

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

БОРИМСЬКИЙ ОЛЕКСАНДР ВІКТОРОВИЧ

УДК 631.348.46

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Підвищення ефективності захисту сільськогосподарських
рослин шляхом удосконалення обприскувача**

(тема роботи)

208 «Агроінженерія»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на
відповідне джерело _____

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи
Сукманюк Олена Миколаївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

к.і.н., доцент

(науковий ступінь, вчене звання)

АНОТАЦІЯ

Боримський О.В. Підвищення ефективності захисту сільськогосподарських рослин шляхом удосконалення обприскувача. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

В роботі проведений аналіз технології захисту рослин, методів та засобів отримання інформаційних відомостей про раціональні технології застосування розпилювачів штангових обприскувачів рослин. Наведене теоретичне дослідження пневматичних пристроїв для обприскування рослин, а також запропоновано пневмогідравлічний пристрій усіченої конструкції.

Наведено результати досліджень по дальності транспортування крапель та їх розподіл по ширині обприскування, а також результати досліджень пневмогідравлічного щілинного пристрою по нанесенню краплин розпилювальної рідини на об'єкти обробки. Описані методи зниження використання пестицидів на навколишнє середовище.

Ключові слова: захист, обприскувач, сільськогосподарські рослини,.

ABSTRACT

Borymskyi O. Increasing the efficiency of protection of agricultural plants by improving the sprayer. Qualification for the advanced master's degree in specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissia National University, Zhytomir, 2024.

The paper analyzes plant protection technology, methods and means of obtaining information on rational technologies for the use of sprayers of plant boom sprayers. A theoretical study of pneumatic devices for spraying plants is presented, and a pneumohydraulic device of a truncated design is also proposed.

The results of research on the distance of droplet transportation and their distribution over the spraying width are presented, as well as the results of research on a pneumohydraulic slit device for applying spray liquid droplets to treatment objects. Methods for reducing the use of pesticides on the environment are described.

Key words: protection, sprayer, agricultural plants, efficiency.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН ТА ЇХ ЕФЕКТИВНІСТЬ	6
1.1. Методи захисту рослин	6
1.2. Технічні засоби захисту рослин	7
1.2.1. Вентиляторні обприскувачі рослин	10
1.2.2. Штангові обприскувачі	
1.3. Техніко-технологічні рішення для зниження знесення крапель	15
1.4. Висновки по розділу 1	
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПНЕВМАТИЧНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ОБПРИСКУВАННЯ РОСЛИН	17
2.1. Обґрунтування конструктивно-технологічних характеристик пневматичних розпилювачів рідини	17
2.2. Пневмогідравлічний пристрій усіченої конструкції	21
2.3. Швидкість витікання повітря із сопла пневмогідравлічного пристрою	
2.4. Запропонований спосіб нанесення крапель розпилювальної рідини на об'єкти призначення	
2.5. Висновки по розділу 2	22
РОЗДІЛ 3. УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ОБРОБКИ РОСЛИН ОБПРИСКУВАЧАМИ	23
3.1. Результати досліджень по дальності транспортування крапель та їх розподіл по ширині обприскування	23
3.2. Результати досліджень пневмогідравлічного щілинного пристрою по нанесенню краплин розпилювальної рідини на об'єкти обробки	25
3.3. Методи зниження використання пестицидів на навколишнє середовище	
3.4. Висновки по розділу 3	32
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	33
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	34

ВСТУП

Сьогодні велику роль приділяється проблемам модернізації технології обробітку сільськогосподарських культур та підвищення їхньої врожайності, у тому числі особливу увагу приділяється захисту рослин від шкідників, хвороб та бур'янів. Важливого значення набуває вдосконалення не тільки конструкції обприскувачів та їх розпилювачів, а й методів оцінки їхнього функціонування. Така оцінка повинна бути застосовна до авіації, генераторів, вентиляторів і штангових обприскувачів в частині негативного впливу пестицидів на людину та довкілля

Тому вдосконалення технології, методів та технічних засобів обприскування сільськогосподарських рослин розчинами пестицидів є дуже важливою проблемою.

На даний час особливої уваги науковці приділяють питанням оцінки якості обприскування рослин і роботи обприскувачів в цілому, а також розпилювачів різних конструкцій, що входять до їх складу. При випробуванні обприскувачів з великою трудомісткістю та значними витратами матеріальних засобів визначається лише дисперсність крапель на картках підфарбованої рідини. Через відсутність методичної та приладової бази при випробуванні обприскувачів не визначається знесення крапельної рідини, що міститься в дрібнодисперсному аерозолі, за межі об'єкта. Моделювання розпилювачів рідини для технологій обприскування не досліджується. У процесі руху розпилювача рідини у складі обприскувача відбувається зміна спектрального розподілу крапель у смолоскипах розпилю рідини в результаті їх коагуляції, що відбувається під впливом зустрічного повітряного тиску. Застосування повітряних струменів між розпилювачами для виключення зносу та випаровування крапель дає лише часткове рішення. Обприскувачі з повітряним супроводом крапель дорогі та складні за конструкцією. Застосування екранів до розпилювачів також не вирішує проблему.

Це ще раз свідчить про те, що обґрунтування перспективних напрямів удосконалення технології, методів та засобів обприскування рослин розчинами пестицидів, що забезпечують їх захист, є великою науково-технічною проблемою, що має господарське значення.

Мета роботи: підвищення ефективності захисту сільськогосподарських рослин шляхом удосконалення технології, методів та засобів обприскування рослин розчинами пестицидів.

Задачі дослідження:

- обґрунтувати схеми та параметри технічних засобів для оптимізації роботи обприскувачів рослин;
- теоретично обґрунтувати процес роботи пневмогідравлічного обприскувача;

- обґрунтувати параметри повітророзподільної системи з пневмогідравлічними розпилювачами рідини в технології з використанням штангового обприскувача.

Об'єкт дослідження: технологічний процес обприскування рослин пневмомеханічними та пневмогідравлічними пристроями обприскувачів.

Предмет дослідження: закономірності процесу подачі повітряно-дисперсної суміші пестицидів на сільськогосподарські рослини.

Методологія і методи дослідження. Проблеми вирішувались за допомогою методів теоретичного дослідження на основі фундаментальних фізичних законів гідравліки, пневматики, динаміки та механіки рідких та газоподібних середовищ.

Публікації:

Боримський О. В. Методи зниження використання пестицидів на навколишнє середовище. Наукові читання-2024: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. 20 травня 2024 р. Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 118-120.

Сукманюк О. М., Боримський О. В. Аналіз технічних засобів захисту рослин. Студентські читання-2024: матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики. 31 жовтня 2024 р. Житомир: Поліський національний університет, 2024 С. 134-139.

Сукманюк О. М., Боримський О. В. Техніко-технологічні рішення для зниження знесення крапель. Матеріали VIII міжнародної науковопрактичної конференції «Біоенергетичні системи». 12-14 листопада 2024 р. Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 33-37.

Обсяг та структура роботи. Робота складається із вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел. Робота

викладена на 44 сторінках машинописного тексту, містить 6 таблиць, 27 рисунків, списку використаних джерел з 18 найменування.

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ МЕТОДІВ ТА ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ РОСЛИН ТА ЇХ ЕФЕКТИВНІСТЬ

1.1. Методи захисту рослин

Захист рослин від бур'янів, хвороб та шкідників рослин може здійснюватись агротехнічними, біологічними, фізичними, механічними, біофізичними методами, застосуванням генетичних заходів боротьби, селекції рослин, а також хімічним методом.

Аналіз методів та способів захисту з бур'янами та шкідниками рослин наведені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1. – Методи, способи і засоби захисту рослин

Методи	Способи і засоби	Застосування
Агротехнічні	Сівозміни, культивація, вибір терміну польових робіт, регулярне водопостачання тощо	Не замінюють обробки пестицидами
Біологічні	Використання вірусів, бактерій, комах, біологічних препаратів тощо	Боротьба тільки зі шкідливими організмами
Фізичні	Використання механічних та електромагнітних сил	В стадії наукових досліджень
Механічні	Вилів, знищення шкідників і гризунів	Не має технологічних рішень
Біофізичні	Дія на шкідливі біологічні індивідууми, наприклад струмом високої частоти, ультразвуком, температурою тощо	Є проблемним
Селекція рослин	Створення стійких сортів рослин до окремих видів комах або фітопатогенів	Не придатна для боротьби з бур'янами
Хімічний	Обприскування рослин розчинами пестицидів	Розвивається

Внаслідок неповної реалізованості, викладених у таблиці 1.1 методів, способів та засобів захисту рослин, найбільшою мірою використовується хімічний метод обприскування рослин, [7], з обсягом робіт понад 95%. Критерії методів обприскування наведено у табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Критерії методів обприскування

Метод обприскування, розмір крапель	Діаметр крапель, мкм	Норма витрат робочої рідини, дм ³ /га
Великооб'ємне, великокапельні	Більше 300	300
Звичайний, крупні і середньокрапельні	Від 150 до 300	Від 150 до 300
Малооб'ємний, дрібнокапельні	Від 50 до 150	Від 50 до 150
Ультрамалооб'ємний, аерозольні	До 50	До 50

Як зазначено [3] для великооб'ємного та звичайного великокапельного обприскування притаманні великі витрати рідини. У порівнянні із звичайним обприскуванням, малооб'ємне дрібнокапельне обприскування широко використовується під час вирощування сільськогосподарської продукції [3].

Ультрамалооб'ємному обприскуванню перешкоджає значне віднесення крапель у навколишнє середовище. Так, наприклад, при швидкості вітру 3 м/с кількість зносу дрібних крапель препарату досягає 50%.

У той же час, аналіз критеріїв методів обприскування показує, що при обприскуванні розмір крапель дисперсної системи значною мірою визначає ефективність дії хімікату. Зі зменшенням розміру крапель, витрата робочої рідини та хімічної речовини скорочується.

При обробці аерозолями в порівнянні з обприскуванням у десятки разів скорочується витрата пестицидів, збільшується продуктивність праці та покращується якість робіт. Однак, позитивному застосуванню аерозолів перешкоджає знесення дрібних крапель з повітряними потоками в сторони та вгору, який дуже небезпечний для корисних комах та птахів. Аналізовані критерії методів обприскування неможливо отримати краплі однакового розміру. Об'єкти для обприскування робочою рідиною, що розпилюється, мають досить широкий діапазон. Тому забезпечення достатньою мірою нанесення препарату на об'єкти обробки є актуальним завданням. Максимально наближена точність у разі не здійснення, т.к., характер осадження аерозолію має вирішальне значення [4]. Вимоги до параметрів розпилю з метою досягнення найкращих результатів залежать від здатності утримуватись на рослинах дрібних крапель [4]. Зменшення розміру крапель вдвічі, призводить до восьмиразового їх підвищення та збільшення площі покриття листя до 4 разів [4], т.к. дрібні краплі краще осідають на зовнішній та внутрішній поверхні рослин.

При обробці злакових та вертикально зростаючих культур великі краплі проникають до нижнього листа, а дрібні краплі залишаються зверху. У разі широколистяних культур, наприклад картоплі, великі краплі утримуються нагорі, а дрібні проникають углиб. Показники якості обприскування рослин класифікуються за кількістю крапель/см² та діаметром відбитків, мкм на предметних картках у відповідності з даними рис. 1.1.. При обприскуванні дотримуються вимоги [5] у частині рельєфу поля, швидкості вітру до 3 м·с⁻¹ (ультрамалооб'ємне) і до 4 м·с⁻¹ (малооб'ємне), при висоті обробки рослин не більше 50 см, а також медіанно-масового діаметру (ММД) – основного критерію обприскування [5].

Виконання зазначених вище вимог обумовлює застосовані методи і засоби сучасних технологій нанесення розчинів пестицидів на рослини. Методи нанесення розчинів пестицидів в рідко-крапельному вигляді на оброблювальні об'єкти реалізуються технологіями захисту рослин з використанням різних технологічних засобів.

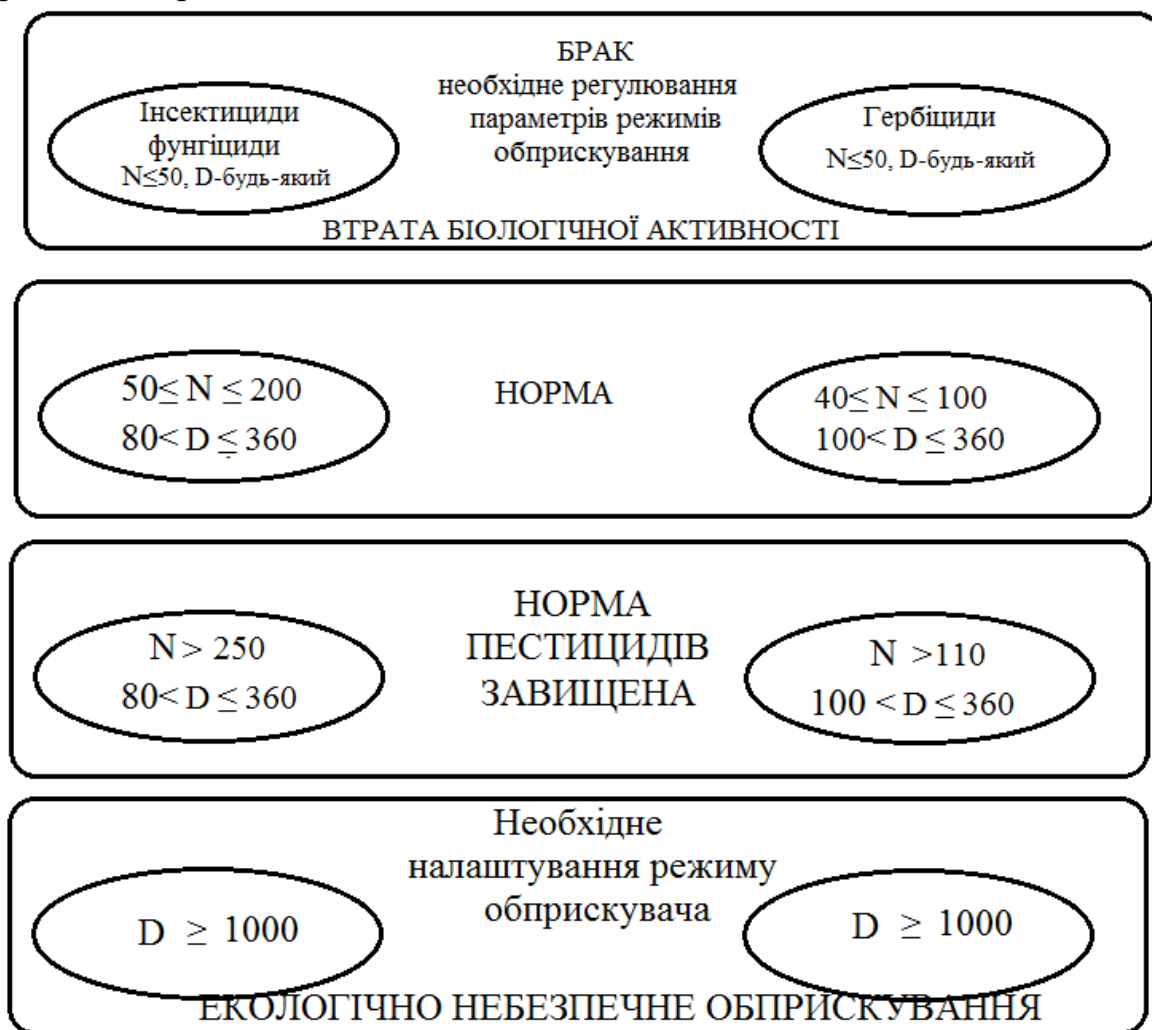


Рисунок 1.1 – Показники обприскування рослин: N - кількість крапель/см²; D – діаметр крапель (мкм)

Аналіз існуючої дисперсної системи методів та засобів обприскування рослин показує, що її можна класифікувати у такому вигляді (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 - Система методів та засобів для технології обприскування рослин

Хоча, через недосконалість існуючих технологій обприскування пестицидами лише 20-25 % їх використовується за прямим призначенням решта забруднює ґрунт, водойми, атмосферу, здійснюючи негативне вплив на здоров'я населення.

Тому в даній роботі розглядаються технологічні можливості технічних засобів захисту рослин.

1.2. Технічні засоби захисту рослин

Сучасне сільське господарство неможливе без застосування технічних засобів захисту рослин, а біологічна і економічна ефективність пестицидів в більшості залежна можливістю машин, призначених для хімічного захисту рослин, точно дотримуватись дози внесення препаратів, рівномірно розподіляти робочу рідину по площі поля і на поверхні оброблювального об'єкту. Ефективність застосування пестицидів залежить не тільки від технічного стану машин, її експлуатації, але і від якості виконання технологічного процесу. Складовими якості обприскування є рівномірність розподілу препарату (робочої рідини) по обробленому об'єкту, дисперсність

розпилу (розмір капель), степінь покриття і густина покриття оброблювальної поверхні [4-6].

У собівартості заходів із захисту рослин основну частку витрат (іноді до 90 % складають витрати на препарати). Тому висока ефективність хімічного захисту може бути за рахунок прогресивних технологій застосування пестицидів. Інженерна мета вирішення даної задачі полягає в раціональному використанні обприскувачів [5, 6].

Незважаючи на різноманіття мобільних машин для хімічного захисту, всі вони виконані за єдиною принциповою схемою, що передбачає послідовне здійснення дозування препаратів, їхнє розпилювання на об'єкт обробки.

При русі агрегату пестицид (робоча рідина, концентрат, порошок), що знаходиться в ємності (резервуарі, бункері), за допомогою пристрою (насоса або живильника) подається до пристрою розпилювання. Розпилювачі дроблять його на дрібні частинки і за допомогою повітряного струменя транспортують їх на об'єкти обробки.

Обприскувачі розпилюють розчин пестициду на рослини з метою боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами. При інтенсивних технологіях обприскувачі застосовують для обробки посівів рідкими мінеральними добривами, регуляторами росту та мікродобривами.

За призначенням розрізняють обприскувачі спеціальні (для обробки садів, виноградників, польових культур тощо) і універсальні, які оснащують змінними пристроями, що дозволяють застосовувати їх для обробки різних культур.

За технологічним процесом обприскувачі поділять на гідравлічні (штангові) та вентиляторні. У штангових обприскувачах робоча рідина розпилюється під впливом тиску. У вентиляторних обприскувачах робоча рідина дробиться під дією тиску та повітряного струменя, створюваного вентилятором.

За витратою робочої рідини обприскувачі поділяться на ультрамалооб'ємні (витрата до 5 дм³/га), малооб'ємні (75...100 дм³/га) і звичайні (до 300 дм³/га).

За родом джерела, що приводить обприскувач у дію, розрізняють: ручні, тракторні та авіаційні.

За способом агрегування тракторні обприскувачі бувають причіпні та начіпні.

Вентиляторні обприскувачі застосовують для обробки багаторічних насаджень (садів, виноградників) та польових культур.

Штангові обприскувачі призначені для обробки зернових культур, що вирощуються за інтенсивними технологіями. Дані машини характеризуються високою рівномірністю розподілу пестициду по поверхні рослин і найменшим відхиленням рідини, що розпилюється. Вітчизняна промисловість випускає штангові обприскувачі причіпні (ОП-2000-2-01) та ті, що монтуються на тракторі (ОМ-630-2, ОМ-320-2 та ін.).

1.2.1. Вентиляторні обприскувачі рослин

Механізація малооб'ємного обприскування здійснюється вентиляторними обприскувачами: навісними ОН-400-3 (рис. 1.3) та причіпними – ОВТ-1В та ОВТ-1А (рис. 1.4), що працюють з витратою робочої рідини 15-50 $\text{дм}^3/\text{га}$. Однак через високу нерівномірність розподілу препарату за шириною захоплення і великого зносу розпиленої рідини малооб'ємним обприскуванням за допомогою вентиляторних машин не рекомендується на хімічному прополюванні та при обробці ділянок невеликих розмірів та неправильної конфігурації [6].



Рисунок 1.3. Обприскувач навісний ОН-400-3



Рисунок 1.4. Обприскувач причіпний ОВТ-1В

При дистанційному обприскуванні розпилена рідина наноситься на об'єкт, що обробляється повітряним потоком, у тому числі вітром. Під час оброблення обприскувач рухається перпендикулярно до напрямку вітру або під кутом не менше 45° . Робочим органом обприскувача є сопло, яке нагнітається повітря від вентилятора. Розпил рідини в одних машинах досягається гідравлічними форсунками, що встановлюються в повітряному потоці (обприскувачі ОВТ-1А), в інших – пневматичним способом (обприскувачі ОП-450, ОН-400-3, ОВТ-1В). Залежно від кута нахилу сопла до горизонтальної поверхні розпорошена рідина закидається на певну висоту, потім вітром переноситься на відстані кілька десятків метрів від машини, де осідає завдяки турбулентній дифузії. Переваги даного способу обприскування: простота конструкцій машин та їх обслуговування, висока маневреність, велика ширина захвату, а отже, висока продуктивність. Незважаючи на зазначені переваги, даний спосіб не може бути рекомендований для широкого застосування на хімічному прополюванні, оскільки має суттєві недоліки: значне знесення розпиленої рідини та велику нерівномірність розподілу робочої рідини по ширині захвату, яка в більшості випадків, перевищує допустимі агротехнічні вимоги. Це знижує ефективність оброблення і стримує широке використання високопродуктивного метода обприскування. Нерівномірність розподілу пестицидів по ширині захвату при використанні гербіцидів [7] обприскувачами ОН-400-3 складає від 76 до 142%, ОП-450 – від 78 до 155% та ОВТ-1А – від 62 до 91%. До того ж ширина захоплення дистанційних обприскувачів, залежить від швидкості та напрямку вітру, що також впливає на рівномірність розподілу препарату.

1.2.2. Штангові обприскувачі

В даний час найбільш раціональне використання пестицидів досягається при штанговому способі обприскування (рис. 1.5) зі зниженими дозування на 25% - 50% [7].



Рисунок 1.5. Самохідні штангові розпилювачі

Дослідження технології ультрамалооб'ємного обприскування, що застосовується в штангових обприскувачах, було виявлено, що в боротьбі зі шкідниками та хворобами рослин скорочується витрата пестицидів, збільшується продуктивність обприскувачів, знижуються витрати праці [8-9].

При ультрамалооб'ємному обприскуванні (з витратою до 5 дм³/га) досягається висока ефективність – така ж, як при малооб'ємному обприскуванні, виключається процес приготування робочої рідини, а заправка обприскувача зводиться до однієї за зміну. Продуктивність машин при даному способі підвищується до 30% [8].

Поряд з перевагами ультрамалооб'ємного обприскування виявлені і недоліки:

- велике знесення розпиленої рідини, так як обприскування здійснюється при високому її диспергуванні (середньомасовий діаметр крапель становить від 50 до 120 мкм);
- складність дозування робочої рідини;
- відсутність візуального спостереження за роботою розпилювача;
- висока "агресивність" препаратів ультрамалооб'ємного обприскування до матеріалів, що застосовуються в машинобудуванні.

Для дозування препаратів ультрамалооб'ємного обприскування необхідні спеціальні дозатори, дроселі та витратоміри. Для забезпечення санітарно-гігієнічних вимог до умов праці при даному способі обприскування повинні бути розроблені герметичні кабіни тракторів з фільтрацією повітря і адсорбцією хімікатів.

Багатьма фахівцями відзначається перспективність даного способу обприскування [6-9], але їхнє масове застосування (впровадження) вимагає високої кваліфікації фахівців, вибору оптимальних доз пестициду, норм витрат рідини, кратності оброблення та ступенем зараженості їх шкідниками та хворобами.

Штангові обприскувачі в основному обладнуються гідравлічними обертаючими розпилювачами.

Вплив висоти розміщення штанги від об'єкта на знесення розпиленої рідини вітром наведено на рис. 1.6 при висоті штанги 50 см (рис. 1.6а) і 80 см (рис. 1.6б).

Таким чином в штанових розпилювачах, високий тиск робочої рідини призводить до формування дрібнодисперсного розпилу і значному збільшенні її зносу [8]. Чим вища швидкість обприскування, тим менша проникаюча властивість крапель в глибину рослин. Тому необхідно вибирати оптимальну швидкість виходячи із декількох факторів, враховуючи знесення крапель.



Рисунок 1.6. Висота розміщення штанги при використанні розпилювачів з кутом розпилу 110° : а) висота штанги на рослинами 50 см; б) висота штанги над рослинами 80 см.

При швидкості руху МТА більше 12-15 км/год ефективність оброблення буде значно вища. При високій швидкості МТА відбувається різке збільшення коливання штанги, які позначаються на нерівномірності рідини по ширині обприскування. Тому, найбільш раціональною висотою штанги над об'єктом розпилювання рекомендується 50 см, при якій швидкість обприскування не повина перевищувати 14 км/год.

1.3. Техніко-технологічні рішення для зниження знесення крапель

Для усунення недоліків існуючої системи методів та засобів їх реалізації для технології обприскування рослин відомі конструктивно-технологічні рішення, які можна класифікувати за даними, наведеними на рис. 1.7.

В першу чергу до таких пристроїв [9], відноситься дисковий розпилювач наведений на рис. 1.8, з патрубком повітроводу у формі конфузора і співвісно розташований з ним обертаючий диск 2.

Робота з обприскування рослин полягає в наступному [9]. Розчин пестициду, що надходить в центр обертаючого диска розтікається у вигляді тонкої плівки, змочуючи всю його поверхню. В результаті обертання дискового розпилювача, утворюються монодисперсні каплі розчину

пестициду та скидаються з кромки диска відцентровими силами, обдуваються повітряним потоком і переносяться до поверхні ґрунту і рослин.

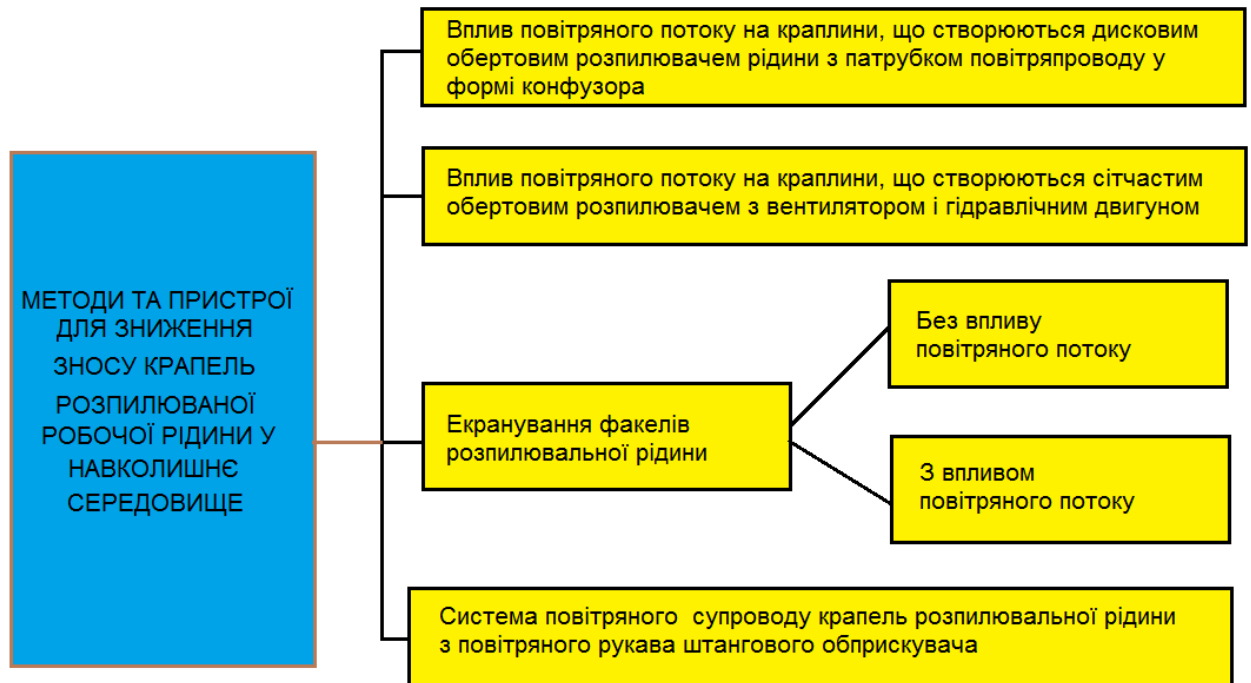


Рисунок 1.7 – Класифікація відомих методів та пристроїв для повітряного впливу на краплі розпилювальної робочої рідини

Основним недоліком його є те, що патрубок повітряпроводу у формі конфузора, врівнісі розміщений над диском, не забезпечує достатню ширину розподілу розчину пестициду на поверхні ґрунту і рослин через обмежені можливості поширення струменя в її поперечному напрямку.

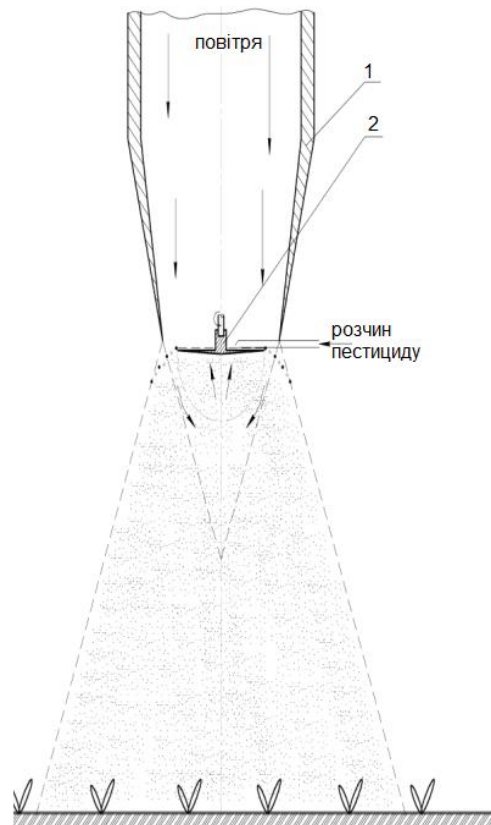


Рисунок 1.8. Схема дискового розпилювача розчинів пестицидів на рослини: 1 – патрубок повітропроводу у формі конфузора; 2 – диск, що обертається

Наприклад, при діаметрі диска 0,16 м, ширина кільцевого перетину 0,01 м і відстані до об'єкта оброблення 0,6 м, діаметр сліду капель на поверхні ґрунту складає всього 0,44 м.

Діаметр сліду капель D_x , м пневмотранспортуючих на відстань x м, з врахуванням закономірностей повітряного потоку, що виходить із кільцевого перетину, визначається за формулою [10]:

$$D_x = 4.8\alpha x + 2\delta_0 + d_d + d_{щ}, \quad (1.1)$$

де d_d , $d_{щ}$ – діаметр диска і щілини пристрою, м;

α – коефіцієнт структури струменя, $\alpha = 0,09 \dots 0,12$;

δ_0 – напівширина щілинного сопла, м.

Застосування пристрою (рис. 1.5) обумовлено значними затратами матеріальних засобів. Для зниження зносу капель розпилюваної рідини обертаючими розпилювачами повітряним потоком відома конструкція штангового обприскувача, наведеного на рис. 1.8. [11].

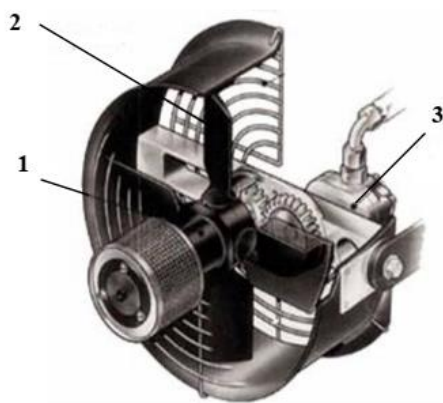


Рисунок 1.8. Конструкція обертаючого розпилювача, що обтікає потоком повітря (а) та зовнішній вигляд штангового обприскувача (б): 1 – сітчастий розпилювач; 2 – рухома лопасть вентилятора; 3 – гідравлічний двигун

Обдув крапель факела розпили, що створюється сітчастим обертовим розпилювачем, здійснюється в ньому швидкісним повітряним потоком осьового вентилятора.

Однак незважаючи на багаторічні дослідження штангові обприскувачі з обертовими розпилювачами, поки не отримали широкого поширення[12]. Хоч, поки що знижена на 25% - 50% витрата пестицидів [12] найбільш раціонально використовується з гідравлічними розпилювачами при штанговому способі обприскування.

1.4. Висновки по розділу 1

В даному розділі кваліфікаційної роботи проведений аналіз технології захисту рослин, методів та засобів отримання інформаційних відомостей про раціональні технології застосування штангових обприскувачів рослин.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПНЕВМАТИЧНИХ ПРИСТРОЇВ ДЛЯ ОБПРИСКУВАННЯ РОСЛИН

2.1. Обґрунтування конструктивно-технологічних характеристик пневматичних розпилювачів рідини

Пристрій пневмомеханічного принципу дії наведено на рис. 2.1. складається із диску 1, конусоподібного розсікача повітряного потоку 2 і патрубку повітряпроводу 3, виконаного у вигляді конусоподібного дифузора.

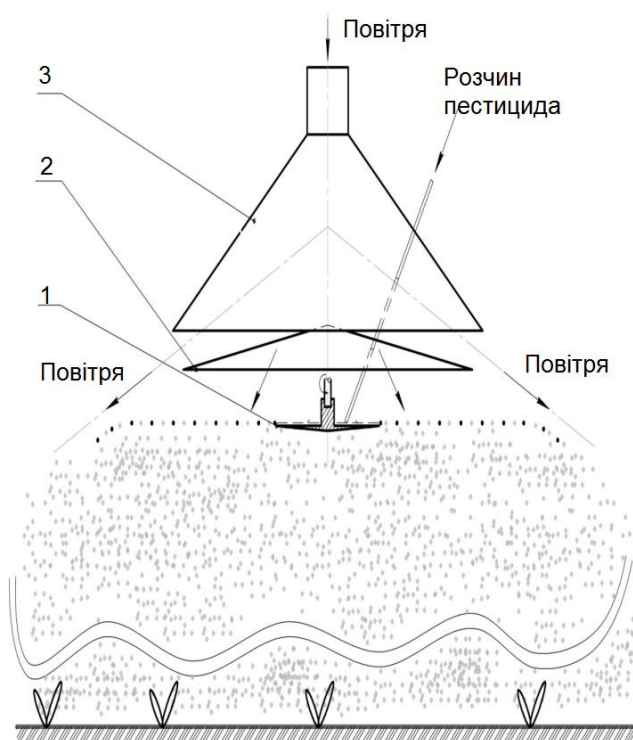


Рисунок 2.1. Схема пристрою пневмомеханічного принципу дії: 1 – диск; 2 – конусоподібний розсікач; 3 – патрубок.

Монодисперсні краплини на відповідному відрізку та під кутом до напрямку струменя входять у його бічну поверхню. Збільшуюча до осі струменя швидкість повітря направляється до об'єктів обробки.

Швидкість повітря плоско паралельного струменя v_m в $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$ визначається з виразу [5]:

$$\frac{v_m}{v_0} = \frac{1,2}{\sqrt{\frac{ax}{\delta_0} + 0,41}}, \quad (2.1)$$

де v_0 – швидкість повітря на виході із пристрою, $\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$

α – коефіцієнт структури струменя, $\alpha = 0,09 \dots 0,12$;

x – відстань від осі струменя до початкового перетину сопла, м.

δ_0 – напівширина щілинного сопла, м.

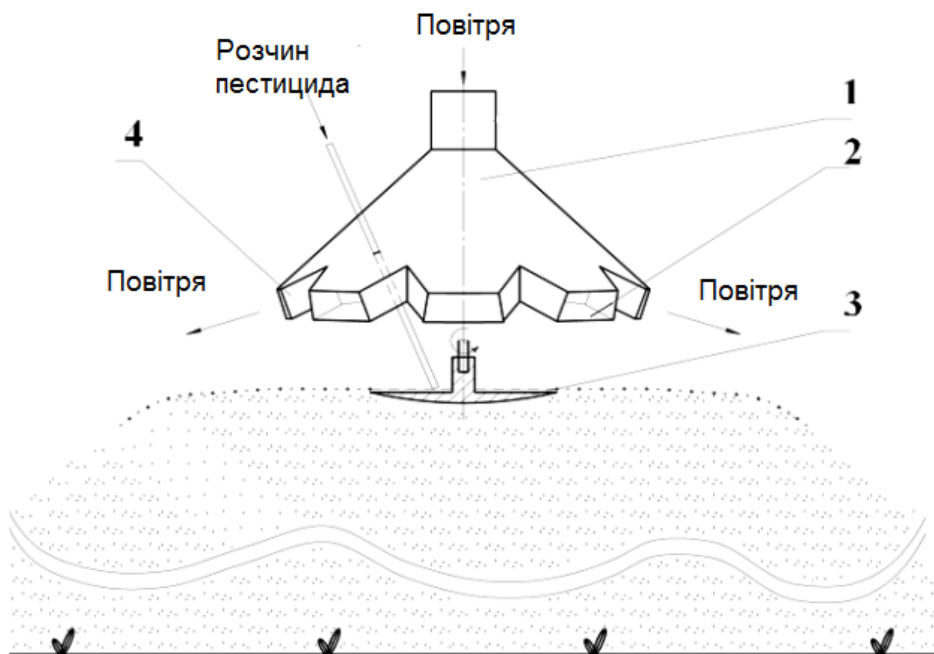
Ширина розподілу розчину пестициду на рослинах при куті нахилу струменя 25° складає 2,92 м відповідно до висоти розміщення дискового розпилювача над поверхнею ґрунту на висоті 0,6 м. Для осадження краплин на рослинах швидкість повітряно-капельного потоку має бути не менше $5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$. Витрата повітря, що проходить через перетин кільцеподібного каналу шириною 0,01 м, складає $805,7 \text{ м}^3/\text{год}$ при швидкості повітря $22,4 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Шляхом збільшення швидкості повітря на вісі струменя скорочується тривалість пневматичного транспортування крапель до рослин та зберігається початковий їх розмір, що має важливе значення при виконанні агротехнічних вимог щодо дисперсності краплин.

Застосування пестицидів пристроєм забезпечує тим, що здійснюється екранування повітряно-краплинного потоку від поширення у зовнішнє середовище.

Удосконалена пневмомеханічна конструкція розпилювача розчинів пестицидів (рис. 2.2), "керує процесом перенесення краплин пестициду до рослин".

Отже, конструкція розпилювача складається із патрубка повітряпроводу у вигляді конусоподібного дифузора 1, розсікача повітряного потоку 2, диску 3 і плоских сопел 4 [5].



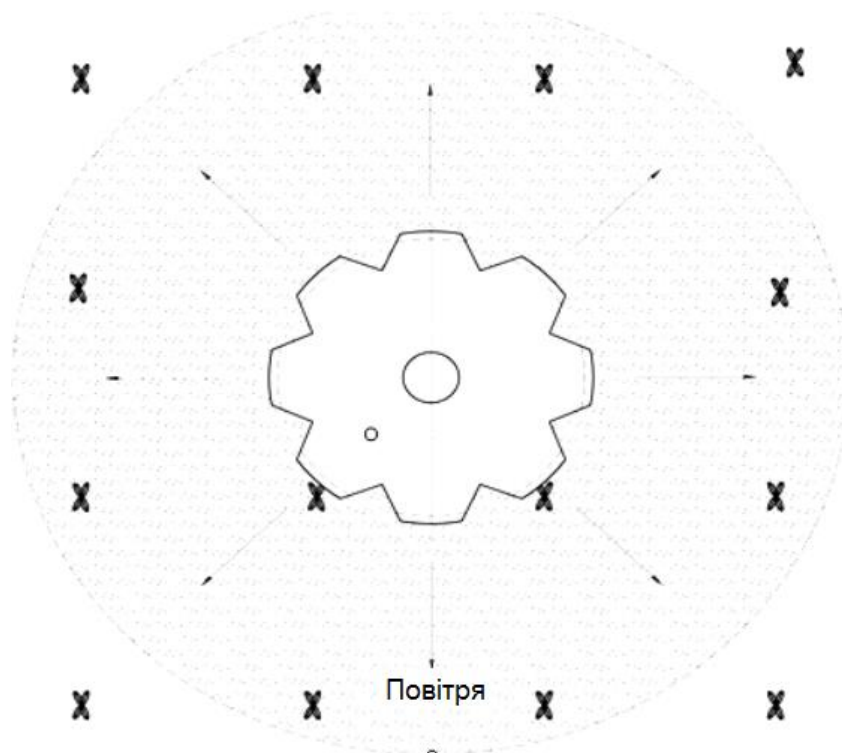


Рисунок 2.2 – Удосконалений пневмомеханічний розпилювач розчинів пестицидів

Технологічний процес нанесення розчинів пестицидів на об'єкти обробки (рис. 2.2) здійснюється наступним чином. Повітря подається у внутрішній простір пристрою, утворене конусоподібним дифуззором 1 і конусоподібним розсікачем повітряного потоку 2 і в рівних частках розподіляється по плоским соплам 4. Плоскі струмені повітря по мірі віддалення від сопла закономірно розширюють в повздовжньому і поперечному напрямках.

При цьому напіввисота і напівширина струменя $\delta_{\text{ср}}$, м, на відстані x , м, від початкового перетину, визначається за виразом:

$$\delta_{\text{ср}} = \left(2,4 \frac{ax}{\delta_0} + 1 \right) \cdot \delta_0. \quad (2.2)$$

В конструкції пневмомеханічного розпилювача розчинів пестицидів з десятима плоскими соплами шириною вихідного отвору 0,05 м і висотою 0,02 м при відстані між сусідніми соплами 0,0473 м (з оптимальним кутом конусності 13° , утвореним боковими стінками сопла), загальна довжина проміжок між сусідніми струменями не перевищує 2 % довжини кола. За цих умов можна відмітити, що пролітаючи в проміжки краплини гравітаційно

осідають на зовнішню похилу до горизонту бокову поверхню струменя і передаються повітряним потоком до рослин.

Схема розробленої конструкції пневмомеханічного пристрою з щілинним розпилювачем показана на рис. 2.3 [8].

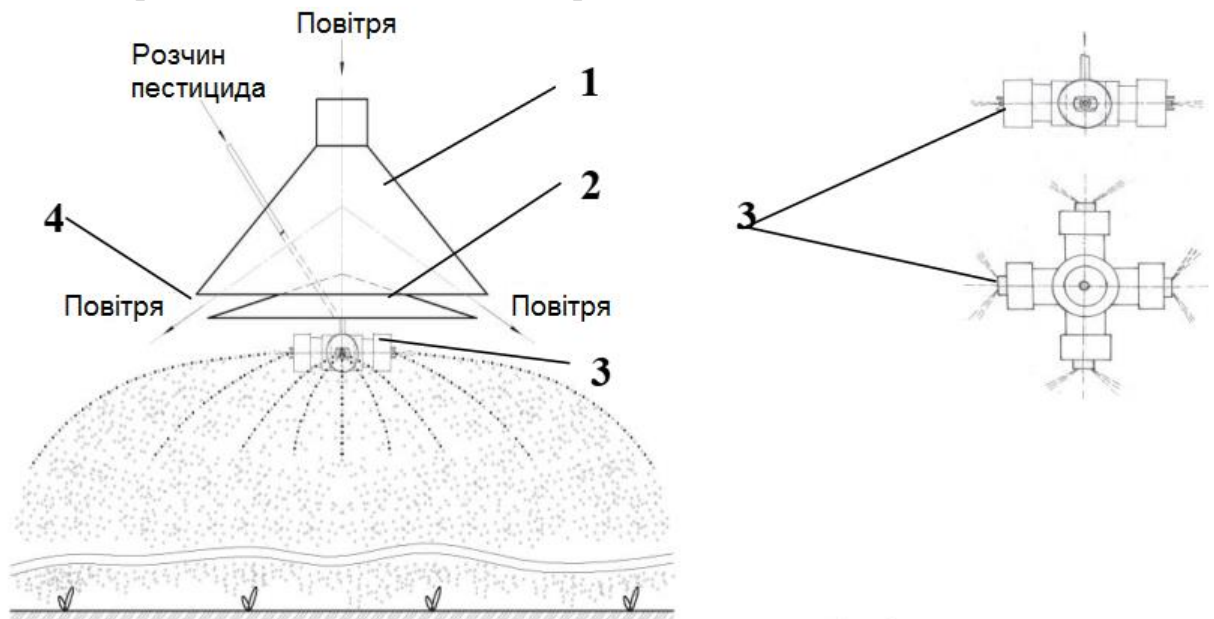


Рисунок 2.3 – Пневмомеханічний пристрій з щілинним розпилювачем: 1 – конусоподібний дифузор; 2 – розсікач повітряного потоку; 3 – щілинні розпилювачі; 4 – плоске сопло кільцевої форми

При обґрунтуванні конструктивно-технологічних параметрів пристрою використовувались формули вільних плоских струменів, отримані Абрамовичем Г.М. [9]. Схема вільного турбулентного струменя наведена на рис. 2.4.

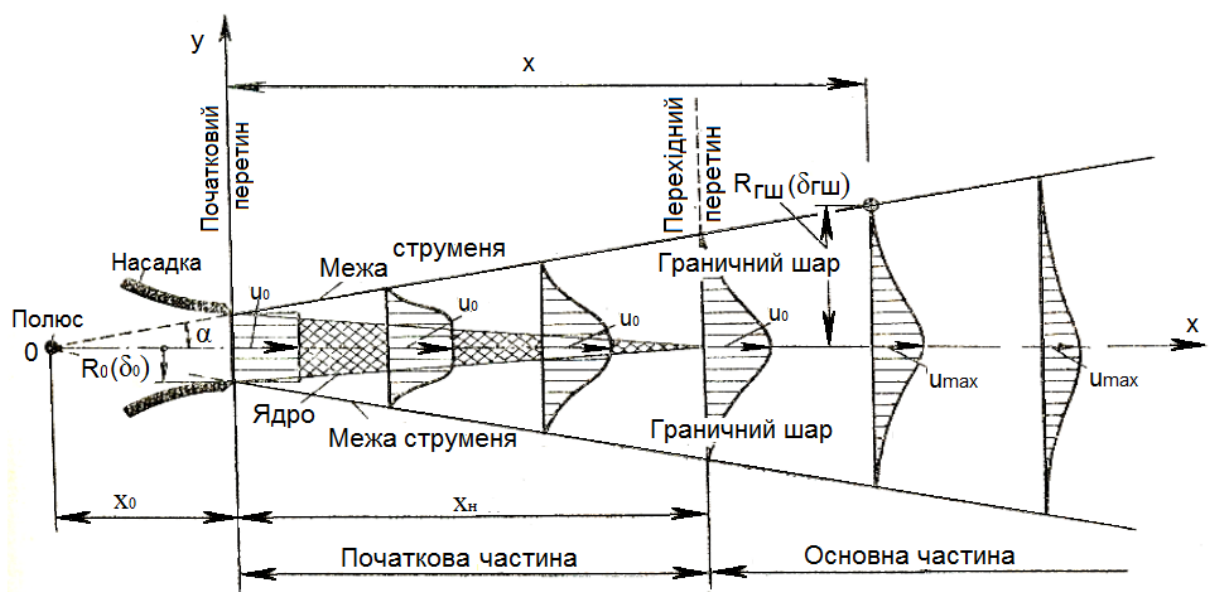


Рисунок 2.4 – Схема вільного турбулентного струменя

Відстань від початкового перетину до полюса струменя, с визначається за формулою:

$$x_0 = \frac{0.41}{\alpha} \delta_0. \quad (2.3)$$

Довжина початкової частини, м:

$$x_H = \frac{1.03}{\alpha} \delta_0. \quad (2.4)$$

Половина висоти струменя на відстані x від початкового перетину, м:

$$\delta_H = (2.4 \frac{ax}{\delta_0} + 1) \delta_0. \quad (2.5)$$

Швидкість на вісі основної частини струменя, м·с⁻¹:

$$u_{max} = \frac{1.2}{\sqrt{\frac{ax}{\delta_0} + 0.41}} u_0. \quad (2.6)$$

На основі закономірностей руху повітряного потоку в конфузіві і відстань плоского струменя встановлено параметри і характеристики пристроїв, які наведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Параметри і характеристики пневмомеханічних пристроїв з дисковими розпилювачами

Параметри пристрою з щілинним розпилювачами	Значеннями
Кут конусності сопла α_k° (при коефіцієнті пом'якшення близькому до мінімального значення)	35
Коефіцієнт витрати сопла, μ	$\approx 0,95$
Кут нахилу до горизонту α_τ°	60
Площа вхідного перетину сопла (конфузора), м ²	$9,89 \cdot 10^{-3}$
Площа вихідного перетину (конфузора), м ²	$8,74 \cdot 10^{-3}$
Площа вхідного перетину пристроя, м ²	$3,85 \cdot 10^{-3}$
Характеристики пристрою з щілинним розпилювачем	
Середня швидкість повітряного потоку на зрізі сопла, м·с ⁻¹	20
Витрата повітря у пристрої, м ³ /год	533
Витрата рідини через розпилювач, дм ³ /хв	0,6
Характеристики пристрою з дисковим розпилювачем	
Середня швидкість повітряного потоку на зрізі сопла, м·с ⁻¹	20
Витрата повітря у пристрої, м ³ /год	324

Площа вхідного перетину пристрою, м ²	$3,85 \cdot 10^{-3}$
Діаметр диска розпилювача, м	0,2
Число обертів диска, об/хв	4500
Витрата рідини, дм ³ /хв	0,5

Розроблені пристрої, що наведені на рис. 2.1 – 2.3, створюють краплі біля поверхні поля зі збільшеним діаметром при обприскуванні, що вимагає відповідного конструктивного з'єднання пристрою для виключення їх взаємодії з енергозасобом.

Крім того, на краях великого діаметра аерозольного потоку під час руху обприскувача утворюється підвищена концентрація у сфері об'єктів обробки. Велика щільність осадження крапель також характерна для області перетину факелу розпилу суміжних розпилювачів, що є недопустимою вимогою по ширині обприскування рослини обприскувачем.

2.2. Пневмогідралічний пристрій усіченої конструкції

Запропоновано вдосконалену конструкцію пневмогідралічного розпилювача (рис. 2.51) [9,10] з плоским соплом і двома щілинними розпилювачами.

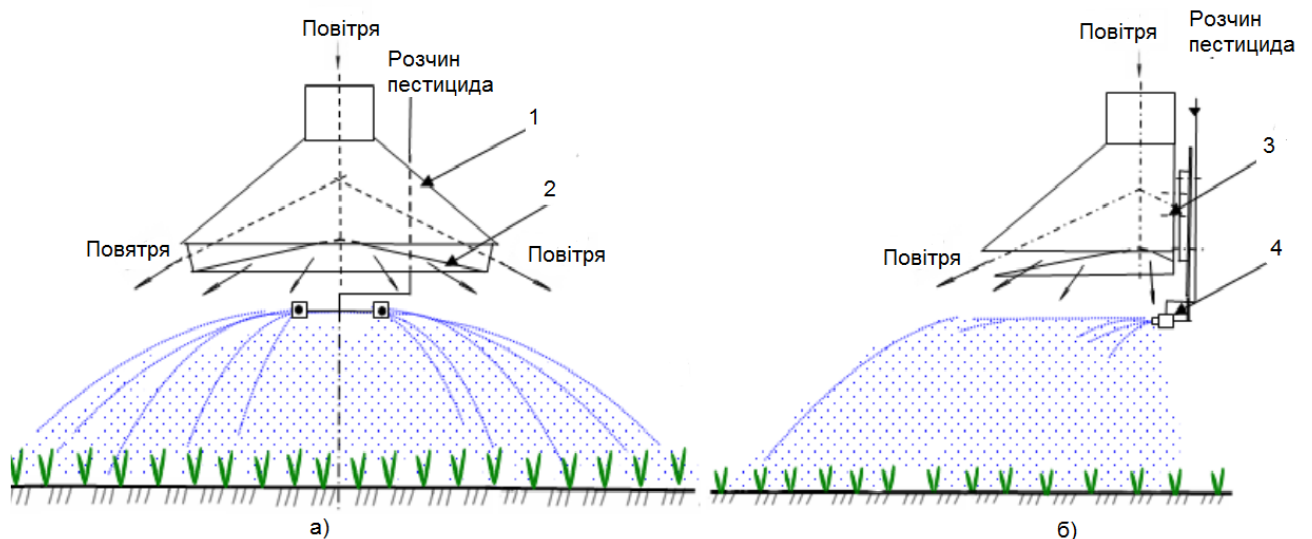


Рисунок 2.5 – Пневмогідралічний пристрій зі щілинними розпилювачами: а) вид спереду; б) вид збоку; 1 – конусоподібний дифузор; 2 – розсікач повітряного потоку; 3 – січна площина; 4 – щілинний розпилювач

Площа сопла зрізаної пневматичної частини пневмогідралічного пристрою визначалася відповідно до зображеної схеми, показаної на рис. 2.6.

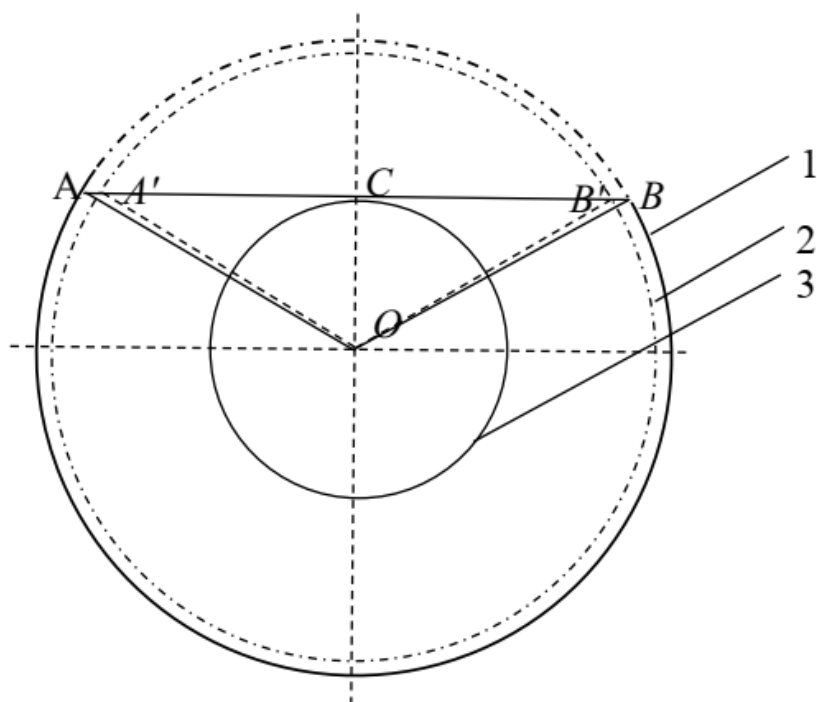


Рисунок 2.6 – Схема пневматичної частини пневмогідравлічного пристрою (вигляд зверху): 1 – основа усіченого конуса пневмогідравлічного пристрою; 2 – основа конуса пневмогідравлічного пристрою, 3 – окружність патрубку пневмогідравлічного пристрою.

$OA=OB=20,0$ – радіус основи усіченого конуса, см;

$OA'=OB'=18$ – радіус основи конуса, см;

$OC=9$ – радіус патрубку, см.

Середнє значення дуги по окружності сектора сопла пневмогідравлічного пристрою складає [9, 10]: $(A'B'+AB)/2 = (64,7\%+66,2\%)/2 = 65,45\%$.

Площа сопла пневмогідравлічного пристрою рівна:

$$S_c = (S_{\text{бок.п.конуса}} \cdot 65,45\%) / 100\% = 230 \text{ см}^2 = 2,3 \cdot 10^{-2} \text{ м}^2.$$

Загальний вигляд конструкції сопла наведений на рис. 2.7. [7]. Калібр сопла прийнятий рівним 4 [9, 10]

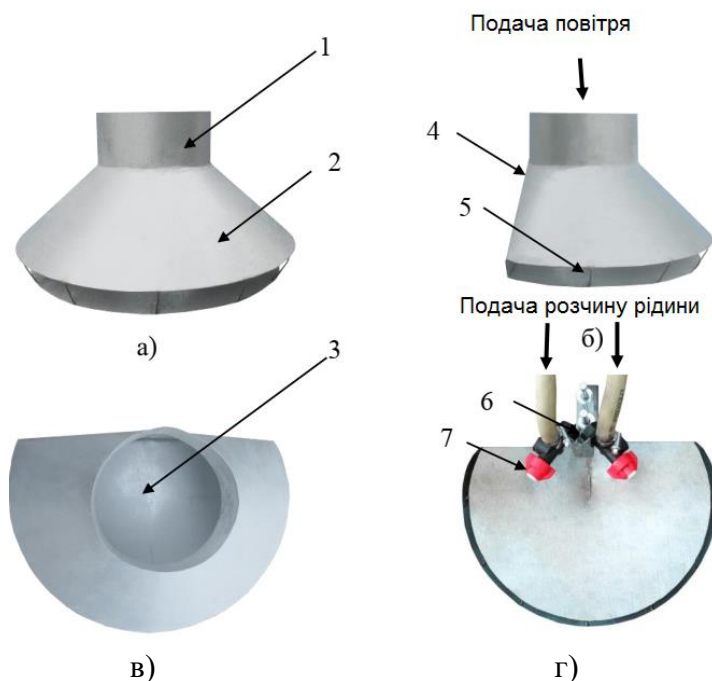


Рисунок 2.7 - Пневмогідравлічний пристрій (загальний вигляд): а) вид спереду; б) вид збоку; в) вид зверху; г) вид знизу з розміщеними під кутом двома щілинними розпилювачами для горизонтальної подачі плоских факелів розпилу у внутрішню частину повітряного струменя; 1 – патрубок; 2 – усічена конічна насадка; 3 – конус; 4 – січна площина; 5 – перемички для забезпечення постійного перетину плоского сопла; 6 – кронштейн для кріплення розпилювача; 7 – щілинний розпилювач

Розрахункова дальність дії повітряно-крапельного струменя L_d м і відповідна ширина захвату повітряно-краплинним потоком $L_{ш}$ і об'єкту оброблення, в залежності від кута нахилу вісі сопла пневматичної частини пневмогідравлічного пристрою і висоти його розміщення над об'єктом обробки наведена та табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Дальність дії повітряно-краплинного струменя (L_d , м) [11].

Кут нахилу вісі сопла пневмогідравлічного пристрою до горизонту, °	Висота розміщення пневмогідравлічного пристрою над об'єктом обробки, см				
	50	60	70	80	90
	$L_d / L_{ш}$ м/м	$L_d / L_{ш}$ м/м	$L_d / L_{ш}$ м/м	$L_d / L_{ш}$ м/м	$L_d / L_{ш}$ м/м
25	120/168	144/200	168/234	190/268	214/298
30	100/178	120/212	142/248	160/284	180/320
35	88/186	106/222	124/260	140/296	158/334
40	80/194	94/230	110/270	126/310	140/348

Горизонтальна відстань між вихідними перетинами сопел розпилювачів під кутом один до одного від 80° до 100° забезпечує перекритті факелом для необхідної рівномірності розподілу препарату по ширині обробки рослин (не перевищуючи 25%).

Таким чином, калібр конічного сопла рівний 4 і кут нахилу сопла до горизонту 25° з товщиною щілиного сопла 3 см. Сектор сопла, утворений основою усіченого конуса і конуса пневмогідравлічного пристрою, відповідає сумарному сектору від двох плоских факелів розпилу, з врахуванням просторового розміщення розпилювачів по відношенню до пристрою і дальності дії факельних струменів.

Технологічний процес нанесення розчинів пестицидів на об'єкти обробки таким розпилювачем розчинів пестицидів здійснюється наступним чином.

Повітря подається у внутрішній простір пристрою, утворений патрубком повітряпроводу у вигляді конусоподібного дифузора 1 і конусоподібним розсікачем повітряного потоку 2, виконаними усіченими площиною 3, що проходить через точку на окружності основи дифузора, бокові поверхні дифузора 1 і конусоподібного розсікача 2, при поділу його основи навпіл. Пристрій забезпечує утворення похолої до горизонту плоского повітряного струменя у формі сектора. Подача розчину пестициду до щілиного розпилювача рідини 4 здійснюється через гідромагістраль. Розпилювачі встановлені таким чином, що краплини факелу розпилювача рідини вводяться у повітряний потік, що виходить із сопла пристрою у формі сектора. Краплини розчину пестициду під дією напору повітря деформуються, розпадаються на більш дрібні і транспортуються до об'єктів обробки.

Перевага запропонованої розробленої конструкції полягає в тому, що вона дозволяє в 4 рази зменшити витрату рідини на одиницю ширини розподілу розчину пестициду.

Перевага запропонованого пневмогідравлічного розпилювача зі щілинними соплами полягає в економічному споживанні енергії, що витрачається на диспергування 1 т рідини 2-4 кВт.

Простота та економічність гідравлічного розпилення рідини забезпечує широке практичне застосування щілинних розпилювачів рідини штангових обприскувачів. Однак, використання повітряного потоку при супроводі навіть дрібних крапель розпорошувальної рідини, створюваних щілинними розпилювачами з меншою витратою, забезпечує осадження їх на рослини для всіх типів розпилювачів практично незалежно від погодних умов.

2.3. Швидкість витікання повітря із сопла пневмогідравлічного пристрою

Швидкість витікання повітря із сопла пневмогідравлічного пристрою залежно від створюваного тиску та особливості утворення полідисперсних крапель у факелах щілинних розпилювачів рідини на штангових обприскувачах.

Значення швидкості повітря, w_2 (м/с), що виходить із сопла пневматичної частини пневмогідравлічного пристрою і витрати повітряного потоку G ($\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$) в залежності від створюваного тиску перед соплом p_1 (Па) (в межах від 100 до 900 Па) при коефіцієнтах витікання: $\varphi=0,96$ і $\mu=0,94$ '' наведені у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Середня швидкість витікання із сопла пневматичної частини пневмогідравлічного пристрою

Найменування показників	Значення показників								
p_1 , Па	100	200	300	400	500	600	700	800	900
w_2 , м/с	12,94	18,24	22,22	25,78	28,82	31,56	34,12	36,46	38,68
w_2 , м/с $\times\varphi$	12,46	17,58	21,40	24,82	27,74	30,40	32,86	35,1	37,24
G , $\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$	0,28	0,42	0,52	0,58	0,66	0,72	0,78	0,82	0,84
G , $\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1} \times \varphi$	0,27	0,40	0,48	0,56	0,62	0,68	0,74	0,78	0,82

Наведені в табл. 2.3 розрахункові значення початково швидкості витікання w_2 і витрата повітря потоку G в залежності від створюваного тиску повітря є вихідними даними для розрахунку можливості інжектування крапель, створюваних розпилювачами робочої рідини, а також повітрярозподільчих систем з різною кількістю пневмогідравлічних пристроїв. Кількість пневмогідравлічних пристроїв дозволяє визначити продуктивність вентилятора до штангового обприскувача рослин.

При гідравлічному розпиленні із щілинного сопла розпилювача рідина витікає у вигляді плоскої плівки. Загальний вигляд щілинного сопла і факела розпилу рідини наведені на рис. 2.8. і рис. 2.9.

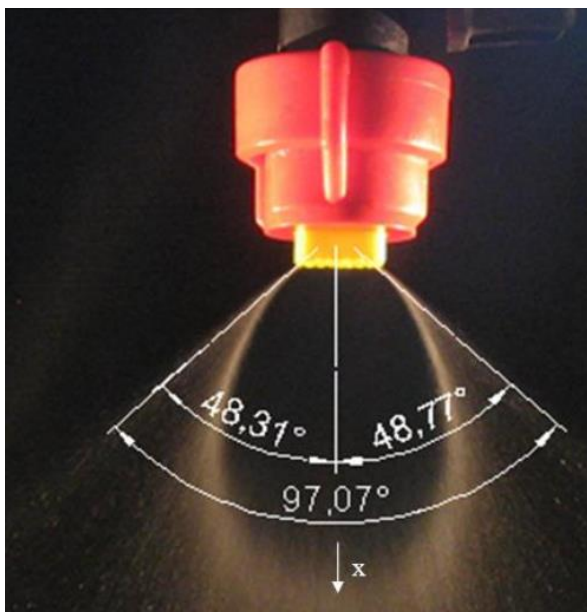


Рисунок 2.8 – Плівка рідини, створювана соплом



Рисунок 2.9 – Загальний вигляд сопла (щілинного)

При розпилюванні розпадання рідини обумовлена впливом її фізичних властивостей та довкілля [13].

Факели розпилювання рідини створюють концентрацію дисперсності крапель, що призводить до турбулентної коагуляції [13], кінетика якої досліджена в наукових працях [9-15].

У початковий час утворення аерозолі коагуляція крапель у часі швидкоплинна.

Відомо [11], що у процесах диспергування існує і балоелектричний ефект. Як правило [11], дрібні краплини заряджаються позитивно, а великі – негативно. За наявності таких зарядів полідисперсного аерозолі, коагуляція прискорюється [11].

Незакономірна повітряна дія на краплі факела розпилю рідини [10] не вирішує проблему зниження коагуляції.

При русі обприскувача траєкторія струменя викривляється [5], їхня маса змінюється [10].

Шари струменя, що володіють малою швидкістю, що знаходяться на периферії, інтенсивно здуваються і, більше, викривляється їхня траєкторія.

Зміна траєкторій струменів є результатом ресурсозбереження при роботі з меншою витратою рідини, а також при збільшенні продуктивності роботи.

2.4. Запропонований спосіб нанесення крапель розпилювальної рідини на об'єкти призначення

Запропонований спосіб нанесення крапель розпилювальної рідини на об'єкти призначення (рис. 2.9, рис. 2.10) досягається тим, що спосіб нанесення робочої рідини на рослини пневмогідравлічним пристроєм з розташованими під кутом один до одного двома щільними розпилювачами, плоскими горизонтальними факелами, які інжектуються плоским повітряним потоком та транспортуються в краплинному вигляді до рослин.

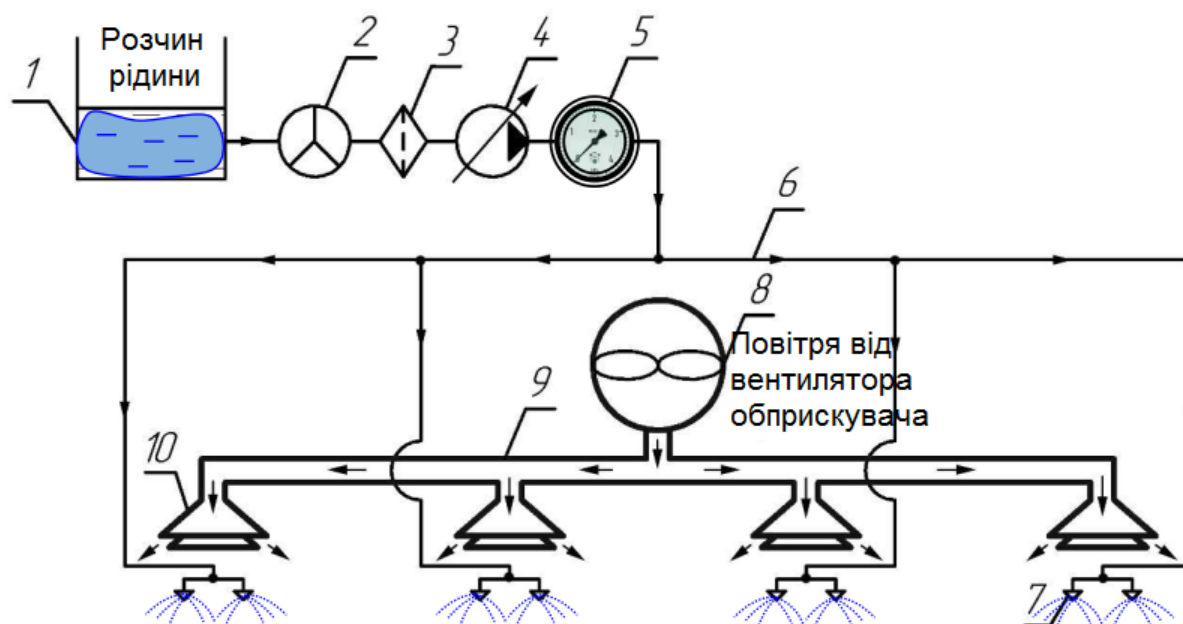


Рисунок 2.9 – Схема технологічного процесу подачі робочого розчину до штангового обприскувача із використанням запропонованих пневмогідравлічних пристроїв: 1 – бак (ємність) обприскувача; 2 – всмоктувальна рідинна комунікація; 3 – фільтр для рідини; 4 – електричний насос; 5 – манометр тиску; 6 – напірна рідинна комунікація; 7 – щільні розпилювачі; 8 – вентилятор; 9 – повітророзподільна система; 10 – пневматичний пристрій

Працюють пневмогідравлічні пристрої 10 з щільними розпилювачами 7, залежно від створюваного електричним насосом тиску 4, яким робоча рідина забирається з ємності обприскувача 1 через всмоктувальну рідинну комунікацію 2, очищається від домішок фільтром 3, контролюється датчиком тиску 5, через напірну рідинну комунікацію 6 подається до сопла щільних розпилювачів 7 і перетворюється на краплі. Краплі робочої рідини факела

розпили інжектуються повітрям, плоского сопла пневматичного пристрою 10 у формі сектора, створюваним вентилятором 8 через повітророзподільну систему 9 до пневмогідралічного пристрою 10.

Для забезпечення процесу обприскування рослин нами розроблено конструктивно-технологічну систему до штангового обприскувача рослин, яка схематично показана рис. 2.10) [14].

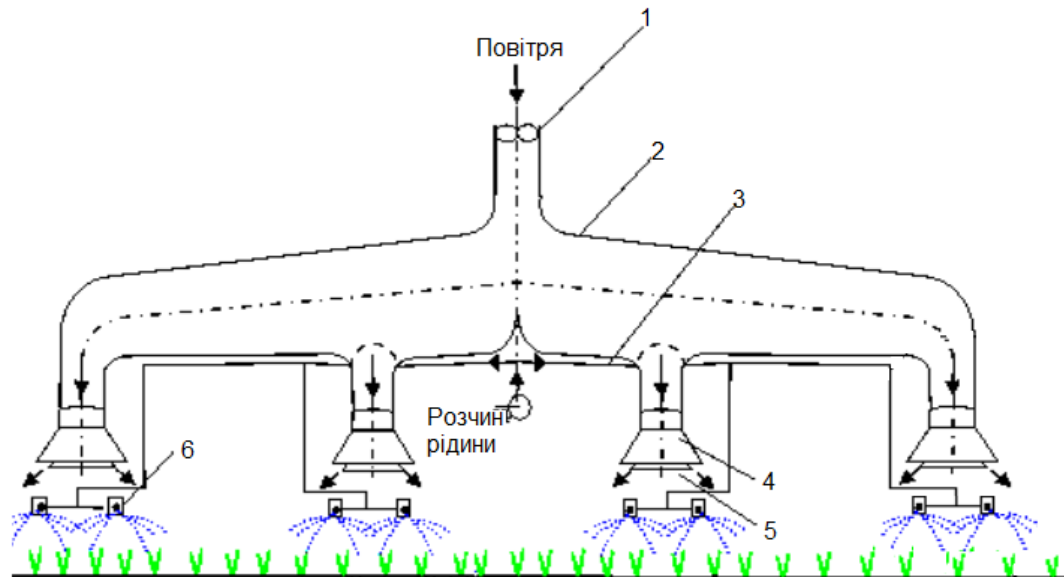


Рисунок 2.10 - Повітророзподільна система штангового обприскувача рослин, обладнаного пневмогідралічними пристроями: 1 – вентилятор; 2 – повітророзподільчі рукава; 3 – гідралічна система; 4 – конусоподібний дифузор; 5 – конусоподібний розсікач повітряного потоку; 6 – щілинний розпилювач рідини

Вона містить вентилятор 1, повітря розподільчі рукава 2, гідралічну систему 3, пневмогідралічні розпилювачі розчинів пестицидів, в конструкції яких конусоподібний дифузор 4 і конусоподібний розсікач повітряного потоку 5 виконані усіченими площинами, що проходить через точку на окружності основи вхідного циліндричного патрубку повітряпроводу, бокові поверхні дифузора і конусоподібного розсікача, щілинні розпилювачі рідини 6, встановлені на визначеній відстані по відношенню до основи конусоподібного розсікача повітряного потоку і між собою, а також направлені під кутом один до одного таким чином, що краплі факелів розпили рідини інжектуються повітряним потоком, що виходить із сопла пристрою у формі дуги.

При роботі обприскувача вентилятором 1 у внутрішній простір 2 рукавів подається повітря. По гідралічній системі 3 насосом до

розпилювачів 6 подається робочий розчин. Повітряно-крапельний потік із сопла пристрою під кутом 25° , прямує до рослин.

Швидкість повітря із сопла пневмогідравлічного пристрою повинна транспортувати краплі до об'єктів обробки зі швидкістю, що перевищує швидкість руху обприскувача.

Розрахунок повітророзподільної системи здійснювався з метою забезпечення швидкості повітря, що виходить із пневмогідравлічного пристрою, менше 15 м/с [8]. Сумарні втрати тиску становитимуть $\Delta P_{\text{сум.}} = 464 \text{ Па}$.

Критерій швидкохідності $n_{\text{шв}}$ визначається за формулою [9]:

$$n_{\text{шв}} = 53 \frac{L^{1/2} \omega}{p^{3/4}}, \quad (2.7)$$

де L – подача вентилятора, $\text{м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$;

ω – частота обертання, $\text{рад} \cdot \text{с}^{-1}$;

P – сумарні втрати тиску в системі обприскувача, Па .

За рис. 2.11. при наведеній густині повітря $\rho_0 = 1,2 \text{ (кг/м}^3\text{)}$ і $L=1,35 \text{ м}^3 \cdot \text{с}^{-1}$ у повітря розподільчій системі (рис. 2.10) частота обертання ω рівна 1500 об/хв. , а ККД складає $\eta = 0,57$.

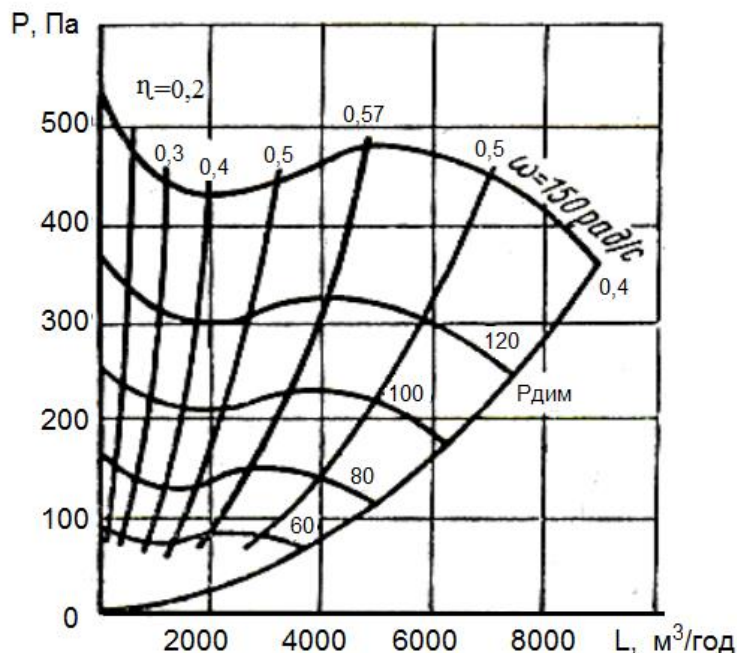


Рисунок 2.11 – Графік витрати повітря в залежності від створюваного тиску

З врахуванням даних, розрахований за формулою (2.7) критерій швидкохідності дорівнюватиме $n_{шв} = 92,38$.

Корисна потужність вентилятора N (кВт) визначається за формулою [12]:

$$N = \frac{LP}{1000 \cdot \eta}, \quad (2.8)$$

Складає $N = 1,1$ кВт.

Наведена вище теорія може бути покладена в основу визначення раціональної технології застосування пневмогідравлічного пристрою. Виконання вимог за кількістю крапель/см² на об'єкті обробки перекриття факелів розпилювальної рідини в пневмогідравлічному пристрої забезпечує рівномірний розподіл крапель по ширині обприскування. Оцінка розмірів крапель полідисперсного аерозолі при цьому може визначатися на утворювальній довжині елементарних ділянок ds плівки в лабораторних умовах, як це показано у роботі.

Наприклад, при застосуванні щілинного сопла LU – 015, тиск рідини 4МПа та витраті рідини 0,69 л/хв при швидкості її руху (однаковою по всім напрямкам) 23,41 м/с. Такі умови при швидкостях руху обприскувача 10 та 20 км/год і шириною обприскування 4м ,витрати робочої рідини при цьому становлять 10,2 та 5,1 л/га.

2.5. Висновки по розділу 2

Для підвищення якості обприскування рослин розроблено конструктивні схеми пневмомеханічних і пневмогідравлічних пристроїв, що забезпечують пневмотранспортування крапель рідини, що розпилюється повітряним потоком з шириною осадження більше 4 м.

РОЗДІЛ 3. УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ ОБРОБКИ РОСЛИН ОБПРИСКУВАЧАМИ

3.1. Результати досліджень по дальності транспортування крапель та їх розподіл по ширині обприскування

У досліджах використовувались найбільш застосовувані у практиці типи щілинних сопел виробництва «Львівхімсільмаш» (пластикові сопла). [13]

Пластикові сопла (євро – виробництво «Львівхімсільгоспмаш» при тисках 0,4 і 0,6 МПа створюють дрібні та середні краплі на предметних картках у діапазонах від 73,3 до 90,9 крапель/см² та від 136,5 до 170,9 крапель/см² відповідно.

Оцінка функціонування пневмомеханічних та пневмогідравлічних конструкцій із застосування способу обприскування проводилися з дисковим та щілинним розпилювачами, показаними рис. 3.1 [13, 14].

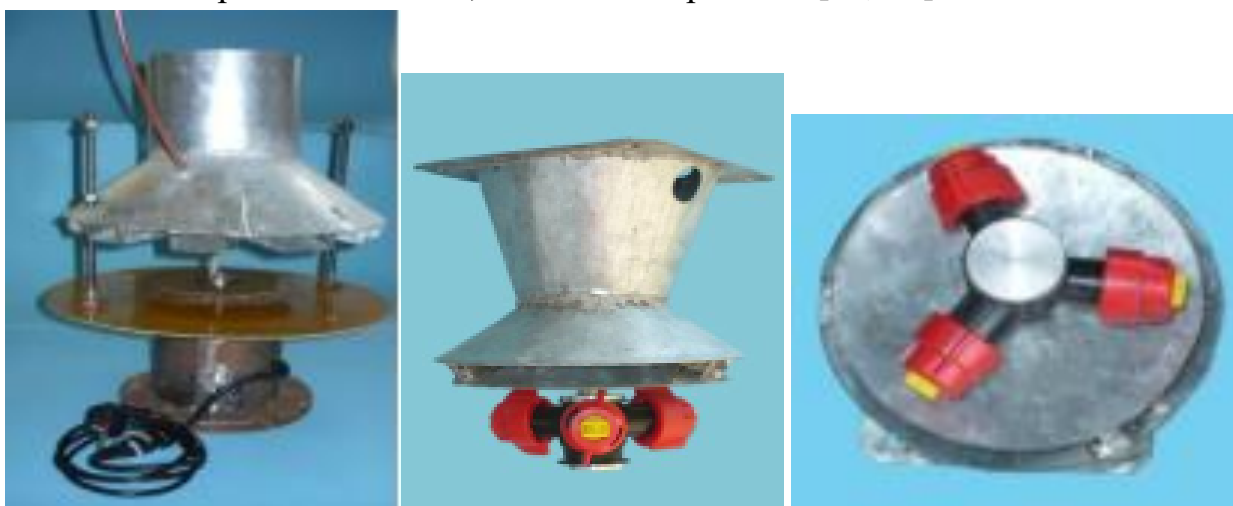


Рисунок 3.1 – Загальний вигляд зразків пневмомеханічних і пневмогідравлічних пристроїв з дисковими і щілинними розпилювачами рідини

На виході із сопла швидкість повітряного потоку дорівнювала 17,5 м·с⁻¹. Обертання дискового розпилювача забезпечувалося зі швидкістю 2400 об/хв. Висота розташування щілинного розпилювача становила 0,65 м. При тиску рідини 0,35 МПа, її витрата дорівнювала 0,6 дм³/хв [14].

Дальність транспортування крапель різних розмірів наведено рис.3.2.

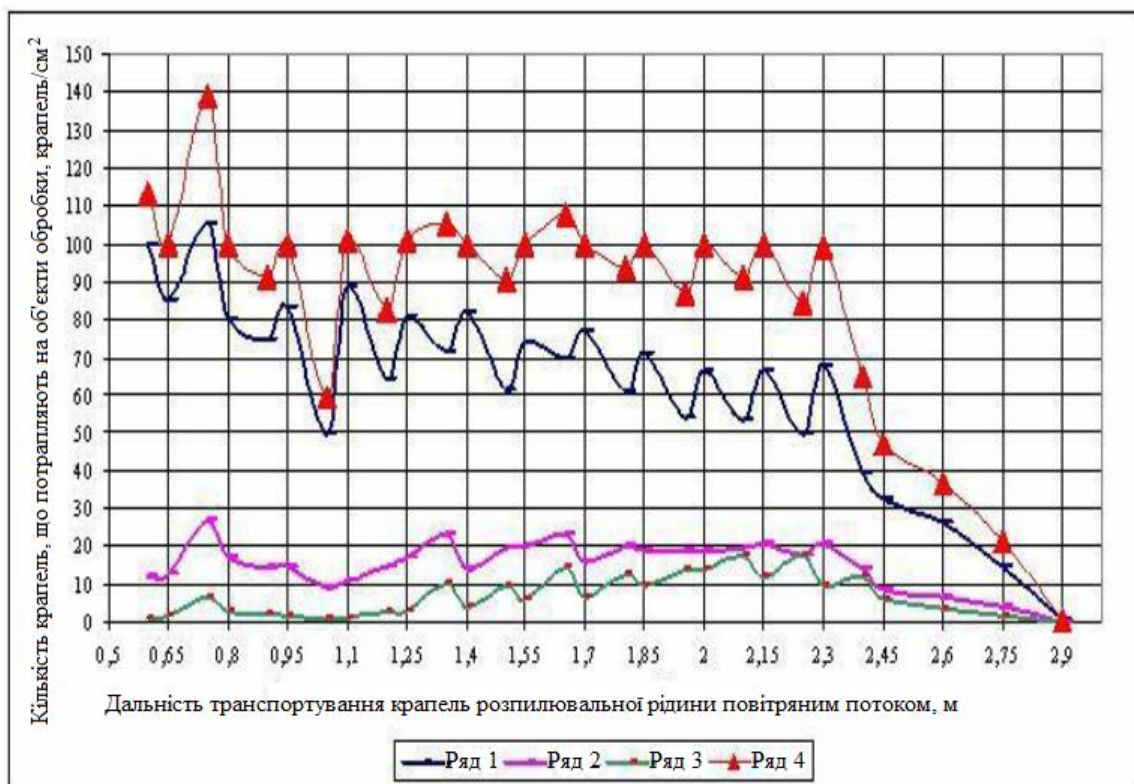


Рисунок 3.2 – Графічна залежність кількості крапель, що потрапляють на оброблювальні об'єкти від дальності їх транспортування потоком повітря: ряд 1 – діаметр краплин розміром до 150 мкм; ряд 2 – діаметр краплин в діапазоні від 150 до 300 мкм, ряд 3 – діаметр крапель більше 300 мкм; ряд 4 – сумарна кількість розмірів в мкм

З врахуванням даних рис. 3.2, наведений на рис. 3.3. розподіл краплин має ширину більше 4 м.

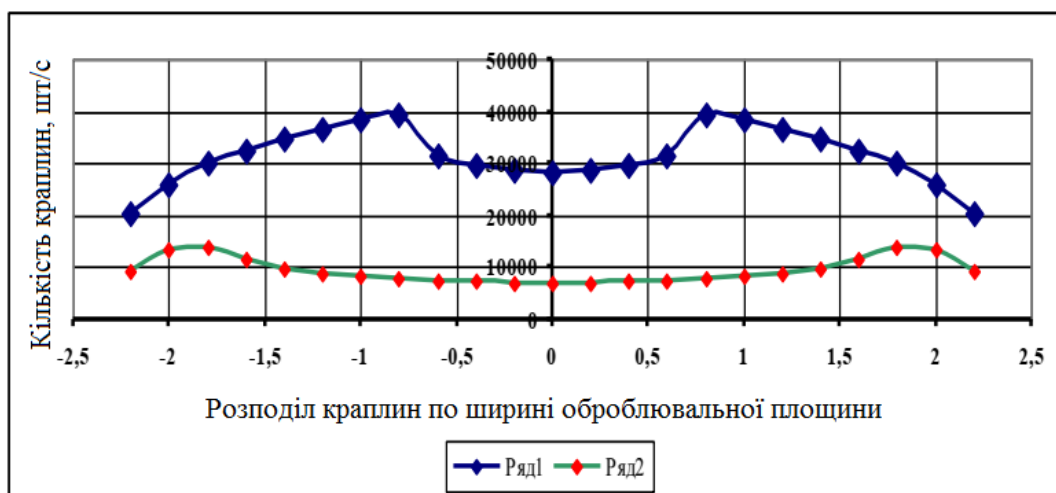


Рисунок 3.3 – Розподіл осаджувальної кількості краплин на оброблювальні об'єкти при використанні пристроїв зі щілиними і дисковими розпилювачами: ряд 1 – розподіл осаджувальної кількості краплин на оброблювальні об'єкти, при використанні пристроїв зі щілинним

розпилювачем; ряд 2 – розподіл осаджувальної кількості краплин на оброблювальні об'єкти, при використанні пристроїв з дисковим розпилювачем

На рис. 3.3 число крапель шт/с, яке при обприскуванні зі щілинними розпилювачами в пристрої дорівнює 43% і може бути зменшено до 36%, а частка нерівномірності складає 28 %.



Рисунок 3.4 – Пристрій для просторового розміщення об'єктів обробки (картки із паперу) під факелом розпилювальної рідини

Вимоги за кількістю крапель, шт./см², відповідно до рис. 3.4 при русі розпилювача над об'єктами обробки виконуватиметься при швидкості 14,4 км/год та витраті робочої рідини 25 дм³/га, яка менша від існуючих норм більш ніж у два рази. При застосуванні пристроїв з дисковим розпилювачем щільності крапель на бічних ділянках становить 60%, частка яких не перевищує 15%. При швидкості руху обприскувача 7 км/год рідини на краплі розміром 200 мкм при витраті рівному 10 дм³/га, норма по числу крапель/см² буде дотримуватися.

Результати дослідів слугували основою для проведення досліджень з двома щілинними розпилювачами рідини у пневмогідравлічному пристрої.

3.2. Результати досліджень пневмогідравлічного щілинного пристрою по нанесенню краплин розпилювальної рідини на об'єкти обробки

Дослідження технології обприскування пневмогідравлічного пристрою проводилась в лабораторних умовах. Температура навколишнього середовища + 20 °С, при відносній вологості - 53 %.

Загальний вигляд стендового обладнання наведений на рис. 3.5. [11, 14].

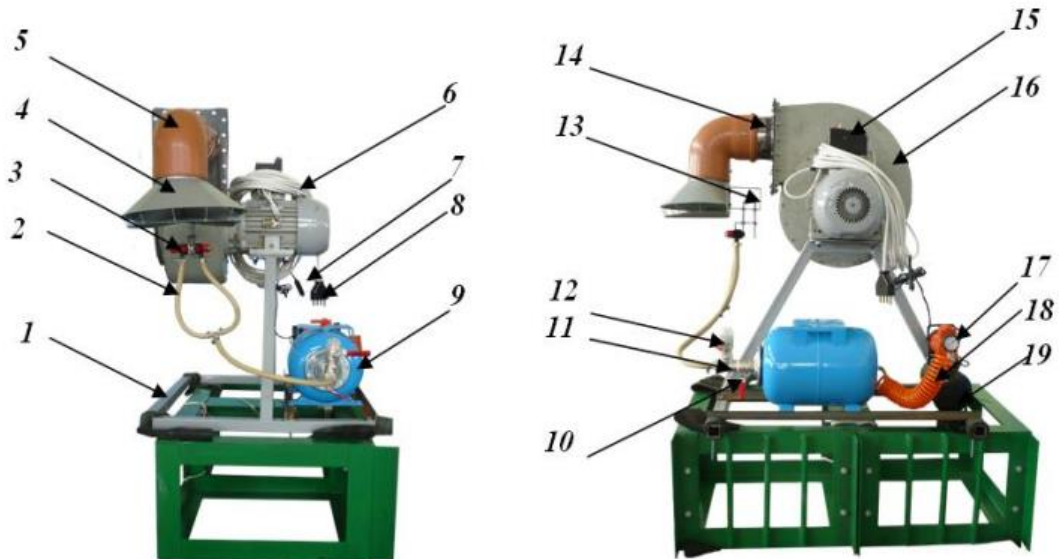


Рисунок 3.5 – Стендове обладнання з пневматичним розпилювачем рідини: 1 – основа; 2 – магістраль для подачі рідини; 3 – розпилювачі зі щільним соплом; 4 – пневмогідравлічний пристрій; 5 – коліно повітряпроводу; 6 – кабель електродвигуна для обертання вентилятора; 7 – штекер роз'єму; 8 – вилка; 9 – ресиверна ємність; 10 – кран; 11 – трійник; 12 – кран; 13 – кронштейн; 14 – фланець; 15 – кнопка ввімкнення; 16 – вентилятор; 17 – манометр; 18 – шланг з'єднувальний; 19 – компресор

Під час проведення досліджень було визначено такі функціональні параметри пневмогідравлічного пристрою та характеристики його режиму роботи.

Вловлювання крапель підфарбованої рідини проводили на картки. Картки, що закріплювалися на відстані 15 см по ширині обприскування (рис. 3. 6) [14, 15].



Рисунок 3.6 – Фрагмент проведення дослідів з паперові карточки

Переміщення каретки з паперовими карточками для вловлювання краплин (рис. 3.6) здійснювалося зі швидкістю $3 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$.

Визначення класових розмірів відміток краплин на паперових карточках проводилось способом їх сканування з наступним перетворенням у графічний формат і комп'ютерною обробкою.

Середнє значення за трьома повторюваностями щільності покриття карток краплями, крапель/см², створюваними пластиковими соплами (виробництво «Львівхімсільмаш»), наведені на рис. 3.7. [9] (ряд 1-крапель, (крапель/см²) діаметрами слідів в діапазоні від 0 до 150 мкм; ряд 2-крапель, (крапель/см²) діаметрами слідів діапазоні від 150 мкм до 300 мкм; ряд 3 - крапель, (крапель/см²) діаметрами слідів більше 300 мкм).

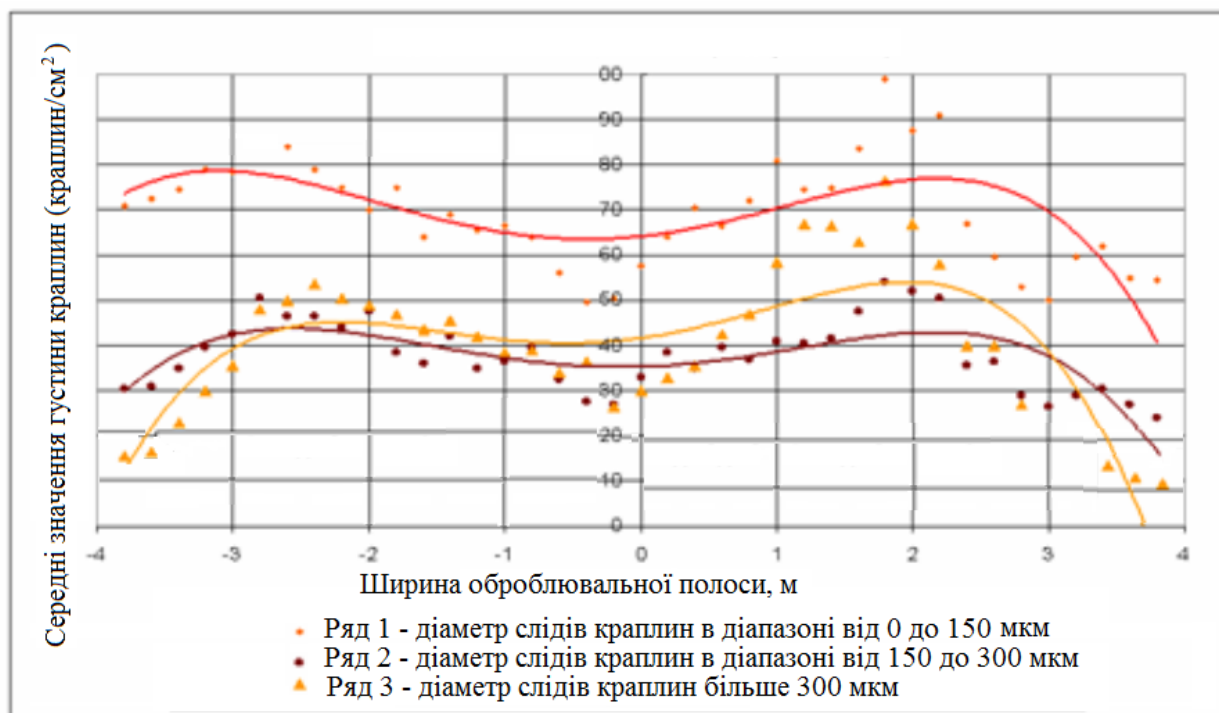


Рисунок 3.7 – Густина покриття поверхні карточок краплинами, що створюються пластиковими соплами по ширині обприскування

Порівняльні показники щільності крапель на картках із застосуванням сопел (фірми «Львівхімсільмаш») по ширині обприскування пневмогідравлічним розпилювачем, наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Порівняльні результати статистичної обробки значень по ширині обприскування карток пневмогідравлічним пристроєм

Діаметр слідів краплин, мкм	Середнє арифметичне значення, краплин/см ²	Стандартне відхилення, краплин ±	Коефіцієнт варіації, %
Тип сопла LU-01			
до 150	62,63	15,65	25,27
від 150 до 300	76,61	10,54	13,54
більше 300	42,12	12,92	16,82
Тип сопла LU-015			
до 150	78,27	10,55	12,38
від 150 до 300	42,78	8,46	16,86
більше 300	5254	18,64	38,24
Тип сопла LU-02			
до 150	54,24	9,68	17,98
від 150 до 300	32,88	6,8	18,54
більше 300	31,64	6,8	18,54

За даними таблиці 3.1 показано, що зі збільшенням витрати рідини показники крапель від 150 до 300 мкм підвищуються від 12,92 % до 25,27%. Зменшення середньоарифметичного значення крапель на квадратному сантиметрі аналогічно крапель до 150 мкм. Найменший коефіцієнт варіації для крапель до 150 мкм спостерігається під час використання пластикового сопла типу LU-015 12,38.

Слід зазначити, що деяка розбіжність та невідповідність закономірності, характерної при застосуванні пластикового сопла типу LU-01, пояснюється відхиленнями у тиску рідини, швидкості пересування карток та іншими неврахованими факторами.

3.3. Методи зниження використання пестицидів на навколишнє середовище

Охорона довкілля та відповідальне природокористування стають дедалі важливішими завданнями. Одним із таких напрямків є вирішення проблеми зниження екологічного навантаження при застосуванні пестицидів у технології раціонального захисту рослин шляхом їх обприскування. Масштабність зростання забруднення навколишнього середовища зумовлює необхідність вживати спеціальних заходів для збереження та відновлення її якостей. Такі заходи мають бути спрямовані на вдосконалення технології використання пестицидів, що знижують забруднення довкілля. [15].

Недосконалість технології обприскування рослин полягає в тому, що нестійкі аерозольні системи в полідисперсному стані практично некеровані і під дією зовнішніх умов дрібні краплі поширюються в атмосферу, великі краплі з великим вмістом препарату осідають на ґрунт, проникають у рослини та у залишковому вигляді зберігаючись у рослинницькій продукції [16].

Недосконалість технології обприскування рослин впливає на біосферу та здоров'я людини.

При раціональному використанні ресурсів здійснюється вирішення існуючої технологічної проблеми застосування пестицидів.

Серед основних факторів, що сприяють забрудненню навколишнього середовища: є недосконалість технології внесення; розпилення рідини у полідисперсному стані. Недосконалість технології обприскування рослин полягає в тому, що дрібні краплі зносяться вітром у навколишнє середовище, а великі – осідають на ґрунт і проникають у рослини.

Біологічно активні речовини в повітрі робочої зони складають 0,001-0,05 мг/м³ [16]. Такі допустимі значення концентрацій не впливають негативно на життєдіяльність мікроорганізмів.

Згідно з даними [16], застосування штангових обприскувачів для захисту рослин від шкідників, хвороб та бур'янів повною мірою не задовольняє санітарним та гігієнічним нормам щодо безпеки обслуговуючого персоналу та навколишнього середовища [16]. Основна небезпека залежить не від використання препарату, як від недосконалості застосовуваних технологій. При застосуванні штангового обприскування велика кількість робочого розчину пестициду осідає на верхній стороні листя та верхній частині стебел рослин [15].

Наприклад, у краплі діаметром 600 мкм міститься препарату у 64 рази більше ніж у краплі діаметром 150 мкм, які застосовуються у запропонованій

технології. Застосування такого дрібнодисперсного аерозолю призводить до скорочення кількості препарату на одиницю оброблюваної площі від 30% і більше [16].

Наведені у каталогах рекомендації на основі статичних досліджень показники розпилювачів не відповідають технологічним процесам обприскування рослин [15]. Виникають при цьому впливи на розпилювану рідину, що зумовлюють зміну утвореного спочатку дисперсного складу у процесі утворення коагуляції крапель, що відбувається за рахунок збільшення їх кількості в одиницю обсягу [16].

Для вирішення існуючої екологічної проблеми розроблено спосіб і засіб моделювання режимів роботи розпилювачів для технології обприскування рослин при роботі штанговими обприскувачами [17].

Моделюванням роботи розпилювачів у складі стендового обладнання показано можливість отримання інформаційних відомостей про осадженні краплинної рідини, її знесення у довкілля, рівномірності її розподілу та дисперсності [17].

Для екологічної безпеки обприскування рослин запропоновано варіант їх обробки краплями робочої рідини, що знижує вплив метеоумов на віднесення дрібних крапель [17]. Таким чином, технологія дрібнокрапельного обприскування рослин призводить до зниження витрати пестицидів на 20-40 % та більше, встановлених нормативів їх витрачання. Примусовим управлінням дрібнодисперсних крапель забезпечується рівномірність їхнього розподілу та екологічна безпека впливу [16-17].

Отже, використання рекомендованих пневмогідравлічних пристроїв знижує витрати пестицидів у застосовуваній технології обприскування рослин, так-як головна небезпека навколишньому середовищу і людині походить не тільки від пестицидів, а й від недосконалості технології їх застосування [16-17].

Усунення знесення в довкілля дрібнодисперсного аерозолю при застосуванні запропонованої технології обприскування рослин штанговими обприскувачами є найважливішим екологічним показником.

3.4. Висновки по розділу 3

Обприскуванням рослин обприскувачем ОП 2000+МТЗ-80 показано, що норма препарату знижується в 1,32 рази за швидкості руху обприскувача 17,2 км/год.

На штанговому обприскувачі об'ємного принципу дії пневматичних пристроїв із щілинними та дисковими розпилювачами скорочується їх кількість у 3 рази з відповідним зниженням витрати робочої рідини до 25 дм³/га та 10 дм³/га. Знижується продуктивність насоса від 151 дм³/год до 12 дм³/год та 23 дм³/год відповідно в порівнянні з базовим варіантом; скорочується витрати препарату до 2,5 разів; застосування інжекції крапель факелів розпилу збереже утворену їх кількість і виконуватиме агротехнічні вимоги з підвищенням в 1,4 рази швидкостями пересування обприскувача при збільшеній в 1,6 рази висотою розташування розпилювачів над об'єктами обробки порівняно з рекомендованою для традиційних технологій.

ВИСНОВКИ

В результаті досліджень закономірностей взаємодії елементів повітряно-дисперсної системи на об'єкти призначення встановлено, що застосування раціональної технології штангових обприскувачів рослин при їхньому захисті можливе лише на основі вдосконалення методів та засобів моделювання режимів роботи розпилювачів. Основним напрямом підвищення якості обприскування рослин є вдосконалення методів та засобів пневматичного транспортування крапель розпилюючої рідини обприскувачами.

Для моделювання роботи розпилювачів рідини обприскувачів обґрунтовано конструктивну схему пневматичного пристрою. В результаті досліджень розроблено пристрої пневмомеханічного і пневмогідравлічного принципу дії для транспортування повітряно-капельної системи з шириною осадження більше 4 м при одночасному перешкоді їх зносу в навколишнє середовище.

На штанговому обприскувачі об'ємного принципу дії пневматичних пристроїв із щілинними та дисковими розпилювачами скорочується їх кількість у 3 рази з відповідним зниженням витрати робочої рідини до 25 $\text{дм}^3/\text{га}$ та 10 $\text{дм}^3/\text{га}$. Знижується продуктивність насоса від 151 $\text{дм}^3/\text{год}$ до 12 $\text{дм}^3/\text{год}$ та 23 $\text{дм}^3/\text{год}$ відповідно, порівняно з базовим варіантом; повітрянорозподільна система з пневмогідравлічними пристроями та застосування інжекції крапель факелів розпилу, збереже утворену їх кількість, що дозволить виконувати агротехнічні вимоги з підвищеними у 1,4 рази швидкостями пересування обприскувача при збільшеній у 1,6 рази висоти розташування розпилювачів над об'єктами обробки.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бабій А.В. Оптимізація конструктивних параметрів опор бака спеціального обприскувача: Дис... канд. тех. наук: 05.05.11. - Тернопіль, 2005. - 171с.
2. Бондаренко А.А., Дубінін О.О., Переяславцев О.М. Теоретична механіка : Підручник: У 2 ч.: Динаміка: - К.: Знання, 2004.
3. Бутитер І.Б., Вікович І.А., Когут І.С. Раціональне проектування крайніх секцій широкозахватних штанг обприскувачів із композиційних матеріалів. Вісник Національного університету "Львівська політехніка". 2006. № 560. С. 35–40.
4. Вікович І.А. Штангові обприскувачі для хімічного захисту рослин. - Львів: Вид-во НУ "Львівська політехніка", 2003.-480с.
5. Вікович І.А. Конструкції і динаміка штангових обприскувачів: монографія. Львів : «Львівська політехніка», 2003. 460 с.
6. ДСТУ 2274-93 Обприскувачі переносні з ручним приводом. Загальні технічні умови
7. Мельник В.І., Сировицький К.Г., Шуляк М.Л., Панкова О.В. Методика проведення експериментальних досліджень технічного стану щільних гідравлічних розпилювачів самохідних обприскувачів. Вісник НТУ «ХП». Серія Автомобіле- та тракторобудування. 2021. №1. С.60-66.
8. Механізація захисту рослин / І.П.Масло, С.П. Тимошенко, Ю.Ф. Онуфрієнко та ін. - К.: Урожай, 1989. - 144с.
9. Новітні агротехнології у рослинництві: Підручник / В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, В.А. Мазур, О.Д. Паламарчук. – Вінниця, 2017. – 602 с.
10. Паламарчук В.Д. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві / В.Д. Паламарчук, І.С. Поліщук, О.М. Венедіктов. – Вінниця, 2011. – 432 с.
11. Рибак Т.І., Бабій А.В., Матвіїшин А.Й. Дослідження динамічних характеристик малогабаритного обприскувача ОМПШ-150-1 // Вісник Тернопільського державного технічного університету. – Тернопіль: ТДТУ, 2006. – (№4). – С.64-69.
12. Обприскувач причіпний до мінітрактора NorthStar (79 л). URL : <http://tinyurl.com/ys3qwqo6>.
13. Babii A. Parameters investigation for independent pendular suspension of sprayer boom. Scientific Journal of TNTU. 2019. Vol. 96. No. 4. P. 90–100.
14. <https://technodvir.com/obpriskuvach%D1%96-ta-yih-osoblivost%D1%96-vikoristannya>

15. Трус І. М., Радовенчик Я. В., Гомеля М. Д. Екологічні аспекти керування якістю навколишнього середовища : Підручник. – Київ: Політехніка, 2019. – 210 с.
16. Гомеля М. Д., Шаблій Т. О., Глушко О. В., Камаєв В. С. Екологічна безпека. Навчальний посібник. – К. : ТОВ «Інфодрук», 2010. – 222 с
17. Сушко, І. (2002). Світові тенденції розвитку машин для хімічного захисту рослин. Пропозиція, 6, 95–99.
18. Gurkit. Обприскувач MasterCut OS60T/25. URL : <https://gurkit.ua/ua/product/31573/opryskivatelmastercut-os60t25.html>.