

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ І ОБГРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ШТАНГОВИХ ОБПРИСКУВАЧІВ.

**К.т.н. Кушнар'ов С.А., магістр Кошкідько О.М.,
ВП НУБіП України «Ніжинський агротехнічний інститут»**

Мета та задачі дослідження

Метою даної роботи є підвищення якісних показників роботи штангового обприскувача.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- ♦ визначити фізичний зміст процесу обприскування;
- ♦ розробити методіку дослідження і оптимізації технологічних параметрів і робочих органів, що впливають на якість обприскування;
- ♦ встановити характер впливу зміни конструктивно-технологічних параметрів на критерії якості;
- ♦ визначити раціональні геометричні параметри розподільчої системи для конкретних агротехнічних умов на певній культурі;
- ♦ експериментальним шляхом дослідити вплив обраних конструктивно-технологічних параметрів на критерії якості обприскування, та обрати раціональні значення вищезазначених параметрів для певних умов;
- ♦ провести порівняльну техніко-економічну оцінку модернізованою машини із серійною.

Вивчення фізичного змісту процесу обприскування

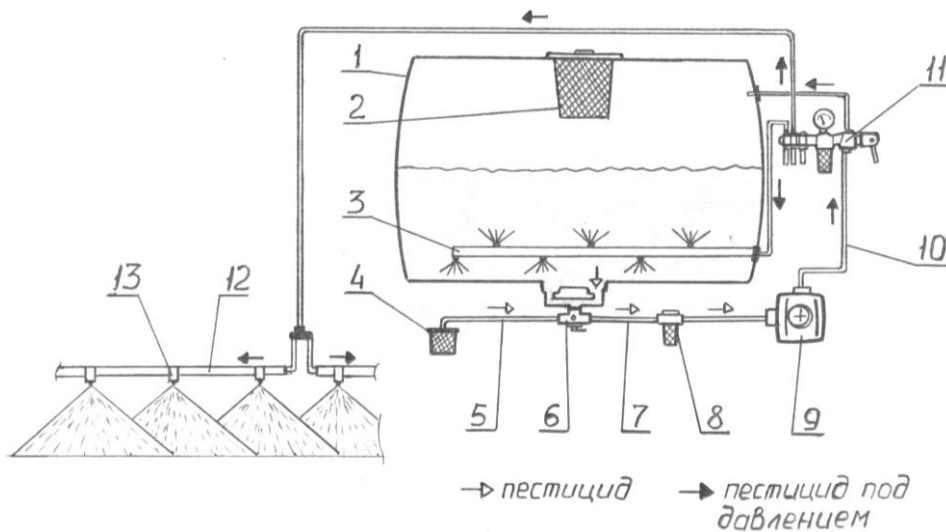
Найбільш поширеним способом хімічного захисту сільськогосподарських культур є – обприскування, яке полягає в нанесенні на рослини рідких пестицидів у вигляді розчинів, суспензій чи емульсій екстрактів різних концентрацій. Отрутохімікати наносяться в розпиленому вигляді, тому вони добре прилипають до оброблюваної поверхні і тривалий час проявляють свої токсичні властивості.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Для внесення пестицидів використовується велика кількість різних машин, апаратів і пристосувань. При машинному методі обприскування польових культур найширше застосовуються причіпні штангові обприскувачі. Одним із найпоширеніших вітчизняних представників є обприскувач ОП-2000 та його модифікації, що агрегуються із тракторами тягового класу 1,4 – 2 (найчастіше з МТЗ-80).

Технологічна схема обприскувача представлена на рисунку 3.1. Розподіляючий робочий орган являє собою багатосекційну горизонтальну штангу верхнього розпилу, що складається, для обробки пестицидами польових культур. Керування розподіляючим пристроєм – гідравлічне з місця тракториста. Насос приводиться в дію від ВВП трактора.

Робочий процес. Бак 1 заповнюють рідким пестицидом (розчином) із заправних засобів через горловину з вмонтованим фільтром 2, чи за допомогою заправної магістралі. При роботі обприскувача робоча рідина насосом 9 через фільтр 8 подається з бака в регулятор тиску - дозатор - розподільний пристрій 11 і далі в колектори 12. З яких пестицид виходячи через розпилюючі наконечники наноситься у розпиленому стані на оброблювану поверхню (рослини, комах і поверхню ґрунту). Частина робочої рідини від регулятора тиску через розподільник приділяється до гідромішалки 3, а надлишок - через редуційний клапан у бак.



1 – бак, 2 – фільтр заливної горловини, 3 – гідромішалка, 4 – фільтр заправного пристрою, 5 – заправний рукав, 6 – кран розподільний, 7 – рукав всмоктувальний, 8 – фільтр, 9 – насос, 10 – рукав напірний, 11 – регулятор тиск-дозатор-розподільник, 12 – колектор штанги, 13 – наконечник розпилюючий.

Рисунок 1 - Технологічна схема обприскувача

Визначення показників якості обприскування

Нерівномірність розподілу робочої рідини (коефіцієнт варіації) визначають по відкладенню крапель на уловлюючих поверхнях, методом колориметричного аналізу і знаходять середнє квадратичне відхилення

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

де x – середнє арифметичне значення відкладення, $\text{мл}/\text{см}^2$;

x_i – відкладення на кожній поверхні, $\text{мл}/\text{см}^2$;

n – число повторностей.

Нерівномірність розподілу рідини, %,

$$m_v = \pm \frac{\sigma}{x} 100, \quad (2)$$

Чим менше m , тим краще рівномірність розподілу.

Густота покриття n_n (шт./ см^2) визначається шляхом підрахунку числа крапель N_0 на картках із крейдованого папера під мікроскопом:

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

$$n_n = \frac{N_0}{f_n} \quad (3)$$

де f_n - переглянута площа, см².

Диспергування робочої рідини визначається шляхом обробки результатів мікроскопування по класах розмірів крапель, мкм:

$$d_i = \frac{K_k \cdot \beta}{a}, \quad (4)$$

де K_k – розмір краплі, виражений у числі поділів окулярної сітки;

β – ціна одного поділу окулярної сітки, мкм;

$a = 1,026$ – коефіцієнт розтікання на картках із крейдованого паперу, покритого парафіном.

Масовий медіанний діаметр визначають по таблиці дисперсності розпилу [6].

Ступінь покриття краплями оброблюваної поверхні

$$k_n = \frac{25\pi}{S_0} (d_1^2 N_1 + d_2^2 N_2 + \dots + d_n^2 N_n) = \frac{25\pi}{S_0} \sum d_i^2 N_i \quad (5)$$

де d_1, d_2, \dots, d_n – діаметри слідів крапель, мкм;

N_1, N_2, \dots, N_n – число крапель кожного розміру;

S_0 - оброблена площа, мкм².

Коефіцієнт ефективної дії краплі:

$$k_g = \frac{S_g}{S_c} = \frac{(d_c + 2r)^2}{d^2} \quad (6)$$

де $S_c = 0,78 \cdot d_c^2$ – площа сліду краплі, мкм²;

$S_g = 0,78 \cdot (d_c + 2 \cdot r)^2$, r - зона ефективної дії: $r = 100 \div 200$ мкм.

Ступінь ефективного покриття краплями оброблюваної поверхні

$$k_g = k_g \cdot k_n, \quad (7)$$

отже, зі зменшенням розміру краплі збільшується коефіцієнт ефективності його дії.

Залежності між витратою рідини Q (см³/га), густотою покриття n , (шт./см²) і дисперсністю виражається залежністю

$$Q = 10^8 n_n (\pi d_k^3 / 6) \quad (8)$$

де d_k - середній діаметр крапель, см.

Звідки густина покриття

$$n_n = \frac{6Q}{10^8 \pi d_k} \quad (9)$$

Сплошність факела розпилу перевіряють візуально. Границі факела розпилу повинні бути чітко позначені і при цьому не повинно бути видимих і яскраво виражених окремих струменів (розпилювачі, що не відповідають цим вимогам, вибраковуюються).

Визначення витрати рідини через розпилювачі проводиться за допомогою градуйованих резервуарів. На машині залишають розпилювачі, у яких витрата рідини не більш $\pm 5\%$ середнього арифметичного значення.

Необхідна хвилинна витрата, л/хв,

$$q = \frac{B_p v Q_t}{600n} \quad (10)$$

де B_p – робоча ширина захвата, м;

v - швидкість руху агрегату, км/год;

Q - норма витрати робочої рідини, л/га;

n - число розпилювачів.

Потрібна кількість машин для обробки ділянки площею F , га,

$$n_M = \frac{F}{W_{cm} t_{cm}}, \quad (11)$$

де W_{cm} – продуктивність за 1 ч змінного часу, га/год;

t_{cm} – тривалість зміни, ч.

Продуктивність машини

$$W_{cm} = \frac{V_6}{Q \left(\frac{2l_x}{v_x} + \frac{V_6}{a} + t_n + t_b \right) + \frac{V_6(1 + e' + e'')}{0,1Bv}} \quad (12)$$

де V_6 – обсяг бака, л;

l_x – відстань від місця роботи до пункту заправлення, м;

v_x – швидкість агрегату при переїздах, км/год;

a – продуктивність заправного пристрою, л/хв;

t_n – час для одного повороту наприкінці гону, хв;

t_b – час підготовки машини до заправлення, хв;

e' – відношення часу, затрачуваного на технічне обслуговування, до чистого часу;

e'' – відношення часу на непередбачені технологічні й інші втрати, до чистого часу роботи;

Q – витрата рідини, л/га;

B – ширина захвата машини, м;

v – робоча швидкість, км/ч.

Визначення показника нерівномірності розпилу

З метою виявлення оптимальних режимів роботи розпилувачів, відповідних рівномірному розподілу робоча рідині по ширині штанги, при яких коефіцієнт варіації не повинно перевершити 30 % - ного рівня, необхідно провести дослідження зносу гербіцидів боковим повітрям до 6 м/с і математичне моделювання роботи штанги з досліджуваними розпилувачами.

Визначення ширини захвату агрегату

Ширина захоплення (B_3) агрегату із органами, які загортають визначається по формулі:

$$B_3 = (n - 1) \cdot B_0 + B_1 + B_2 \quad (13)$$

де: $n B_0$ - кількість і крок розпилувачів на штанги, шт; м;

B_1, B_2 - "почало" і "кінець" діаграми розпилювання рис 2.2.

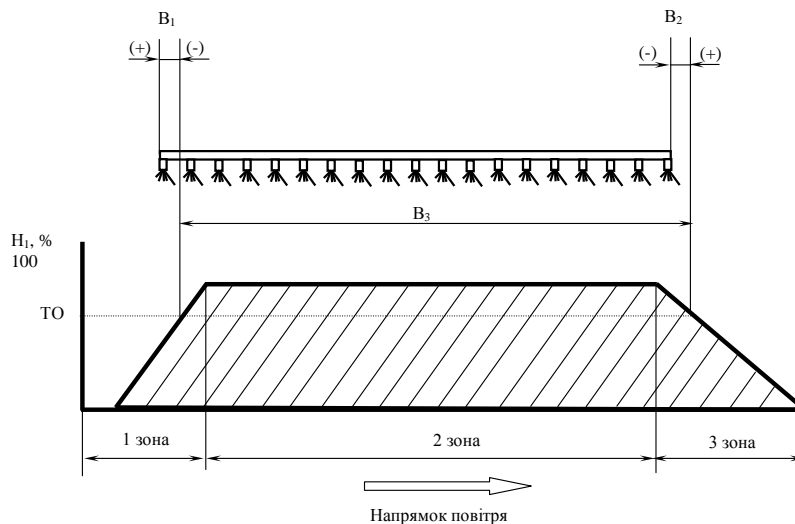


Рис. 2 Діаграма розподілу гербіциду при бічному вітрі. 1, 2, 3 зони - "начало", центральна частина і "кінець" штанги; H - норма внесення гербіциду %

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Якщо внесення гербіциду здійснюється двома окремими агрегатами, тобто обприскувачем і знаряддям, які загортають то останній агрегат рухається без перекриття попереднього проходу, а виліт маркерів обприскувача розраховують по наступних формулах: при водінні трактора серединою (пробкою радіатора) виліт маркерів рівний:

$$C_{лев.} = C_{прав.} = \frac{n-1}{2} \cdot B_0 + B_1 + B_2 \quad (14)$$

Якщо водіння трактора здійснюється правим переднім колесом по борозні маркера, то:

$$C_{лев.} = \frac{n-1}{2} \cdot B_0 + B_1 + B_2 - \frac{B_{тр.}}{2} \quad (15)$$

де $B_{тр.}$ - ширина колії трактора, м.

Визначення показників якості обприскування

Рівномірність розподілу робочої рідини, а отже, і гербіциду визначається по кількісному відкладенню фарбника на фіксуєючих поверхнях методом колориметричного аналізу на фотоколориметрах ФЭК-м, ФЭК-56М відповідно до інструкції, що додається до них.

Одержані дані відкладення рідини, мл/см², на фіксуєючих поверхнях обробляють статистичним методом по наступних формулах:
- середньоарифметичне значення

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \quad (16)$$

де x_1, x_2, x_3 - відкладення рідини на поверхні, мл/см²;

n - число повторностей;

- середньоквадратическое відхилення

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x - x_i)^2}{n-1}} \quad (17)$$

де x - середньоарифметичне значення, мл/см²;

x_i - відкладення на кожній поверхні, мл/см²;

$\bar{x} - x_i$ - відхилення відкладення від середнього значення, мл/см².

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Нерівномірність розподілу рідини характеризується коефіцієнтом варіації %:

$$V = \pm \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100 \quad (18)$$

Менша величина коефіцієнта варіації характеризує кращу рівномірність розподілу.

Густина покриття краплями (шт./см²) визначається шляхом підрахунку крапель на картках з крейдованого паперу під мікроскопом. При цьому на кожній картці повинне бути видимим не менше 5 смуг завдовжки 20 мм, які беруться в різних ділянках картки. При підрахунку крапель враховують проглянуту площу.

Густина покриття n, шт./см², визначається по формулі:

$$n_0 = \frac{N_0}{f_0} \quad (19)$$

де N_0 - загальне число врахованих крапель;

f_0 - проглянута площа, см².

Диспергування робочої рідини визначається шляхом мікроскопування карток і статистичної обробки результатів мікроскопування.

При мікроскопуванні карток формується краплинна вибірка, що складається з певної кількості зміряних крапель, розподілених по класах розмірів. Для спрощення подальших розрахунків класи розмірів крапель виражені в числі ділень окулярної лінійки мікроскопа:

K_{\min} - нижня межа кожного класу розмірів крапель, виражена в числі ділень окулярної сітки;

K_{\max} - верхня межа кожного класу розмірів крапель, виражена в числі ділень окулярної сітки;

$$K_i = \frac{K_{\min} + K_{\max}}{2} - \text{середній розмір класу, виражений в числі}$$

ділень окулярної сітки.

При мікроскопуванні картку встановлюють на столик препаратомоводителя. Перегляд здійснюють смугами довгої $L=60$ мм. Ширину смуги при цьому визначають кількістю ділень окулярної лінійки або сітки у полі зору мікроскопа при вибраному збільшенні.

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

При перегляді фіксують кількість крапель N , в кожному класі розмірів капіж і кількість проглянутих смуг для кожного класу розмірів крапель.

Обов'язковим є проглядання 4 смуг. Якщо після їх перегляду в класі K_i опиниться менше 10 крапель, то необхідно проглянути ще 6 смуг (всього 10), фіксуючи тільки краплі класу K_i , і більше. Після перегляду 10 смуг картки, на яких є краплі класу 30 ділень і більш, піддають подальшому мікроскопуванню, фіксують краплі того класу і нижче, де зафіксовано на 10 смугах менше 10 крапель. Додатково проглядають 10 смуг.

На щільно покритих картках для класів до 15 - 17 ділень немає необхідності проглядати повністю 4 смуги, а досить обмежуватися набором крапель в кількості не менше 500 шт., причому крапель класу 15 - 17 ділень повинне бути не менше 20, а для класів 13 - 15, 11 - 13 і т.д. мінімальна кількість зафіксованих крапель повинна бути більше.

Обробку результатів мікроскопування проводять в наступній послідовності.

1. Для кожного класу розмірів крапель розраховується загальна проглянута площа, S_i , см², по формулі

$$S_i = L \cdot h \cdot Z_i \quad (20)$$

де L - довжина смуги, що проглядається, см;

h - ширина смуги, що проглядається, см;

Z_i - кількість проглянутих смуг для кожного класу розмірів крапель.

2. Для кожного класу розмірів крапель визначають приведену кількість крапель, тобто кількість крапель, що доводиться на 1 см² проглянутій площі, по формулі:

$$n_i = \frac{N_i}{S_i} \quad (21)$$

де n – приведене 1 см² кількість крапель;

N_i - кількість крапель, зафіксована в кожному класі розмірів при мікроскопуванні;

S_i - загальна проглянута площа для кожного класу розмірів крапель, см².

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

Для кожного класу розмірів крапель визначають величину, що характеризує масу рідини, поміщеної в краплях цього класу.

3. Потім визначають суму значень величини $n_i \cdot k_i^3$ (тобто суму по вертикалі).

4. Визначають частку маси рідини P_i %, що міститься в кожному класі розмірів крапель, по формулі:

$$P_i = \frac{n_i \cdot k_i^3}{\sum n_i \cdot K_i^3} \cdot 100 \quad (22)$$

Визначають накопичені значення частки маси рідини для кожного подальшого класу, тобто

$$\sum_{j=1}^i P_j = 1, 2, 3, \dots, m \quad (23)$$

де m - число класових проміжків.

Сума накопичених значень доль маси рідини для всіх класів повинна складати 100 %.

За даними розрахунків будують інтегральну криву розподілу доль маси рідини по класах розмірів крапель в координатах P_{id} таким чином: по осі абсцис відкладають верхні межі кожного класу розмірів крапель в мікронах d_{max} , по осі ординат відкладають накопичені значення частки маси рідини відповідні кожному класу розмірів крапель. По одержаних крапках будують плавну криву. Значення діаметрів крапель, мкм, розраховують по формулі:

$$d_i = \frac{K_i \cdot \beta}{\alpha} \quad (24)$$

де K_i - розмір краплі, виражений в числі ділень окулярної сітки;

β - ціна одного ділення окулярної сітки, мкм;

$\alpha = 1,026$ - коефіцієнт розтікання на картках з крейдованого паперу, покритих парафіном.

7. Масовий медіанний діаметр крапель d_m визначають по таблиці дисперсності распила, де він відповідає довше маси рідини в 50 %, або з графіка інтегрального розподілу. Для цього з крапки по осі ординат, відповідній значенню 50 %, проводять лінію, паралельну осі абсцис, до перетину з кривою і з точки перетину - лінію, паралельну осі ординат,

Сучасні проблеми та технології аграрного сектору України

до перетину з віссю абсцис. Точка перетину з віссю абсцис і визначає величину масового медіанного діаметру.

Висновки

У статті наведено методики проведення досліджень по визначенню основних показників роботи які впливають на якісні показники його роботи. При впровадженні цих методик можливо зробити рекомендації з виконання регулювань опрыскувачів у відповідності з конкретних умов роботи

Список використаної літератури

1. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. Под общ. Редакцией Г.Е.Листопада. – М.: Агропромиздат, 1986. – 688 с., ил.
2. Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины. – М.: Агропромиздат, 1989, - 527 с., ил.
3. Шамаев Г.П., Шеруда С.Д. Механизация защиты сельскохозяйственных культур от вредителей и болезней. – М.: Колос, 1978. – 256 с., ил.
4. Як підвищити якість внесення та ефективність використання пестицидів? О. Барановський, М. Грицишин. ІМЕСГ УААН. /Сільськогосподарська техніка, №3 1999р., стор. 32.
5. Підготовка до есплуатації штангових обпрыскувачів ОПШ-2000. І. Сушко ВАТ “Львівагромашпроект”. /Техніка АПК Науково-технічний журнал, №1 2001р., стор. 8-9.
6. Анализ факторов, влияющих на качество работы штанговых опрыскивателей. Я.Г.Озол Труды ЛСХА, 1987, вып. 239. стр.18.
7. Опрыскиватели и протравливатели. Каталог продукции «Кертитокс» Фармгеп КФТ.