

## Сучасні конструкційні та техніко-технологічні рішення для ефективного застосування пестицидів під час обприскування

*У статті описані основні складові комплексного підходу провідних виробників обприскувачів до пошуку шляхів подальшого вдосконалення їхньої конструкції та техніко-технологічних рішень з точки зору ефективного застосування пестицидів, технологічного використання обприскувачів, а також забезпечення високої якості обробки, мінімізації витрат на засоби захисту рослин, дотримання високих екологічних вимог.*

*Наведені основні способи покращення дисперсності крапель та їх доставки до поверхні рослин з якомога меншими втратами.*

*Висновки зроблені на основі аналізу результатів випробувань різних типів обприскувачів, їхніх компонентів та систем внесення пестицидів (розпилювачів), а також аналізу даних різних авторів та проспектів дилерів – постачальників техніки для захисту рослин.*

**Ключові слова:** обприскувач, пестициди, розпилювачі, дисперсність, норма внесення, тиск, крупність крапель.

**Суть проблеми:** Розвиток конструкційних та техніко-технологічних рішень у виробництві та застосуванні сучасних обприскувачів набуває все більшої динаміки.

При цьому завдання ефективного застосування обприскувачів як технологічно, так і з точки зору забезпечення високої якості обробки, мінімізації витрат на засоби захисту рослин (ЗЗР), а також дотримання високих екологічних вимог вирішується завдяки комплексному підходу до пошуку шляхів їх подальшого вдосконалення.

Ці шляхи включають поліпшення якості обприскування, конструкційні та технологічні рішення, а в останні роки - активну комп'ютеризацію та застосування технологій точного землеробства.

Прагнення всебічного покращення якості обробки, що зі свого боку є визначальним фактором ефективного використання, пестицидів та екологічної безпеки їх використання можна віднести до головного напрямку розвитку сучасних технічних засобів та технологій для хімічного захисту рослин.

Як відомо, основними чинниками впливу норми витрати робочої рідини на біологічну ефективність застосування пестицидів є ступінь покриття їхньої поверхні та утримання препарату на рослинах.

При цьому під час обприскування частка препарату з біологічно оптимальними краплями 80-350 мкм, яка потрапляє на об'єкти, складає всього 10 %, а до втрат через випаровування крапель 10-80 мкм додаються краплі діаметром більшим за 350-400 мкм, котрі скочуються з листків рослин на ґрунт.

Пестициди – препарати контактної дії і впливають на збудників захворювань і шкідників тільки з крапель, які осіли на рослині і містять у собі цей пестицид. І чим щільніше робоча рідина буде покривати поверхню рослин, тим ефективнішим буде процес обприскування (повинна бути забезпечена мінімально допустима густина покриття поверхні – 20-70 крапель /см<sup>2</sup> залеж-

но від виду пестициду).

Цього можна досягнути збільшенням дисперсності крапель, які потрапляють на оброблювану поверхню. Густина покриття також залежить від норми витрати робочої рідини та ступеня осідання краплин.

Але збільшення дисперсності розпилу (утворення більшої кількості оптимально дрібних крапель) викликає питання збільшення знесення частини краплин повітряними потоками в атмосферу, тобто зниження ступеня осідання препарату на рослини, а звідси - зменшення і густоти покриття і, відповідно, ефективності препарату, а також ускладнення екологічної обстановки. Тому осідання розпиленої робочої рідини є визначальною умовою у технологічній операції обприскування.

**Мета досліджень.** Визначити та проаналізувати основні напрямки та шляхи ефективних, екологічно безпечних способів внесення пестицидів обприскувачами, підвищення їхньої продуктивності та точності норми внесення препарату.

**Виклад основного матеріалу.** З метою вирішення цього протиріччя розробляються і вже широко впроваджуються у практику обприскування різні способи та технічні рішення для збільшення ступеня осідання крапель на рослини. Слід зазначити, що вирішення цієї проблеми дозволить перейти на так зване малооб'ємне обприскування для зниження норм внесення робочої рідини зі звичних 200-400 л/га до 25-50 л/га.

Зараз найбільшого поширення набули такі способи як застосування інжекторних щільних розпилювачів, відцентрових, зі всмоктуванням повітря, повітряних рукавів, пневматичних систем, які монтуються на штанзі обприскувача.

В інжекторних розпилювачах (рис.1) (виробники - «Lechler» (Німеччина), «TeeJet» (США) та ін.) рідина з повітрям змішується всередині розпилювача, спектр

крапель більш однорідний і містить велику кількість крупних крапель, які частково наповнені повітрям і рухаються з великою швидкістю.



Рис. 1 – Інжекторні розпилювачі

При цьому збільшується ступінь проникнення крапель всередину стеблостою та скорочується час їхнього польоту. Після осідання на поверхні рослин краплі лопаються і з однієї краплі відносно великого розміру утворюються декілька крапель значно меншого розміру, збільшуючи тим самим площу покриття оброблюваної поверхні.

Український виробник (ТОВ «Агромодуль», м. Дніпро) пропонує свій спосіб вирішення цієї проблеми – використання відцентрових розпилювачів оригінальної конструкції («Роса») (рис. 2).

Примусове осадження крапель у цих розпилювачів досягається завдяки повітрю, яке всмоктується у факел розпилення. При цьому висока дисперсність крапель разом з примусовим осадженням забезпечують густоту покриття краплинами більше 200 шт./см<sup>2</sup>. Завдяки конічній формі факела та радіальній складовій руху, краплі добре проникають у густу рослинність і обробляють листя знизу.



Рис. 2 – Відцентровий розпилювач «Роса» (ТОВ «Агромодуль», м. Дніпро, Україна)

Одним з рішень для досягнення високого ступеня осадження крапель, яке дозволяє розширити умови застосування обприскувачів у вітряну погоду та на вищих робочих швидкостях, є використання штучно створеного повітряного потоку, який і доставляє краплі до оброблюваної поверхні.

Для цього обприскувачі обладнуються вентиляторами, а штанги - повітряними гнучкими рукавами, з яких повітря через отвори з великою швидкістю несе краплі до поверхні рослин (рис. 3). Це покращує проникнення крапель в рослинний покрив та рівномірність обробки як верхньої частини листка, так і нижньої.

Але треба відзначити, що примусове осадження крапель повітряним потоком ефективно за високої дисперсності розпиленого робочого розчину, оскільки значна частина великих крапель (понад 350-400 мкм) під час дії на них повітряного потоку скочується з листків на землю. Через це втрачається препарат і забруднюється ґрунт. Також повітряний потік може підхоплювати з поверхні ґрунту пил, з яким змішуються і нейтралізуються краплі робочого розчину.

Потрапляючи на рослини вже у формі грудочок бруду, вони стають менш ефективними.



Рис. 3 – Причіпний обприскувач «Hardi», обладнаний повітряними рукавами примусового осадження крапель

Обприскувачі останнього покоління оснащуються новими пневматичними системами осадження крапель. Компанія «Miller», США для своїх самохідних обприскувачів моделі «Condor» розробила систему розпилення «Spray-Air». По всій довжині штанги обприскувача (рис. 4) прокладений металевий повітряний трубопровід, вздовж якого через кожні 25,4 см розташовані повітряні сопла.



Рис. 4 – Самохідний обприскувач «Condor» із системою розпилення «Spray-Air»

Робоча рідина впорскується в трубу спеціальними форсунками (ShearGuard™ PLUS), оснащеними регуляторами потоку. Розпилена рідина попадає в потужний потік повітря, який продовжує дроблення крапель (розмір крапель складає 100-120 мкм) і доставляє рідину до поверхні рослин. Потік повітря у трубопроводі створюється двома вентиляторами по краях труби з гідроприводом.

Переваги технології «Spray-Air» - менші витрати води та хімікатів; хороше проникнення та покриття рослин; мінімальне здування крапель робочої рідини з поверхні листків рослин; керування розміром краплі та густиною розчину пестицидів, що дозволяє змінювати норму внесення препаратів залежно від умов роботи.

Під час роботи оператор постійно збільшує або зменшує швидкість руху обприскувача через складність рельєфу та конфігурації поля. І для того, щоб забезпечити задану норму внесення, відповідно змінюється продуктивність насоса і тиск у штанзі – з під-



вищенням швидкості він зростає, зі зниженням – падає.

Враховуючи те, що діаметр отворів розпилювачів залишається постійним, з підвищенням робочої швидкості руху зростає і значення тиску в штанзі, при цьому діаметр крапель робочого розчину зменшується і вони стають більш уразливими до зносу вітром.

Коли ж виникає необхідність зниження робочої швидкості руху обприскувача – тиск на вході у розпилювач, навпаки, падає і, відповідно, краплі стають крупнішими і важчими. У цьому випадку форма факела рідини змінюється, що призводить до нерівномірності покриття.

Тому провідні компанії–виробники на своїх обприскувачах («Case Patriot» (рис. 5) (система управління тиском «Aim Command»), «John Deere» (система управління тиском «Exact Apply») використовують інноваційні системи автоматичної підтримки постійного заданого розміру крапель робочого розчину незалежно від швидкості руху.



Рис. 5 – Самохідний обприскувач «Case Patriot» із системою керування тиском «Aim Command»

Унікальність цих систем полягає в тому, що розпил робочої рідини відбувається не суцільним потоком, а мікропорціями. При цьому тиск у штанзі задається і підтримується постійним. Змінюється тільки величина порції і час, коли через розпилювач випорскується і розпилюється рідина. Тобто, якщо робоча швидкість збільшується, то подача рідини через розпилювач здійснюється протягом більшого часу (збільшується мікропорція) і навпаки. У такий спосіб підтримується постійний заданий розмір крапель.

Регулює роботу розпилювачів електромагнітний соленоїдний клапан, яким обладнаний кожен розпилювач (рис. 6).

Клапан регулює методом широтно-імпульсної модуляції інтенсивність потоку через нього. При цьому клапан відкривається і закривається 10 раз за секунду (система «Aim Command»), або 30 раз за секунду (система «Exact Apply»). Ці імпульси змінюють свою частоту залежно від заданої норми виливу і швидкості руху обприскувача під час технологічного процесу.

Клапанами керує контролер модуля керування. Він також керує сервоприводами гідравлічних вентилів, які стабілізують тиск у секціях розпилювальної штанги, а також контролює гідромотор відцентрового насоса, яким обладнані самохідні обприскувачі «Case Patriot» та «John Deere» для підтримання постійного тиску.



Рис. 6 – Розпилювальний пристрій обприскувача «Case Patriot», обладнаний електромагнітним клапаном системи керування тиском «Aim Command»

Подібні розробки має і відома компанія «Raven», США, розробки і продукцію якої впроваджують і застосовують провідні виробники причіпних та самохідних обприскувачів («Miller», «New Holland», «Arache» та інші). Зокрема нею була розроблена новітня система контролю розпилювачів «Hawkeye» (рис. 7).

Ця система забезпечує максимальну точність роботи обприскувача за різних умов експлуатації, підвищує якість обприскування та зменшує знос/дрейф розпиленої рідини завдяки постійному контролю та регулюванню тиску рідини у штанзі та максимально використовує кожен розпилювач, який контролюється індивідуально керувальними клапанами. Це забезпечує рівномірне розпилення незалежно від швидкості руху обприскувача, а також збереження норми внесення по всій ширині штанги на поворотах.

В основі системи «Hawkeye» лежить комутаційна платформа ISOBUS, яка дозволяє системі працювати з більшістю ISO сумісних контролерів, які представлені на ринку, включаючи польовий комп'ютер Viper 4 від «Raven».

На тепер компанія «Raven» анонсувала ряд удосконалень системи контролю розпилювачів «Hawkeye». Серед удосконалень – можливість під'єднання віртуальних секцій, що дозволить оператору програмувати додаткові секції (всього до 16 секцій) і контролювати кожен секцію окремо, автоматично вимикаючи секції для запобігання перекриття і вмикаючи там, де не було внесення.

Удосконалення до «Hawkeye HD» - це система вмикання/вимикання окремих розпилювачів, що дозволяє більш точно вносити хімікати.

Слід відмітити інжекторну систему прямого впорскування препаратів «Sidekick Pro» від «Raven». Ця система передбачає роздільну подачу води та препарату з приготуванням робочого розчину необхідної концентрації в гідравлічній комунікації обприскувача під час обприскування. При цьому чиста вода і препарат пестициду знаходяться в різних баках.

Потужний об'ємний насос (рис. 8) впорскує хімікат у нагнітальну лінію з водою у безпосередній близькості



Рис. 7 – Система контролю розпилювачів «Hawkeye»

до штанги і далі робоча рідина заданої концентрації подається до розпилювачів.

Як наслідок, усуваються втрати препарату через залишок робочого розчину в баку обприскувача після закінчення роботи, зникає потреба попередньої підготовки суміші в баку обприскувача (завдяки функції автоматичного заповнення і закритого калібрування), зникають контакти оператора з хімікатами, регулювання концентрації хімікатів в реальному часі, що виключає внесення надлишкової або недостатньої кількості готової суміші, відпадає необхідність здійснення промивання бака після кожного обприскування.

Роздільна подача води і препарату дозволяє вносити робочу рідину під час обприскування зі змінною нормою витрати препарату та комбінацію декількох препаратів під час обприскування.

Функція «Sidekick Pro» забезпечує можливість встановлення на обприскувач до 4-х таких систем (рис. 9) і перемикати на необхідний вид хімікату на ходу.



Рис. 9 – Розташування систем «Sidekick Pro» на самохідному обприскувачі

Розробленням і застосуванням системи прямої подачі препаратів також займаються такі компанії як «Dosiertechnik» (Німеччина), «Cleanacres Machinery» (Великобританія), «Walsch Manufacturing» (США), «Теспота» (Франція) та ін.

Фірми «John Deere» (США) та «Lechler» (Німеччина) розробили пневматичні відсічні пристрої з відповідно шістьма (рис. 10) та чотирма розпилювачами, кожний з яких окремо, або два чи три разом в будь-якій послідовності можуть вмикатися або вимикатися оператором з кабіни трактора, з яким агрегатується обприскувач, чи самохідного обприскувача за допомогою комп'ютера. Це дозволяє під час роботи змінювати норму витрати чи дисперсність розпилу без зміни робочого тиску, що дає можливість вибирати оптимальні режими обприскування залежно від умов роботи.



Рис. 8 – Система прямого вприскування препаратів «Sidekick Pro»



Рис. 10 – Пневматичні відсічні пристрої «John Deere» (США) з шістьма розпилювачами

**Висновки.** Аналіз сучасних технологій вирощування с.-г. культур доводить, що без ефективного використання засобів захисту рослин для системної боротьби з бур'янами, хворобами та шкідниками неможливо отримати високих врожаїв.

При цьому внесення великої кількості агресивних хімікатів створює значний негативний тиск на довкілля.

Це висуває жорсткі вимоги як до самих препаратів, так і до технології їх застосування та технічних засобів (обприскувачів), які в них використовуються.

З урахуванням цього сучасні інноваційні підходи до технологій хімічного захисту рослин передбачають і вимагають переходу від традиційних методів внесення розчинів пестицидів з нормами 200-500 л/га до малооб'ємного обприскування нормами до 100-50 л/га.

Це досягається завдяки застосуванню різних типів розпилювачів, способів та засобів доставки розпиленої рідини на поверхню рослин, використанням новітніх методів приготування та внесення робочого розчину, якнайбільшого застосування комп'ютерних технологій.

## Література

1. Коваль В., Мележик О. Обприскування відцентровими обприскувачами Роса / Техніка і Технології АПК. – 2011. №№ 11 (26)-12 (27).

2. Коваль В., Мележик О. Обприскування відцентровими обприскувачами РОса / Техніка і Технології АПК. – 2012. №№ 1 (28)-2 (29).

3. Барановський О.С., Марченко В.В. Механіко-технологічні засади ефективного застосування пестицидів при обприскуванні / Аграрна техніка та обладнання. – 2008. № 4 (5).

4. Мейсахович Я.А. Наземное малообъемное опрыскивание сельскохозяйственных растений – Л., «Колос», 1974.

5. Інформаційні матеріали дилерів виробників обприскувачів закордонного виробництва – АМАКО, АСТРА, РАЙЗ.

6. Методическое пособие «Теория и практика опрыскивания 2010», компанія «Lechler».

7. Протокол державних випробувань. Обприскувач самохідний «Case Patriot 3330»: № 1523/0510-03-2012. – Південно-Українська філія УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого.

**Аннотация.** В статье описаны основные составляющие комплексного подхода ведущих производителей опрыскивателей к поиску путей дальнейшего совершенствования их конструкций и технико-технологических решений в плане эффективного применения пестицидов, технологического использования опрыскивателей, а также с точки зрения обеспечения высокого качества обработки, минимизации затрат на средства защиты растений, соблюдение высоких экологических требований.

Приведены основные способы улучшения дисперсности капель и их доставки к поверхности растений с наименьшими потерями. Выводы сделаны в результате анализа результатов испытаний различных типов опрыскивателей, их компонентов и систем внесения пестицидов (распылителей), а также анализа данных различных авторов и проспектов дилеров - поставщиков техники для защиты растений.

**Summary.** The article describes the main components of the integrated approach of leading manufacturers of sprayers to find ways to further improve their designs and technical and technological decisions in terms of effective use of pesticides, the technological use of sprayers, as well as in terms of ensuring high quality of processing, minimizing the costs of plant protection products, compliance High environmental requirements.

The main methods of improving the dispersion of droplets and their delivery to the surface of plants with the least possible losses are given.

The conclusions are made as a result of the analysis of the results of tests of various types of sprayers, their components and systems for the introduction of pesticides (sprayers), as well as the analysis of data from various authors and prospectuses of dealers, suppliers of technology for plant protection.

Стаття надійшла до редакції 5 вересня 2017 р.