

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

СІЛЕЦЬКИЙ ДМИТРО ВІКТОРОВИЧ

УДК 631.3.02.632.01

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВНЕСЕННЯ
ПЕСТИЦИДІВ З МОДЕРНІЗАЦІЄЮ ОБПРИСКУВАЧА**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр

Кваліфікаційна робота містить результати власних розробок. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ Д. В. Сілецький

Керівник роботи

Заєць М. Л.

кандидат технічних наук, доцент

Житомир – 2024

АНОТАЦІЯ

Сілецький Дмитро Вікторович. Удосконалення технологічного процесу внесення пестицидів з модернізацією обприскувача. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття першого освітнього ступеня бакалавр зі спеціальності 208 Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2024.

В роботі представлено обґрунтування удосконалення технологічного процесу нанесення пестицидів, шляхом модернізації вентиляторного начіпного обприскувача для тракторів класу 0,9...1,4.

Удосконалення полягає у модернізації розпилювача робочої рідини з ультрамалим дрібнодисперсним розпиленням на площу рослин, за рахунок чого знижується доза внесення препарату та витрата рідини.

Визначено передумови механіко-технологічних параметрів процесу внесення пестицидів. Наведено класифікацію пестицидів за призначенням та можливістю застосування для культур. Описано агротехнічні вимоги до виконання техпроцесу обприскування вентиляторним типом машин.

Обґрунтовано основні конструкційні показники та параметри модернізовано машини. Розроблено конструкційно-технологічну схему агрегату, та визначено його техніко-експлуатаційні характеристики.

Розраховано техніко-економічні показники розробленого технологічного процесу нанесення пестицидів модернізованим агрегатом. Розроблено операційно-технологічну карту виконання операцій обприскування.

Сформульовано загальні висновки по роботі та дано рекомендації при експлуатації вентиляторного типу машин для хімічного захисту рослин.

Ключові слова: обприскування, технологічний процес, параметри вентилятора, агрегат, нанесення пестицидів.

ABSTRACT

Dmytro Viktorovych Siletskyi. Improvement of the technological process of applying pesticides with the modernization of the sprayer. - *Qualification work on manuscript rights.*

Qualification work for obtaining the first bachelor's degree in the specialty 208 Agricultural engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2024.

The paper presents the rationale for improving the technological process of applying pesticides by modernizing the fan mounted sprayer for tractors of class 0,9...1,4.

The improvement consists in the modernization of the sprayer of the working liquid with ultra-small fine-dispersed spraying on the area of plants, due to which the dose of application of the drug and the consumption of liquid are reduced. The prerequisites for the mechanical and technological parameters of the pesticide application process have been determined.

The classification of pesticides according to purpose and possibility of application for crops is given. The agrotechnical requirements for the technical process of spraying with fan-type machines are described.

The main design parameters and parameters of the modernized machine are substantiated. The structural and technological scheme of the unit was developed, and its technical and operational characteristics were determined. The technical and economic indicators of the developed technological process of applying pesticides with a modernized unit were calculated.

An operational and technological map of spraying operations has been developed. General conclusions on the work are formulated and recommendations are given for the operation of fan-type machines for chemical plant protection.

Key words: *spraying, technological process, fan parameters, unit, application of pesticides.*

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБКИ РОБОЧОГО ОРГАНА ВЕНТИЛЯТОРНОГО ОБПРИСКУВАЧА	
1.1. Фізико-механічні та агробіологічні властивості пестицидів.....	7
1.2. Агроексплуатаційні вимоги, що ставляться до машини ОВОД-630.....	10
1.3. Обґрунтування конструкції та функціональної схеми удосконаленого розпилюючого органу.....	10
1.4. Порівняння конструктивних характеристик самохідних обприскувачів... Висновки до розділу 1.....	11 16
2. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБПРИСКУВАЧА	
2.1. Обґрунтування технологічного процесу та визначення основних параметрів обприскувача ОВОД-630.....	17
2.2. Розрахунок та обґрунтування основних конструктивних параметрів удосконаленого робочого органу обприскувача	20
2.3 Кінематичний розрахунок приводу робочих органів вентиляторного обприскувача	23
Висновки до розділу 2.....	26
3. КОМПЛЕКТУВАННЯ І ПІДГОТОВКА АГРЕГАТУ ДО РОБОТИ	
3.1.Розрахунок показників тягових властивостей трактора.....	27
3.2. Розрахунок продуктивності машинно-тракторного агрегату і витрати палива.....	31
Висновки до розділу 3.....	33
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	34
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЕРЕЛ.....	35

ВСТУП

Удосконалення та розробка операційно-технологічних процесів нанесення дисперсних рідких речовин є досить важким інженерним завданням, оскільки процес пов'язаний із дотриманням та виконанням цілої низки агрономічних та безпеки при виконанні, а також обмежень при механічному процесі розпилення та транспортування хімічного матеріалу.

Однією з основних проблем при нанесенні отрутохімікатів на листову частину сільськогосподарських рослин є рівномірність та дотримання дрібнодисперсності. Чим більше дрібні частинки краплин в розчині, тим складніше нанести їх на більшу відстань з високою рівномірністю, від чого зменшується ширина захвату машини та знижується продуктивність.

Поряд з цим, виникає проблема при дрібнодисперсному ультрамалому обробітку виконання обприскування при високих терморежимах навколишнього середовища, що те вносить суттєві корективи під час виконання роботи.[2]

Широке застосування вентиляторних машин для внесення пестицидів набуло при виробництві плодоовочевих культур, фруктів, садівництві, вирощування хмелю та у виноградниках, де не можливо застосовувати штангові машини.[1] Тому тема роботи є досить своєчасною та актуальною.

Метою роботи є удосконалення технологічного процесу нанесення пестицидів при застосуванні вентиляторного обприскувача.

Для досягнення даної мети, потрібно виконати наступні задачі:

- Встановити механіко-технологічні передумови застосування даного виду операції ;
- провести удосконалення параметрів робочих органів запропонованої машини для внесення пестицидів;
- розрахувати конструктивно-технологічні параметри машини для нанесення;

- розробити операційну технологію використання запропонованої машини для хімічного захисту.

Об'єкт удосконалення - операційна технологія нанесення пестицидів вентиляторним обприскувачем.

Предметом обґрунтування є – взаємозв'язок отриманих параметрів модернізації та показників роботи машини.

Методи використані при виконанні. Розрахунки проводились із використанням механіко-технологічного та математичного моделювання, із застосуванням теорії сільськогосподарських машин і механізмів та методи їх розрахунку.

Перелік публікацій автора за темою роботи:

1. Сілецький Д. В. Моделювання технологічного процесу роботи розпилення рідини обприскувачем / Д. В. Сілецький, М. Л. Заєць// Зб. тез доп. наук.-практ. конф. I-го туру Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт з галузей знань і спеціальностей. 20 березня 2024 р. Житомир: Поліський національний університет, 2024. С. 29-32.
2. Сілецький Д. В. ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ РІДИННО-ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ / Д. В. Сілецький, М. Л. Заєць //Зб. Тез X Всеукраїнської науково-практичної конференції «Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь» 18 квітня 2024 р. Житомир: ЖАТК, 2024. С.60-64.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 19 найменування. Загальний обсяг роботи становить 36 сторінок комп'ютерного тексту, 6 рисунків та таблиці.

1. МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБКИ РОБОЧОГО ОРГАНА ВЕНТИЛЯТОРНОГО ОБПРИСКУВАЧА

1.1. Фізико-механічні та агробіологічні властивості пестицидів

Для боротьби з шкідниками, хворобами рослин, бур'янами, для передзбирального видалення листя, підсушування рослин на корінні використовують різні препарати. Переважна більшість належить до хімічних засобів захисту рослин-пестицидів. Пестициди (з латинського *pestis* – шкода, *cidere* – вбивати) поняття, що увійшло до практичної термінології замість застарілого терміну отрутохімікати. [1,2,17]

Класифікують пестициди за цільовим призначенням, хімічною природою, характером дії на шкідливі об'єкти або рослини.

Виробнича класифікація. Залежно від мети застосування пестициди ділять на такі основні групи: інсекторакорциди для боротьби з шкідливими комахами (інсектициди) та рослиноїдними кліщами (акорциди); фунгіциди – для боротьби з грибними хворобами; гербіциди – для боротьби з бур'янами; нематоциди – для боротьби з рослиноїдними гематомами (дрібні круглі черви); родентициди (зооциди) – для боротьби з гризунами і дефоліанти – для передзбирального видалення листя; десиканти – для підсушування рослин на корінні. [1,2,17]

Інсектициди – залежно від способу їх надходження у тіло комахи умовно розділяють на кишкові, які потрапляють у шлунково-кишковий тракт комахи з кормом; контактні, що проявляють дію при контакті з тілом комахи; системні – ті, що проникають у рослину, перемішуються у ній та викликають загибель шкідників, які живляться соком рослин; фумиганти – ті, що потрапляють в організм комахи через дихальні шляхи. [1,3,17]

Гербіциди – за характером дії на рослин умовно розділяють на дві основні групи: вибіркові – безпечні для певних видів сільськогосподарських культур, але

пригнічують усі або частину видів бур'янів у посівах цих культур та суцільної дії, які знищують всю рослинність. Проте залежно від доз витрати, строків і способів застосування одні й ті самі гербіциди можуть діяти як вибірково і як загальнознищувальні. Гербіциди розділяють також на контактні та системні. [1,2]

Фунгіциди – за характером дії на збудників хвороб підрозділяють на два типи: захисні – запобігають ураженню рослин, але не здатні вилікувати уражені рослини; лікувальні – знищують хвороби та їх збудники, що вже потрапили в рослину. Лікувальнозахисні фунгіциди ділять на препарати контактної та системної дії. [1]

Гігієнічна класифікація.

В основу гігієнічної класифікації покладено ступінь небезпеки для теплокровних тварин, який включає п'ять основних показників: отруйність при потраплянні в організм через шкіру; рівень летучості; нагромадження в організмі; стійкість у різних середовищах у тому числі навколишньому. [1]

Згідно з гігієнічною класифікацією токсикологічні властивості пестицидів характеризуються ступенем отруйності для теплокровних тварин, а саме: сильнодіюча отруйна сировина (СДОР)– середньо смертельна доза (СД₅₀) менше 50 мг/кг маси тіла; середньо токсична СД₅₀– 200-1000 мг/кг; малотоксична СД₅₀– понад 1000мг/кг. [1,2]

Різноманітність застосування та особливостей дії на шкідливі та корисні об'єкти зумовлює необхідність випуску препаративних форм з різним вмістом них діючої речовини (д.р.). препаративну форма пестициду високої якості являє собою складну, добре збалансовану за багатьма показниками систему. [1]

Широке практичне застосування набули такі препаративні форми: змочувані порошки, концентрати емульсій, пасти, гранули, дусти, порошки для виготовлення отруйних принад, розчинні порошки, технічні продукти у вигляді

рідких препаратів і порошків, водні розчини, концентровані суспензії, розчини для ультрарідко об'ємного обприскування. [1,2]

Змочувані порошки (з.п.) – порошкоподібні пиловидні препарати, які утворюють з водою стійку суспензію. Ця препаративна форма найбільш поширена і універсальна, її використовують для обприскування рослин, обробки насіння, внесення в ґрунт тощо. Звичайно змочуючі порошки містять 15-80% д.р., різні допоміжні добавки до 10% і неактивний наповнювач – до 100%. У висококонцентровані з.п. наповнювачі не вводять. [1,17]

Концентрати емульсій (к.с.) – рідкі або пастоподібні препарати, які при змішування з водою утворюють емульсії. Досить поширені. Вміщують як допоміжні речовини, масла та стабілізатори, або розчинники і поверхнево-активні речовини, що добре змішуються з водою. Звичайно к.с. вміщує 20-65% д.р.

Пасти – мазеподібні препарати, які вміщують майже ті самі компоненти, що й з.п., а також воду. Їх використовують для обмазування ран плодових культур, а також для приготування суспензії. [1,17]

Дусти – пиловидні препарати, які не поглинають вологу. В їх склад входять: до 15% д.р. допоміжні речовини, які сприяють присипанню, зниженню пиління, злежуваності, а також наповнювач до 100%. [1,2,3]

Порошки – крім д.р., часто вміщують наповнювачі рослинного походження, наприклад, крохмаль. Застосовують для виготовлення отруйних принад.

Розчин для ультрамалооб'ємного обприскування (УМО). Спеціальні препарати, які складаються з д.р., розчинника та добавок. Використовують для обприскування за допомогою спеціальної апаратури без розбавлення водою. [1,17]

1.2. Агроексплуатаційні вимоги, що ставляться до машини ОВОД-630

Необхідність у здійсненні обробки та встановлення агротехнічних термінів визначає агрономхімік, який відповідає в господарстві за проведення захисту рослин.

При обприскуванні використовується метод дрібнокраплинного дистанційного розпилення при допустимій швидкості вітру до 3 м/с. Допускається відхилення витрати робочої рідини на 1 га до 10% від встановленої норми. Робоча рідина має бути однорідною за складом, а відхилення концентрації робочої рідини не повинно перевищувати $\pm 5\%$ від початкової концентрації. [1,2]

Обприскувана рідина має рівномірно покривати ґрунт та рослини, забезпечуючи повне покриття листової поверхні у ступені 80% для верхньої частини та 60% для нижньої. Механічні пошкодження рослин не повинні перевищувати 1%. [1]

Під час роботи обприскувачів поруч з лісовими полосами або іншими культурами не допускається потрапляння розпиленої робочої рідини на них. Швидкість руху агрегатів під час обприскування повинна бути в діапазоні від 4 до 10 км/год. Не припускаються прогалини, помилки чи перекриття в роботі. [2,3]

1.3. Обґрунтування конструкції та функціональної схеми удосконаленого розпилюючого органу

В сучасних вентиляторних обприскувачах для розпилу робочої рідини застосовують розпилюючі головки, з розпилювачами різних типорозмірів.

Розпилювачі є ключовою складовою частиною обприскувача, і правильний вибір їхнього типу, визначає рівномірність нанесення пестициду на листову частину рослини. Всі розпилювачі і накінечники-розпилювачі, для ультра дисперсного розпилу, створюють потік робочого розчину з розміром краплин від 250 до 400 мікрметрів. Цей широкий діапазон розмірів краплин може впливати

на ефективність обробки, оскільки краплини великого розміру, що потрапляють на рослину, можуть зісковзувати з неї.

При модернізації пропонується замінити розпилювач з накінецьником на відцентровий дисковий розпилювач. За рахунок відцентрової сили дисковий розпилювач забезпечує формування краплин діаметром від 60 до 150 мікрометрів. Цей діапазон розмірів краплин є значно меншим, що дозволяє отримати керований потік робочої рідини та забезпечує якісну обробку всієї рослини.

1.5. Порівняння конструктивних характеристик самохідних обприскувачів

Висока ефективність, якісне виконання завдань з меншою кількістю машин і швидке виконання сільськогосподарських робіт - це вимоги, які сучасне сільське господарство ставить перед собою. Це дозволяє сільськогосподарським підприємствам залишатися конкурентоспроможними в умовах жорсткої конкуренції. Такі вимоги змушують аграріїв використовувати потужну та універсальну техніку. Тому інженерам, які розробляють сільськогосподарську техніку, потрібно досягнути максимальної продуктивності за допомогою мінімальної кількості технічних вузлів. Особливо це стосується самохідних обприскувачів - вони стають відповіддю на ці вимоги.

При виборі таких сучасних технічно складних машин, як самохідні обприскувачі, аграріям важливо враховувати їх вартість, якість роботи, надійність та доступність сервісного обслуговування від виробника або дилера техніки. У зв'язку з цим, оглянемо основні характеристики та переваги окремих моделей самохідних обприскувачів на українському ринку. Це допоможе аграріям обрати агрегат, який найкраще відповідає їх потребам.

Наприклад, німецька компанія Amazone випускає на український ринок серійні самохідні обприскувачі Pantera з автоматичною системою керування (рис. 1.1). Їх відрізняє висока надійність і універсальність для різних умов експлуатації. Обладнані двигунами Deutz з технологією Common-Rail з потужністю 218 к.с., вони забезпечують високу продуктивність при економному споживанні палива. Безступінчастий гідростатичний привід трансмісії дозволяє досягти максимальної робочої швидкості до 20 км/год, а транспортної - до 50 км/год.



Рис. 1.1. Самохідний обприскувач Pantera

Обприскувачі мають компактне пневматичне шасі тандемного типу, ширину колії можна плавно змінювати від 1800 до 2400 мм, що забезпечує стабільність та точність роботи. Також вони оснащені багатьма іншими передовими технологіями, що робить їх одними з найбільш ефективних на ринку. Ергономічний багатофункціональний джойстик AmaPilot або AmaPilot+ та інтелектуальні сучасні термінали керування забезпечують комфорт і легкість керування обприскувачами.[18]

Компанія Case IH з США є ще одним виробником високопродуктивних самохідних обприскувачів на внутрішньому ринку. Їх серія Patriot, зокрема

модифікація Patriot 4430 (рис. 1.2.), представлена потужними 6-циліндровими дизельними двигунами Case IH FPT об'ємом 8,7 л та потужністю до 356 к.с. Ширина стріли варіюється від 18 до 36,5 м, а об'єм бака становить 4542 л. Оснащені інноваційною системою AIM Command, яка автоматично підтримує розмір крапель розчину незалежно від швидкості руху, та системою автоматичного наведення AFS AccuGuide, яка допомагає зменшити кількість проміжків і накладень під час розпилення за допомогою GPS-навігації. Система AccuBoom забезпечує оптимальну висоту обприскування для підвищення ефективності обробки. [18]



Рис. 1.2. Case IH серія Patriot

Французька компанія Verthoud представляє на ринку України свій обприскувач Bruin (рис.1.3.), який поєднує американські стандарти продуктивності з європейськими стандартами точності. Його об'єм бака може бути 3200, 4200 або 5200 л, а ширина захвату - від 22 до 44 м. Кліренс розпилювача може регулюватися від 1500 до 1800 мм гідравлічно, а ширина колії - від 3050 до 4060 мм. Обприскувач оснащений двигунами Cummins потужністю до 275 к.с. Tier III A, а також незалежною пневматичною підвіскою виробництва Dunlop, що забезпечує стабільність під час роботи та комфорт для оператора. [18]



Рис. 1.3. Обприскувач Bruin

Компанія Horsch з Німеччини пропонує на ринку України свій самохідний обприскувач Leeb PT 330(рис. 1.4.), який оснащений двигуном MTU (Mercedes) потужністю 326 к.с. З гідростатичним приводом, одним гідронасосом і чотирма гідромоторами, машина має гідропневматичну незалежну підвіску кожного колеса з автоматичним регулюванням жорсткості для стабільності шасі.



Рис. 1.4. Обприскувач Horsch Leeb PT 330

Ширина доріжки постійно змінюється від 2250 до 3000 мм, а висота розпилювача може бути 1400 або 1600 мм над поверхнею ґрунту. Висота штанги над землею коливається від 300 до 2700 мм, а ширина обробленої площі може варіюватися від 18 до 36 метрів. [18]

Машини мають два насоси: основний відцентровий насос з продуктивністю 1000 л/хв для розпилення і мембранно-поршневий насос для перекачування води

та промивання резервуарів. Система Boom Control Pro дозволяє машині працювати на мінімальних висотах штанги. Паралелограмна підвіска, контрольована чотирма датчиками, забезпечує точне копіювання рельєфу поля. Система безперервного внутрішнього очищення CCS Pro забезпечує ефективне промивання системи без необхідності участі оператора та повне управління процесом промивання з кабіни. [18]

Обприскувачі Condor від Agrifac мають об'єм бака від 3400 до 5000 літрів та широкий діапазон ширини розпилення від 24 до 51 метра. Вони оснащені турбодизельними двигунами Deutz потужністю до 200 к.с. та можуть рухатися зі швидкістю до 20 км/год на полі і до 50 км/год на дорозі. Система ClearancePlus дозволяє гідравлічно регулювати висоту від 1,4 до 2 метрів, щоб швидко адаптувати машину до різних умов роботи.

Компанія Stara з Бразилії пропонує інноваційні рішення для виробництва самохідних обприскувачів. Один із їхніх продуктів, Stara Gladiator 2300, вражає системою телеметрії, гідростатичною трансмісією та гідравлічним регулюванням ширини колії, що забезпечує стабільне обприскування в умовах складної місцевості. Його ширина захвату - 27 м, а об'єм робочого бака - 2300 л. Захист рослин забезпечується турбодизельним двигуном MWM intercooler потужністю 180 к.с. Робоча швидкість досягає 25 км/год, а комп'ютер Topper 4500–5500 полегшує керування. [18]

Jacto, бразильська компанія, відома на українському ринку як виробник надійної сільськогосподарської техніки. Один з їхніх самохідних обприскувачів, Jacto Uniport 4530, має вражаючі характеристики: ширина захвату 36 м, об'єм бака 4500 л, та потужний двигун Cummins QSB 6.7 Electronic на 240 к.с. Унікальність полягає в керуванні двигуном та гідростатичною трансмісією через бортовий комп'ютер, забезпечуючи швидкість від 2 до 35 км/год.

Українська компанія ПрАТ «Богуславська агроінжиніринг» пропонує самохідний обприскувач ІБІС 3180 (рис. 1.5.) з високим кліренсом, об'ємом бака 3150 л і шириною захвату 24 або 28 м.



Рис. 1.5. Самохідний обприскувач ІБІС 3180

Він оснащений дизельним двигуном Perkins на 145 к.с. та гідравлічною трансмісією 3000, що забезпечує швидкість до 20 км/год. IBIS 3180 має систему примусового нахилу штанги та можливість установки комп'ютерної системи управління Bravo 400S з GPS-навігатором і системою Seletron для оптимального контролю. [18]

Висновки до розділу 1.

Різноманітність застосування та особливостей дії на шкідливі та корисні об'єкти зумовлює необхідність випуску препаративних форм з різним вмістом у них діючої речовини (д.р.). препаративну форма пестициду високої якості являє собою складну, добре збалансовану за багатьма показниками систему.

Широке практичне застосування набули такі препаративні форми: змочувані порошки, концентрати емульсій, пасти, гранули, дисти, порошки для виготовлення отруйних принад, розчинні порошки, технічні продукти у вигляді рідких препаратів і порошоків, водні розчини, концентровані суспензії, розчини для ультрарідко об'ємного обприскування.

Аналізуючи конструкції та принципи застосування сучасних машин для хімічного захисту, можна констатувати, що тенденції в галузі захисту рослин направлені на зменшення дози внесення розчинів та зростання конструкційної ширини захвату, що збільшує масу та габарити самого агрегату, тому розробка та удосконалення малогабаритних машинних агрегатів є перспективним напрямком розвитку обприскувачів.

2. РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ КОНСТРУКЦІЙНИХ ПАРАМЕТРІВ ОБПРИСКУВАЧА

2.3. Обґрунтування технологічного процесу та визначення основних параметрів обприскувача ОВОД-630

Процес обробітку пестицидами ма на меті нанесення на поверхню рослин, комах, ґрунт розпилених пестицидів або їх робочих рідин та розчинів.

Сучасні методи обприскування спрямовані на зменшення витрат не лише робочої рідини, але й упровадження ефективного використання препаратів за рахунок покращення їх розподілу та якості обробки машин. Використання ультрамалооб'ємного обприскувача разом із запропонованим покращенням відповідає вимогам передових технологій. Основні параметри визначаються характером та умовами роботи. Дозу внесення та витрату робочої рідини та концентрацію робочого розчину для певних умов у господарстві встановлює агрохімічна служба, у відповідності з станом площ та їх фітосанітарним станом.

Взалежності від виду нанесення препаратів та реологічних умов обирають конструкційну та робочу ширину захвату агрегату, що повинна бути кратна відстані між проходами або суміжних рядів рослин чи насаджень. Робочий діапазон захвату вентиляторних обприскувачів повинен, в ідеальних умовах, відповідати ширині смуги, в якій наносим пестицид, на якій кількість діючої речовини відповідає агрохімічним вимогам, що ставляться до них. Враховується об'єм робочого розчину, що вноситься по площі смуги, що обробляється, на різній відстані від лінії проходу машини. Оскільки доза внесення різна і на периферії робочого проходу норма внесення зменшується, що негативно впливає на рівномірність нанесення. Тоді при обприскуванні вентиляторним типом машин, виконують перекриття між суміжними проходами машини.

Робочу швидкість агрегату можливо коригувати в широкому діапазоні, враховуючи тяговошвидкісні характеристики енергетичного засобу та біологічних особливостей культур чи насаджень, які обробляємо, з врахуванням польових умов та стану площ.

Задавши значенням робочої швидкості агрегату та шириною захвату, визначимо продуктивність, з якою працює машина за 1 хвилину робочого часу по формулі:[3]

$$s = \frac{B v 1000}{60} \text{ (м}^2\text{/хв)} \quad (2.1)$$

де S – площа, яку покриває обприскувач;

B – робочий діапазон ширини захвату машини, м. $B = 40\text{м}$;

v – робоча швидкість, км/год. $V = 10\text{км/год}$

отримаємо

$$s = \frac{40 \cdot 10 \cdot 1000}{60} = 6666 \text{ м}^2\text{/хв}$$

Доза внесення робочого розчину Q л/га, на одиницю площі 1м^2 , буде визначатись як $Q/10000\text{м}^2$

Звідки хвилиний вилив рідини (л/хв) розпилювача розрахуємо по формулі:[3]

$$q = \frac{B v 1000}{60} \frac{Q}{10000} = \frac{QB v}{600} \text{ л/хв} \quad (2.2)$$

де Q – доза внесення робочого розчину, л/га, становить $Q = 50\text{л/га}$

підставимо дані і отримаємо:

$$q = \frac{50 \cdot 40 \cdot 10}{600} = 33.3 \text{ л/хв.}$$

Отримали значення потрібного хвилиного виливу робочої рідини, при дозі внесення $Q = 50\text{л/га}$, та експлуатаційних показниках роботи агрегату, робочій ширині $B=40\text{м}$ і швидкості $v=10\text{км/год}$.

Порівнюючи хвилинну вилив з подачею насоса, необхідно, щоб він мав нижче значення ніж продуктивність насоса. Це пояснюється тим, що частина рідини з нагнітальної магістралі через гідро мішалку і редуційний клапан переливається в ємкість. У випадку, якщо розрахункова хвилинна витрата рівна або перевищує подачу насоса, необхідно скоригувати технологічні параметри процесу нанесення рідини, тобто ширину захвату та швидкість.

Після переконання, що подача робочого розчину насосом відповідає розрахунковій хвилинній витраті рідини, визначають параметри розпилювача пристрою, що забезпечить встановлену дозу нанесення.

2.2. Розрахунок та обґрунтування основних конструктивних параметрів удосконаленого робочого органа обприскувача

Застосовуючи вентиляторний тип розпилення розчину машиною, враховуючи вид обробітку рослин, встановлюють робочий тиск в напірній гідролінії і розраховують вилив рідини через один розпилювач форсунок за формулою:[4]

$$q_1 = \frac{q}{n} \text{ л/хв.} \quad (2.3)$$

де q – хвилинний вилив розчину, $q = 33,3 \text{ л / хв}$;

n – кількість форсунок, $n=5$ шт;

тоді

$$q_1 = \frac{33,3}{5} = 6,66 \text{ л/хв.}$$

Встановивши числове значення витрати розчину розпилювачем, визначимо параметри диска та діаметр його отворів із залежності[4]

$$q_1 = 0,06\mu \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{2gP} \quad (2.4)$$

де μ – коефіцієнт, що враховує витрату рідини від форми отвору, $\mu = 0,8$;

D – діаметр отвору розпилювача рідини, мм;

P – тиск робочої рідини в магістралі, $P=0,2$ МПа.;

Підставивши дані отримали

$$6,66 = 0,06 \cdot 0,8 \cdot \frac{3,14d^2}{4} \sqrt{2 \cdot 9,8 \cdot 200};$$

$$d^2 = \frac{26,64}{0,048 \cdot 3,14 \sqrt{3820}};$$

$$d^2 = 2,8;$$

$$d = 1,69 \text{ мм}$$

З метою забезпечення необхідного розміру частинок розчину розпиленням форсунки, необхідно підняти частоту обертання дисків відцентрових розпилювачів в діапазоні 43...77 об⁻¹, а рахунок чого отримаємо дрібнодисперсний розпил з ультра малою нормою внесення.

Задавшись частотою дисків розрахуємо відстань переміщення частинок розчину з розпилювача не враховуючи швидкість повітря.

Визначимо фактичну колову швидкість дисків розпилювачів за формулою: [4]

$$V_p = \omega \cdot r \text{ (м/с)} \quad (2.6)$$

де ω – кутова швидкість диска, с⁻¹;

r – радіус розпилюючих дисків, м, становить $r = 105$ мм,

оскільки $\omega = \frac{\pi n}{30}$ (с⁻¹);

де n – частота розпилюючих дисків, $n = 78$ с⁻¹.

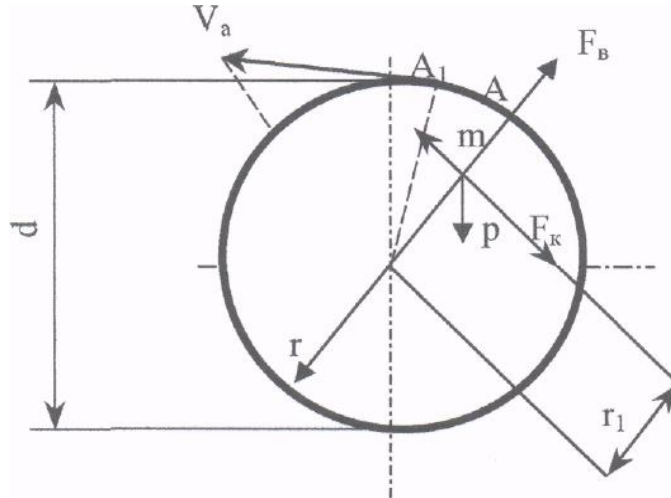


Рис. 2.1. Розрахункова схема сходення краплини з диска розпилювача

де $P = mg$ – сила тяжіння;

$$\omega = \frac{\pi \cdot 4690}{30} = 491 \text{ (с}^{-1}\text{)}; \quad v_p = 491 \cdot 0.105 = 51.5 \text{ м/с};$$

$$V_p = 491 \cdot 0.105 = 51,5 \text{ м/с.}$$

$F_b = m\omega^2 r$ – відцентрова сила;

$F_k = 2m\omega r_i$ – Кореолісова сила;

$F_r = f(mg \cos \omega t + 2r_i \omega)$ – сила тертя;

r_i – переносна складова сили;

v_a – абсолютна швидкість руху краплини в момент сходення з диска;

$$v_a = v_e = \omega r;$$

Найбільше значення відстані переміщення частинки розчину буде забезпечуватись за умови $\omega t < 90^\circ$;

$$x = v_a \cdot t \cos \beta;$$

$$y = v_a \cdot t \cdot \sin \beta - \frac{gt^2}{2};$$

$$-d = \omega r \cdot t \cdot \sin \beta - \frac{gt^2}{2};$$

$$t = \left(\omega r \sin \beta + \frac{\sqrt{v^2 \sin^2 \beta + 2gh}}{g} \right),$$

Тоді підставивши дані отримаємо модель, яка описує дальність переміщення частинки рідини з розпилювального пристрою

$$x = l_x = \frac{\omega r \sin 2\beta}{2g} + \frac{\omega r \cdot \cos \beta \sqrt{(\omega r)^2 \sin^2 \beta + 2gh}}{g}$$

$$l_x = \frac{51,5 \cdot 0,105 \cdot \sin 2 \cdot 45}{2 \cdot 9,8} + \frac{51,5 \cdot 0,105 \cdot \cos 45 \sqrt{(51,5 \cdot 0,105)^2 \cdot \sin^2 45 + 29,8 + 9,8 \cdot 0,105}}{9,8}$$

$$l_x = 26,2 \text{ м.}$$

2.3 Кінематичний розрахунок приводу робочих органів вентиляторного обприскувача

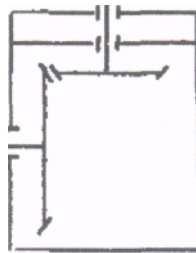


Рис. 2.2 Схема приводу робочих органів.

P – потужність;

ω - кутова швидкість.

$$P_{\delta 1} = 1,4 \text{ кВт};$$

$$\omega_{\delta 1} = 34,45 \text{ с}^{-1};$$

$$P_{\delta 2} = 31,13 \text{ кВт};$$

$$\omega_{\delta 2} = 97,8 \text{ с}^{-1};$$

Визначаю загальні передаточні числа на кожен вал:[19]

$$I(U_{\text{заз}_{\min}} \dots U_{\text{заз}_{\max}}) = (2 \dots 3);$$

$$II(U_{\text{заз}_{\min}} \dots U_{\text{заз}_{\max}}) = (2 \dots 5);$$

Фактичне передаточне число для окремого вала визначимо по формулі: [19]

$$U_{\phi} = \frac{\omega_{\text{ном}}}{\omega_g}; \quad (2.8)$$

$$U_{\phi 1} = \frac{97,8}{34,95} = 2,789;$$

$$U_{\phi 2} = \frac{97,8}{97,8} = 1$$

Визначивши параметри конічної передачі, прийнемо наступні значення:
 передаточне відношення конічної передачі $U_{\text{кп}} = 2,798$;
 передаточне відношення ланцюгової передачі $U_{\text{л.п.}} = 1$.

Розрахуємо кінематичні та динамічні параметри, які діють на валах, а саме потужність, крутний момент і кутову швидкість обертання (P_b, T_b, ω_b)

Вал 1:

$$P_1 = 1.425 \div 0.95 = 1.5 \text{кВт}$$

$$\omega_1 = 97,8 \div 2,798 = 34,95 \text{с}^{-1}$$

Де $\eta=0,95$ – коефіцієнт корисної дії зубчатої конічної передачі;
 $i_1=2,798$ – передаточне відношення передачі

тоді

$$T_1 = P_1 \div \omega_1 = 1,5 \div 34,95 = 0,04 \text{Нм}$$

Вал 2:

$$P_2 = 31,13 \div 0.92 = 33,83 \text{кВт}$$

$$\omega_2 = 97,8 \div 1 = 97,8 \text{с}^{-1}$$

Де $0,92$ – коефіцієнт корисної дії ланцюгової передачі
 $i_2=1$ – передаточне число ланцюгової передачі

$$T_2 = P_2 \div \omega_2 = 33,83 \div 97,8 = 0,35 \text{Нм}$$

Розрахунок на міцність вала приводу вентилятора.

Умова міцності вала на кручення[19]

$$\tau_{кр} = \frac{T}{W_p} \leq \tau_{кр}'' \quad (2.9)$$

$\tau_{кр}$ – напруження в небезпечному перерізі вала;

T – крутний момент;

W_p – момент опору в небезпечному перерізі вала;

$\tau_{кр}''$ – напруження кручення в інших перерізах;

$\tau_{кр}'' = 30 \text{ МПа}$ для вихідних кінців валів;

$\tau_{кр}'' = 20 \text{ МПа}$ для всіх інших ділянок;

$$W_p = \frac{\pi d^3}{16}; \quad d \geq \sqrt[3]{\frac{16T}{\pi \tau''}} \quad (2.10)$$

При крутному моменті $T = 30 \text{ Нм}$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 30}{3,14 \cdot 30}} = 1,86;$$

$$W_p = \frac{\pi 1,86^3}{16} = 1,26;$$

$$\tau_{кр} = \frac{30}{1,26} = 23,8 \text{ МПа};$$

$$\tau_{кр} < \tau_{кр}'' \quad 23,8 < 30$$

Умова виконується.

Для всіх інших ділянок при $T = 30 \text{ Нм}$

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 30}{3,14 \cdot 20}} = 1,95;$$

$$W_p = \frac{\pi 1,95^3}{16} = 1,55;$$

$$\tau = \frac{30}{155} = 19,35 \text{ мПа};$$

$$\tau_{кр} < \tau_{кр}'' \quad 19,35 < 20$$

Умова виконується.

Висновки до розділу 2. Визначено дозу внесення робочого розчину норма внесення зменшується, що негативно впливає на рівномірність нанесення. Тоді при обприскуванні вентиляторним типом машин, виконують перекриття між суміжними проходами машини.

Отримали значення потрібного хвилиного виливу робочої рідини $q=3.33$ л/хв, при дозі внесення $Q = 50$ л/га, та експлуатаційних показниках роботи агрегату, робочій ширині $B=40$ м і швидкості $v=10$ км/год.

З метою забезпечення необхідного розміру частинок розчину розпиленням форсунки, необхідно підняти частоту обертання дисків відцентрових розпилювачів в діапазоні $43...77$ об⁻¹, а рахунок чого отримаємо дрібнодисперсний розпил з ультра малою нормою внесення.

Отримано модель, яка описує дальність переміщення частинки рідини з розпилювального пристрою.

Визначено параметри конічної передачі приводу вентилятора, з наступними значеннями передаточне відношення конічної передачі $U_{кн} = 2,798$; передаточне відношення ланцюгової передачі $U_{л.л.} = 1$. Розраховано кінематичні та динамічні параметри, які діють на валах, а саме потужність, крутний момент і кутову швидкість обертання (P_b, T_b, ω_b) .

3. КОМПЛЕКТУВАННЯ І ПІДГОТОВКА АГРЕГАТУ ДО РОБОТИ

3.1. Розрахунок показників тягових властивостей трактора

Розрахунок тягових властивостей трактора визначаємо для III, IV, V передач з ходозменшувачем та I основної передачі, швидкості руху на яких лежать в межах агротехнічних вимог.

Номінальну дотичну силу тяги на ободі ведучого колеса визначаємо за формулою: [11]

$$P_{\text{д}} = \frac{9554 \cdot N_{\text{ен}} \cdot i \cdot \eta_{\text{м}}}{r_{\text{к}} \cdot 1800}, \quad (3.1)$$

де $N_{\text{е}}$ – номінальна потужність двигуна, $N_{\text{е}} = 36,8$ кВт;

i – загальне передаточне число трансмісії на даній передачі;

$\eta_{\text{м}}$ – механічний коефіцієнт корисної дії трансмісії, $\eta_{\text{м}} = 0,91$;

$n_{\text{н}}$ – номінальна частота обертання колінчастого валу двигуна, $n_{\text{н}} = 1800$ хв⁻¹;

$r_{\text{к}}$ – радіус кочення ведучого колеса, м.

Для колісних тракторів радіус кочення ведучого колеса визначається за формулою: [11]

$$r_{\text{к}} = 0,254 \cdot [0,5 \cdot d + (0,8 \dots 0,85) \cdot b], \quad (3.2)$$

де d – посадочний діаметр шини, $d = 38''$;

b – ширина профілю шини, $b = 13,6''$.

$$r_{\text{к}} = 0,254 \cdot [0,5 \cdot 38 + 0,83 \cdot 13,6] \cdot 0,77 \text{ м.}$$

Передаточні числа трансмісії трактора знаходимо за формулою: [11]

$$i_{\text{тп}} = 0,377 \cdot \frac{n_{\text{н}} \cdot r_{\text{т}}}{V_{\text{н}}}, \quad (3.3)$$

де $V_{\text{н}}$ – розрахункова (теоретична) швидкість руху трактора на даній передачі,

$$V_{\text{н IIIx}} = 3 \text{ км/год}, V_{\text{н IVx}} = 3,5 \text{ км/год}, V_{\text{н Vx}} = 4,1 \text{ км/год}, V_{\text{н I}} = 6,9 \text{ км/год.}$$

$$i_{\text{трIIIx}} = 0,377 \cdot \frac{1800 \cdot 0,77}{3,0} = 174,17,$$

$$i_{\text{трIVx}} = 0,377 \cdot \frac{1800 \cdot 0,77}{3,5} = 149,29,$$

$$i_{\text{трVx}} = 0,377 \cdot \frac{1800 \cdot 0,77}{4,1} = 127,44,$$

$$i_{\text{трI}} = 0,377 \cdot \frac{1800 \cdot 0,77}{6,9} = 75,73.$$

Отже $P_{\text{дIIIx}} = \frac{9554 \cdot 36,8 \cdot 174,17 \cdot 0,91}{0,77 \cdot 1800} = 40206,3 \text{ Н},$

$$P_{\text{дIVx}} = \frac{9554 \cdot 36,8 \cdot 149,29 \cdot 0,91}{0,77 \cdot 1800} = 34462,1 \text{ Н},$$

$$P_{\text{дVx}} = \frac{9554 \cdot 36,8 \cdot 127,44 \cdot 0,91}{0,77 \cdot 1800} = 29418,3 \text{ Н},$$

$$P_{\text{дI}} = \frac{9554 \cdot 36,8 \cdot 75,73 \cdot 0,91}{0,77 \cdot 1800} = 17481,5 \text{ Н}.$$

Номінальну силу зчеплення рушіїв трактора з ґрунтом визначаємо за формулою: [11]

$$P_{\text{зч}} = \mu_{\text{н}} \cdot G_{\text{зч}}, \quad (3.4)$$

де $\mu_{\text{н}}$ – номінальний коефіцієнт зчеплення ведучого апарату трактора з ґрунтом, $\mu_{\text{н}} = 0,6$; [11]

$G_{\text{зч}}$ – вага трактора, яка приходить на ведучі колеса, Н.

$$G_{\text{зч}} = G_{\text{тр}} \cdot \lambda_{\text{к}}, \quad (3.5)$$

де $G_{\text{тр}}$ – вага трактора, $G_{\text{тр}} = 28500 \text{ Н}$;

$\lambda_{\text{к}}$ – коефіцієнт навантаження ведучих коліс трактора, $\lambda_{\text{к}} = 0,75$; [11]

$$G_{\text{зч}} = 28500 \cdot 0,75 = 21375 \text{ Н}.$$

$$P_{зч} = 0,6 \cdot 21375 = 12825 \text{ Н.}$$

Як видно номінальна дотична сила тяги на всіх передачах перевищує номінальну силу зчеплення, отже зчеплення недостатнє і сила, яка рухає агрегат буде рівна меншій з них, тобто номінальній силі зчеплення:

$$P_p = P_{зч} = 12825 \text{ Н.}$$

Опір перекочування трактора визначаємо за формулою: [11]

$$P_n = f \cdot G_{тр}, \quad (3.6)$$

де f – коефіцієнт опору руху трактора, $f = 0,18$. [11]

$$P_n = 0,18 \cdot 28500 = 5130 \text{ Н.}$$

Опір руху трактора на підйом визначаємо за формулою: [11]

$$P_n = \rho \cdot G_{тр}, \quad (3.7)$$

де ρ – нахил рельєфу, $\rho = 3\%$.

$$P_n = 0,03 \cdot 28500 = 855 \text{ Н.}$$

Сила тяги на всіх передачах при роботі в заданих умовах буде однаковою і дорівнювати [12]:

$$P_r = P_p - P_n - P_n, \quad (3.8)$$

$$P_r = 12825 - 5130 - 855 = 6842 \text{ Н.}$$

Робочу швидкість руху на всіх передачах обраховуємо за формулою [12]:

$$V_p = 0,377 \cdot \frac{n_d \cdot r_k}{i} \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \quad (3.9)$$

де n_d – частота обертання колінчастого вала двигуна, хв^{-1} ;

δ – буксування ведучих коліс трактора, %.

В умовах недостатнього зчеплення частота обертання колінчастого вала двигуна буде рівною [14]:

$$n_d = n_n + (n_x - n_n) \cdot \frac{P_d - P_{зч}}{P_d}, \quad (3.10)$$

де n_x – частота обертання колінчастого вала двигуна на холостих обертах,

$$n_x = 1950 \text{ хв}^{-1}.$$

$$n_{\text{д IIIx}} = 1800 + (1950 - 1800) \cdot \frac{40206,3 - 12825}{40206,3} = 1902,2 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_{\text{д IVx}} = 1800 + (1950 - 1800) \cdot \frac{34462,1 - 12825}{34462,1} = 1894,2 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_{\text{д Vx}} = 1800 + (1950 - 1800) \cdot \frac{29418,3 - 12825}{29418,3} = 1884,6 \text{ хв}^{-1},$$

$$n_{\text{д IIIx}} = 1800 + (1950 - 1800) \cdot \frac{17481,5 - 12825}{17481,5} = 1840,0 \text{ хв}^{-1}.$$

Визначимо величину буксування ведучих коліс трактора:

$$\delta = -k \cdot \ln(1 - p), \quad (3.11)$$

де p – безрозмірний параметр;

k – емпіричний коефіцієнт, $k = 0,15$. [11]

Величину безрозмірного коефіцієнта визначаємо за формулою [14]:

$$p = \frac{P_r}{\mu_n \cdot G_{зч}}, \quad (3.12)$$

$$p = \frac{6840}{0,6 \cdot 21375} = 0,53$$

Тоді $\delta = -0,15 \cdot \ln(1 - 0,53) = 0,113$.

Отже робочі швидкості на обраних передачах будуть рівними:

$$V_{\text{р IIIx}} = 0,377 \cdot \frac{1902,2 \cdot 0,77}{174,17} \cdot \left(1 - \frac{11,3}{100}\right) = 2,81 \text{ км/год},$$

$$V_{\text{р IVx}} = 0,377 \cdot \frac{1894,2 \cdot 0,77}{149,29} \cdot \left(1 - \frac{11,3}{100}\right) = 3,27 \text{ км/год},$$

$$V_{\text{р Vx}} = 0,377 \cdot \frac{1884,6 \cdot 0,77}{127,44} \cdot \left(1 - \frac{11,3}{100}\right) = 3,81 \text{ км/год},$$

$$V_{\text{р IIIx}} = 0,377 \cdot \frac{1840,0 \cdot 0,77}{75,73} \cdot \left(1 - \frac{11,3}{100}\right) = 6,26 \text{ км/год}.$$

3.2. Розрахунок продуктивності машинно-тракторного агрегату і витрати палива

Продуктивність агрегату за зміну підраховуємо за формулою [11]:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p, \quad (3.13)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегата, $B_p = 40$ м;

T_p – чистий робочий час, год.

Для обґрунтування величини T_p розглянемо кінематику агрегату на робочій ділянці та баланс часу зміни.

Кінематика агрегату

Для заданих умов вибираємо і обґрунтовуємо спосіб руху агрегату на загоні, виходячи з агротехнічних вимог і можливості забезпечення найвищого коефіцієнта робочих ходів φ [12].

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + l_x}, \quad (3.14)$$

де L_p – середня робоча довжина гону, м;

l_x – середня питома довжина холостого ходу на загоні, яка приходить на один робочий хід агрегату, м.

Робоча довжина гону [12]:

$$L_p = L - 2 \cdot E,$$

де L – довжина робочої ділянки, $L = 840$ м;

E – мінімальна ширина поворотної смуги, м.

Мінімальну ширину поворотної смуги визначаємо виходячи із способу повороту. Для безпетльового повороту мінімальна ширина поворотної смуги складатиме [8]:

$$E = 2,8 \cdot R_0 + 0,5 \cdot d_a + e, \quad (3.15)$$

де R_0 – радіус повороту агрегата, $R_0 = 3,3$ м;

d_a – кінематична ширина агрегату, $d_a = 1,4$ м;

e – довжина виїзду агрегату, $e = 1,2$ м.

$$E = 2,8 \cdot 3,3 + 0,5 \cdot 1,4 + 1,2 = 11,14 \text{ м.}$$

Приймаємо ширину поворотної смуги кратною ширині захвату агрегату, $E = 11,2$ м.

Тоді $L_p = 840 - 2 \cdot 11,2 = 817,6$ м.

Середню питому довжину холостого ходу визначимо за формулою [11]:

$$l_x = 3,6 \cdot R_0 + 2 \cdot e, \quad (3.16)$$

$$l_x = 3,8 \cdot 3,3 + 2 \cdot 1,2 = 14,9 \text{ м.}$$

Коефіцієнт використання робочих ходів дорівнюватиме:

$$\varphi = \frac{817,6}{817,6 + 14,9} = 0,98.$$

Баланс часу зміни

Чистий робочий час за зміну визначаємо за формулою [14]:

$$T_p = \frac{T_{зм} - (T_{техн} + T_{пз} + T_{\phi} + T_{пер})}{1 + \tau_{пов}}, \quad (3.17)$$

де $T_{зм}$ – час зміни, $T_{зм} = 7$ год;

$T_{техн}$ – час, який витрачається на технологічне обслуговування агрегату,

$$T_{техн} = 0,2 \text{ год};$$

$T_{пз}$ – час на зупинки агрегату, $T_{пз} = 0,15$ год;

T_{ϕ} – час на зупинки по фізіологічним причинам, $T_{\phi} = 0,31$ год;

$T_{пер}$ – час на переїзди агрегату, $T_{пер} = 0,25$ год;

τ – коефіцієнт тривалості поворотів.

$$\tau_{пов} = \frac{1 - \varphi}{\varphi}, \quad (3.18)$$

$$\tau_{пов} = \frac{1 - 0,98}{0,98} = 0,02.$$

$$T_p = \frac{7 - (0,25 + 0,15 + 0,31 + 0,25)}{1 + 0,02} = 6,0 \text{ год.}$$

Отже,

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 40 \cdot 6,26 \cdot 3 = 360 \text{ га/зм.}$$

Погектарну витрату палива визначаємо за формулою [8]:

$$g = \frac{G_p \cdot T_p + G_x \cdot T_x + G_z \cdot T_z}{W_{год}}, \quad (3.19)$$

де G_p, G_x, G_z – годинна витрата палива на основній роботі, на поворотах, заїздах, переїздах, на зупинках з працюючим двигуном, $G_p = 7,9$ кг/год; $G_x = 4,8$ кг/год; $G_z = 1,1$ кг/год;

T_x – час холостого ходу агрегату протягом зміни, $T_x = 0,36$ год;

T_z – час зупинок агрегату з працюючим двигуном, $T_z = 0,64$ год.

$$g = \frac{7,9 \cdot 3 + 4,8 \cdot 0,36 + 1,1 \cdot 0,64}{2,6} = 2,6 \text{ кг/га.}$$

Висновки до розділу 3. Розроблена операційно-технологічна карта для обприскування з урахуванням агротехнічних умов, який дозволить ефективно використовувати техніку на вирощування та збирання культур.

Встановлено значення робочої швидкості роботи агрегату, що становить $V=6.79$ км/год, продуктивність $W_{зм}=260$ га/зм, та витрати палива двигуном трактора $g=2,6$ кг/га.

Визначено кінематичні показники роботи МТА в заїнці, радіуси повороту та розвороту $R=3.3$ м. Коефіцієнт використання робочих ходів, що становить $\varphi=0,98$. Розраховано мінімальну ширину поворотної смуги для безпетльового повороту значення якої складатиме $E=11,14$ м.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналізуючи конструкції та принципи застосування сучасних машин для хімічного захисту, можна констатувати, що тенденції в галузі захисту рослин направлені на зменшення дози внесення розчинів та зростання конструкційної ширини захвату, що збільшує масу та габарити самого агрегату, тому розробка та удосконалення малогабаритних машинних агрегатів є перспективним напрямком розвитку обприскувачів.
2. Отримали значення потрібного хвилиного вилуви робочої рідини $q=3.33$ л/хв, при дозі внесення $Q = 50 \text{ л/га}$, та експлуатаційних показниках роботи агрегату, робочій ширині $B=40$ м і швидкості $v=10$ км/год. З метою забезпечення необхідного розміру частинок розчину розпиленням форсунки, необхідно підняти частоту обертання дисків відцентрових розпилювачів в діапазоні 43...77 об⁻¹, а рахунок чого отримаємо дрібнодисперсний розпил з ультра малою нормою внесення.
3. Отримано модель, яка описує дальність переміщення частинки рідини з розпилювального пристрою. Визначено параметри конічної передачі приводу вентилятора, з наступними значеннями передаточне відношення конічної передачі $U_{кп} = 2,798$; передаточне відношення ланцюгової передачі $U_{л.п.} = 1$.
4. Встановлено значення робочої швидкості роботи агрегату, що становить $V=6.79$ км/год, продуктивність $W_{зм}=260$ га/зм, та витрати палива двигуном трактора $g=2,6$ кг/га. Визначено кінематичні показники роботи МТА в заїнці, радіуси повороту та розвороту $R=3.3$ м. Коефіцієнт використання робочих ходів, що становить $\phi=0,98$. Розраховано мінімальну ширину поворотної смуги для безпетльового повороту значення якої складатиме $E=11,14$ м.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЕРЕЛ

1. Войтюк В.Г., Адамчук І.В., Гаврилук В.Г., Марченко О.С., Механізація сільськогосподарського виробництва і захисту рослин, – К.: Вища школа, 1993.– 512с.
2. Сільськогосподарські та меліоративні машини. Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.; за редакцією Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. - 544с. (Підручник).
3. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник Д.Г. Войтюк, В.В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка.– К.: Вища освіта, 2005. -464 с. : іл.
4. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. – Книга 2. –К.: Урожай, 2002. – 364 с.
5. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. –К.: Урожай, 2001. – 384 с.
6. Санін В.А., Малооб'ємне і ультрамале обприскування. К.: Урожай, 1998, 144 с.
7. Довідник по регулюванню с.г. машин /В.І. Кочев, А.С. Кушнар'ов, В.Д. Роговий та ін.; за ред. В.І.Кочева, -К.: Урожай, 1993.
8. Довідник сільського інженера /Гречкосій В.Д., О.М. Погорілець, І.І. Ревенко та ін.; за ред. В.Д. Гречкосія. –К.: Урожай, 1991.
9. Комористов В.Ю., Петренко М.М. Довідник з механізації після збиральної обробки зерна. –К.: Урожай, 1990.
10. Механізація сільськогосподарського виробництва і захисту рослин /Д.Г. Войтюк, І.В. Адамчук, Г.Р. Гаврилук, О.С. Марченко; за ред. Войтюка Д.Г. –К.: Вища школа, 1993.

11. Ільченко В. І., Нагірний Ю. П., Джолос П. А. та ін. *Машиновикористання в землеробстві.* – К.: Урожай 1996. – 157 с.
12. Ільченко В. Ю., *Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві.*-К.: Урожай 1993 р.-284 с.
13. Заєць М. Л. *Методичні вказівки по виконанню курсового проекту “Сільськогосподарські машини”*
14. Нагірний Ю. П., *Обґрунтування інженерних рішень.*-К.: Урожай 1994р.-215с.
15. Хаскін А. М., *Креслення.* – К. – 1976. – 434 с.
16. *Методичні рекомендації з підготовки дипломних проектів для освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр»/* проф. Войтюк Д.Г., проф. Дацишин О.О., проф. Мельник І.І. і ін.; – К.: Вища школа, 2000,30с.
17. *Довідник працівника агро хімслужби,* –К.: Урожай, 1991, 234с.
18. Іван Роговський, Людмила Тітова, Івона Мастовська, Микола Огієнко, Ігор Сівак, Олександр Надточій, Фердинанд Райс. *Методика інженерного управління агротронікою виробництва зерна сільськогосподарськими підприємствами.* Монографія. Ополе: Академія управління та адміністрування в Ополе, 2022; ISBN 978-83-66567-37-5; С. 244, іл., табл., бібл. https://www.wszia.opole.pl/wp-content/uploads/2022/09/Mon_Rogovskii.pdf.
19. *Деталі машин : Навчальний посібник /* Г.М. Борозенець, В.М. Павлов., І. В. Семак. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2021. – 220 с.