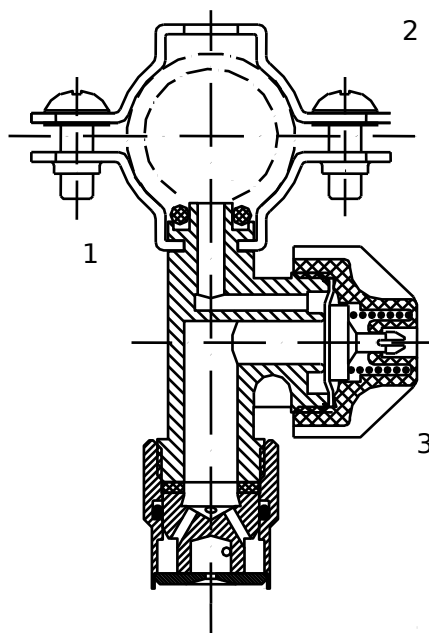


Рис.3.11. Розпилювач з пристроєм для кріплення до штанги та відсічним клапаном: 1 – корпус; 2 – хомут; 3 – пружина.

Об'ємна швидкість потоку води через небулайзер вимірюється мірним об'ємом (об'єм 300 мл) за ціною поділки 1 мл. Час заповнення контролювали за допомогою секундоміра з похибкою менше 0,2 секунди.

Об'ємна витрата води (л/хв) визначається за такою формулою:

$$Q = \frac{60V}{\tau}, \quad (3.6)$$

де V – об'єм води в мірній місткості, л;

τ – час, с.

Максимальна похибка при визначенні об'ємної витрати води при $V = 1$ л,

$\tau = 60$ с склала $\frac{\delta Q}{Q} = \left| \frac{\delta V}{V} \right| + \left| \frac{\delta \tau}{\tau} \right| = \frac{0,010}{1000} + \frac{0,2}{60} \approx 0,003$ або 0,3 %, тоді як згідно з вимогами має бути не більшою ніж 1 %.

На лабораторному стенді (рис. 3.10), за кількістю мірних місткостей, у які стікала вода з жолобів визначається ширина факелу

$$B = N \cdot l, \quad (3.7)$$

де N – кількість мірних місткостей, у які потрапляє вода зі збірника;

l – відстань між перегородками.

Кут розкриття факела вимірюється за існуючими методиками [24]. Як показує практика, таке вимірювання не може точно визначити кут відкриття факела як одну з контрольних характеристик розпилювача. Це пояснюється тим, що він заснований на суперечливій позиції, «ліміт розпилення чіткої лінії». Кут відкриття факела розпилювача залежить від відстані до отвору сопла. Враховуючи це, в технічному плані замість кута розкриття факела контрольною характеристикою є ширина факела на відстані 0,5 м від розпилювача, а похибка визначення ширини факела становить не більше 7%.

Розподіл розпиленої рідини на зрошуваній поверхні визначали шляхом збору води в мірну чашку на столі. Такий контроль також передбачено для визначення рівномірності розподілу по довжині стрижня. Однорідність розподілу розпорошеної рідини по довжині стрижня оцінюється коефіцієнтом варіації.

$$V = \pm \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100, \quad (3.8)$$

де $\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$ – середньоквадратичне відхилення об'єму води в

мірних місткостях, $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ – середньоарифметичне значення об'єму у мірних місткостях, де x_i – об'єм води в i -й мірній місткості; n – кількість мірних місткостей між осями крайніх розпилювачів.

3.5. Проведення досліджень атомайзера та результати.

Дослідження відцентрового небулайзера зі швидкістю потоку 1,0 л/хв було проведено для перевірки стенду та вдосконалення методології. (Рис. 3.12) Розпилювач щілинний (TeeJet) виробництва ТОВ «Агромодуль» (м. Дніпропетровськ) з витратою 1,0 л/хв.

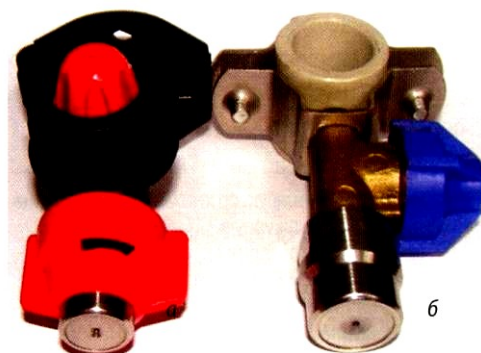


Рис. 3.12. Відцентровий розпилювач виробництва
ТОВ Агромодуль (м. Дніпропетровськ)

За паспортними даними [24] даний небулайзер має такі характеристики: - робочий тиск рідини $P=0,3$ МПа;

- об'ємна витрата рідини через розпилювач, $q=1$ л/хв;
- кут розкриття факелу на радіусі сопла, $2\alpha_c=91^\circ$;
- середній об'ємний діаметр краплин у факелі, $d_{30}=88$ мкм;
- діаметр соплового отвору $D_c = 1,6$ мм.

Агротехнічні вимоги встановлюють такі відхилення фактичних показників від паспортних [5].

- Відхилення об'ємної витрати рідини через розпилювач $\pm 5\%$ від номінального робочого тиску;
- коефіцієнт варіації нерівномірності розподілу рідини по довжині штанги $\pm 7\%$;

Визначення просторової структури факела. на малюнку. 3.13 вказано вид полум'я робочої рідини відцентрового розпилювача за зміною тиску.

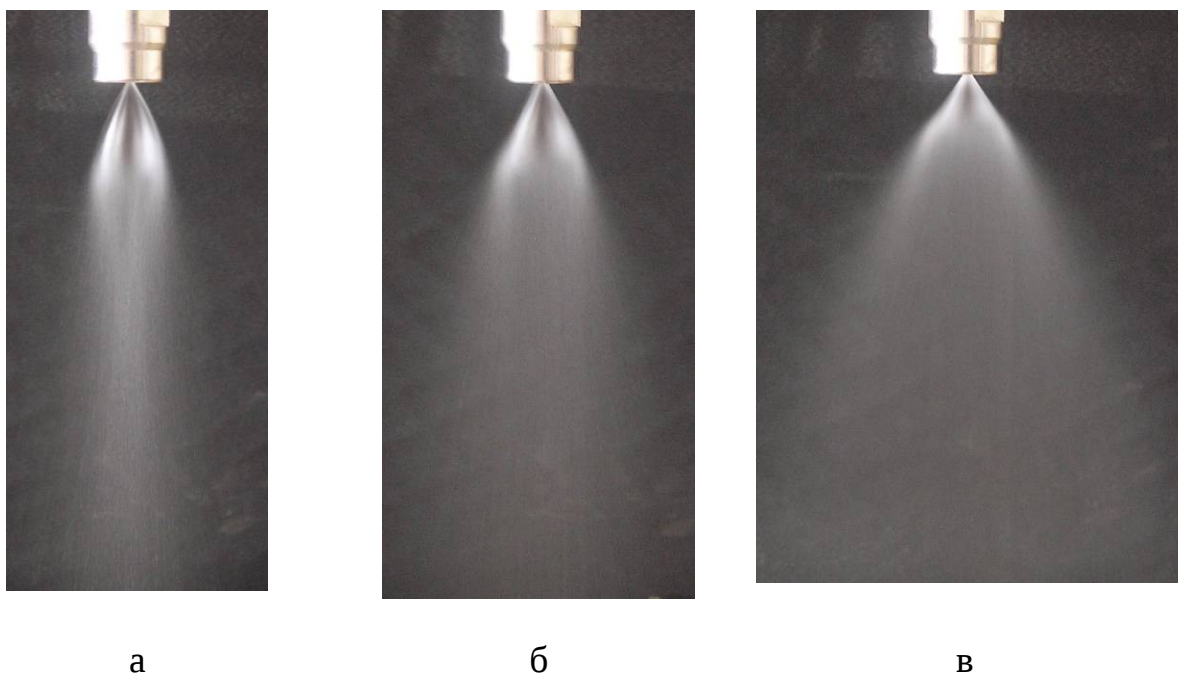


Рис. 3.13. Факел розпилення при тиску, МПа:

а – 0,1; б – 0,2; в – 0,3;

Візуальне спостереження за факелом розпилювача при тиску 0,1 МПа (рис. 3.13, а) показало, що плівка, що утворилася на виході з отвору сопла, має форму зламаного циліндра з великими краплями рисового поля. Це вказує на те, що на рух води впливають шорсткість поверхні сопла та полірування наконечника, що є результатом якості виготовлення завихрювача та сопла.

При робочому тиску в межах 0,3 МПа (рис. 3.13, в) рідинний факел має оптимальні параметри і плівка, що утворюється на виході з отвору сопла, має конічну форму, а потім розпадається на дрібні краплі.

Аналогічний процес відбувається при роботі щілинного розпилювача (TeeJet) при різному тиску робочої рідини.

на малюнку. 3.14 наведено фотографії дослідів, проведених при тиску 0,3 МПа і 0,15 МПа для даного типу небулайзера.

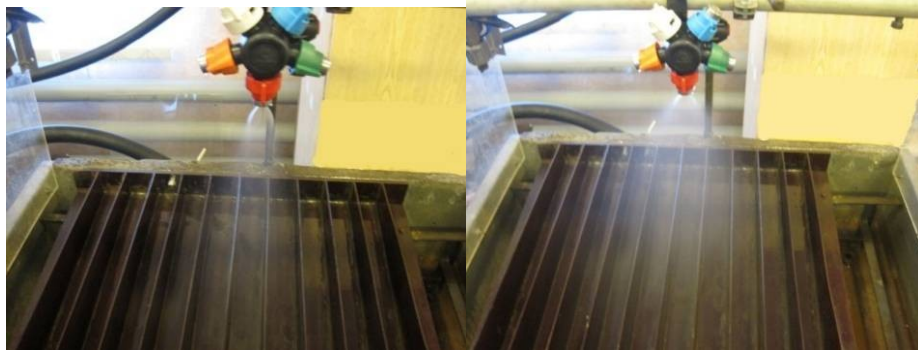


Рис 3.14. Проведення дослідів при тиску 0,15 та 0,3 МПа для щілинного розпилювача 1,2 л/хв. (TeeJet).

Об'ємна витрата рідини через розпилювач визначалася по вищевикладеній методиці (рис. 3.15).



Рис.3.15. Визначення об'ємної витрати рідини через розпилювач

У результаті дослідження розподілу потоку рідини по ширині захвату отримано гістограми розподілу цього показника за вимірюваним об'ємом для різних типів розпилювачів: відцентрового (Агромодуль) і щілинного (TeeJet) (рис. 3.16).). Дослідження проводили при температурі повітря 22°C і відносній вологості 54%.

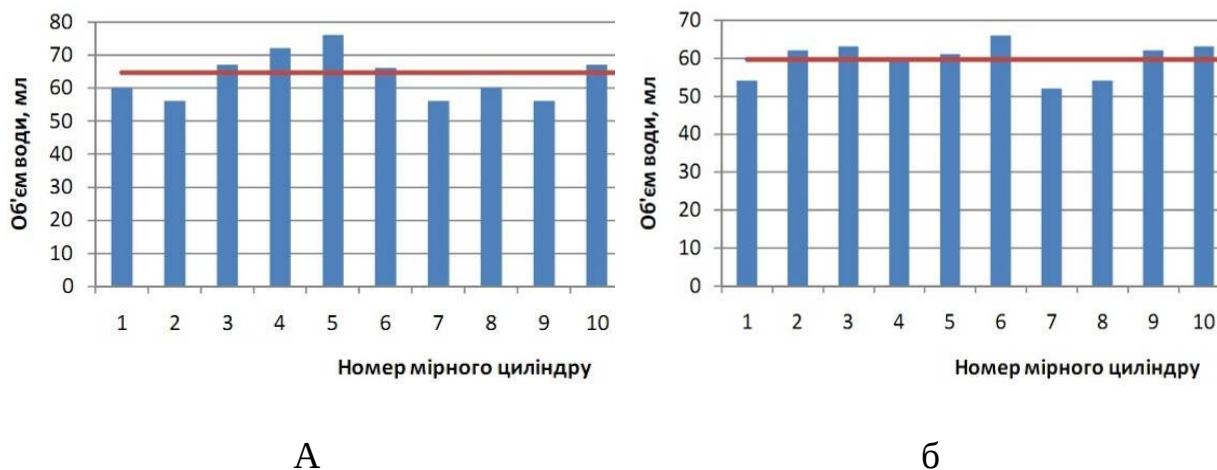


Рис. 3.16. Гістограма розподілу об'ємної витрати для відцентрового розпилювача (а) 1,0 л/хв (Агромодуль) та щілинного (б) 1,2 л (TeeJet) при тиску 0,3 МПа

У результаті розрахунків встановлено мінімальний коефіцієнт варіації при тиску 0,3 МПа та висоті розпилювача над поверхнею зрошення 0,5 м у щілинного обприскувача 1,2 л (TeeJet) – 5,2%. Для відцентрового розпилювача 1,0 л/хв (Агромодуль) цей показник має трохи більше значення (9,5%).

Висновок.

1. Проведено обґрунтування конструктивної схеми лабораторного стенду та його основних параметрів. При цьому компоненти стенду підібрані з урахуванням можливості зміни режиму роботи небулайзера та максимального наближення умов дослідження до реальних умов використання.

2. Розроблено програми та методики для проведення досліджень на стенді. Це визначає відповідність атомайзера найважливішим робочим показникам і паспортним показникам.

3. Проведено порівняльне дослідження відцентрового небулайзера (Агромодуль) з витратою 1,0 л/хв. Щілинний атомайзер (TeeJet) з витратою 1,2 л/хв. Для виконання агротехнічних вимог щодо коефіцієнта варіації розподілу рідини створено щілинний обприскувач 1,2 л/хв. (TeeJet) у розмірі 5,2%. Для

відцентрових розпилювачів (Агромодуль) з 1,0 л/хв цей показник більш важливий – на 9,5% він перевищує існуючу вимогу (8%).

4. РЕЗУЛЬТАТИ АНАЛІТИЧНИХ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ЇХ АНАЛІЗ

Вихідні дані були отримані в результаті експериментальних досліджень за розробленою програмою та методикою та схемою експерименту. Це має бути систематизовано та узагальнено.

Основною вимогою до розпилювачів інсектицидів є рівномірний розподіл робочої рідини по зрошуваній поверхні за умови, що відстань між розпилювачами на штанзі обприскувача становить 0,5 м. Коефіцієнт варіації менше 8% досягається за умови, що кут розкриття 2α факела.

4.1. Розрахунок формо-габаритних параметрів камери крутки.

1. Знайдіть найкраще співвідношення радіуса отвору сопла та

початкового радіуса закручування. $\left(\frac{r_c}{R_k}\right)_0$ при $k_* = 1,8$.

Оптимальний радіус початкового закручування залежить від форми камери. При плоских торцевих стінках, коли $R_0 \rightarrow \infty$, $\frac{r_c}{R_0} = 0$, $\left(\frac{r_c}{R_k}\right)_0 \approx 0,26$.

Якщо $\frac{r_c}{R_0} = 0,05$, то можна прийняти $\left(\frac{r_c}{R_k}\right)_0 \approx 0,21$. Але при цьому збільшує

діаметр камери та тертя рідини об стінки, тому краще вибирати $\frac{r_c}{R_0}$, яке

відповідає $\alpha = \frac{R_k}{R_0} = 0$.

2. Використовуйте коефіцієнт заповнення сопла, щоб отримати необхідний кут полум'я $2\alpha_c$, $\varepsilon = 0,8$ (табл. 2.1) [17], що характеризує площу перерізу півки в соплі.

3. Визначити гідродинамічні властивості твіст-камери

$$A_r = \frac{\operatorname{tg} \alpha_c}{\varepsilon} = \frac{1,0048}{0,8} = 1,256, \quad (4.1)$$

при якій забезпечується заданий кут факелу $2\alpha_c$.

4. Кут допуску $\delta=0,262$ визначає відношення радіусу початкової закрутки до радіусу основи конуса.

$$\alpha = \frac{R_k}{R_0} = \frac{0,0029}{0,0156} = 0,1. \quad (4.2)$$

У першому наближенні приймаємо $\frac{l_k}{r_c} \approx 6-8$ і $\frac{r_c}{R_k} = \left(\frac{r_c}{R_k}\right)_0 = \frac{0,0008}{0,0029} = 0,28$

5. У першому наближенні використовують коефіцієнт відновлення швидкості обертання на радіусі першого кручення $\eta_0 = 0,9 - 0,95$.

6. Характеристики входу в камеру крутки розраховуються за такою формулою:

$$A_0 = \frac{A_r}{\eta_0} f_0 = \frac{1,256}{0,9} \cdot 0,446 = 0,61. \quad (4.3)$$

. Радіус отвору сопла розраховується за такою формулою:

7

$$r_c = \sqrt{\frac{Q}{\pi \mu}} \sqrt{\frac{\rho}{2 \Delta P}} = \sqrt{\frac{0,00167}{3,14 \cdot 0,38}} \sqrt{\frac{998,2}{2 \cdot 0,3}} = 0,0008 \text{ м.} \quad (4.4)$$

8. Радіус початкового закручування знаходимо за формулою

$$R_k = \frac{r_c}{\left(\frac{r_c}{R_k}\right)_0} = \frac{0,0008}{0,28} = 0,0029 \quad \text{м.} \quad (4.5)$$

9. Ефективну площу вхідних каналів визначаємо за формулою

$$mf_k = \frac{\pi r_c^2}{A_0} = \frac{3,14 \cdot 0,0029^2}{0,61} = 3,3. \quad (4.6)$$

Виберіть кількість вхідних каналів $m \geq 2$, щоб мінімізувати відхилення швидкості обертання від осесиметричності.

$$\text{Діаметр вхідного каналу } d_{\text{ex}} = \sqrt{\frac{4 f_k}{\pi \chi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,000205}{3,14 \cdot 0,82}} = 0,0016 \quad \text{м,} \quad (4.7)$$

де коефіцієнт стиснення потоку вхідного каналу враховує зменшення площі прохідного перерізу на вхідній кромці. Значення χ залежить від Рейнольдса [18].

10. Діаметр камери закручування

$$D = 2 R_k + d_{\text{ex}} + \Delta = 2 \cdot 0,0029 + 0,0016 + 0,0001 = 0,0075 \quad \text{м.} \quad (4.8)$$

Нехай $\Delta = 0,1-0,2$ мм, щоб виключити вріз вхідного каналу в циліндричну стінку торсійної камери.

11. Середній розмір крапель залежить від довжини дуги тороїдальної грані твіст-камери. $l_k = (R_0 - R_k) \delta$, яка входить до характеристики закручування

$$B = \frac{2 \pi R_k (R_0 - R_k) \delta}{mf_k} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,0029 \cdot 0,005}{3,3} = 33,7. \quad (4.9)$$

12. Знаходимо середній об'ємний діаметр крапель відцентрового розпи

$$\frac{d_{30}}{2r_c} = \frac{15}{A^{0,9} B^{0,7} 10^{0,7k}} = \frac{15}{1,31^{0,9} \cdot 33,7^{0,7} \cdot 10^{0,7 \cdot 2,17}} = 88 \text{ мкм,} \quad (4.10)$$

де геометрична характеристика A ,

$$A = \frac{\pi r_c R_k}{m f_{ex}} = \frac{3,14 \cdot 0,0008 \cdot 0,0029}{0,00036} = 1,31 \quad (4.11)$$

13. Визначаємо висоту камери закручування:

$$h = \left(R_0 - \frac{D}{2} \right) \cdot \operatorname{tg} \delta = \left(0,0156 - \frac{0,0075}{2} \right) \cdot 0,0046 = 0,006 \text{ м.} \quad (4.12)$$

14. Ефективне число Рейнольдса камери закручування розраховуємо за формулою:

$$k = 0,96 \cdot \lg \left(\frac{Q}{2\pi R_0 \delta v} \frac{m f_k}{R_k^2} \right) = 0,96 \cdot \lg \left(\frac{0,00167}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,0156 \cdot 0,262 \cdot 0,000001} \cdot \frac{3,3}{0,0029^2} \right) = 2,17 \quad (4.13)$$

15. Уточнюємо коефіцієнт для відновлення швидкості обертання на радіусі початкового кручення. Число Рейнольдса впускного каналу

$$Re_{ex} = \frac{W_{ex} d_{ex}}{\nu} = \frac{4,65 \cdot 0,0016}{0,000001004} = 7018. \quad (4.14)$$

де середня швидкість рідини у вхідних каналах

$$W_{\text{ex}} = \frac{Q}{mf_{\text{ex}}} = \frac{0,00167}{0,00036} = 4,65 \text{ м/с.} \quad (4.15)$$

Число Рейнольдса біля циліндричної стінки камери закручування

$$Re_l = Re_{\text{ex}} \frac{\pi D}{d_{\text{ex}}} = 7018 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,0075}{0,0016} = 1,03 \cdot 10^5 \quad (4.16)$$

Якщо $Re_l < 5 \cdot 10^5$, Розраховуємо коефіцієнт тертя циліндричної стінки за формулою Х. Блазіус:

$$\overline{C}_f = 1,328 Re_l^{-0,5} = 1,328 \cdot 103000^{-0,5} = 0,004, \quad (4.17)$$

а коефіцієнт відновлення обертальної швидкості η з рівняння:

$$a_1 \eta^{1,5} + a_2 \eta - 1 = 0, \quad (4.18)$$

Якщо $Re_l > 5 \cdot 10^5$, Розрахунок коефіцієнта тертя для циліндричних стін проводиться за рівнянням Л. Прандтля.:

$$\overline{C}_f = 0,074 Re_l^{-0,2} = 0,074 \cdot 103000^{0,2} = 0,004, \quad (4.19)$$

а рівняння коефіцієнта відновлення обертальної швидкості η матиме вигляд:

$$a_1 \eta^{1,8} + a_2 \eta - 1 = 0, \quad (4.20)$$

$$\text{У рівняннях (4.18) і (4.20)} \quad a_1 = \frac{1}{2} \overline{C}_f \psi B = 0,111, \quad a_2 = 1,$$

де коефіцієнт форми камери закручування

$$\psi = \frac{h}{(R_0 - R_k) \delta} \left(\frac{D}{2 R_k} \right)^2 = \frac{0,006}{(0,0156 - 0,0029) \cdot 0,262} \cdot \left(\frac{0,0075}{2 \cdot 0,0075} \right)^2 = 1,64.$$

Підбір типорозміру вважається завершеним, якщо уточнений коефіцієнт відновлення частоти обертання не перевищує вихідного значення в межах похибки розрахунку.

4.2. Розрахунок гідравлічної і дисперсної характеристики.

Порядок розрахунку наступний:

1. Розрахувати ефективну площу вхідного каналу

$$mf_k = mf_{\text{ex}} \cdot \chi = 0,00036 \cdot 0,82 = 3,29 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2. \quad (4.21)$$

2. Об'ємна витрата рідини через розпилювач

$$Q = \pi r_c^2 \mu \sqrt{\frac{2 \Delta P}{\rho}}, \quad (4.22)$$

або у вигляді гідравлічної характеристики через коефіцієнт

$$A = \pi r_c^2 \mu \sqrt{\frac{2}{\rho}},$$

$$Q = A \sqrt{\Delta P} = 1,31 \cdot \sqrt{0,3} = 1 \text{ л/хв.} \quad (4.23)$$

3. Визначає швидкість обертання на першому радіусі закручування

$$W_k = \eta W_{\text{ex}} = 0,91 \cdot 4,65 = 4,28 \text{ м/с.} \quad (4.24)$$

обертальну швидкість на радіусі соплового отвору

$$W_c = W_k \left(\frac{r_c}{R_k} \right)^{1-k} = 4,28 \cdot \left(\frac{0,0008}{0,0029} \right)^{1-0,8} = 11,9 \quad \text{м/с,} \quad (4.25)$$

осьову швидкість в сопловому отворі

$$U_c = \frac{Q}{\pi r_c^2 \varepsilon} = \frac{0,00167}{3,14 \cdot 0,00000064 \cdot 0,8} = 11,6 \quad \text{м/с.} \quad (4.26)$$

4. Кут розкриття факелу на радіусі соплового отвору

$$2\alpha_c = 2 \operatorname{arctg} \frac{W_c}{U_c} = 2 \operatorname{arctg} \frac{11,9}{11,6} = 91^\circ. \quad (4.27)$$

5. Середній об'ємний діаметр крапель у факелі розраховується за такою

формулою:

$$\frac{d_{30}}{2r_c} = \frac{15}{A^{0,9} B^{0,7} 10^{0,7k}} = \frac{15}{1,31^{0,9} \cdot 33,7^{0,7} \cdot 10^{0,7 \cdot 2,17}} = 88 \quad \text{МКМ.}$$

6. Розраховуємо ефективне число Рейнольдса

$$k = 0,96 \cdot \lg \left(\frac{Q}{2\pi R_0 \delta v} \frac{mf_k}{R_k^2} \right) = 0,96 \cdot \lg \left(\frac{0,00167}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,0156 \cdot 0,262 \cdot 0,000001} \cdot \frac{3,3}{0,0029^2} \right) = 2,17$$

7. Визначити поправочний коефіцієнт розпилювача за об'ємною витратою рідини

$$\frac{Q_1}{Q} = 10^{k_1 - k} = 1,94, \quad (4.28)$$

та тиску

$$\frac{P_1}{P} = \left(\frac{Q_1}{Q} \right)^2 = 1,94^2 = 3,76. \quad (4.29)$$

Результати аналітичних розрахунків параметрів відцентрового небулайзера наведено у Додатку 1 та Додатку 2.

4.3. Витрата рідини.

Досвідчений зразок відцентрового небулайзера "Агромодуль" з номінальною витратою 0,6 л/хв при тиску 0,2. На гідравлічному стенді досліджувалися тиски 0,3 та 0,4 МПа. Температура води під час експерименту становила 20-22 °С.

На малюнку. 4.4 - 4.6 представлені експериментальні гідравлічні характеристики відцентрового розпилювача.

За даними, отриманими з відцентровим розпилювачем при теоретичній витраті рідини 0,6 л/хв, об'ємна витрата води становить:

$$Q = 3,04 \cdot 10^{-8} \sqrt{\Delta P}, \quad (4.30)$$

де ΔP – різниця тиску у розпилювачі та атмосферним тиском, МПа. У межах зміни тиску (0,2 – 0,4 МПа) витрата рідини змінюється прямо пропорційно $\sqrt{\Delta P}$. У системі одиниць СІ, при витраті води у м³/с і тиску Н/м². Коефіцієнт гідравлічної характеристики, що дорівнює для розпилювача 0,6 л/хв – $A = 3,04 \cdot 10^{-8}$.

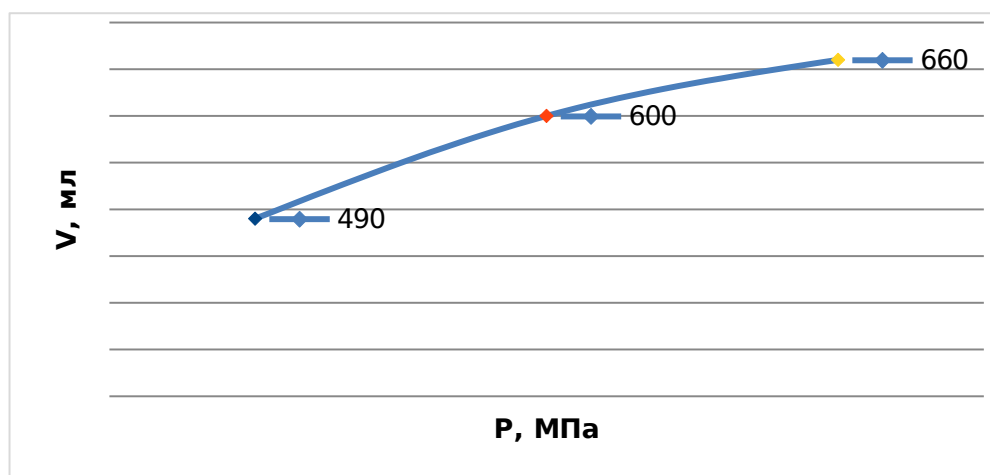


Рис. 4.4. Гідравлічна характеристика розпилювача відцентрового (Агромодуль), при $H=0,6$ м

При густині води $\rho = 998 \text{ кг/м}^3$ для розпилювача 0,6л/хв з радіусом сопла $r_c = 0,80 \cdot 10^{-3} \text{ м} - \mu = 0,35$.

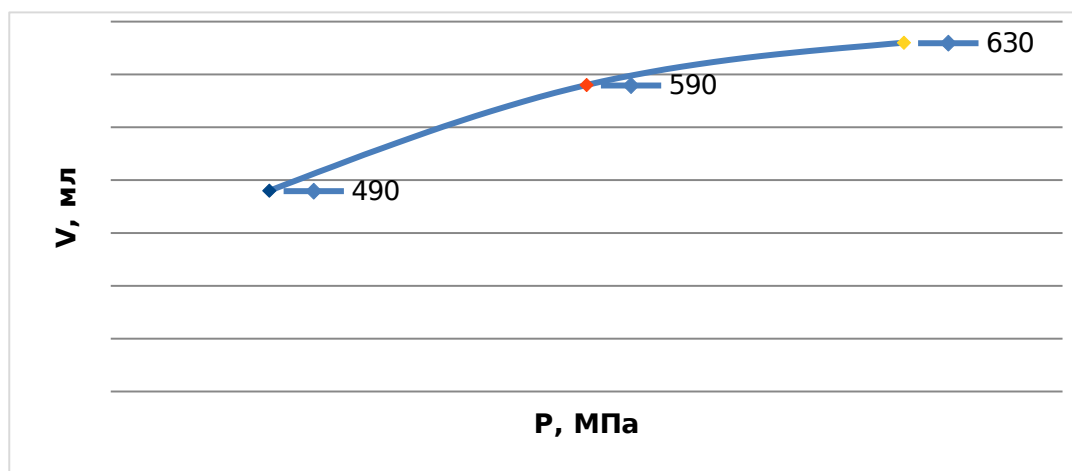


Рис. 4.5. Гідрравлічна характеристика розпилювача відцентрового (Агромодуль), при $H=0,5 \text{ м}$

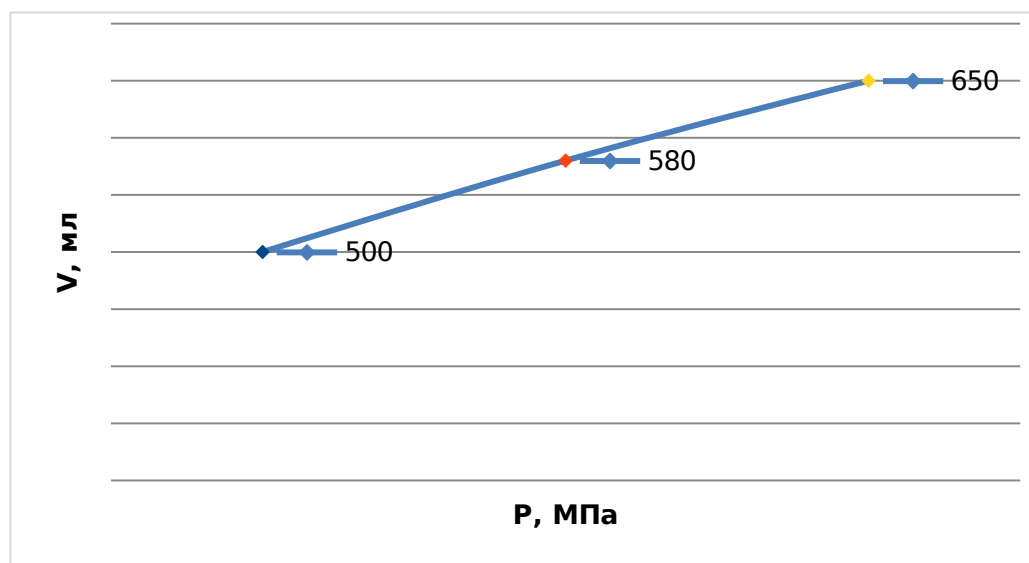


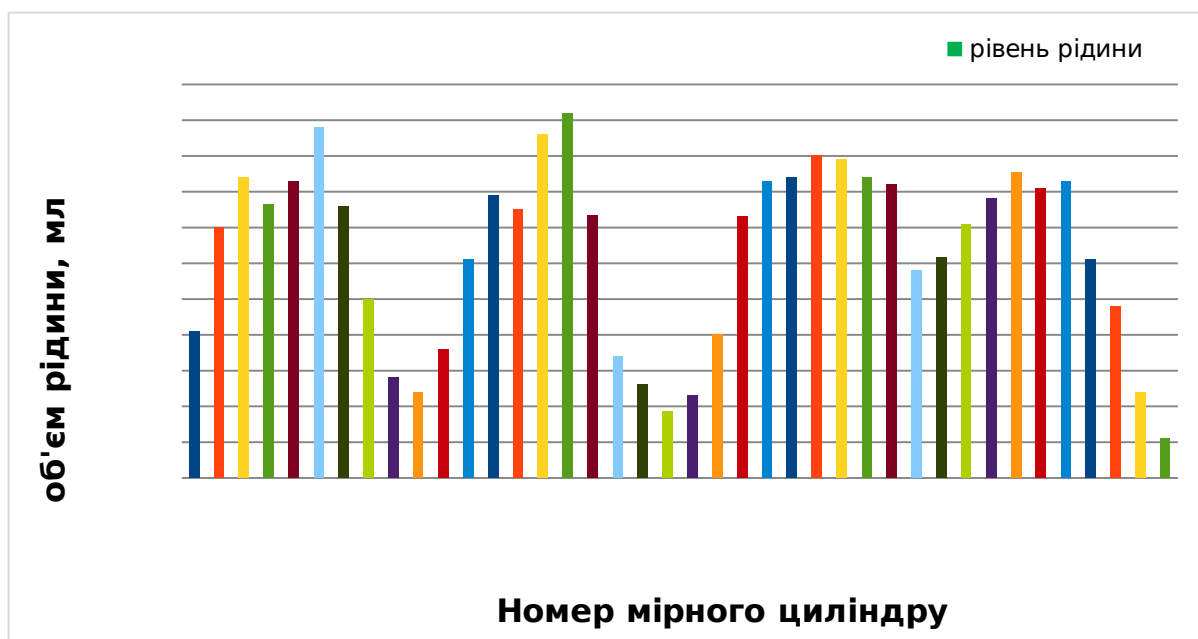
Рис. 4.6. Гідрравлічна характеристика розпилювача відцентрового (Агромодуль), при $H=0,4 \text{ м}$

4.4. Розподіл рідини, що розпилюється, по довжині стрижня.

Нерівномірність розподілу рідини, що розпилюється, по довжині штока обприскувача, встановленого через 0,5 м, досліджували на гідрравлічному стенді (рис. 4.7). Приклад результату показано на рис. 4.7. 4.8-4.10.



Рис. 4.7. Фото гідралічного стенду під час дослідження рівномірності розподілу рідини по довжині штанги



ис. 4.8. Розподіл рідини по довжині штанги, при $P= 0,3$ МПа; $H=0,6$ м

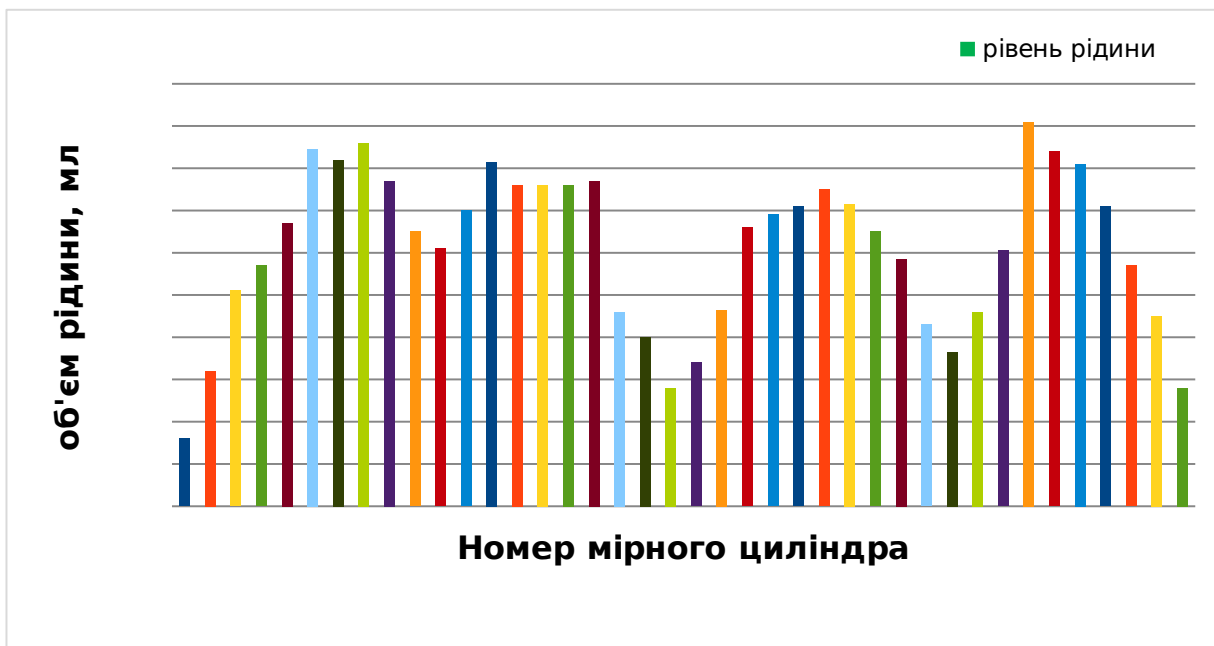


Рис.4.9. Розподіл рідини по довжині штанги, при $P=0.3$ МПа; $H=0.5$ м

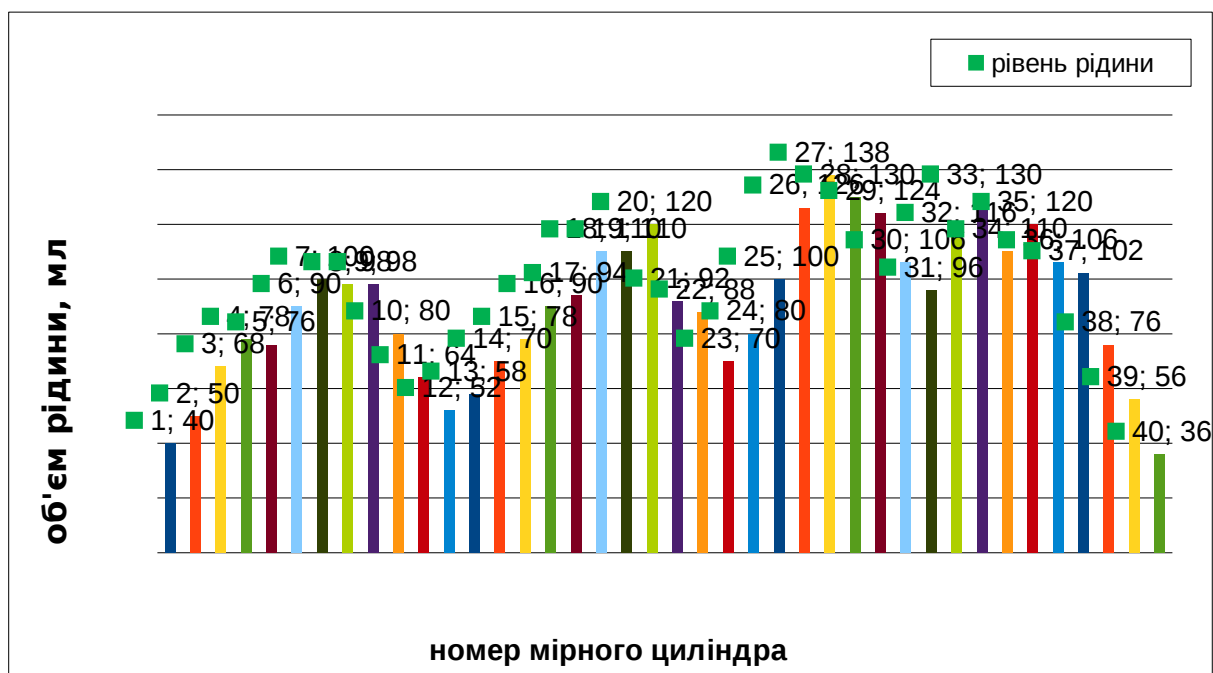


Рис. 4.10. Розподіл рідини за довжиною штанги, при $P=0.3$ МПа; $H=0.4$ м

Рівномірність розподілу рідини, що розпилюється, по довжині стрижня оцінюється коефіцієнтом варіації.

$$CV = \pm \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100, \quad (4.31)$$

де $\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$ – середньоквадратичне відхилення об'єму води в мірних

стаканах, $\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$ – Середнє арифметичне вимірювання об'ємів чашок. де x_i - обсяг води в i -му мірному склянці. n – кількість мірних стаканчиків між крайніми осями розпилувача.

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{185279,9}{39}} = 68,9 \quad (4.32)$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = 102,45 \quad (4.33)$$

$$CV = \pm \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 = \frac{68,9}{102,45} \cdot 100\% = 67,25\%$$

Аналогічно були виконані розрахунки коефіцієнта варіації при висоті стрижнів 0,5 і 0,6 м, отримані результати представлені в Додатку 4.

Вимірювання проводилися при тиску 0,3 МПа та висоті штанги над поверхнею зрошення 0,4-0,6 м. Коефіцієнти варіації склали 39,97, 28,7 та 28,4% відповідно.

Залежність коефіцієнта варіації розподілу рідини по довжині штока від тиску і висоти розпилювача на відстані 0,4-0,6 м від поверхні, що обробляється, представлена на рис. 1. 4.11.

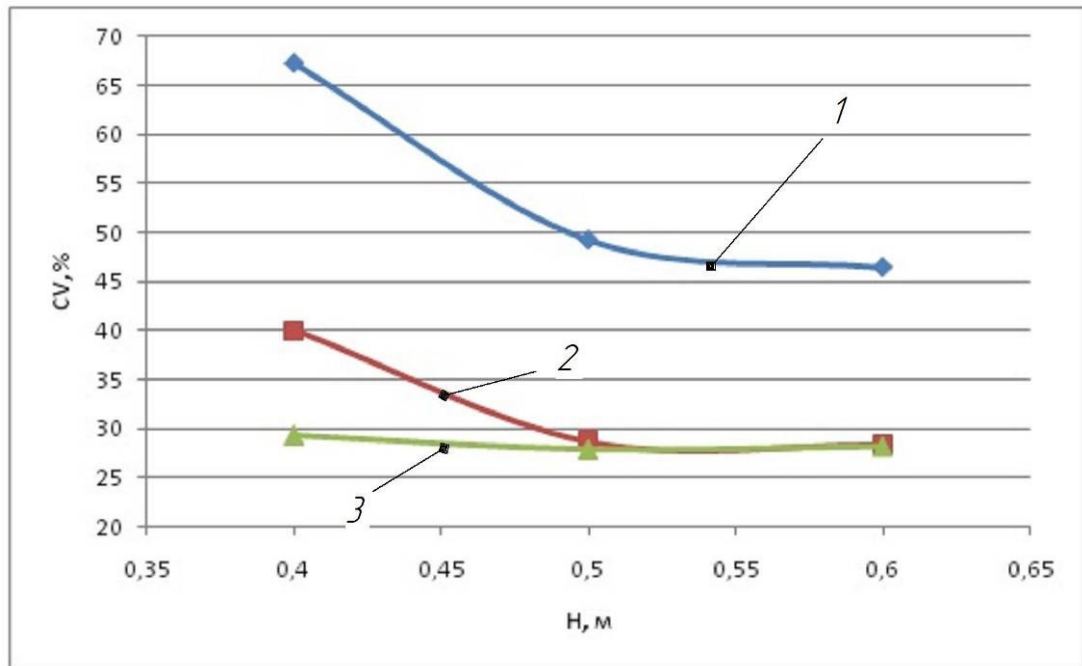


Рис. 4.11. Залежності коефіцієнту варіації розподілу від висоти розташування розпилювача для тиску: 1 - 0,2 МПа; 2 - 0,3 МПа ; 3 - 0,4 МПа.

З графіка видно, що коефіцієнт варіації розподілу рідини за довжиною штока становить 28,4 - 39,97 для відцентрового розпилювача (агромодуля) з теоретичною витратою рідини 0,6 л/хв за умови підвищення тиску 0,3 МПа. % на висоті 04-06 м.

Мінімальний коефіцієнт варіації розподілу рідини по довжині штока при тиску 0,3 МПа і висоті розпилювача над оброблюваною поверхнею 0,4 м дорівнював 28,4%. Дослідження проводилося при температурі повітря 22°З відносної вологості 54%.

На рис. 1 показано розподіл рідини на поливній поверхні висотою 0,6 м при тиску від 0,2 до 0,4 МПа для одного спринклеру. 4.12 Експериментальні дані щодо розподілу рідини на різних висотах і тисках наведено в додатку 5.

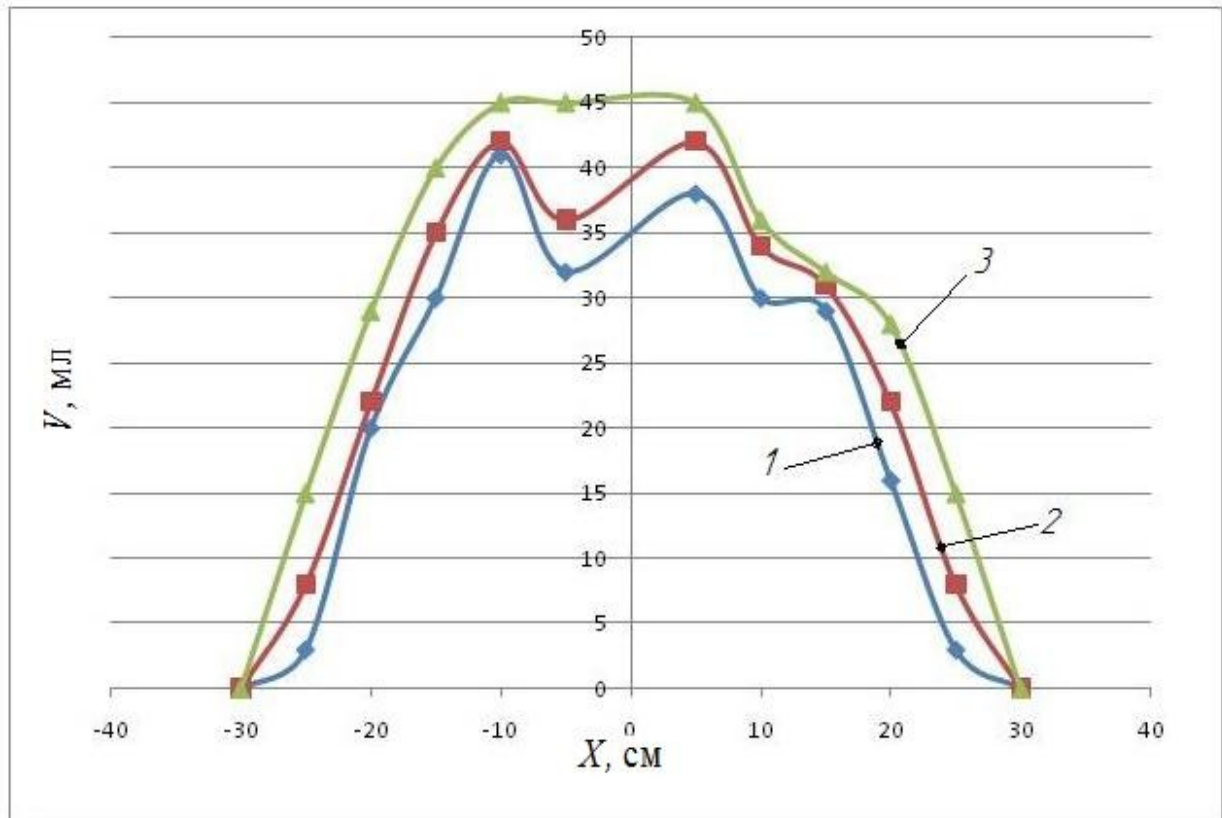


Рис. 4.12. Розподіл рідини по поверхні зрошення одного розпилювача з діаметром вихідного отвору 1,6 мм на висоті 0,6 м при тиску:
1 - 0,2 МПа; 2 - 0,3 МПа; 3 - 0,4 МПа.

4.5 Моделювання процесу роботи відцентрового розпилювача за допомогою програми STAR-CCM+

Відцентровий розпилювач з тангенціальною закруткою від підприємства Агромодуль. Його вихрова камера дозволила при математичному моделюванні крапельного осадження сформулювати вимоги до дисперсійного розпилення, які залежать від швидкості та товщини плівки на сопловому отворі камери, а розміри обрані для досягнення максимальної швидкості плівки при заданому тиску. Однак це можливо лише в умовах мінімальних втрат тиску на тертя у закрученому потоці, що визначає оптимальне відношення радіусу отвору сопла до радіусу початкової закрутки.

Висновок

1. Згідно з отриманими даними, при підвищенні тиску з 0,2 МПа до 0,4 МПа витрата рідини збільшується з 0,49 л/хв до 0,66 л/хв відповідно. При тиску 0,3 МПа витрата відповідає оптимальному значенню. Це 0,61 л/хв для розпилювача з витратою 0,6 л/хв.

2. Аналітичний розрахунок вихрової камери дозволяє визначити основні параметри камери відцентрового розпилювача. Наприклад, об'ємна витрата рідини через розпилювач $Q = 0,6$ л/хв, кут розкриття смолоскипа. радіус 910, середній об'ємний діаметр краплі $d = 88$ мкм, висота торсійної камери $h = 0,006$ м, радіус розкриття сопла $r_c = 0,0008$ м, діаметр торсійної камери $D = 0,0075$ м та інші.

3. Коефіцієнт варіації під час експерименту коливається від 28,2 до 67,25%. Мінімальний коефіцієнт варіації розподілу рідини по довжині штока при тиску 0,3 МПа і висоті розпилювача над оброблюваною поверхнею 0,4 м дорівнював 28,4%.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1 Умови.

Охорона праці та навчання персоналу безпечним методам праці є загальнодержавним завданням. Верховна Рада та Рада Міністрів України підготували та затвердили відповідні постанови, в яких знайшли відображення окремі питання охорони здоров'я сільськогосподарських робітників та осіб, зайнятих на технічних засобах, разом із загальними положеннями про охорону праці.

Охорона праці в нашій країні, у тому числі подальше заохочення та покращення умов праці на основі механізації та автоматизації складних та шкідливих виробничих процесів, поширення сучасних засобів безпеки, усунення причин, що призводять до травм та професійних захворювань. Робітники та службовці, створення необхідних санітарно-гігієнічних підприємств – домашніх умов – важливе державне завдання.

Лише чітке виконання вимог безпеки може гарантувати захист життя і здоров'я працівників.

Відповідно до постанов уряду країни організація та контроль за охороною праці покладено на керівників підприємств.

Охорона праці машиністів дуже важлива. Машиністам необхідні знання правових питань охорони праці та техніки безпеки. Особливо це стосується працівників, які працюють за договором із фермерськими господарствами у різних формах договору (колективний, сімейний, орендний).

Машиністи повинні мати певні навички роботи на сучасному високопродуктивному обладнанні, дотримуватися правил промислової гігієни та користуватися засобами індивідуального захисту.

Важливі нормативні документи, що забезпечують правильну організацію охорони праці, навчання та інструктаж з охорони праці, дотримання вимог охорони праці та здоров'я у сільському господарстві, докладно описані в існуючих довідниках.

5.2 Охорона праці під час роботи з пестицидами.

Пестициди застосовують проти шкідників, збудників хвороб рослин, бур'янів, шкідливих організмів, що викликають псування продуктів, матеріалів та виробів, паразитів та переносників небезпечних хвороб людини та тварин та ін. Лікарський засіб.

Таким чином, пестициди є біологічно активними речовинами, здатними викликати порушення життєдіяльності теплокровних тварин, людини та сільськогосподарських культур. З іншого боку, пестициди можуть потрапляти на нецільові об'єкти. У зовнішньому середовищі – ґрунті, повітрі, воді. Знищення корисної фауни - ентомофагів та акалофагів, бджіл, комах-запилювачів, міграція на сусідні посіви та некультивовані сіно.

У економічній ситуації більшість вирощування овочів і фруктів зосереджена у приватному секторі (ферми, фермерські господарства, дачі) і не завжди обізнані про безпечні прийоми роботи з пестицидами. Завжди необхідно давати поради щодо охорони праці та захисту навколишнього середовища від забруднення.

5.2.1 Вимоги до організації роботи з пестицидами

Правильна організація праці одна із основних умов запобігання шкідливого впливу пестицидів на человека.

Штатна бригада, що проходить медогляди, навчена та інструктована з техніки безпеки, яка освоїла методи надання першої допомоги, працює з пестицидами у великих колгоспах на пунктах хімізації. Керівниками таких

бригад (груп) призначаються особи, які мають досвід роботи з пестицидами або пройшли спеціальний курс навчання.

Особи, молодші 18 років, вагітні або годуючі груддю, які перенесли операцію (протягом року), а також ті, кому протипоказані, не можуть працювати. Категорично забороняється працювати у стані алкогольного сп'яніння.

Робочий час при роботі з особливо небезпечними препаратами не повинен перевищувати 4 години (2 години доробок у нешкідливих умовах) – 6 годин при використанні інших отрутохімікатів.

У період роботи з отрутохімікатами робітники повинні бути забезпечені засобами індивідуального захисту, забезпечені безкоштовним спеціальним харчуванням відповідно до медичних розпоряджень, прийняті душ та мити.

Необхідно контролювати дотримання правил техніки безпеки, виробничої та особистої гігієни.

Передбачити на відстані не менше 200 м з підвітряного боку від робочої зони спеціально обладнане місце для їди та відпочинку з цистерною з питною водою, раковиною для миття рук, милом, рушниками та аптечкою.

Місцевих жителів інформують про місцезнаходження та умови роботи до початку хімічної обробки посівів. Поодинокий попереджувальний знак вивіщується не менше ніж за 300 м від меж посівних площ. Власників бджолиних сімей попередили про необхідність вжиття захисних заходів. Знак буде видалено після закінчення встановленого періоду. Санітарно-захисна зона для наземного обслуговування має бути не менше 500 м-коду, для авіації 1000 м-коду.

Керівники робіт зобов'язані стежити за станом та самопочуттям своїх працівників. При першій скарзі працівника слід усунути від роботи, надати першу допомогу та кваліфіковану медичну допомогу.

5.2.2 Запобіжні заходи при приготуванні робочих рідин пестицидів

Приготування робочих рідин є найбільш трудомістким та небезпечним процесом, оскільки концентрація пестицидів у повітрі робочої зони підвищується, перевищує допустиму норму більш ніж у 15-20 разів та частково механізується – у 6-7 разів.

Гідравлічні рідини слід готувати на хімічній станції або спеціально відведеній ділянці з твердою поверхнею, що легко очищається. Ділянка розташована на відстані не менше 200 м від житлових та тваринницьких господарств та джерел води. Поверх нього знаходяться ємності з ліками, ємності з водою та вапном, ваги, гирі, відари і т.д.

Робочі рідини з високотоксичних препаратів можуть бути приготовані тільки за допомогою механізованих установок типу АПЖ-12, які мають гідрозмішувачі та забезпечують утворення однорідної, гомогенізованої робочої рідини. розпилувач.

Об'єм, в якому препарат подається в змішувач після заповнення, повинен бути щільно закритий спеціальною кришкою з отвором для шланга, що всмоктує.

Перед заповненням змішувача необхідно перевірити фільтр.

Усі особи, які працюють у місцях приготування робочих рідин пестицидів, повинні використовувати засоби індивідуального захисту. При приготуванні рідин необхідно дотримуватись правил особистої безпеки. При заповненні контейнера стійте проти вітру. Не допускайте потрапляння крапель води чи пилу на одяг чи відкриті частини тіла. Якщо рідина ненароком потрапила на тіло, негайно зітріть її ватним тампоном і змийте водою з милом. Після закінчення робіт необхідно здати невикористані залишки препарату на склад, обробити ділянку розчином хлорного вапна (1 кг/4 л води) та викопати ділянку ґрунту після вапнування. Категорично забороняється залишати пестициди чи підготовлені гідравлічні рідини без нагляду.

5.2.3 Безпека заправки обприскувача пестицидом та його застосування.

Доставка отрутохімікатів на поля та заправка обприскувачів пестицидами здійснюється за допомогою спеціальних засобів. Перед початком роботи необхідно перевірити герметичність розпилювача всіх вузлів та з'єднань. Заправка має бути механізована. Об'ємне заповнення контролюється рівномірністю. Забороняється відкривати люк та візуально перевіряти наповнення бака.

Перед обприскуванням слід визначати фактичну витрату робочої рідини на кожен обприскувач індивідуально та періодично. Категорично забороняється збільшувати норму споживання пестицидів.

У зв'язку з утворенням високих концентрацій отруйних речовин у повітрі робочої зони тракториста при внесенні пестицидів кабіна трактора має бути закритою та кондиціонованою.

Обприскування неможливе за швидкості вітру 3 м/с і більше. Необхідно неухильно дотримуватись положень, заснованих на «Переліку пестицидів і пестицидів, дозволених до застосування в Україні».

У спеку всі роботи з інсектицидами слід проводити вранці, а в похмурі дні – протягом усього робочого дня.

5.2.4 Заходи безпеки при виході людей на поля, оброблені пестицидами.

Вихід людей на оброблювані землі та ділянки дозволяється лише після закінчення періоду карантину. Це пов'язано з тим, що більшість сучасних фармацевтичних препаратів мають останній термін 3 дні для механізованої роботи та 7 днів для ручної роботи.

Якщо дощ, сильна роса або температура вище 20°C, після 15:00.

За добу до будь-яких ручних робіт з догляду за просапними культурами міжряддя слід попередньо розпушити для полегшення випаровування складів.

Робітникам доводиться зіткнутися з вітром під час ручної праці районах, оброблених пестицидами. При бічному вітрі напрямок слід повернути обличчям до ділянки, де вже проводилася ручна робота.

Забороняється працювати вручну за відсутності вітру в місці, що погано провітрюється (наприклад, у долині біля лісу).

Не можна займатися ручною працею на ділянках, прилеглих до ділянок, де рослини обробляють пестицидами. Зона санітарних пауз при наземному застосуванні пестицидів має бути не менше 300 м з урахуванням напрямку вітру та не менше 1000 м при повітряному внесенні.

5.2.5 Засоби індивідуального захисту під час роботи з отрутохімікатами.

Робочі мають бути забезпечені засобами індивідуального захисту та аптечками за рахунок господарства або компанії, а також за рахунок приватного сектору.

Керівники ферм або підприємств повинні забезпечити збереження, прання, очищення, дезінфекцію та ремонт спецодягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту.

Використання засобів індивідуального захисту має відповідати роду робіт.

Засоби індивідуального захисту слід знімати в наступному порядку: не знімаючи, спочатку очистити засоби захисту рук, гумові рукавички, промити вапняним молоком, потім збовтати чистою водою, потім окуляри і маску, зняти чоботи і спецодяг і очистити засоби захисту. Знову видалить пристрій вручну.

Засоби індивідуального захисту повинні зберігатися в індивідуальних шафах у приміщеннях, відокремлених від хімічних речовин, продуктів та кормів.

5.2.6 Перша медична допомога.

Робота з пестицидами потребує наявності на робочому місці аптечки.

При перших ознаках отруєння – запаморочення, нудоти, головний біль – постраждалому слід негайно надати першу допомогу, не чекаючи медичного персоналу. Насправді необхідно вивести постраждалого на свіже повітря, зняти спецодяг та захистити руки гумовими рукавичками.

При попаданні препарату в організм через шлунково-кишковий тракт дати потерпілому воду, бажано теплу або злегка рожевий розчин калію перманганату, розчин гірчиці (1 чайна ложка або 0,5 чайної ложки на склянку води), викликати штучне блювання. Не викликати блювання при запамороченні. Після блювання необхідно випити 0,5 склянки води, що містить 2-3 столові ложки активованого вугілля або 2-3 яєчні білки на літр води, крохмальну суспензію, фізіологічний розчин після видалення зі шлунка токсичних речовин. У мене. Проносне (20 г гіркої солі на півсклянки води). При попаданні нашатирного спирту до шлунка його слід промити 1-2% розчином оцтової кислоти.

При отруєнні хімічними речовинами через дихальні шляхи (кашель, ядуха, посиніння) слід проводити теплі інгаляції 2% розчином харчової соди (при отруєнні аміаком – 1-2% розчином оцтової чи лимонної кислоти). е. При сильному кашлі або спазмах горла слід прийняти одну таблетку ліки від кашлю, що містить фосфат кадину, і обернути шию чимось теплим, а у разі ядухи слід вдихати кисень з кисневої подушки до появи синців та ядухи. скорочуються.

При попаданні препарату в очі їх слід ретельно промити водою або 2% розчином харчової соди або борної кислоти при ураженні очей аміаком - 0,5%

розчином галунів при гострих болях, краплі очей 1-2 краплі 30% розчин альбусиду.

Якщо пестицид потрапив на шкіру, негайно змийте його водою чи видаліть ватою чи марлею, не розмазуючи, та був змийте водою з милом. Пошкодження шкіри аміаком - обпечене місце промити водою і нанести примочку з 5% розчином оцтової чи лимонної кислоти.

При запаморочення постраждалий може відчутти запах вати, змоченої нашатирним спиртом. Шкіру в області скроні розтирають, а при зупинці дихання можна зробити штучну. Хриплий голос не дозволяє зробити штучне дихання. Щоб послабити діяльність серця, необхідно масажувати серце від грудної клітки. При появі судом хворого слід вивести на свіже повітря.

За прийнятою класифікацією пестициди поділяються на класи за рівнем їхньої дії на організм теплокровних тварин при попаданні на шлунок або шкіру.

При виборі препарату слід враховувати і рівень його токсичності.

5.3 Вимоги безпеки під час випробування форсунок на лабораторному стенді.

5.3.1. Умови.

1. На лабораторному стенді можуть працювати особи віком від 18 років, які пройшли навчання з обслуговування та безпечної експлуатації обладнання, а також попереднє навчання та перевірку знань з питань охорони праці та мають відповідні посвідчення.

2. Одягніть комбінезон і приступайте до роботи, щоб переконатися у відсутності пошкоджень, висящих елементів, припасування, частин, що рухаються або обертаються, які можуть бути захоплені.

3. Не приступайте до роботи у стані алкогольного, наркотичного, наркотичного сп'яніння, стані хвороби чи втоми.

5. Не працюйте несправними інструментами чи обладнанням, не використовуйте їх за призначенням, не використовуйте сторонні предмети.

5.3.2 Вимоги безпеки перед початком роботи.

1. Отримувати завдання від керівників проектів.
3. Здійснювати технічне обслуговування лабораторного стенду.
5. Перевірити наявність та справність захисного кожуха приводу насоса.
6. Захистити струмопідвідні дроти до лави від механічних пошкоджень або підвісити їх на недоступній для людини висоті.
7. Перевірити надійність кріплення та наявність заземлення електрообладнання на лабораторному столі. Ніколи не робіть на лабораторному столі без заземлення.
8. Перед включенням стенда переконайтеся, що ніхто не наражається на небезпеку рухомими частинами або механізмами.

5.3.3 Вимоги безпеки під час роботи.

1. Перевірте небулайзер чистою водою без механічних та органічних домішок.
2. Перед увімкненням підставки переконайтеся, що поблизу немає людей.
3. Усувайте несправність, очищайте, змащуйте та регулюйте розпилювач тільки при вимкненому автоматичному вимикачі та від'єднаній вилці.

5.3.4 Вимоги безпеки після закінчення роботи

1. Вимкніть двигун настільного насоса.
2. Промийте обладнання, випорожніть резервуари та трубопроводи та зніміть розпилювальне обладнання.
3. Очистіть робочу зону. Очистіть інструменти, обладнання та обладнання та покладіть їх у відведені для них місця. Розкласти комбінезон.

5.3.4 Вимоги щодо безпеки в аварійних ситуаціях.

1. Зупиніть лабораторний стіл у разі ураження електричним струмом, незвичайного шуму, вібрації, запаху гару, іскор, полум'я тощо.

2. Якщо на корпус стенда подано напругу, негайно вимкніть загальний вимикач. Зверніться до іншого електрика. Усі пошкодження електроприводів, щитів керування, мереж електропостачання та освітлення повинні усуватися лише електриком.

3. При ураженні працівника електричним струмом якнайшвидше вивести потерпілого з-під впливу (тривалість струму визначає тяжкість ураження). Для цього негайно вимкніть автоматичний вимикач або інший пристрій.

4. Якщо електроустаткування неможливо відключити негайно, вживіть заходів щодо звільнення постраждалого від струмопровідних частин за допомогою мотузок, стрижнів, дощок або іншого сухого діелектричного матеріалу або принесіть одяг, потягніть потерпілого (якщо він сухий). Відстати від тіла, наприклад, подолом куртки, коміром і т. д., уникаючи при цьому контакту з навколишніми металевими предметами або частинами тіла потерпілого, не прикритими одягом.

5. Якщо потерпілий торкнеться дроту, що лежить на землі, підкладіть йому під ноги суху дошку, сухий рулон одягу або суху непровідну підставку і, перш ніж підійти до нього, приберіть провід, видаліть потерпілого сухою тканиною, палиці або дошки. При цьому рекомендується діяти однією рукою, якщо це можливо.

6. Якщо постраждалий судомно хапається за струмопровідний елемент (наприклад, за провід), відірвіть потерпілого від землі (підштовхнувши суху дошку, мотузку або одяг, щоб відірвати ноги від землі).

5.4 Розрахунок захисного заземлення лабораторного стенду на дослідження атомайзера.

Напруга може бути присутньою, якщо порушена ізоляція між нетоковедущими металевими частинами та струмопровідними частинами лабораторного стенду. У таких аварійних ситуаціях контакт із частинами обладнання, що не перебувають під напругою, прирівнюється до контакту з частинами, що знаходяться під напругою. Усунення небезпеки ураження електричним струмом при таких переходах напруги на частини електроустановок, що не знаходяться під напругою, в мережах з ізольованою нейтраллю здійснюють за допомогою захисного заземлення (рис. 5.1).

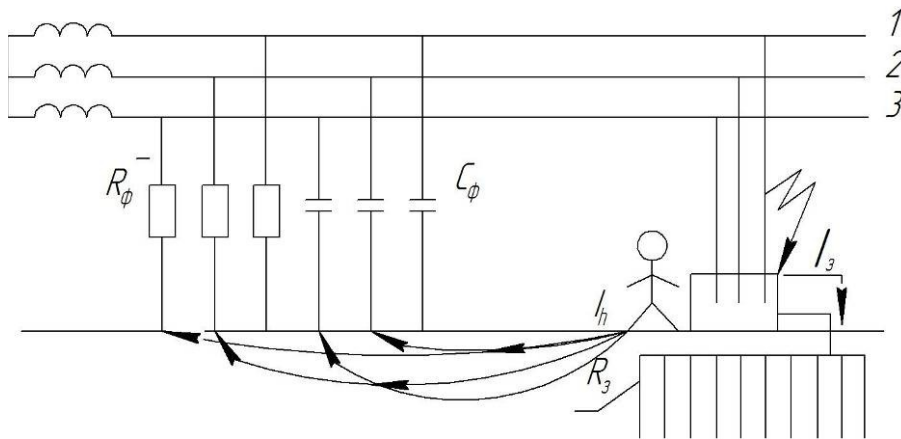


Рис.5.1. Захисне заземлення

Під захисним заземленням розуміється з'єднання невідповідних металевих частин електроустановок із землею через заземлювачі та заземлювачі для створення малого опору між цими частинами та землею. У разі короткого замикання в тілі споживача починає протікати струм I_3 (струм

замикання на землю) від фази мережі через заземлюючий пристрій. СФЗ на грішну землю.

Частина цього струму I_h відгалужується на тіло людини, яка торкається металевої частини електроустановки, що не знаходиться під напругою. Великою цього струму є величина струму короткого замикання на землю I_3 , опір розтікання струму на землю заземлювального пристрою R_3 , повний опір ланцюга «людина-земля» R_{ch} , положення взаємне електрообладнання, пристрій, що заземлює. Враховується коефіцієнт контактної напруги $\alpha \leq 1$ і визначається за формулою:

$$I_h = I_3 \cdot R_3 \cdot \alpha / R_{ch}$$

Повний опір у колі «людина-земля» складається із опору людини R_h , опору взуття $R_{вз}$ і опору розтікання струму від підошви взуття в землю $R_{нз}$ і визначається за формулою:

$$R_{ch} = R_h + R_{вз} + R_{нз}$$

Якщо людина не одягнена у спеціальне діелектричне взуття і стоїть на струмопровідній підлозі або землі, можна припустити:

$$R_{вз} = 0, R_{нз} = 0 \text{ і } R_{ch} = R_h.$$

Коефіцієнт контактної напруги $\alpha = 0$, якщо людина стоїть безпосередньо на землі на заземлювачі або над заземлюючим пристроєм (електрообладнання та заземлюючий пристрій суміщені – сумісні підстави); $\alpha = 1$, якщо людина стоїть позаду зона поширення струму заземлення заземлювального устрою, тобто. що знаходиться на відстані більше 20 метрів від крайнього заземлювального пристрою (якщо електрообладнання знаходиться за зоною поширення) обладнання - віддаленого заземлення). При інших рівних, що менше значення R_3 , то менше значення струму I_h . За наявності захисного заземлення струми короткого замикання перерозподіляються між заземлюючими пристроями та тілом людини обернено пропорційно їхньому

опору. Так як опір тіла людини в кілька сотень разів перевищує значення опору розтікання струму заземлювального пристрою, то через тіло людини, що доторкнулася до нього, буде протікати струм, що не перевищує гранично допустимого значення (10 мА). Заземлене обладнання пошкоджено, і більшість струму йде через заземлюючий провід.

На опір заземлювального пристрою в першу чергу впливає верхній шар ґрунту на глибині 20-25 м, тому для розрахунків та реалізації заземлення необхідно знати його питомий опір. Залежно від складу ґрунту (чорнозем, пісок, глина та ін.), розміру та щільності ґрунтових частинок, вологості та температури, наявності розчинних хімічних речовин питомий опір ґрунту змінюється у дуже широких межах. Найбільш важливими факторами, що впливають на значення питомого опору ґрунту, є вологість та температура. Протягом року зміни атмосферно-кліматичних умов, зміни вологості ґрунту та його температури змінюють питомий опір ґрунту. Найбільша варіація питомого опору ґрунту спостерігається у верхніх шарах (сухих влітку та мерзлих взимку).

Розрахункове значення питомого опору ґрунту визначається за формулою

$$\rho_{pz} = \rho_{вим} \cdot K,$$

де $\rho_{вим}$ – вимірний питомий опір ґрунту, Ом·м.

Величину питомого опору ґрунту визначають шляхом вимірів у місці встановлення ґрунту з урахуванням коефіцієнта вологості.

Розрахунок захисного заземлення проводять методом коефіцієнтів використання електродів для однорідних ґрунтових конструкцій та простих заземлювальних пристроїв.

Для розрахунку можна використовувати такі вихідні дані:

- допустимий опір розтікання струму землею заземлювального устрою;

(вимоги ПУЕ) $R_{з\,норм} = 4 \text{ Ом}$, [29];

- питомий опір ґрунту в місці спорудження заземлювача: ґрунт – суглинок, $\rho_3=100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$, [29];

- тип заземлювача і його конструктивні розміри: труба діаметром $d=30 \text{ мм}$ та довжиною $L=3 \text{ м}$.

- конструкція заземлюючого пристрою: заземлювачі розташовані в ряд.

1. Визначаємо розрахунковий питомий опір землі $\rho_{pz} = \phi \cdot \rho_3$,

де ϕ - коефіцієнт сезонності, який враховує можливі коливання питомого опору землі при зміні вологості ґрунту протягом року. Значення ϕ визначається за довідковими даними; приймаємо $\phi=1,1$ [29].

Тоді $\rho_{pz} = \phi \cdot \rho_3 = 1,1 \cdot 100 = 110 \text{ Ом}\cdot\text{м}$.

2. Визначаємо опір розтікання струму в землі одного вертикального заземлювача заглибленого на h (рис. 5.2) від поверхні землі за формулою:

$$R_g = \rho_{pz} / 2\pi L [\ln(2L/d) + (1/2)\ln((4t+L)/(4t-L))],$$

де R_g - опір розтікання струму в землі вертикального заземлювача;

ρ_{pz} - розрахунковий питомий опір землі, Ом·м;

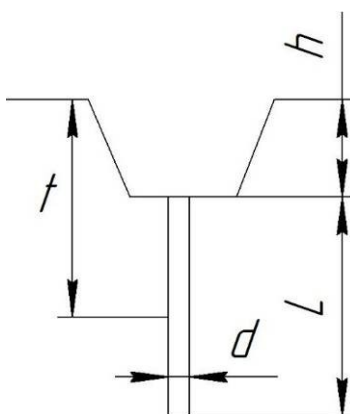
L - довжина заземлювача, м;

d - діаметр заземлювача, м;

t - віддаль від поверхні землі до середини заземлювача, м. Приймаємо $t=1,7 \text{ м}$.

Підставивши дані, маємо:

$$R_g = 110 / 2 \cdot 3,14 \cdot 3 [\ln(2 \cdot 3 / 0,03) + (1/2)\ln((4 \cdot 1,7 + 3) / (4 \cdot 1,7 - 3))] = 1,01 \text{ Ом}.$$



h - глибина розташування заземлювача в ґрунті, м;

L - довжина заземлювача, м;

d - діаметр заземлювача, м;

t - віддаль від поверхні ґрунту до середини заземлювача, м.

Рис. 5.2. Схема розташування вертикального заземлювача в ґрунті.

3. Визначаємо кількість вертикальних заземлювачів n :

$$n = R_{\text{в}} / R_{\text{з.норм.}} = 1,01/4 = 0,25$$

4. Визначаємо коефіцієнт використання заземлювачів $\eta_{\text{в}}$, який враховує ефект екранування при вибраному значенні $K = a/L$, де a - віддаль між заземлювачами, м; L - довжина заземлювача, м. Приймаємо $K = 1$.

Тоді у відповідності до довідкових даних [29] маємо $\eta_{\text{в}} = 0,85$.

5. Визначаємо кількість заземлювачів n з урахуванням $\eta_{\text{в}}$ за формулою:

$$n = R_{\text{в}} / (R_{\text{з.норм.}} \cdot \eta_{\text{в}}) = 1,01/4 \cdot 0,85 = 0,32$$

Остаточню приймаємо $n = 2$.

Практика заземлення

Електрод вбивається в землю так, щоб верхня частина була на глибині 0,3 м від землі. Чим глибше розташований заземлюючий пристрій, тим менше

змінюється опір через сезонні зміни (промерзання взимку, пересихання ґрунту влітку).

Кожен елемент заземленої установки з'єднується із землею або грозозахисним проводом окремим провідником. Для відкритої прокладки заземлювачів вибирають ізольовані мідні жили з площею поперечного перерізу щонайменше 1,5 мм².

Висновок:

1. Проведено аналіз факторів ризику при роботі з пестицидами та запропоновано заходи щодо охорони праці при роботі із засобами захисту рослин.
2. Розроблено інструкцію з охорони праці під час роботи на лабораторному стенді під час випробування небулайзерів.
3. Розраховано параметри заземлення лабораторного столу, виконання яких забезпечує безпеку під час експлуатації електроустановок.

6. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ОБПРИСКУВАЧА, ОБЛАДНАНОГО ВІДЦЕНТРОВИМИ РОЗПИЛЮВАЧАМИ

Метою розрахунку економічної ефективності є визначення основних параметрів, таких як річний економічний ефект від удосконаленої технології та термін окупності. Рекомендований метод розрахунку [3] може бути використаний для визначення переваг застосування покращень у виробництві..

Таблиця 6.1

Вихідні дані до розрахунку

	Показники	Варіанти	
		Базовий	Проектний
1	Вид роботи, що виконується	Обприскування	
2	Склад агрегату	Беларус-82.1+ ОПШ-2000	Беларус-82.1+ ОПШ-2000М
3	Обсяг роботи, га	2000	2000
4	Продуктивність агрегату за годину робочої зміни, га/год.	17,2	21,5
5	Балансова вартість агрегату, грн.:		
	трактора	175000	175000
	обприскувача	146300	148000
	Всього:	321300	323000

Продовження таблиці 6.1

6	Тривалість зміни, год.	6	6
7	Кількість обслуговуючого персоналу, осіб	1	1
8	Вартість палива, грн/кг	44	44

Для проведення економічної оцінки проекту необхідно визначити такі показники:

1. Змінна продуктивність агрегату ($W_{зм}$), га/зм;

$$W_{зм.} = W_{зод.} \cdot 6;$$

$$W_{зм}^6 = 17,2 \cdot 6 = 103,2$$

$$W_{зм}^n = 21,5 \cdot 6 = 129$$

2. Витрати робочого часу на одиницю роботи агрегату (B), люд.-год./га:

$$B = \frac{K_{np} \cdot T_{зм}}{W_{зм}},$$

$$B^6 = \frac{1 \cdot 6}{103,2} = 0,058$$

$$B^n = \frac{1 \cdot 6}{129} = 0,047$$

3. Нормативне завантаження агрегату (T_n), га:

$$T_n = \frac{Q}{W_{зод.}},$$

$$T_n^b = \frac{2000}{17,2} = 116,28$$

$$T_n^n = \frac{2000}{21,5} = 93,02$$

4. Нормативні витрати на ТО, ПР, КР, зберігання:

$$H_{рем} = \frac{B \cdot 0,097 \cdot W_{год}}{T_n}$$

$$H_{рем}^b = \frac{321300 \cdot 0,097 \cdot 17,2}{116,28} = 4610,05$$

$$H_{рем}^n = \frac{323000 \cdot 0,097 \cdot 21,5}{93,02} = 7241,63$$

Визначити показники, наведені у таблиці, для розрахунку економічної ефективності 6.2.

Таблиця 6.2.

Розрахункові показники впровадження проекту

Показники	Варіанти	
	базовий	проектний
Експлуатаційні витрати на 1 га, грн. всього:	EB^b	EB^n
в т.ч. заробітна плата з нарахуваннями, грн.	$ЗП^b$	$ЗП^n$
амортизаційні відрахування, грн.	A^b	A^n
вартість ПММ, грн.	$B_{пмм}^b$	$B_{пмм}^n$
витрати на ТО, ПР, КР, зберігання, грн.	$B_{рем}^b$	$B_{рем}^n$
інші витрати.	IB^b	IB^n
Капітальні вкладення на 1 га, грн.	KB^b	KB^n

Приведені витрати на 1 га, грн.	PV^b	PV^n
Річний економічний ефект, грн.	-	E_p
Термін окупності додаткових капітальних вкладень, років	-	T_o

5. Експлуатаційні витрати (EB) всього, грн./га:

$$EB = 3П + A + B_{\text{пмм}} + B_{\text{рем}} + IB$$

де $3П$ – заробітна плата з нарахуваннями, грн./га:

$$3П = \frac{TC}{W_{\text{год}}} \cdot 1,2 \cdot 1,22,$$

TC – тарифна ставка, грн. ($TC = 11,18$) [3];

1,2 – коефіцієнт, додаткової доплати;

1,22 – коефіцієнт, розміру відрахувань на соціальні заходи [44];

$$3П^b = \frac{11,18}{17,2} \cdot 1,2 \cdot 1,22 = 1,06,$$

$$3П^n = \frac{11,18}{21,5} \cdot 1,2 \cdot 1,22 = 0,85.$$

- амортизація основних засобів, грн./га:

$$A = \frac{B \cdot \lambda}{100 \cdot Q},$$

де B - балансова вартість, грн.;

λ - норма амортизації, % ($\lambda = 17,5$ для трактора та $\lambda = 14,2$ для обприскавача) [3];

Q – обсяг робіт, га або т;

для трактора Беларус-82.1:

$$A^{\delta} = \frac{175000 \cdot 17,5}{100 \cdot 2000} = 15,3$$

для обприскувача:

$$A^{\delta} = \frac{146300 \cdot 14,2}{100 \cdot 2000} = 10,4$$

$$A^n = \frac{148000 \cdot 14,2}{100 \cdot 2000} = 10,5$$

Всього $A^{\delta} = 25,3$ грн./га та грн./га $A^n = 25,8$

- витрати на ПММ, грн./га:

$$B_{\text{ПММ}} = H_{\text{ПММ}} \cdot C_k,$$

де $H_{\text{ПММ}}$ - норма витрати палива, кг/га ($H_{\text{ПММ}} = 0,6$ для базового агрегату та $H_{\text{ПММ}} = 0,4$ для проектного);

C_k - комплексна ціна 1 кг ПММ, грн. ($C_k = 44$ грн.);

$$B_{\text{ПММ}}^{\delta} = 0,6 \cdot 44 = 26,4$$

$$B_{\text{ПММ}}^n = 0,4 \cdot 44 = 17,6$$

- затрати на КР, ПР, ТО та зберігання, грн./га:

$$B_{\text{рем}} = \frac{K \cdot H_{\text{рем}}}{W_{\text{год}}},$$

де K – коефіцієнт переводу тракторів в еталонні умовні ($K = 0,7$) [44];

$H_{рем}$ – норма відрахувань на КР, ПР, ТО та зберігання;

$W_{год}$ – годинна продуктивність агрегату га/год;

$$B_{рем}^{\delta} = \frac{0,7 \cdot 12,5}{17,2} = 0,5$$

$$B_{рем}^{\eta} = \frac{0,7 \cdot 12,5}{21,5} = 0,4$$

- IB – інші витрати складають 3 % від загальної суми витрат, грн. [3]:

$$IB = (ЗП + A + B_{нмм.} + B_{рем}) \cdot 3 / 100,$$

$$IB^{\delta} = \frac{(1.06 + 25.3 + 26.4 + 0.5) \cdot 3}{100} = 1.38$$

$$IB^{\eta} = \frac{(1.06 + 25.3 + 17.6 + 0.4) \cdot 3}{100} = 1.33$$

Отже експлуатаційні витрати будуть дорівнювати:

$$EB^{\delta} = 1.06 + 25.3 + 26.4 + 0.5 + 1.38 = 54.67 \text{ (грн/га)}$$

$$EB^{\eta} = 1.06 + 25.3 + 17.6 + 0.5 + 1.33 = 46.33 \text{ (грн/га)}$$

6. Капітальні вкладення (KB) на 1 га, грн.:

$$KB = \frac{B}{Q};$$

для трактора:

$$KB^{\delta} = \frac{175000}{2000} = 87,5$$

для обприскувача:

$$KB^{\delta} = \frac{146300}{2000} = 73,15$$

$$KB^{\eta} = \frac{148000}{2000} = 74,0$$

Всього $KB^b = 160,65$ грн/га та $KB^n = 161,5$ грн/га.

7. Приведені витрати на 1 га, грн.:

$$ПВ = EB + 0,15 \cdot KB,$$

$$ПВ^b = 54,67 + 0,15 \cdot 160,67 = 78,77$$

$$ПВ^n = 46,33 + 0,15 \cdot 161,5 = 70,55$$

8. Приведені витрати на весь обсяг робіт, грн.:

$$ПВ_Q = ПВ \cdot Q,$$

$$ПВ_Q^b = 78,77 \cdot 2000 = 157\,540$$

$$ПВ_Q^n = 70,55 \cdot 2000 = 141\,100$$

9. Річний економічний ефект, грн.:

$$E_p = [ПВ_Q^b - ПВ_Q^n]$$

$$E_p = [157\,540 - 141\,100] = 16\,440 \text{ (грн/рік)}$$

10. Термін окупності капітальних вкладень (T_o), років:

$$T_o = \frac{\Delta KB}{E_p} = \frac{1700}{16440} = 0,1 \text{ року,}$$

де ΔKB – розмір додаткових вкладень по проекту, який визначається по різниці капітальних вкладень.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 6.3.

Таблиця 6.3

Техніко – економічні показники впроваджуваного проекту

Показники	Варіанти	
	базовий	проектний
Обсяг роботи, га	2000	2000
Годинна продуктивність, га/год.	17,2	21,5
Витрати палива на 1 га, кг	0,5	0,4
Балансова вартість агрегату, грн.:		
трактора	175000	
обприскувача	146300	175000
Всього:	321300	148000
		323000
Нормативне навантаження, год.	116,28	93,02
Експлуатаційні витрати на 1 га, грн. всього:	36,74	34,24
в т.ч. заробітна плата з нарахуваннями, грн.	1,06	0,85
амортизаційні відрахування, грн.	25,3	25,8
вартість ПММ, грн.	19,2	12,8
витрати на ТО, ПР, КР, зберігання, грн.	0,5	0,4
інші витрати.	1,38	1,12
Капітальні вкладення на 1 га, грн.	160,7	161,5
Приведені витрати на 1 га, грн.	78,77	70,55
Річний економічний ефект, грн.	-	16 440
Термін окупності додаткових капітальних вкладень, років	-	0,1

Висновок:

Отримані результати показують, що використання відцентрових обприскувачів для внесення робочих розчинів пестицидів економічно доцільне. Це пов'язано з отриманням річного економічного ефекту майже 16,4 тисячі гривень. Додатковий термін окупності капітальних вкладень за сезон експлуатації.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Обприскувачі є ключовим компонентом технічних засобів обприскування, яких залежить ефективність хімічного захисту рослин і мінімізація небезпечних наслідків застосування пестицидів.

2. Примусове нанесення крапель на факел відцентрового розпилувача знижує витрату робочої рідини за збереження ефективності застосування інсектициду та дотримання існуючих агротехнічних вимог щодо щільності поливного покриття, може бути зменшено не менше ніж у 6 разів. Поверхня з краплями завдяки надійному осадженню дрібних крапель.

3. Аналітичний розрахунок вихрової камери дозволяє визначити основні параметри камери відцентрового розпилувача. Наприклад, об'ємна витрата рідини через розпилувач $Q = 0,6$ л/хв, кут розкриття смолоскипа. радіус 910, середній об'ємний діаметр краплі $d = 88$ мкм, висота торсійної камери $h = 0,006$ м, радіус розкриття сопла $r_c = 0,0008$ м, діаметр торсійної камери $D = 0,0075$ м та інші.

4. Згідно з отриманими даними, при підвищенні тиску з 0,2 МПа до 0,4 МПа витрата рідини збільшується з 0,49 л/хв до 0,66 л/хв відповідно. При тиску 0,3 МПа витрата відповідає оптимальному значенню. 0,61 л/хв при витраті рідини 0,6 л/хв.

5. Коефіцієнт варіації розподілу рідини для відцентрових небулайзерів із витратою 0,6 л/хв коливається від 28,2 до 67,25%. Мінімальний коефіцієнт варіації розподілу рідини по довжині штока при тиску 0,3 МПа і висоті розпилувача над оброблюваною поверхнею 0,4 м дорівнював 28,4%.

6. Поліпшена щільність покриття розпиленням та краплями. Поверхні, що зрошуються, дозволяють знизити витрату пестицидів і гідравлічних рідин при обприскуванні на 25-50%.

7. Складено інструкцію з охорони праці під час роботи на лабораторному стенді при випробуваннях обприскувача, розраховано параметри заземлення обладнання. Це забезпечує безпеку під час експлуатації електроустановок.

8. При розрахунку економічної ефективності випробування одержані результати демонструють зручність використання вдосконаленого обприскувача для внесення робочих розчинів пестицидів надалі. Причиною цього є отриманий щорічний економічний ефект у розмірі майже 17 тисяч гривень. Термін окупності додаткових капітальних вкладень протягом сезону використання.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державна цільова програма реалізації технічної політики в агропромисловому комплексі на період до 2015 року, постанова Кабінету Міністрів України від 30.05.2007 р. № 785.
2. 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).
3. Мележик О.І. Покращення дисперсності розпилення пестицидів; дис. канд. технічних наук; 05.05.11 – Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва / Мележик Олександр Іванович Дніпропетровськ, 2009, -180с.
4. Брич М. А. Математическое моделирование взаимодействия диспергированной жидкости с нагретыми поверхностями: автореф. дис. на получение науч. степени канд. физ.-мат. наук : спец. 01.04.14 "Теплофизика и молекулярная физика" / М. А. Брич. – Минск, 1987. – 22 с.
5. Коваль В. П. Малооб'ємне обприскування / В. П. Коваль, О. І. Мележик // Карантин і захист рослин. – 2009. – № 7. – С. 17–20.
6. Коваль В. П. Відцентровий розпилювач / В. П. Коваль, О. І. Мележик // Карантин і захист рослин. – 2005. – № 3. – С. 28–29.
7. Галустов В. С. Прямоточные распылительные аппараты в теплоэнергетике / В. С. Галустов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 240 с.

8. Лаатс М. К. О допущениях, принятых при расчете двухфазной струи / М. К. Лаатс, Ф. А. Фришман // Изв. АН СССР. Механика жидкостей и газа, 1972. – № 2 – С. 186–191.

9. Лаатс М. К. Разработка методики и исследование интенсивности турбулентности на оси двухфазной турбулентной струи / М. К. Лаатс, Ф. А. Фришман // Изв. АН СССР. Механика жидкостей и газа, 1972. – № 2.

10. Абрамович Г. Н. О влиянии примеси твердых частиц или капель на структуру турбулентной газовой струи / Г. Н. Абрамович. – Докл. АН СССР, 1970, Т. 190, № 5, С. 1052–1054.

11. Абрамович Г. Н. Теория турбулентных струй / Г. Н. Абрамович. – М.: Физматгиз, 1960. – 716 с.

12. Симаков Н. Н. Гидродинамика двухфазных потоков в процессах с форсуночным распылением жидкости: дис. кандидата тех. наук / Симаков Н. Н. – Ярославль, ЯПИ. 1987. – 241 с.

13. Симаков Н. Н. Численное моделирование двухфазного потока в факеле распыла форсунки / Н. Н. Симаков // Изв. вузов. Химия и хим. технология. – 2002. – Т. 45. Вып. 7 – С. 125–129.

14. 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.

15. Коваль В. П. Методика выбора размеров центробежной форсунки по мелкости распыла жидкости / В. П. Коваль, В. И. Бондаренко // Энергетика и электрификация. – 1975. – № 5. С. 41–43.

16. Коваль В. П. Совершенствование энергетических аппаратов с вихревой камерой: Дис. доктора тех. наук: 05.14.04 / Коваль Владимир Павлович. – Днепропетровск, 1989. – 440 с.

17. Клячко Л. А. Некоторые вопросы гидравлики центробежных форсунок: дис. канд. техн. наук / Л. А. Клячко. – М., 1949.
18. Розпилювачі відцентрові. Технічні умови: ТУ У 29.3-31177688-002:2006. – [чинний від 2006-05-17]. – Дніпропетровськ: Агромодуль, 2006. – 11 с.
19. Патент № 24416. Розпилювач для обприскування рослин. Автор Коваль В. П.
20. Барановский А. Принудительное осаждение капель / А. Барановский, В. Марченко, В. Пятаченко // Зерно. – 2007. - № 11 – С. 74–80.
21. Лепехин Н. С. Дисперсная характеристика распылителей жидкости для защиты растений / Н. С. Лепехин, А. А. Цырин, А. Д. Аскеров // Механизация технологических процессов защиты растений: Сборник научных трудов. – М.: Агропромиздат, 1991. С. 92–101.
22. Лысов А. К. Совершенствование механизации опрыскивания растений / А. К. Лысов // Защита и карантин растений. – 2003. – № 9. – С. 38–39.
23. Опрыскиватель малообъемный прицепной штанговый ОП-2000-2-05. Руководство по эксплуатации. Львов: Пустомытовская районная типография, 1993. – 83 с.
24. 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.
25. Самсонов Ю. Н. Математическое моделирование и полевые эксперименты измерения первичных и вторичных воздушных сносов пестицидов при различных методах их применения / Ю. П. Самсонов, В. И. Макаров, К. П. Куценогий [и др.] // Химия в интересах устойчивого развития. – 1996. – № 4. – С. 139–148.

26. Штангове опрыскиватели с вращающимися распылителями / Н. В. Никитин, Ю. Я. Спиридонов, В. А. Абубикеров [и др.] // Защита и карантин растений. – 2005. – № 3. – С. 46–48.

27. Галустов В. С. Прямоточные распылительные аппараты в теплоэнергетике / В. С. Галустов. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 240 с.

28. Гончар М. Н. Исследование технологических свойств рабочих жидкостей, для борьбы с болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур / М. Н. Гончар // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Наукове фахове видання. Випуск 1. Т. 22. – Мелітополь: ТДАТА, 2001. – С. 121–125.

29. Коваль В. П. Методика выбора размеров центробежной форсунки по углу конуса распыла жидкости / В. П. Коваль, В. И. Бондаренко // Теплоэнергетика. – 1975. – № 1. С. 53–55.

30. Розпилювачі відцентрові. Технічні умови: ТУ У 29.3-31177688-002:2006. – [чинний від 2006-05-17]. – Дніпропетровськ : Агромодуль, 2006. – 11 с.

31. Випробування сільськогосподарської техніки. Обприскувачі тракторні та самохідні. Методи випробувань: СОУ 74.3-37-266:2005. – [чинний від 2005-12-23]. – К.: Мінагрополітики України, 2005. – 65 с. (Стандарт Мінагрополітики України).

32. Обладнання для захисту рослин. Обприскувачі. Частина 1. Методи випробування 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).

33. Колпачки и сердечники распыливающих наконечников. Технические условия: ГОСТ 2006–79. [введ. 04.06.79]. – М. : Издательство стандартов, 1979. – 10 с. – (Государственный стандарт СССР).

34. Механизация защиты растений. Справочник / [Велецкий И. Н., Лысов А. К., Лепехин Н. С. и др.] – М. : Агропромиздат, 1992. – 223 с.
35. Сушко І. Світові тенденції розвитку машин для хімічного захисту рослин / І. Сушко // Пропозиція. – 2002. – № 6 – С. 95–99.
36. Дунский В. Ф. Монодисперсные аэрозоли / Дунский В. Ф., Никитин Н. В., Соколов М. С. – М. : Наука, 1975. – 191 с.
37. Яворский Б. М. Справочник по физике / Б. М. Яворский, А. А. Детлаф. – М.: Наука, 1978. – 944 с.
38. Санин В. А. Малообъемное и ультрамалообъемное опрыскивание / В. А. Санин. – К.: Урожай, 1978. – 145 с.
39. Жолоб В. М. Экспериментальное исследование вихревых нитей, генерируемых закрученным потоком / В. М. Жолоб, В. П. Коваль // Прикладная механика. – 1978. – Т. XIV, № 3. – С. 132–134.
40. Распыливание жидкостей / [Ю. Ф. Дитякин, Л. А. Клячко, Б. В. Новиков, В. И. Ягодкин]. – М.: Машиностроение, 1977. – 208 с.
41. Методичні вказівки до написання розділу «Охорона праці» в дипломних проектах бакалаврів та дипломних роботах спеціалістів і магістрів факультету механізації сільського господарства. / ДДАУ. Дніпропетровськ, 2008 – 23 с.
42. Методичні рекомендації по економічному обґрунтуванню дипломних проектів для студентів факультету механізації сільського господарства, які захищають диплом на кафедрі сільськогосподарські машини. / ДДАУ. Дніпропетровськ, 2011 – 20 с.