

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРИМУСОВОГО ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ НА ОСАДЖЕННЯ РОЗПИЛЕНИХ КРАПЛИН РОБОЧОЇ РІДИНИ

В. І. Панасюк, провідний інженер
Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства» НААНУ

Застосування пестицидів у великих об'ємах призводить до значних фінансових витрат, а також спричинює забруднення ними довкілля, нагромадження токсичних речовин у рослинах, їх продуктах, ґрунті, водоймах, тваринах, а звідси і в організмі людини.

Важливим напрямком досліджень щодо зменшення об'ємів застосування пестицидів є підвищення ефективності та екологічної безпеки їх використання за рахунок покращення показників якості обробки сільськогосподарських культур, внаслідок чого норми витрати пестицидів можуть бути зменшені в декілька разів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Відомо, що зі зменшенням розміру краплин підвищується біологічна дія пестицидів, але при цьому збільшується знесення препарату в атмосферу. З метою зменшення величини дії цього протиріччя розроблені і вже впроваджені у виробництво принципово нові пневмогідравлічні розпилювачі, в яких, певною мірою, вирішене питання підвищення

біологічної ефективності краплин великого діаметра за рахунок того, що ці краплини частково наповнюються повітрям і після осідання на поверхню рослин лопаються. В результаті з однієї краплини відносно великого розміру утворюються декілька краплин значно меншого розміру. Таким чином, обприскування виконується крупними краплинами, які мають високу ступінь осідання, а рослини обробляються високоефективними дрібними. Але у пневмогідролічних розпилювачів має місце відносно висока полідисперсність краплин, що призводить до зниження біологічної ефективності дії препарату за рахунок наявності в спектрі розпилу краплин як відносно великого, так і малого розміру.

Останнім часом провідні фірми почали виготовляти обприскувачі з пневматичним осадженням краплин. В таких обприскувачах рідина розпиляється на більш дрібні, порівняно зі звичайними обприскувачами, краплини, які осаджуються на рослини повітряним потоком, що утворюється осьовим вентилятором. При цьому покращуються проникнення краплин в рослинний покрив та рівномірність обробки ними рослин. За даними фірми “Hardi” [1] нижня частина листків при цьому обробляється в 2-5 рази більше, а знесення препарату досягається до 90 % менше порівняно зі звичайним обприскуванням. Це дозволяє виконувати обприскування при швидкості вітру до 9 м/с в той час коли звичайне обприскування допускається виконувати при швидкості вітру не більшій 5 м/с.

За даними фірми “Rau” [2] пневматичне осадження краплин дозволяє до 50 % підвищувати робочу швидкість агрегата. Крім цього, повітря замінює частину води в якості носія, що дозволяє в 2-3 рази зменшувати норму внесення робочої рідини. Звідси менші витрати часу на заправку та транспортування води.

В обприскувачах з пневматичним осадженням подача стиснутого повітря з еластичних рукавів здійснюється через отвори великого діаметра, що вимагає великої подачі вентиляторів та значних енерговитрат для їх приводу. Так, наприклад, в обприскувачах серії COMMANDER TWIN FORCE фірми “Hardi” (Данія) подача повітря в кількості 2000 м³/год на 1 м довжини штанги з максимальною швидкістю 35 м/с для правої і лівої частин штанги здійснюється двома осьовими вентиляторами діаметрами 630 мм [3]. В обприскувачах СПРИДО-ТРАЙН, СПРИДОМАТ Д2 і СПРИДО-ПОРТ фірми “Rau” (Німеччина) осадження краплин робочої рідини здійснюється повітряним потоком, що створюється великогабаритними осьовими вентиляторами діаметром 750-1000 мм з великою потужністю (24-40 кВт) для приводу. Подача повітря становить 40–62 тис. м³/год (за

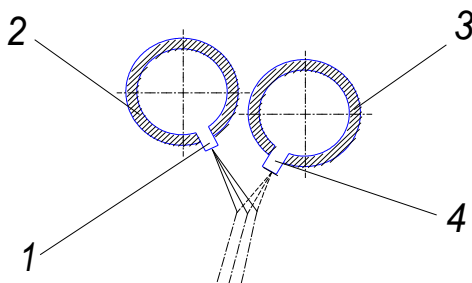
ширини обприскування 12-24 м), а максимальна швидкість повітря 45 м/с [2]. Подача вентиляторам повітря настільки велика, що повітря доносить краплини робочої рідини до поверхні ґрунту, що призводить до його забруднення і, відповідно, погіршення екології довкілля. При внесенні ґрунтових гербіцидів або при обприскуванні полів з невеликим рослинним покривом краплини разом з повітряним потоком відбиваються від поверхні ґрунту і зносяться в атмосферу, що також забруднює довкілля. Крім того, для значної подачі повітря необхідні великі енерговитрати для приводу осьових вентиляторів. Окрім цього, наявність повітряних рукавів збільшує парусність штанги, що в свою чергу потребує конструкції із підвищеною міцністю на згинання.

Мета досліджень. Узагальнення результатів теоретичних та експериментальних досліджень, обґрунтування основних технологічних параметрів процесу осадження краплин робочої рідини повітряним потоком.

Результати досліджень. Невисокий тиск, створюваний осьовими вентиляторам (не більше 4 кПа) [4] та невелика швидкість повітряного потоку (35-45 м/с на виході із отворів рукавів) не надають суттєвого прискорення руху краплин та не призводять до значного зменшення часу досягнення краплинами поверхні рослин, чим обумовлюється випаровування краплин в процесі обприскування. Це призводить до зменшення ефективності застосування примусового осадження краплин робочої рідини за допомогою стиснутого повітря, яке надходить з повітряних рукавів та погіршення екології довкілля.

З врахуванням результатів теоретичних досліджень нами були запропоновані наукова гіпотеза та технічне рішення для підвищення ступеня осадження краплин робочої рідини, які максимально враховують переваги відомих способів пневматичного осадження та виключають недоліки кожного з них. Суть їх полягає в тому, щоб повітряний потік використовувати для збільшення швидкості краплин і тільки частково для їх транспортування. З цією метою вирішено впливати на збільшення швидкості краплин після того, коли їх швидкість знижується до 5-6 м/с. Для цього на певній відстані від розпилювача швидкість краплин збільшується за допомогою повітряного потоку до рівня, якого достатньо для осідання їх на поверхню, що обробляється. Конструктивно це вирішується таким чином. Паралельно до колектора 2 (рис. 1) з розпилювачами 1, але нижче нього, встановлюється повітропровід 3, через насадки 4 якого поступає під тиском повітря. Повітряний потік діє на краплини і збільшує їх швидкість.

Для перевірки гіпотези проводились експериментальні дослідження на стенді. Даний стенд дозволяв регулювати тиск P рідини в межах від 0,1 МПа до 0,4 МПа та напір H повітря в межах від 0,01 МПа до 0,03 МПа.



*Рис.1. Схема пристрою для реалізації наукової гіпотези:
1- розпилювач; 2-колектор; 3-повітропровід; 4-насадка.*

При цьому рідина подавалась гідравлічним насосом, а повітря – окремими потоками за допомогою двох повітродувок подачею 500 м³/год кожна. До цього стенда нами був розроблений пристрій, який дозволяв регулювати відстань між колектором з розпилювачами та повітропроводом, з якого виходить осаджуючий потік як у горизонтальній, так і у вертикальній площинах. Взаємне розташування колектора і повітропроводу було таким, щоб повітропровід був максимально наближеним до факела розпилу, але при цьому на нього не попадали краплини. Крім цього, пристрій дозволяв повертати повітропровід і фіксувати його положення. З однієї повітродувки повітря подавалось до повітропроводу, а з іншої - до спеціального щілинного сопла.

Швидкість осідання краплин визначали аналітичним методом за величиною знесення їх повітряним потоком з відомими початковими параметрами. Для цього на відстані 50 см від розпилювача діяли на факел розпилу повітряним потоком, який виходив з щілинного сопла з шириною щілини 5 мм та довжиною 20 мм, при напорі повітря в межах від 0,01 МПа до 0,03 МПа. Це сопло було розташоване перпендикулярно до факела розпилу на відстані 10 см від нього. Знесена рідина потрапляла на гофровану поверхню, яка розташована на 10 см нижче місця дії повітряного потоку на факел розпилу. Гофрована поверхня могла розташовуватись як перпендикулярно, так і

паралельно до факелів розпилу. З цієї поверхні рідина стікала у мірні циліндри, за допомогою яких визначали розподіл рідини на гофрованій поверхні. Над гофрованою поверхнею протягували закріплені на підставці паперові картки розміром 25x75 мм фірми “NOVARTIS” (Швейцарія) та картки із крейдованого паперу розміром 50x70 мм, оброблені 3-5 % розчином парафіну у толуолі (ортоксилолі) для зменшення розтікання краплин. На ці картки осаджувались краплини на різній відстані від сопла. Вплив осаджувального потоку на дисперсність розпилу оцінювали шляхом визначення медіанно-масового діаметра (ММД) краплин з РД 10.6.1-89 [5].

Дослідження впливу осаджувального потоку на дисперсність розпилу (рис. 2) показали, що при збільшенні напору повітря в повітропроводі осаджувальний потік частково сприяє підвищенню дисперсності краплин. В результаті досліджень впливу осаджувального потоку на швидкість осідання краплин отримані криві розподілу рідини в перпендикулярному до факела розпилу напрямку при роботі без осаджувального потоку, з осаджувальним потоком без бокового дуття та з осаджувальним потоком і боковим дуттям. З цих кривих витікає, що на відстані 60 см від розпилувачів у вертикальній площині осаджувальний потік зміщує факел розпилу на 40-50 мм, що не має принципового значення для розподілу рідини на поверхні, що обробляється. При тиску рідини 0,2 МПа знесення її боковим дуттям становить 48 мм, а при тиску 0,3 МПа – 36 мм.

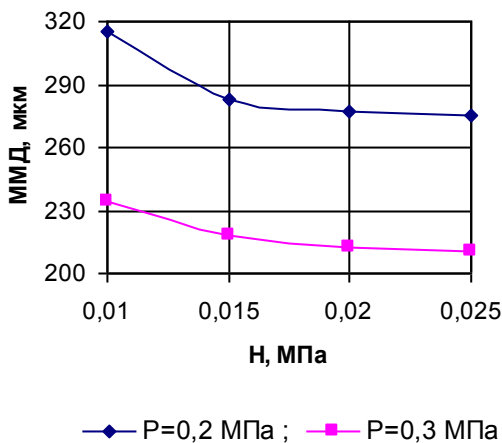


Рис. 2. Залежність медіанно-масового діаметра краплин від напору осаджувального потоку

Швидкість затухання повітряного струменя, що витікає з прямокутного сопла шириною $2 \cdot b$ і висотою $2 \cdot a$ з постійною по всьому перерізу швидкістю v_n , можна визначити за формулою [6] :

$$v_{нов} = v_n \sqrt{\operatorname{erf}\left(\frac{b}{2kh}\right) \cdot \operatorname{erf}\left(\frac{a}{2kh}\right)}, \quad (1)$$

де $\operatorname{erf} x = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x e^{-t^2} dt$ – інтеграл ймовірностей;

v_n – початкова швидкість струменя, м/с;

a, b – відповідно половина ширини та висоти сопла, м;

h – відстань від сопла до цільової поверхні, м;

k – постійна, що визначається експериментально.

В результаті розрахунку за формулою (1) та за рівнянням руху частинок у турбулентному потоці [7] за допомогою персонального комп'ютера отримані швидкості краплин та повітряних струменів на відстані h від сопла залежно від їх початкової швидкості. Звідси можна визначити швидкість осідання краплин в залежності від величини їх знесення.

Висновки.

1. Викладено результати теоретичних та експериментальних досліджень процесу пневматичного осадження краплин робочої рідини в обприскувачах та обґрунтовано основні його технологічні параметри.

2. Запропоновано нове технічне рішення для пневматичного осадження краплин робочої рідини при обприскуванні.

3. Дослідженнями встановлено, що при збільшенні напорі повітря осаджуючий потік частково сприяє підвищенню дисперсності краплин. Осаджуючий потік подрібнює в більшій мірі великі краплини, чим покращує якість розпилення.

Література

1. HARDI TWIN. Ein System setzt sich durch // HARDI RAMA : Informationsmagazin über Pflanzenschutz. – 1995. – № 11. – С. 6.

2. Техника для опрыскивания. Высококачественные навесные и прицепные опрыскиватели: проспект / RAU. – Weilheim // Teck : Maschinenfabrik RAU GmbH, 1996. – 16 с.

3. TWIN FORCE – excellent performance regardless of conditions. COMMANDER TWIN FORCE: Prospect / HARDI. – Taastrup : Hardi International A/S, 2000. – 8 p.

4. Дурнов П. И. Насосы, вентиляторы, компрессоры / П. И. Дурнов. – К. : Вища школа, 1985. – 264 с.
5. РД 10.6.1. – 89 Испытания сельскохозяйственной техники. Опрыскиватели, опыливатели, расселители энтомофагов, машины для приготовления и транспортировки рабочей жидкости. Программа и методы испытаний.
6. Исследование турбулентных воздушных струй с произвольными начальным сечением и профилем скорости / И. П. Масло, С. П. Тимошенко, А. С. Барановский [и др.] // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1979. – Вып. 44. – С. 7–13.
7. Зуев Ф. Г. Пневматическое транспортирование на зерноперерабатывающих предприятиях / Ф. Г. Зуев. – М. : Колос, 1976. – 344 с.