

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет механіко-технологічний

УДК 631.36:636.2.084.74

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-технологічного
факультету

Братішко В. В.

(підпис)

(П.І.Б.)

« »

2024р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри механізації
тваринництва

Хмельовський В.С.

(підпис)

(П.І.Б.)

« »

2024р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему

**Дослідження конструкційних та технологічних параметрів
обприскувачів Hardi при вирощуванні зернових культур**

Спеціальність

«Агроінженерія»

Магістерська програма

Технології і техніка у тваринництві

Програма підготовки

Освітньо-професійна

Керівник магістерської роботи:

Д.т.н. професор

Братішко В.В.

К.т.н. ст. викл

Ачкевич В.І.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(П.І.Б.)

Виконав:

Карась Андрій Миколайович

(підпис)

(П.І.Б. студента)

Київ -2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет механіко-технологічний**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри механізації тваринництва

Д.т.н., проф.

Хмельовський В.С.

(науковий ступінь, вчене
звання)

(підпис)

(П.І.Б.)

« _____ »

2024р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Карась Андрій Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність

«Агроінженерія»

Магістерська програма

Технології і техніка у тваринництві

Програма підготовки

Освітньо-професійна

Тема магістерської роботи

Дослідження конструкційних та технологічних

параметрів обприскувачів Hardi при вирощуванні зернових культур

затверджена наказом ректора НУБіП України від 7 грудня 2023 № 2223 « С »

Термін подання завершеної роботи на кафедру

Вихідні дані до магістерської роботи Техніко-економічна характеристика

господарства, нормативні документи, державні стандарти, стандарти ISO9001, ДСТУ

довідкова література.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Обґрунтування процесу посіву ріпаку, аналіз посівних комплексів
2. Дослідження параметрів, висівних органів посівних машин
3. Визначення охорони праці та економічної ефективності впровадження

Дата видачі завдання

« _____ »

2023 р.

Керівник магістерської роботи

Братішко В.В.

Ачкевич В.І.

Завдання прийняв до

виконання

РЕФЕРАТ

Карась А. М. / Дослідження конструкційних та технологічних параметрів обприскувачів Hardi при вирощуванні зернових культур/

Магістерська кваліфікаційна робота. Київ: НУБіП України, 2024. 87 с., 18 слайдів презентації.

Список використаних джерел налічує 55 назв.

Для ефективного та безпечного застосування засобів захисту рослин необхідно, щоб машини та обладнання для їх внесення забезпечували якісні показники технологічного процесу. Якість і точність внесення пестицидів значною мірою залежать від грамотного налаштування та регулювання техніки, що обприскує. Неправильне налаштування та регулювання машин та обладнання для застосування пестицидів призводять до непродуктивних втрат препарату, забруднення навколишнього середовища, перевищення допустимих залишкових кількостей у рослинницькій продукції. Даний матеріал є джерелом вирішення питань грамотного настроювання та регулювання техніки для обприскування сільськогосподарських культур.

При сучасній інтенсифікації сільськогосподарського виробництва неможливо поки обійтися без засобів захисту рослин (далі - ЗЗР) та сучасних методів контролю різних шкідливих об'єктів на сільськогосподарських культурах. Так, за даними ФАО при ООН, щорічні світові втрати сільськогосподарської продукції від шкідливих організмів становлять близько 35%, у тому числі від шкідників – 13,8%, хвороб – 9,2% та бур'янів – 12%. На сьогодні 40% світового виробництва продуктів харчування отримано внаслідок застосування ЗЗР. Тому необхідно правильне, обґрунтоване застосування препаратів захисту рослин з метою реалізувати не тільки потенціал рослин, але й отримувати кінцеву продукцію, що не містить залишкових кількостей пестицидів вище гранично допустимих норм. Нестача коштів, обприскує техніки, запасних частин та приладдя до неї, значні площі обробок, прагнення знизити витрати на виробництво (як приклад – необґрунтоване зменшення витрати робочої рідини, придбання дешевих, дженерикових препаратів, іноді навіть не зареєстрованих у РК), несприятливі , поспіх при виконанні польових робіт часто призводять до негативних результатів, слабкої

ефективності робіт, що проводяться. Реалії сучасного бізнесу змушують вважати кожен тенге, витрачену отримання якісного врожаю. При сформованих цінах на ЗЗР головне завдання полягає у отриманні максимальної ефективності від застосування.

Задачі дослідження:

- Проаналізувати ринок обприскувачів, що використовуються в сільському господарстві.
- Вдосконалити конструкційні параметри обприскувача при обприскуванні зернових культур.
- Проаналізувати технологічні параметри удосконаленої конструкції обприскувача Alpha Evo Twin Force Eco Drive та встановити залежності покращення якості роботи.
- Провести теоретичні дослідження повітряного потоку обприскування та визначити вплив повітря на якість обприскування.
- Експериментально дослідити в лабораторних та польових умовах вплив повітряного потоку обприскування та визначити вплив повітря на якість обприскування.
- Визначити економічну ефективність розробленого удосконалення

Об'єктом дослідження – технологічний процес обприскування зернових культур.

Предмет досліджень - закономірності процесу утворення факелу розпилювання в залежності від швидкості та сили вітру.

Ключові слова: обприскувач, форсунки, технологія обприскування, економічна ефективність .

ВСТУП

При використанні сучасних засобів захисту рослин найбільша ефективність досягається за суворого дотримання трьох основних факторів:

- правильного вибору препарату,
- оптимальних термінів застосування,
- технології застосування, зокрема правильного підбору розпилювачів.

Основною метою застосування препаратів є підтримання чисельності шкідників, хвороб та бур'янів нижче ЕПВ (економічного порога шкідливості). Від правильного вибору препарату залежить лише половина успіху у захисних заходах. Друга половина успіху, чи скажімо так – ефективності обробки, залежить від термінів та технології їх застосування. Обробка препаратом у потрібний час є важливим фактором. Наприклад, можливість контролю злакових бур'янів різко знижується після того, як бур'яни проходять фазу другого - третього справжнього листя: до цього моменту втрачається в середньому 1 ц/га потенційного врожаю пшениці. Вибір оптимального розпилювача забезпечує підвищення ефективності впливу препарату на ці бур'яни. Ідеальної точності в таких випадках домогтися не дуже просто, тому що дуже багато різних зовнішніх і внутрішніх факторів, які на це впливають, але прагнути цього потрібно.

Професійне внесення ЗЗР може здійснюватися на швидкостях від 6-8 до 14-16 км/год і більше з нормою витрати робочої рідини 100 - 150 л/га, з використанням різних типів розпилювачів залежно від цільового об'єкта, стану культури, погодних та інших умов. Інакше кажучи, при використанні ЗЗР необхідно загострювати увагу не тільки на їхній різноманітності та вартості, а й на підвищенні технології їх застосування. Донедавна сільське господарство не мало тих знань і можливостей, які з'явилися в даний час. Традиційно на обприскувачах майже в усіх господарствах по республіці використовуються щільні розпилювачі з плоским смолоскипом одного-двох розмірів, з великою варіацією величини крапель, що виробляються, а швидкість обприскування становить в середньому 8-14 км/год (а на самохідних часто доходить до 24-28 км /год) з витратою робочої рідини 200-300 і більше л/га (а

на самохідних обприскувачах знижують до 50-80 л/га і в даному випадку якість обробки можна поставити під великий сумнів, особливо за несприятливих погодних умов, неправильно підібраних розпилювачів, обліку термінів їх придатності, зносу тощо).

Потік повітря, створюваний обприскувачем під час руху, негативно впливає на факел розпилу. Повітря захоплює легші краплі, що повільно рухаються, і не дає їм можливості потрапити на оброблювану культуру, її листя. Проблема посилюється підвищенням швидкості переміщення сучасних обприскувачів: чим вища швидкість, тим більше потік повітря, що створюється. При збільшенні поступальної швидкості вдвічі коефіцієнт турбулентності зростає вчетверо. Невелике збільшення швидкості переміщення має значні наслідки, так само як розпилення проти вітру порівняно з розпорошенням у напрямку вітру. Зменшити знос робочої рідини можна шляхом збільшення середнього розміру крапель за рахунок зниження робочого тиску, а також швидкості обробки. Однак у деяких випадках це може призвести до зниження якості розпилення та погіршення результатів обробки. При підвищенні швидкості зростає турбулентність, яка ускладнює керування факелом розпилу (рис.5). Необхідно використовувати нові технологічні та інженерні рішення для зниження зносу крапель та підвищення ефективності застосування препаратів. Такі рішення у компанії «Сінгента» є і про них йтиметься трохи нижче.

Технологія обприскування сільськогосподарських культур.

1.1. Вплив обприскувачів при вирощуванні зернових культур.

Для ефективного та безпечного застосування засобів захисту рослин необхідно, щоб машини та обладнання для їх внесення забезпечували якісні показники технологічного процесу. Якість і точність внесення пестицидів значною мірою залежать від грамотного налаштування та регулювання техніки, що обприскує. Неправильне налаштування та регулювання машин та обладнання для застосування пестицидів призводять до непродуктивних втрат препарату, забруднення навколишнього середовища, перевищення допустимих залишкових кількостей у рослинницькій продукції. Даний матеріал є джерелом вирішення питань грамотного настроювання та регулювання техніки для обприскування сільськогосподарських культур.

Крім того, тут дається опис способів, за допомогою яких агрономи і оператори техніки, що обприскує, зможуть привести у відповідність потенціал препаратів, терміни їх застосування, можливості техніки і технології, і при цьому забезпечити оптимальну ефективність застосовуваних засобів захисту рослин. Тут наводиться безліч корисних порад та інструкцій для підвищення якості внесення препаратів.

1.2. Принципи ефективного обприскування

При використанні сучасних засобів захисту рослин найбільша ефективність досягається за суворого дотримання трьох основних факторів:

- правильного вибору препарату,
- оптимальних термінів застосування,
- технології застосування, зокрема правильного підбору розпилювачів.

Основною метою застосування препаратів є підтримання чисельності шкідників, хвороб та бур'янів нижче ЕПВ (економічного порога шкідливості). Від правильного вибору препарату залежить лише половина успіху у захисних заходах. Друга половина успіху, чи скажімо так – ефективності обробки,

залежить від термінів та технології їх застосування. Обробка препаратом у потрібний час є важливим фактором. Наприклад, можливість контролю злакових бур'янів різко знижується після того, як бур'яни проходять фазу другого - третього справжнього листа: до цього моменту втрачається в середньому 1 ц/га потенційного врожаю пшениці. Вибір оптимального розпилювача забезпечує підвищення ефективності впливу препарату на ці бур'яни. Ідеальної точності в таких випадках домогтися не дуже просто, тому що дуже багато різних зовнішніх і внутрішніх факторів, що надають на це вплив, але прагнути цього потрібно.

1.3. Розвиток технологій обприскування

При сучасній інтенсифікації сільськогосподарського виробництва неможливо поки обійтися без засобів захисту рослин (далі - ЗЗР) та сучасних методів контролю різних шкідливих об'єктів на сільськогосподарських культурах. Так, за даними ФАО при ООН, щорічні світові втрати сільськогосподарської продукції від шкідливих організмів становлять близько 35%, у тому числі від шкідників – 13,8%, хвороб – 9,2% та бур'янів – 12%. На сьогодні 40% світового виробництва продуктів харчування отримано внаслідок застосування ЗЗР. Тому необхідно правильне, обгрунтоване застосування препаратів захисту рослин з метою реалізувати не тільки потенціал рослин, але й отримувати кінцеву продукцію, що не містить залишкових кількостей пестицидів вище гранично допустимих норм. Нестача коштів, обприскує техніки, запасних частин та приладдя до неї, значні площі обробок, прагнення знизити витрати на виробництво (як приклад – необгрунтоване зменшення витрати робочої рідини, придбання дешевих, дженерикових препаратів, іноді навіть не зареєстрованих у РК), несприятливі, поспіх при виконанні польових робіт часто призводять до негативних результатів, слабкої ефективності робіт, що проводяться. Реалії сучасного бізнесу змушують вважати кожну тенге, витрачену отримання якісного врожаю. При сформованих цінах на ЗЗР головне завдання полягає у отриманні максимальної ефективності від їх застосування.

Професійне внесення ЗЗР може здійснюватися на швидкостях від 6-8 до 14-16 км/год і більше з нормою витрати робочої рідини 100 - 150 л/га, з використанням різних типів розпилювачів залежно від цільового об'єкта, стану культури, погодних та інших умов. Інакше кажучи, при використанні ЗЗР необхідно загострювати увагу не тільки на їхній різноманітності та вартості, а й на підвищенні технології їх застосування. Донедавна сільське господарство не мало тих знань і можливостей, які з'явилися в даний час. Традиційно на обприскувачах майже в усіх господарствах по республіці використовуються щільні розпилювачі з плоским факелом одного-двох розмірів, з великою варіацією величини крапель, що виробляються, а швидкість обприскування становить в середньому 8-14 км/год (а на самохідних часто доходить до 24-28 км/год) з витратою робочої рідини 200-300 і більше л/га (а на самохідних обприскувачах знижують до 50-80 л/га і в даному випадку якість обробки можна поставити під великий сумнів, особливо при несприятливих погодних умовах, неправильно підібраних розпилювачах, врахування термінів їх придатності, зносу тощо).

Раніше, та й багато хто зараз, не замислюються про ефективність нанесення препаратів на оброблювані об'єкти, не приділяють належної уваги контролю якості обприскування. Обробки посівів різних культур різними препаратами виробляються одними і тими ж форсунками, з тими самими параметрами, і найчастіше за несприятливих зовнішніх умов. Багато використовується старих обприскувачів з обмеженими регулюваннями, а надмірна простота конструкції вузлів частіше завдає шкоди, ніж допомагає в якісній обробці (нерегульована по висоті штанга без стабілізації вертикальних і горизонтальних коливань, примітивна та нестабільна подача робочого розчину, стрибки тиску в робочій системі, відсутність або несправність приладів контролю тиску, нерівномірне розподілення розчину по секціях штанги, контроль всіх процесів та інше). Приємно відзначити, що така ситуація останніми роками різко змінилася на позитивний бік. Ринок сучасної сільськогосподарської техніки різноманітний своїми пропозиціями,

готовими докорінно змінити технології вирощування сільськогосподарських культур. Є хороша можливість підвищити продуктивність за рахунок сучасних обприскувачів, які здатні обслуговувати значні площі, витрачаючи при цьому меншу кількість часу за рахунок більшого захоплення штанги, активної підвіски, автоматизованого керування, чіткої витрати робочої рідини. Значно знижено ризики неякісної обробки за допомогою сучасних технологічних розпилювачів, спеціально сконструйованих для цільових обробок різних культур.

1.4. Цільові об'єкти обробки, умови та параметри розпилю

Об'єктами для обробки в сільськогосподарському виробництві є насамперед бур'яни, шкідники та хвороби, і природно – ґрунт, на якому вирощуються культури та росте бур'ян. І основною метою тут є своєчасна діагностика та правильний вибір препарату, а також утримання чисельності шкідників, різних патогенів та бур'янів нижче економічного порога шкідливості (далі – ЕПВ). Завдання агронома та оператора під час обприскування – забезпечити максимально можливе потрапляння та утримання продукту на цільових об'єктах обробки без втрати робочого розчину. Ідеальна точність в більшості випадків не досяжна, проте характер розподілу факела розпилювача на оброблюваній поверхні, здатність проникати, покривати її і утримуватися на ній має вирішальне значення для ефективної обробки. Це багато в чому залежить від цільового об'єкта, дії препарату, використовуваних розпилювачів, знань та умінь адаптувати обробку до конкретних умов. При плануванні та проведенні захисних заходів слід враховувати особливості виду обробки та культури. В одному випадку параметри обробки можуть бути ефективними, то в іншому – ні або зовсім непотрібні. Кожен вид обробки переслідує певні цілі, і разом з особливостями обробки розробляються рекомендації та виділяються пріоритети.

- При внесенні довсходових гербіцидів важливо забезпечити рівномірність та високу щільність покриття на поверхні ґрунту, що забезпечується великою кількістю крапель.

- При гербіцидних обробках на сходах культур краще використовувати розпилювачі, що виробляють велику краплю, це зменшить знесення і покращить проникнення розчину крізь стеблестою до бур'янів.
- Для фунгіцидних та інсектицидних обробок, особливо контактними препаратами, а також десикації, краще використовувати розпилювачі з дрібною дисперсією, щоб забезпечити гарне проникнення та краще відкладення розчину з максимальною площею покриття органів рослин по ярусах.

До того ж на ефективності можуть позначитися умови, на які ми не можемо вплинути (погода, закони фізики, людський фактор (допущені помилки)). Оптимальними умовами для обприскування є: температура повітря від 12 до 25°C, вологість повітря 70-80%, швидкість вітру не більше 5-6 м/с, відсутність опадів, у тому числі туману та роси. Відхилення при використанні спеціальних добавок (ад'ювантів) і технічних новинок, засобів, що не суперечать регламенту використання конкретних препаратів. звинувачує виробників препаратів за їх низьку ефективність, і не визнається у порушенні регламентів та умов їх застосування. Все це легко розкривається під час комісійних перевірок на місцях.

Здатність до проникнення всередину стеблостою - один із ключових факторів, що впливають на вибір параметрів обприскування. Злакові культури являють собою об'єкти, що вертикально ростуть, тому для них оптимальні краплі великого розміру з хорошою проникаючою здатністю, що падають вертикально вниз. У разі широколистяних культур, навпаки, великі краплі осідають на верхній поверхні листя і не потрапляють на нижні яруси. Наприклад, для проникнення в стеблестої картоплі чи бавовнику краще використовувати дрібнодисперсне розпилення, т.к. дрібні краплі переміщаються як у горизонтальній площині, і краще проникають вглиб крізь яруси листя. Досліди та практика перевірки якості обприскування на ВЧБ (водочутливому папері компанії Сінгента) підтверджують це. Дрібні краплі за рахунок турбулентності проникають у всі яруси стеблостої, а також на нижню сторону листя, що дуже важливо при боротьбі з потайноживучими шкідниками, що знаходяться і живляться на нижній стороні листя. Такі краплі долітають навіть до

самої землі. Але турбулентність, особливо при високих швидкостях руху обприскувача, може знизити якість обприскування за рахунок повільного осідання крапель та їх випаровування, тим більше, коли не враховується вітер та температурний режим при обробках.

Потік повітря, створюваний обприскувачем під час руху, негативно впливає на факел розпилу. Повітря захоплює легші краплі, що повільно рухаються, і не дає їм можливості потрапити на оброблювану культуру, її листя. Проблема посилюється підвищенням швидкості переміщення сучасних обприскувачів: чим вища швидкість, тим більше потік повітря, що створюється. При збільшенні поступальної швидкості вдвічі коефіцієнт турбулентності зростає вчетверо. Невелике збільшення швидкості переміщення має значні наслідки, так само як розпилення проти вітру порівняно з розпорошенням у напрямку вітру. Зменшити знос робочої рідини можна шляхом збільшення середнього розміру крапель за рахунок зниження робочого тиску, а також швидкості обробки. Однак у деяких випадках це може призвести до зниження якості розпилення та погіршення результатів обробки. При підвищенні швидкості зростає турбулентність, яка утруднює керування смолоскипом розпилу (Рис.5). Необхідно використовувати нові технологічні та інженерні рішення для зниження зносу крапель та підвищення ефективності застосування препаратів. Такі рішення у компанії «Сінгента» є і про них йтиметься трохи нижче.

2. Аналіз ринку обприскувачів

В даний час вибір обприскувачів просто величезний. Існує кілька класифікацій даних сільськогосподарських машин, проте найбільш зручним є їх поділ за способом агрегування та приведення в дію. Виділяють три основні групи:

- Начіпні обприскувачі навішуються на трактора і приводяться в дію від валу відбору потужності. Зазвичай вони мають бак малого об'єму (до 800 л), ширина захвату досягає 12-20 м. Типовий приклад - штангові обприскувачі ОМ-630, ОМ-400 та ОМ-320. Головними перевагами подібних «малюків» є висока маневреність,

агрегатованість з вітчизняними тракторами типу МТЗ-80, невисока вартість, гарна якість роботи. До основних недоліків слід віднести низьку продуктивність, часту потребу в дозаправці при обробці великих площ, обмеженість висоти штанги кліренсом трактора (неможливо проводити обприскування високих культур). Навісні обприскувачі - практично ідеальний варіант для внесення агрохімікатів на невеликі (до 5 га) площі низькорослих (до 0,7-1,0 м) овочевих культур. Спроби використовувати обприскувачі на великих площах призведуть до розчарування.

- Причіпні обприскувачі є лідерами популярності на ринку України. Яскравим прикладом причіпного обприскувача є старий добрий ОП-2000, що агрегується з трактором типу МТЗ-80. Причіпні обприскувачі – це вже серйозна техніка, придатна для великих господарств та обробки отрутохіматами будь-яких сільськогосподарських культур. Об'єм бака тут зазвичай коливається в межах 3-4 м³ і більше, що дозволяє обробляти поля без частих дозаправок. Ширина захвату коливається в широких межах, рідко перевищуючи 40 м. Продуктивність агрегатів у порівнянні з навісними «побратимами» у рази вища. Маневреність та експлуатаційна зручність на досить високому рівні, особливо якщо йдеться про сучасні зарубіжні машини. Вартість причіпних обприскувачів значно вища, ніж навісних, коливається в дуже широких межах і залежить від марки та наявності додаткових «примочок».

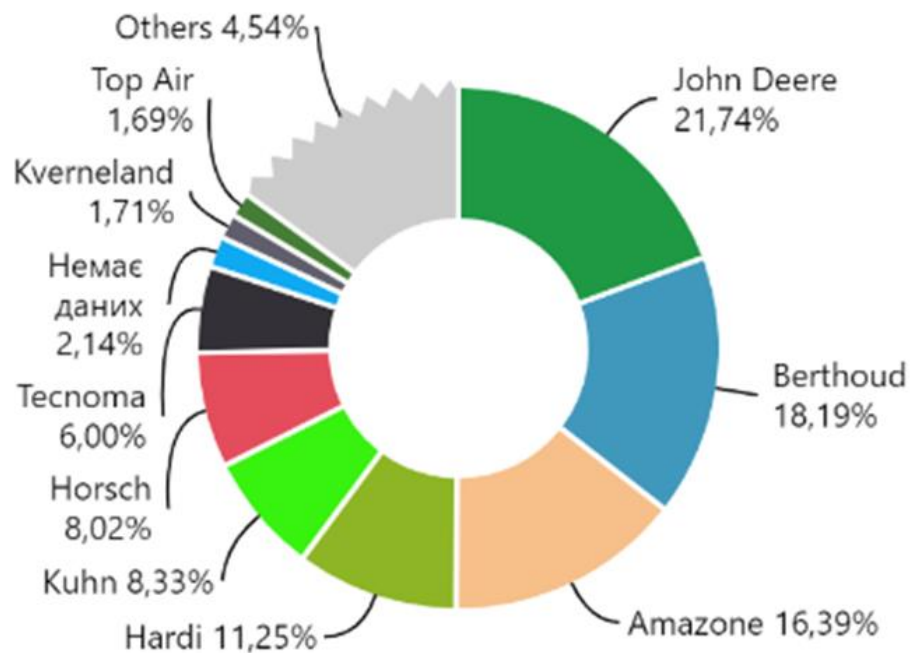


Рис. 1.1. Ринок причіпних обприскувачів України за 2023 рік

На ринку є попит на обприскувачі іноземного виробництва. В 2022 році продукт HARDI займав 5 позицію - 6,85 %, в 2023 році зайняв 4 позицію – 11,25 %. Основними конкурентами є John Deere, Amazone, Berthoud, Kuhn та Horsch. Останні роки Kuhn та Horsch не ведуть агресивної політики просування свого продукту на ринок України

- Самохідні обприскувачі з'явилися порівняно недавно і прийшли до нас із США та Європи. Ці машини не потребують трактора, що є безперечним плюсом. Крім того, окремі обприскувачі не потребують навіть оператора, оскільки завдяки оснащенню супутникової системи навігації вони здатні «самостійно» за попередньо заданими параметрами конфігурації поля виконати обприскування посівів. Кліренс самохідних обприскувачів вражає, досягаючи 1,0-1,5 м, що дозволяє проводити обприскування практично всіх сільськогосподарських культур навіть у пізні фази розвитку при висоті рослин до 2,0-2,5 м. Продуктивність також на висоті - від кількох сотень до тисячі гектарів на добу. Одним словом, самохідні обприскувачі — межа мрій будь-якого великого фермера, який володіє господарством із площею ріллі від кількох десятків тисяч гектарів. Щоправда, вибір в Україні поки що не такий великий, як у причіпних агрегатів, та й ціна дуже «кусається». Крім того,

потрібна наявність висококваліфікованих механізаторів, здатних працювати з такими інноваційними обприскувачами, налаштовувати та обслуговувати їх. До відносних недоліків при досить прискіпливому погляді можна віднести вищий тиск самохідного обприскувача на ґрунт, що провокує його ущільнення в зонах проходу.



Рис 1.2. Самохідний обприскувач

- Дрони – обприскувачі. Сільськогосподарські дрони – це літальні апарати, призначені для обприскування з повітря. Вони дозволяють користувачам безпечно та ефективно проводити обприскування з рівномірністю та точністю. Безпілотні наземні транспортні засоби розроблені для безпілотних ферм та спроектовані з урахуванням різноманітних сільськогосподарських потреб. Функції включають точний захист рослин, ефективне розкидання, інтелектуальне косіння, транспортування сільськогосподарських матеріалів та запобігання епідеміям. Дрони допомагають фермерам позбутися проблем, з якими вони стикаються у повсякденній роботі. Вони допомагають позбутися здогадів і дозволяють виконувати завдання, для вирішення яких зазвичай потрібні сотні робітників.



Рис. 1.3. Дрон - обприскувач

2.1. Основні робочі вузли обприскувача

При виборі обприскувача не завжди слід орієнтуватися на вартість моделі, її популярність та навіть думку сусіда. Безумовно, ніхто не хоче переплачувати, проте, заощадивши копійку на початку, можна згодом втратити тисячі через загибель посівів і даремних препаратів, які витрачені даремно.

Один із об'єктивних показників, який допоможе вибрати модель обприскувача, – розмір поля.

Відомо, що обсяг бака впливає на частоту заправки: чим він менший, тим техніка більше простоює. Однак машини з великим резервуаром погано розвертаються на маленьких полях, не досягають максимальної продуктивності, тому що при маневрах витрачають час. Крім того, громіздка техніка ущільнює ґрунт.

Тому ємність бочки повинна забезпечувати відповідну довжину гонів, маневреність обприскувача та чинити невеликий тиск.

Досвідчені сільгоспвиробники рекомендують при розмірі полів до 20 га та посівної площі до тисячі гектарів застосовувати машини з об'ємом бака до 600 л.

При площі земельних ділянок 60 га доцільно використовувати обприскувачі з ємністю цистерни 900–2000 л. Для великоконтурних полів розміром до чотирьох тисяч гектарів підійдуть агрегати з баками на 3–4 тис. л, а за такої ж посівної площі для ділянок розміром 100 га зручніше застосовувати техніку з резервуаром на 5-12 тис. л, що агрегується з трактором потужністю 150 к.с.

На невелику площу зручніше обробляти навісним обладнанням з розмахом штанги 12–18 м. Ця частина конструкції прослужить кілька років, якщо буде зроблена з нержавіючої сталі та алюмінію, а також покрита напиленням порошкової фарби для захисту від корозії та УФ-променів.

Практично будь-який обприскувач, крім хіба що ручних та ранцевих, призначених для застосування на дачних ділянках, оснащений набором основних робочих органів:

- Форсунки, що розпилюють, які забезпечують розбиття робочого розчину на краплі та їх нанесення на поверхню поля та рослини. За способом роботи бувають: гідравлічні (тиск підтримується насосом) та пневматичні (розпил здійснюється від потоку повітря, що йде від компресора або вентилятора). Найбільш поширені типи: вихрові, відцентрові, польові, садові, дефлекторні (поширені).

- Мішалка призначена для приготування робочого розчину в баку обприскувача та підтримки його постійної концентрації та гомогенності. Типи мішалок: гідравлічні, механічні, пневматичні.

- Насоси призначені для подачі робочого розчину до наконечників, що розпилюють, при заданому тиску в системі, щоб забезпечувати необхідну дисперсність обприскування. Крім того, можуть використовуватися для самозаправки обприскувача, приготування та розмішування робочого розчину. Основні типи насосів, що застосовуються в сучасних обприскувачах: мембранно-поршневий, трипоршневий, відцентровий, шестерний.

- Редукційно-запобіжний клапан потрібен для встановлення робочого тиску на розпилювачах та запобігання надмірному підвищенню тиску в робочій магістралі, а також її пориву при забиванні розпилювачів.

2.2. Обприскувачі Харді

HARDI INTERNATIONAL A/S – міжнародна група, метою якої є задовольнити вимоги наших кінцевих споживачів до якісної продукції, яка забезпечує ефективне, своєчасне та точне застосування засобів захисту рослин. Зі штаб-квартирою в Данії наша всесвітня мережа дистрибуції та збуту охоплює понад 100 країн, де нас представляють імпортери, агенти та дочірні компанії з продажу. Вони розташовані у Швеції, Норвегії, Данії, Франції, Іспанії, Північній Америці, Німеччині, Австралії, Китаї, Україні, країнах СНД та ЕМС.



З моменту свого заснування в 1957 році компанія HARDI дотримується постійно зростаючих вимог щодо ефективного та точного захисту рослин. Ми виростили до світового лідера у сфері застосування засобів захисту рослин і продовжуємо просувати галузевий стандарт розвитку, інновацій та обслуговування клієнтів. HARDI прагне надавати рішення, які забезпечують екологічно відповідальне та стійке майбутнє у сфері захисту рослин.

Група HARDI є підрозділом у сегменті сільськогосподарського обприскування Exel Industries SA, зареєстрований у Парижі. exel-industries.com

Компанія Hartvig Jensen & Co. заснована та стає зареєстрованою компанією з обмеженою відповідальністю 17 серпня 1957 року. Хартвіг Єнсен (на фото зі своїм

сином Йоргеном Хартвігом Єнсеном) працював над проблемою розпилення, і на момент заснування компанії йому було близько сорока років. Завод розташовувався на околиці Копенгагену, Данія.



Початкова ідея Hartvig Jensen & Co. полягала у розробці простого та надійного обприскувача та використання діафрагмового насоса, що приводиться в дію безпосередньо від валу відбору потужності трактора. Стратегія полягала у такому: «Кожному фермеру свій обприскувач», оскільки обприскуванням зазвичай займалися підрядники. HARDI – перша компанія у світі, що представила обприскувачі з насосом такого типу. Гарантійний термін становив три роки, що на той момент було абсолютно нечувано. Асортимент насосів складався з двох моделей, резервуар був сталевий барабан, пофарбований в червоний колір і штанги довжиною 5, 6 і 8 метрів/

Назва HARDI походить від імені засновника HAR tvig Jensen і DI aaphragm pump.

До середини 70-х років компанія розширилася за рахунок нових заводів площею 5000 м², один у Копенгагені, а інший в Ньорре-Альслеві, за 110 км на південь від Копенгагена. У 1974 році назва компанії була змінена на HARDI. Розширення асортименту продукції включало причіпні обприскувачі, обприскувачі для садів і виноградників, моторизовані обприскувачі, ручні обприскувачі та самохідні обприскувачі. Придбання французької компанії EVRARD у 1987 році розширило

асортимент самохідних обприскувачів, а через рік HARDI придбала ILEMO, іспанську компанію, що спеціалізується на обприскувачах для садів та виноградників. У 1988 році була представлена пневматична штанга TWIN, а в 1996 році була придбана компанія Cooper Pegler, що спеціалізується на ручних обприскувачах. Виробничі потужності HARDI розташовані у п'яти країнах: Данії, Франції, Іспанії, США та Австралії.



У 1997 році HARDI, сімейна компанія, була продана Group Cheminova Holding. У 2005 році причіпний обприскувач COMMANDER представлений як глобальний продукт. Також було розпочато спеціалізацію, в результаті якої Данія стала фахівцем з причіпних та навісних обприскувачів та їх компонентів, Франція – фахівцем із самохідних обприскувачів, а Іспанія – фахівцем із садів та виноградників. У 2007 році HARDI купується французькою компанією EXEL Industries і знову стає сімейною компанією. EXEL Industries об'єднує низку компаній, що в основному займаються сільським господарством. HARDI продовжує спеціалізуватися як професійний партнер по догляду за сільськогосподарськими культурами, виробляючи безліч власних компонентів,

включаючи насоси, елементи управління, штанги, форсунки та електронні блоки управління.

EXEL Industries виготовляє засоби для захисту рослин та обробки поверхонь. До цієї компанії крім компаній HARDI входять Verthoud, Agrifac, Holmer та Hozelock.

САМОХІДНІ ОБПРИСКУВАЧІ HARDI

РУБІКОН – обприскувач ємністю 9000 літрів є найбільшим самохідним обприскувачем у світі. Він призначений для обприскування великих площ на високих швидкостях із шириною колії до 4 м для таких країн, як Австралія, Північна Америка та Південна Африка. Компоненти трансмісії вибираються з урахуванням потреб ринку. RUBICON використовує двигун Cummins потужністю до 370 к.с. та трансмісію Sauer-Danfoss для приводу на чотири колеса. Передні штанги є нормою та мають ширину до 48,5 м.



САРІТОР – об'ємом 6200 літрів для обприскування великих площ. Оснащений двигуном Cummins потужністю 300 к.с., він продається в Австралії, Північній Америці, країнах СНД та Південній Африці. Штанги встановлюються ззаду та мають ширину до 48,5 м.



АЛЬФА – Завдяки двигуну Deutz потужністю 245 л. Stage IV/Tier 4, трансмісії Sauer-Danfoss та вузькій транспортній ширині 2,55 м він чудово підходить для європейських умов. Завдяки баку ємністю до 5100 літрів та пневматичній штанзі TWIN FORCE модель ALPHA забезпечує високу продуктивність обприскування, оскільки обприскування може продовжуватися навіть у вітряну погоду.



ПРИЧІПНІ ОБПРИСКУВАЧІ HARDI

AEON – Обприскувач AEON CENTURA line – ємність бака до 5200 літр та штанги до 39 м, AEON пропонує новітні технології, що забезпечують зручність та безпеку користувача. Рульове керування колесами ComfortTrack та гідравлічна підвіска зводять до мінімуму пошкодження врожаю та штанги. AEON має WorkZone зліва та TechZone справа. Оператор може безпечно виконувати всі приготування для розпилення в робочій зоні. У TechZone розміщені основні компоненти розпилення, що спрощує обслуговування та догляд. На AEON доступні звичайні штанги DELTA FORCE та пневматичні штанги TWIN FORCE.



COMMANDER – для обприскувача доступні чотири розміри баків ємністю до 7000 літрів та чотири типи штанг. Багато автоматичних функцій є стандартними, наприклад AutoWash, AutoFill і AutoAgitation. Це був перший обприскувач з AutoSectionControl у Європі та системою регулювання тиску DynamicFluid4, яка забезпечує надзвичайно швидке визначення норми внесення, що робить обприскувач хорошим вибором для клієнта, якому потрібен повністю автоматизований причіпний обприскувач.

НАВИГАТОР – Це очевидний вибір для базового обприскувача з великими баками та широкою штангою. Місткість бака варіюється від 3000 до 6000 літрів (від 800 до 1600 галонів США), а довжина штанги - від 18 до 39 м (від 60 до 128 футів). Підвіска відстеження IntelliTrack та інтелектуальні функції – ось лише деякі з доступних опцій.



РЕНДЖЕР – це найменший причіпний обприскувач та лідер у своєму класі, що пропонує широкий спектр різних функцій. Він має бак ємністю 2500 літрів (660 галонів США) та три типи штанги довжиною від 12 до 24 м (від 40 до 80 футів). Додатковий комп'ютер HARDI Controller 5500 спрощує обприскування, а до Ranger можна додатково додати AutoSectionControl.

НАВІСНІ ОБПРИСКУВАЧІ HARDI

МЕГА – серія MEGA з об'ємом бака від 1200 до 2200 літрів пропонує сучасний повністю автоматизований обприскувач для клієнтів, що віддають перевагу

навісним обприскувачам. Підвіска AirRide, встановлена на шасі, знижує ударні навантаження та підвищує комфорт оператора. Обприскувач повністю сумісний із ISOBUS, тому клієнт може вибрати термінал на свій вибір. Довжина штанг становить від 15 до 28 м і вони складаються горизонтально, що робить обприскувач дуже компактним у транспортному положенні.



MASTER – баки варіюються від 1000 до 1800 літрів. Це популярний вибір клієнтів, яким потрібний економічний обприскувач, хороший вибір для ферм з великою кількістю неправильних полів або невеликих розмірів. MASTER також доступний з пневматичними штангами, які допомагають збільшити продуктивність та зменшити знос вітром.

NK – існує з 1970-х років. Це один з найбільш універсальних і невеликих обприскувачів, що монтуються на підйомнику, коли-небудь створених.

САДОВІ ТА ВИНОГРАДНІ ОБПРИСКУВАЧІ HARDI

Розпилювачі туману поділяються на дві групи: садові та виноградні. Ряди садів зазвичай широкі, і тому обприскувачі зазвичай більші з осьовими повітрорудками великої потужності.

Для обприскування виноградників часто потрібна невелика та вузла техніка. Повітрорудка може мати шланги, що направляють повітря та розпилення на певну

частину лози, а повітродувки зазвичай відцентрового типу для більш високих швидкостей повітря.



ZENIT
ZATURN

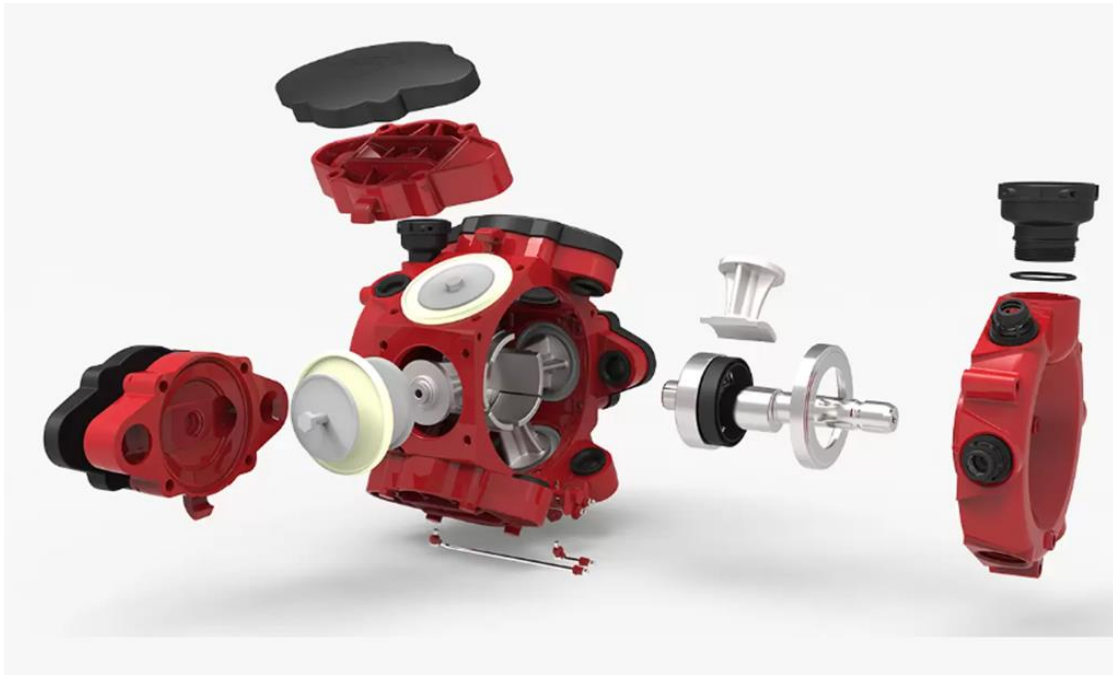
ZENIT
ZATURN
JUPITER



НАСОС HARDI

Насос самовсмоктуючий і зможе закачувати систему наповнення та розпилення. Картер мембранного насоса HARDI змащений мастилом і має відкритий картер. Якщо діафрагма виходить з ладу, рідина може витікати з картера, що дозволяє уникнути дорогого ремонту валів, підшипників і простоїв. Насос HARDI може працювати повністю сухим без будь-яких пошкоджень. Простота обслуговування насоса. Мембрани та клапани можна міняти, не знімаючи насос. Відсутність контакту між хімічними речовинами та рухомими механічними частинами. Усі рухомі частини повністю відокремлені від рідини, що проходить через насос.

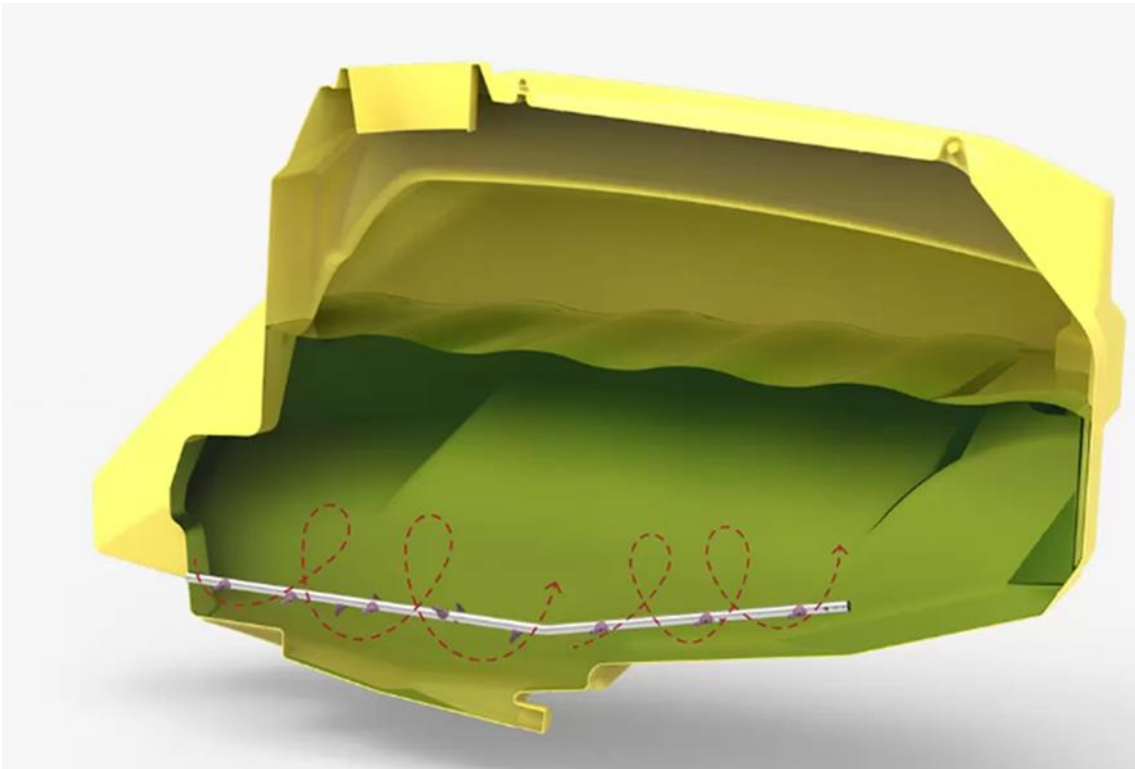




БАКИ ОБПРИСКУВАЧІВ HARDI

Бак обприскувача HARDI відповідає наступним вимогам:

- Відстійник має бути глибоким, для зменшення залишків
- Правильне розподілення ваги на дишлі для покращення зчеплення.
- Він повинен бути стійким при гальмуванні та не мати перегородок для полегшення очищення.
- Переміщення повинно вимагати мінімального використання потужності насоса, але бути ефективним.
- Обприскувач повинен бути стійким при повороті з максимальним навантаженням на вісь.
- Він повинен легко чиститись, не мати гострих кутів і бути гладким усередині.
- Резервуар повинен мати тривалий термін служби, бути стійким до ударів та ультрафіолетового випромінювання.



Оригінальні резервуари HARDI були металевими, зазвичай із нержавіючої сталі. У 70-х роках компанія HARDI стала піонером у використанні поліетиленових резервуарів у сільському господарстві.

БАК ДЛЯ ПРИГОТУВАННЯ МАТОЧНОГО РОЗЧИНУ

Швидке та ефективне змішування HARDI TurboFiller розроблений для змішування великого об'єму порошків та рідин. Його висока продуктивність досягається завдяки поєднанню високого рівня вакууму та обертання рідини, що створюється з допомогою TurboDeflector всередині резервуару.



ШТАНГИ

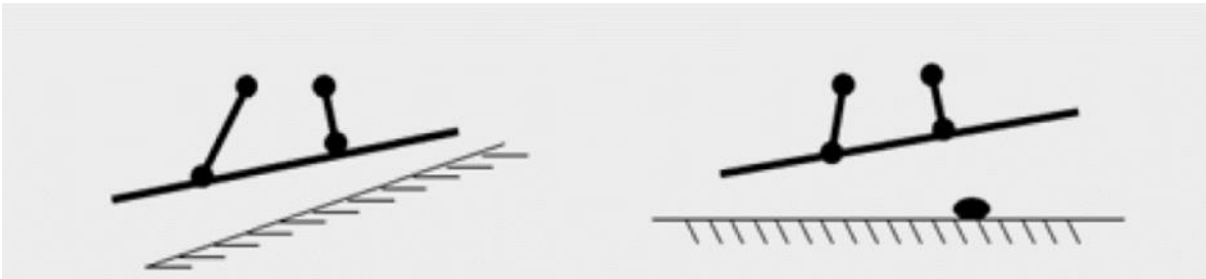
Завдання штанги – утримувати форсунки на заданій висоті над землею. Це відносно легко зробити з невеликою штангою 8 м, як показано на фотографії самохідного обприскувача 1960-х років, але стає все важче, коли штанги стають ширшими, переміщуються швидше і при повороті на розворотній смузі.



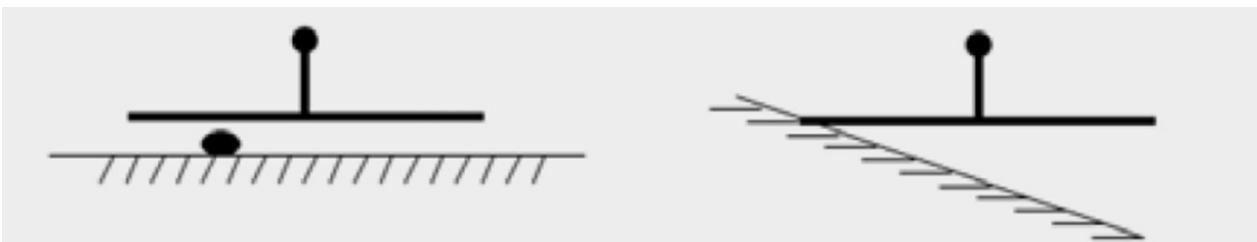
Штанги також повинні бути міцними, забезпечувати захист сопел, бути компактними під час транспортування, мати мінімальні вимоги до технічного обслуговування та бути здатними витримувати удари об землю без пошкоджень. Найбільш поширені трапецієподібні та маятникові підвіски штанг.

ТИПИ ПІДВІШУВАННЯ ШТАНГИ

Трапецієподібна підвіска краща для невеликих штанг HARDI. Вона використовується на штангах PRO, STREAM та EAGLE, а також на багатьох старих штангах HARDI. Це проста конструкція, що досить стійка при повороті і повторює рельєф місцевості при обприскуванні вздовж схилів пагорбів. Він реагує трохи повільніше, наприклад, коли обприскувач наїжджає на камінь, і вимагає більш регулярного обслуговування та регулювання.



Маятникова підвіска є на більшості штанг HARDI довжиною понад 20 м. Вона використовується на штангах DELTA FORCE та TWIN FORCE. Він дуже добре утримує штангу в горизонтальному положенні, тому зазвичай оснащений циліндром компенсації нахилу для обприскування вздовж схилів пагорбів. Штанга швидко реагує, наприклад, коли обприскувач наїжджає на камінь і не потребує особливого обслуговування. Вона нестійка при повороті, оскільки відцентрові сили змушують стрілу нахилитися із боку внутрішнього кола.



СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ШТАНГОЮ

AutoTerrain — це повністю автоматична система керування штангою, яка регулює висоту, нахил і ривки для чудової стійкості штанги.

Ця неперевершена система керування штангою відрізняється від інших тим, що запобігає, а не виправляє ненавмисне переміщення штанги. Використовуючи ультразвукові датчики на крилах штанги та датчики крену в центрі, він відстежує та коригує рух до того, як штанга буде порушена. Стабільна штанга означає менший знос обприскувача та стрес оператора. Обприскувач матиме більший термін служби, а оператор буде відчувати менше втоми та стресу від необхідності постійного контролю за штангою.

AutoTerrain також зменшує ризик зносу робочого розчину, що є перевагою для фермера та навколишнього середовища



ПНЕВМАТИЧНА СИСТЕМА ОБПРИСКУВАННЯ HARDI

Компанія HARDI розпочала свою діяльність наприкінці 80-х років з пневматичних штанг TWIN System. Вони збільшують продуктивність обприскування і можуть використовуватися для зменшення зносу вітром і кількості пестицидів, що використовуються. В даний час існує три типи штанг; TWIN Stream - 12 і 15 м, AIR STREAM від 12 до 18 м та TWIN FORCE від 18 до 36 м. У моделях TWIN STREAM та AIR STREAM для приводу повітродувки використовується олива трактора. Найбільший агрегат TWIN FORCE з двома повітродувками має власну гідравлічну систему для приводу повітродувок. Гідравлічний насос рухається наскрізним валом мембранного насоса HARDI.



MASTER
TWIN STREAM



**AEON &
COMMANDER**
TWIN FORCE



ALPHA
TWIN FORCE

Клієнти, які використовують TWIN, заявляють про підвищення продуктивності обприскування на 64%, зменшення зносу на 32%, економію пестицидів на 30% та використання на 30% менше води.

У штанзі TWIN FORCE використовується найкраща у світі система контролю розпилення. Використовуючи регульовану повітряну підтримку для захоплення та спрямування розпилення, TWIN FORCE може зменшити знос на приголомшливі 80%. Результат майже не має втратити засобів захисту рослин або забруднення прилеглих територій.

Повітряна підтримка також гарантує краще проникнення та покриття розпилення, ніж звичайне обприскування. Все це означає реальну економію для фермера: не менше 50% на витраті води і до 30% на засобах захисту рослин.

TWIN FORCE виконує роботу швидше. Ефективний контроль зносу означає більше днів обприскування – з 31 до 76 днів в одному дослідженні – а також вищу швидкість внесення та менше зупинок для наповнення. Результат – вища продуктивність обприсувача. Фактично, TWIN FORCE збільшить вашу продуктивність обприскування до 100%.

TWIN FORCE надає оператору більше можливостей для контролю розпилення, ніж інші обприскувачі з повітряною підтримкою. Регулюючи швидкість і кут повітряної завіси, від відсутності повітря до повної подачі повітря, фактично створюючи два розпилювача в одному (звідси назва – TWIN), оператор може направляти всі краплі, незалежно від розміру, до цілі. Два потужних вентилятора

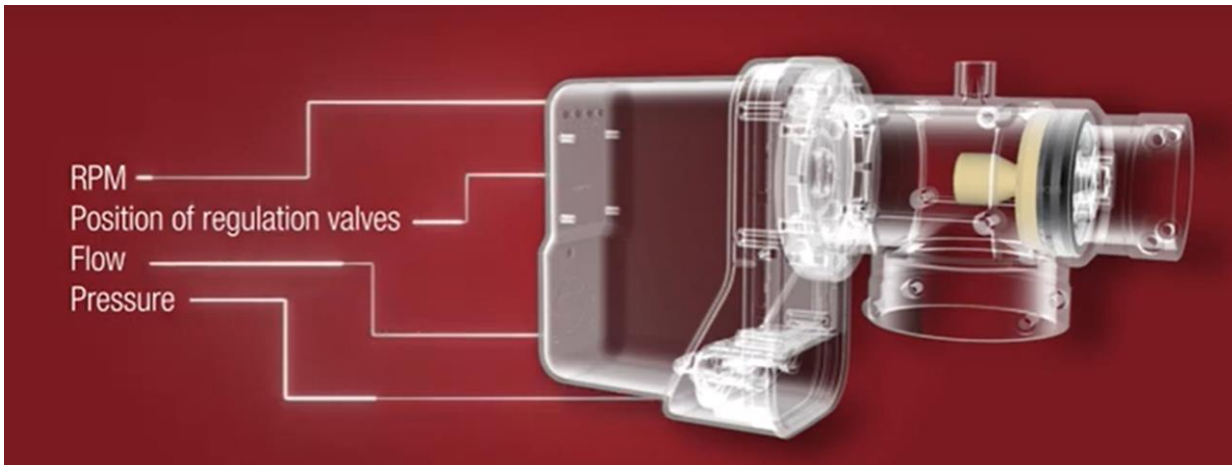
забезпечують подачу повітря ліворуч і праворуч. Кожний вентилятор можна плавно регулювати до максимальної потужності. Погода диктує майже все, що робить фермер, і обприскування не є винятком. Особливо вітер може змусити фермера перервати або відкласти обприскування через знос капель. Завдяки ефективному контролю зносу це практично залишилося в минулому. Обприскування з повітряною підтримкою не тільки запобігає зносу дрібних крапель, осаджуючи їх вниз культур. Це також відкриває урожай для кращого проникнення. Повітряна завеса розкриває і шурхотить урожай, щоб піддати розпилюванню всі поверхні, а додатковий імпульс крапель, створений повітрям, штовхає їх у врожай. 000 м³ /год на метр штанги та максимальна швидкість повітря до 35 м/сек. Чудова продуктивність TWIN FORCE була підтверджена численними історіями з усього світу, а також польовими випробуваннями та дослідженнями. Одне незалежне наукове дослідження, проведене дослідницьким центром Flakkebjerg/Oarhus University, Данія, продемонструвало, що якість розпилення обприскувача HARDI TWIN зі штангою 24 м не вплинула на сильний вітер зі швидкістю руху від 8 до 12 км/год.

Дослідники прийшли до висновку, що TWIN дає більш рівномірне осадження та значно менший знос, ніж звичайне застосування, особливо у вітряних умовах. Дослідження підтвердило, що TWIN може зменшити знос розпилення до 80%, що означає зменшення використання хімічних продуктів до 30%.

СИСТЕМА РІДИНИ КЛАПАН DF4

Маючи на увазі точність і потужність, HARDI кинув виклик традиційному способу регулювання норми внесення. Традиційно застосовується обприскування, а потім вимірює фактичну норму внесення. Якщо застосовувана норма та встановлена норма не збігаються, комп'ютерна система буде регулювати, доки вони не зійдуться.

Ця звичайна система розпилення означає, що швидкість руху, ширина штанги та оберти насоса повинні залишатися відносно стабільними для отримання точного регулювання.



Швидка реакція доведена в різних тестах – стандарт EN/ISO 16119 вимагає 10% точності при зміні швидкості або норми внесення за 7 секунд. Система DF4 досягає значення +/-10% через 3,5 секунди, через 7 секунд точність становить +/- 0,5%.

ФОРСУНКИ РОЗПИЛЕННЯ HARDI

Стандартні насадки FLATFAN

Універсальна форсунка FLATFAN. Рекомендується для всіх видів застосування пестицидів, де потрібне оптимальне покриття. Ця форсунка забезпечить чудовий і рівномірний розподіл рідини на висоті штанг від 35 до 70 см (рекомендується 50 см для подолання нерівності місцевості або руху штанг).

Форсунки LOWDRIFT

Форсунки LOWDRIFT рекомендуються, коли неможливо досягти оптимальних умов розпилення (ризик зносу) і розпилення не можна відкласти. Ця насадка забезпечить чудовий і рівномірний розподіл рідини на висоті штанги від 35 до 70 см (рекомендується 50 см для подолання нерівності місцевості або руху штанг).

HARDI MINIDRIFT

Форсунки HARDI MINIDRIFT можна використовувати для розпилення при неоптимальних погодних умовах, коли розпилення не можна відкласти. Насадка MINIDRIFT при низькому тиску зменшить знос до мінімуму.

Ця форсунка забезпечить відмінний і рівномірний розподіл рідини на висоті штанги від 40 до 90 см.

Спектр крапель від великої до дуже великої; безпечна для контролю заносу, але без ризику поганого покриття та відкладення на листках. Трубку Вентурі можна легко зняти для очищення форсунки

HARDI NANODRIFT

Форсунки HARDI NANODRIFT слід використовувати, коли потрібне значне зменшення зносу. Форсунка NANODRIFT при низькому тиску зменшить знос до мінімуму. Спектр крапель від великої до дуже великої; безпечна для контролю заносу, але без ризику поганого покриття та відкладення на листках.

NANODRIFT доступна у 8 розмірах з робочим тиском від 1,0 до 6,0 бар, ця форсунка є ідеальним рішенням, коли потрібні більші норми.

Форсунка HARDI INJET

Форсунки HARDI INJET можна використовувати для розпилення при неоптимальних погодних умовах або коли розпилення не можна відкласти. Форсунки HARDI INJET рекомендовані для більшості застосувань пестицидів, де потрібен знижений ризик зносу.

HARDI ISO MINIDRIFT DUO

Форсунку HARDI MINIDRIFT DUO можна використовувати для розпилення при неоптимальних погодних умовах, коли розпилення не можна відкласти. Насадка MINIDRIFT DUO при низькому тиску зменшить знос до мінімуму.

Ця компактна плоска форсунка з повітряним інжектором пропонує спектр крапель від середньої до дуже великої; безпечна для контролю заносу, але без ризику поганого покриття та відкладення на листках. Два кутових повітряних отвора збільшують кількість крапель і ударів об ціль у порівнянні зі звичайними інжекторними форсунками.

СИСТЕМА ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

PulseSystem - Інноваційне зменшення заносу.

Повна інтеграція з системою HARDI TWIN

Разом із системою TWIN, яка вже має найкращі у своєму класі характеристики зменшення заносу та найкраще покриття, HARDI PulseSystem є суттєвим

додатковим кроком уперед у контролі місця осідання пестицидів безпосередньо з місця водія.

Поєднавши дві інноваційні технології зменшення зносу, компанія HARDI розробила систему внесення з потенціалом забезпечення найменшого зносу на ринку.



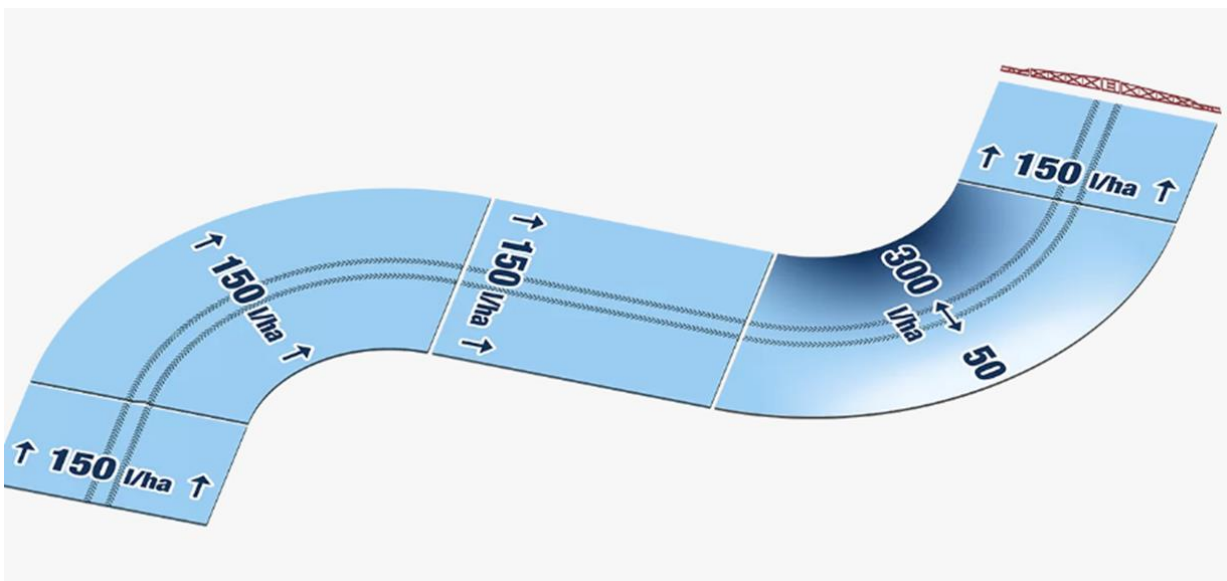
Широкий вибір норм внесення при одному розмірі форсунки

Відкриваючи і закриваючи форсунки, система HARDI PulseSystem може тримати форсунки відкритими на 30-100% при тому ж тиску, забезпечуючи при цьому незмінний розмір крапель. Таким чином, одна і та ж форсунка може використовуватися на декількох різних швидкостях руху.



У той же час, знос зведений до мінімуму, а швидкість потоку оптимізована, оскільки можна підтримувати найбільш оптимальний розмір крапель, на відміну від звичайної системи, де знос буде тим більше, чим більше рідини ви намагаєтеся продавити через форсунки.

Завдяки функції CurveControl заощаджуються хімікати та зменшується вплив на навколишнє середовище на полях з великою кількістю поворотів або при обприскуванні навколо веж вітряків чи ремізів. Тут мінімум робочої рідини наноситься на внутрішню частину крила і повний потік, де штанга працює швидко на зовнішній. Це автоматично запобігає передозуванню та недозуванню.



Використовує пульсацію, а не тиск для підтримання правильного об'єму внесення на одну форсунку

Електромагнітний клапан вмикає і вимикає потік на форсунки, 20 разів на секунду контролюючи їх подачу

Широка витрата з одним розміром форсунки від 30 до 100% варіації

Автоматичне включення і виключення окремих форсунок

Крім того, PulseSystem працює з включенням/виключенням форсунки - на штанзі 36 м, управління всіма 72 форсунками на рівні кожної форсунки. Це можна зробити, наприклад, за допомогою цифрової карти поля. Таким чином, загальна карта поля визначає, скільки пестициду потрібно внести - економія до 90% можлива за рахунок обробки тільки ділянок з нанесеними на карту шкідниками в полі.



ActiveAir – Пневматичне відкриття форсунок

ActiveAir - це система циркуляції під тиском, яка миттєво відкриває і закриває форсунки без протікань. Швидка активація повітря є технічно комбінацією рідинної системи PrimeFlow, пневматичних приводів AutoSelect та електромагнітних клапанів для включення/вимкнення повітря.

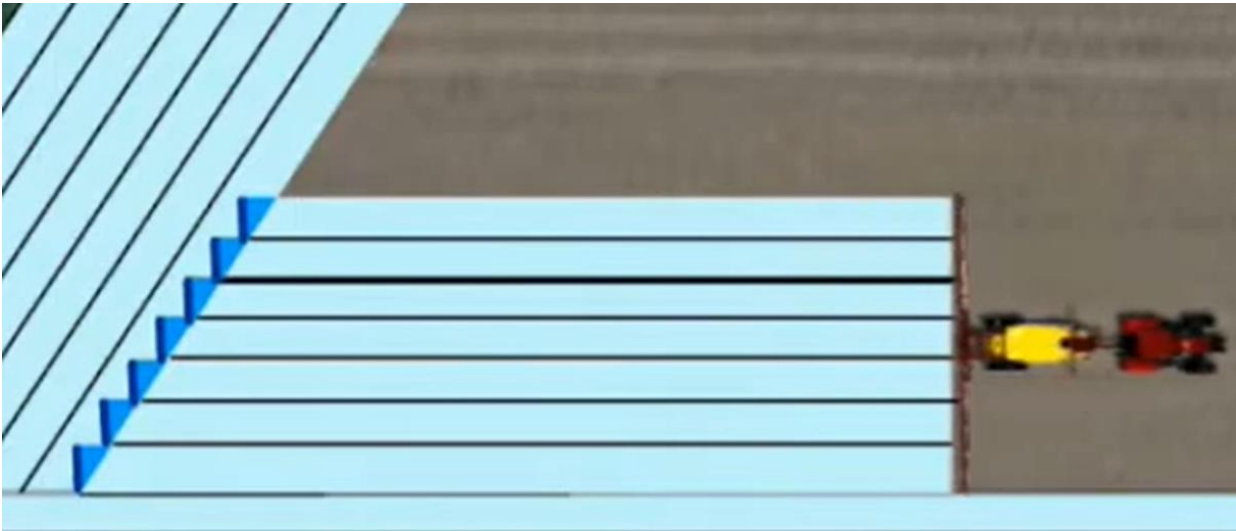
Для системи потрібен повітряний бак на обприскувачі та компресор на тракторі, подібно до системи AutoSelect Duo.

- Система циркуляції під тиском – швидке наповнення штанги без залишків

- Електромагнітні клапани як секційний клапан
- 9 або 13 секцій
- Рідинні трубки з нержавіючої сталі та тримач форсунок PENTALET
- Швидка реакція – пневматичне відкриття форсунок
- Карта внесення на секції ввімкнення/вимкнення



AutoSectionControl (ASC) - це повністю автоматична система, яка відкриває та закриває секції штанги, якщо це необхідно. ASC керує секціями при русі по ділянці обприскування, наприклад, у поворотній смузі або клині або навколо перешкод, таких як дерева тощо.



НС 8600/НС 9600 має AutoSectionControl як стандартну функцію і має бути підключений тільки до GPS-приймача. При розпиленні AutoSectionControl автоматично записує покриту область. У типовій ситуації, спочатку обприскується край поля, AutoSectionControl тепер автоматично закриє секції, якщо оператор пройде над областю, яка вже була покрита на краях поля.



ТОЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО AutoNozzleControl

Управління однією форсункою

Отримайте повний контроль над роботою обприскування за допомогою нашої автоматичної функції включення/вимкнення однієї форсунки – AutoNozzleControl.

У поєднанні з миттєвим керуванням розпиленням, що пропонується нашою

системою PrimeFlow, AutoNozzleControl забезпечує надточне розпилення та швидшу швидкість руху з мінімальним перекриттям.



AutoNozzleControl також дозволяє вимкнути певні форсунки під час роботи на повороті смуги та під час розпилення поблизу чутливих ділянок.

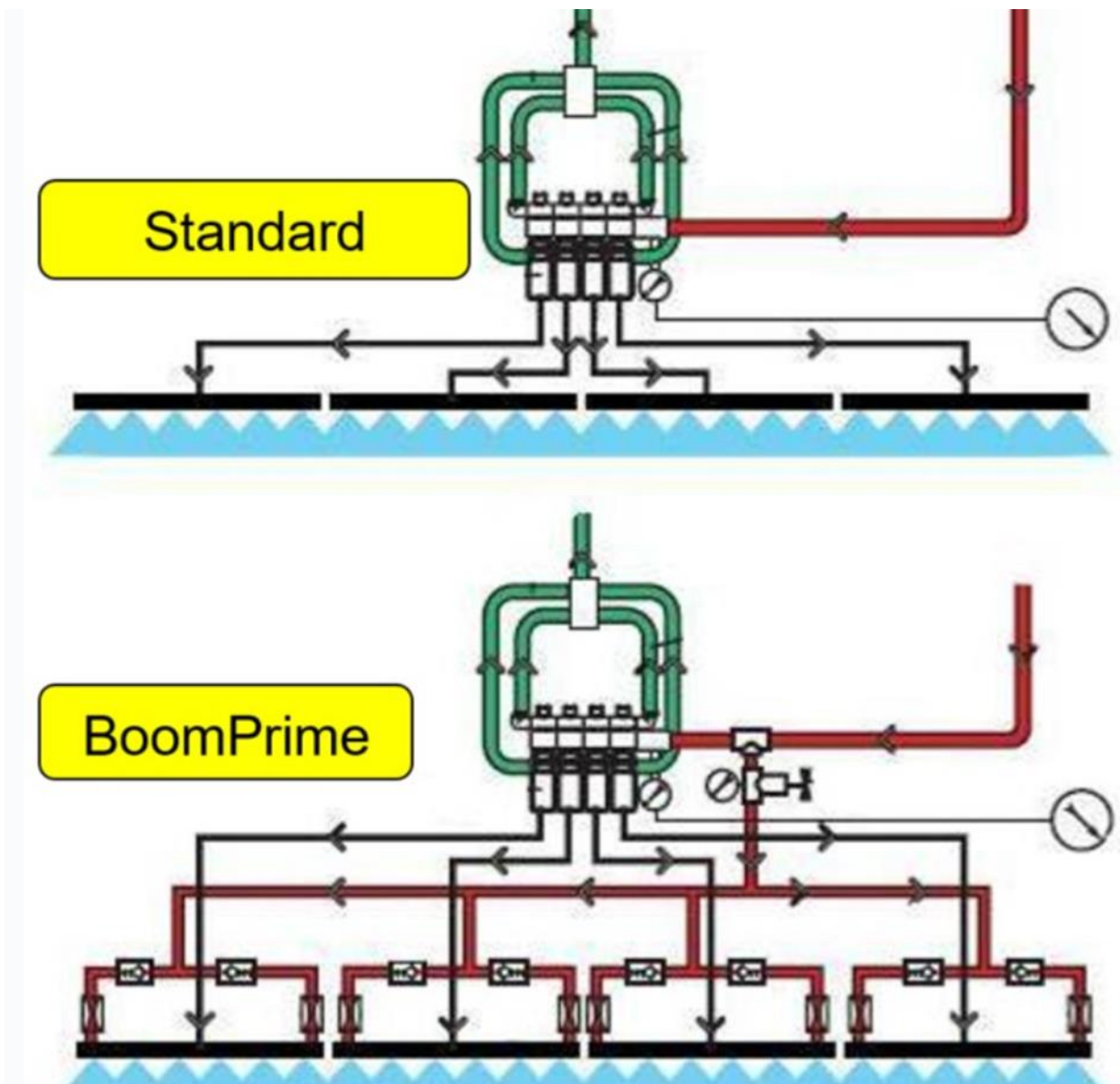
Система автоматично контролює кожну форсунку. В автоматичному режимі обприскувач працює з ділянками 50 см.



ТОЧНЕ ЗЕМЛЕРОБСТВО PRIME FLOW

Система PrimeFlow - моторизоване включення/вимкнення форсунки

Циркуляція штанги під тиском, що гарантує швидке заповнення та запобігає осіданню та засміченню. Коли розпочато обприскування, рідина вже розподілена по всій штанзі, циркулюючи під заданим тиском по лініях розпилення. Коли розпилення припинено, рідина буде продовжувати циркулювати під тиском очікування. Навіть під час розпилення під низьким тиском секції повністю зливаються, залишаючи лише невеликий залишок, що означає менше рідини для очищення.



Система відслідкування

Перевага самохідних та навісних обприскувачів полягає в тому, що вони залишають лише один слід. Причіпні обприскувачі позбавлені цієї переваги. Щоб досягти цього, їм потрібна якась форма артикуляції. Це може бути просте механічне встановлення

для систем з комп'ютерним керуванням. HARDI на тому чи іншому етапі виготовила усі системи. Систему стеження слід відключати, коли обприскувач залишає поле. Якщо цього не зробити, на транспортній швидкості обприскувач може легко перекинутися.



Механічне рульове відслідування

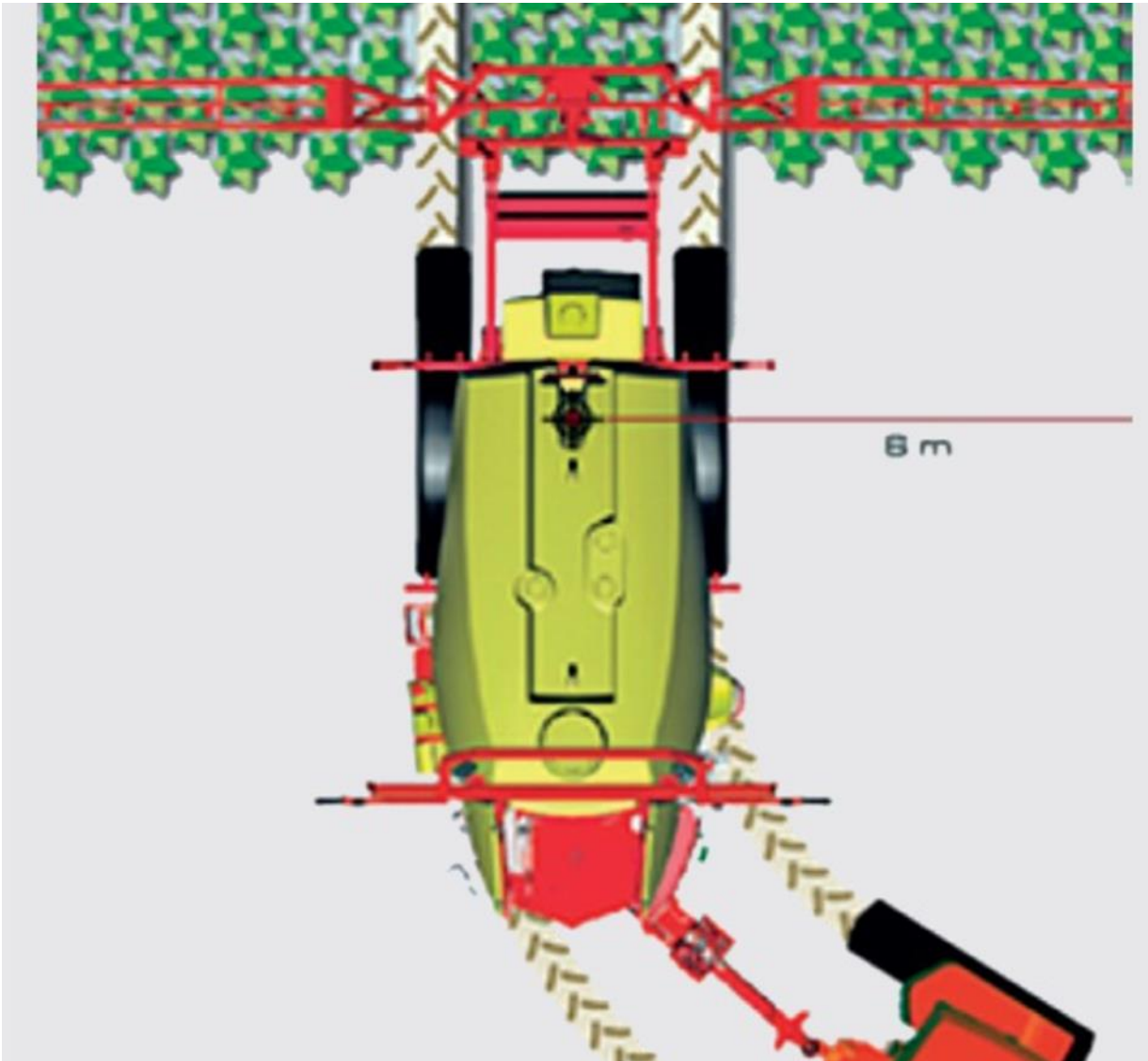
Це проста механічна система, в якій обприскувач прикріплений до підйомних важелів трактора, а точка повороту ідеально розташована посередині між задніми колесами трактора та обприскувачами.

Він може бути механічним або гідравлічним.

Керування дишлом

Це найпоширеніша з усіх систем відстеження. Точка повороту знаходиться у передній частині обприскувача, а гідравлічні циліндри повертають раму під правильним кутом. Це можна зробити вручну або електронно за допомогою датчика кута на дишлі трактора та дишлі обприскувача. Це не перешкоджає оптимальному розміщенню баласту у промивному баку або налаштуванні вузької колії. Радіус

повороту складає близько 6 м (18 футів). Найменування HARDI: MULTI-TRACK, SELF TRACK, Steering Drawbar та IntelliTrack.

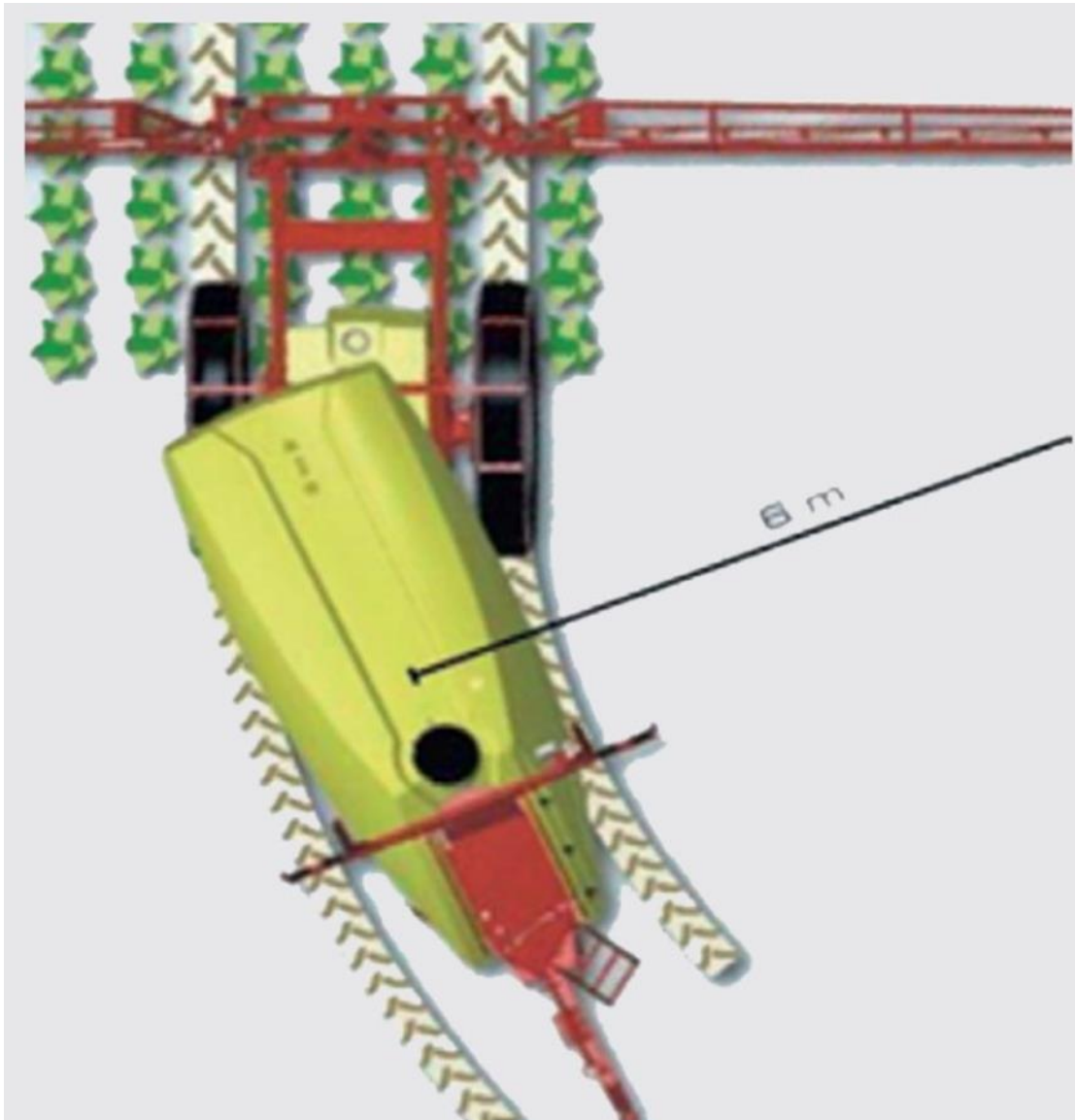


Трапеція рульового управління

Це унікальний метод кермового керування, що поєднує в собі стабільність керування колесами та оптимальне розміщення баласту, а також малий радіус повороту та вузьке налаштування ширини колії керування дишлом.

HARDI - SafeTrack.IntelliTrack, SafeTrack та ComfortTrack – це більше, ніж просто електронні системи стеження. Вони контролюють швидкість, ширину колії, кут повороту, вміст бака та коефіцієнт безпеки. Якщо поєднання цих факторів вказує на ризик перекидання, система автоматично випрямляє обприскувач, щоб уникнути

нещасного випадку. Вона називається DEC, Dynamic Electronic Control і є унікальною функцією HARDI з 2005 року



3. Обґрунтування проблеми сучасних обприскувачів

Специфіка обприскувачів полягає в тому, що робота цієї машини має бути «втиснута» в дуже стислі агротехнічні терміни. Адже для уникнення розвитку хвороб чи оперативного реагування на збільшення чисельності шкідливих комах потрібно провести обробку посівів у якнайкоротший період, інакше можна втратити значну частину майбутнього врожаю. До того ж найбільш сприятливі умови обробки

– температура повітря 12–25°C, вологість повітря 60–85%, швидкість вітру до 5 м/с
– як правило, настають лише у вечірньо-ранковий період.

За наявності настільки вузького «вікна» можливостей, а також нерідко стикаючись із авральним застосуванням обприскувачів (раптова атака комах, хвороба тощо), аграрії в пріоритет вибору ставлять продуктивність машини, тобто можливість обробляти більшу площу за одиницю часу.

Над збільшенням продуктивності працюють і компанії-виробники сільгосптехніки. Багато розробників обприскувачів преміум-класу закладають у машини стандарти якості з огляду на вимоги потенційної добової продуктивності 1000–1200 га. Реально ж на сьогодні самохідні обприскувачі «закривають» в середньому 450–500 га, а причіпні – 250–350 га за добу.

Продуктивність – загальне поняття, яке залежить від багатьох складників. Говорячи про продуктивність, найчастіше мають на увазі швидкість обробки полів, яка, в свою чергу, залежить від чотирьох тісно взаємопов'язаних між собою складових: безпосередньо швидкості руху машини по полю, конструктивних особливостей обприскувача, автоматизації рутинних операцій роботи і логістики.

Зазвичай поняття продуктивності зводиться до швидкості пересування по полю, і чим швидше рухається машина, тим швидше «закриваються» гектари.

Найбільшу швидкість на полях на сьогодні розвивають самохідні обприскувачі. Деякі з них можуть розганятись на гонах до 50 км/год. Така швидкість роботи пояснюється насамперед підвищеною прохідністю самохідних машин, ергономічністю та поліпшеною, порівняно із причіпними, маневреністю. В середньому ж у різних виробників продуктивність самохідних обприскувачів коливається від 500 до 1200 га за добу.

За прогнозами учасників ринку, в майбутньому частка швидкісних самохідних машин незмінно зростатиме. До того ж високий кліренс таких обприскувачів дає можливість працювати з різними культурами незалежно від фази їх розвитку.

Ефективність швидкісного обприскування також буде максимальною, якщо дотримується такий чинник, як рівний стан полів, оскільки помилки в обробітку

грунту або наявність глибоких борозен обмежують можливість швидкої їзди. Ця ж вимога висувається до наявності різних перешкод, наприклад, стовпів, курганів тощо.

Для того щоб пересуватися на великій швидкості, шлях має бути вільним, тим більше що робота часто ведеться в темний час доби. А значить, найпростіший спосіб – працювати за технологічними коліями, заздалегідь підготовленими і розчищеними. Без них робота на великій швидкості та в обмежених умовах видимості буде ускладнена.

Разом зі швидкостями зростають і вимоги до сучасних обприскувачів. Так, навантаження на штангу при роботі на високій швидкості мають залишатися мінімальними, а значить, слід забезпечити машині гарний механізм гасіння коливань. Наприклад, підвіска Actiflex, яка застосовується у причіпних обприскувачах Tracker, використовує пружину з нелінійною характеристикою жорсткості, яка змінюється залежно від навантаження на підвіску та завантаження обприскувача. Ця система постійно підлаштовується до навантаження для забезпечення максимально плавного ходу.

Максимальна рекомендована швидкість вітру при обробці полів – не більше ніж 7 м/с (інакше збільшується знесення препарату і погіршується рівномірність внесення). При швидкості руху понад 25 км/год створюється зустрічний потік повітря, близький до цих значень, а якщо додати до цього наявність вітру, то знесення гарантоване.

Рекомендації більшості виробників сільгоспмашин зводяться до того, що робоча швидкість польового обприскувача не повинна перевищувати 20 км/год. За ідеальних погодних умов – 25 км/год.



3.1. Повітряна підтримка штанги обприскувачів.

Одним із напрямів розв'язання цієї проблеми є розроблення нових способів покращення рівномірності внесення робочого розчину, серед яких найбільш поширеними є такі:

- застосування на обприскувачах розпилювачів, у які під тиском подається повітря (пневмогідролічні з наддувом);
- застосування інжекторних розпилювачів;
- осадження краплин штучним повітряним струменем, створеним джерелом стисненого повітря;
- створення повітряної завіси навколо факелів розпиленого розчину.

Представником першої групи є система Twin Fluid System фірми John Deere (США), де за допомогою компресора стиснене повітря надходить до багатопозиційних головок із розпилювачами. У змішувальній камері останніх робочий розчин насичується повітрям, під тиском виходить із розпилювачів, подрібнюється і у вигляді краплин осідає на поверхню, що обробляється. Недоліком цього принципу є збільшення полідисперсності краплин, що знижує біологічну активність препарату через наявність у спектрі розпили великих краплин.

На відміну від цього способу в інжекторних розпилювачах обприскування здійснюється великими (500–700 мкм) краплинами, що в 2–4 рази більше, ніж за звичайного обприскування, але кожна краплина внаслідок насиченості повітрям під час ударяння об рослину лопається на декілька дрібних краплин. При цьому зменшується знос краплин вітром, що дає змогу проводити обприскування за швидкості вітру до 6 м/с; нині такі розпилювачі є на більшості обприскувачів у світі. Недолік цього способу такий самий, як і в попередній групі. Крім цих недоліків такі системи не створюють умов для проникнення краплин у нижню частину листків, де часто знаходяться шкідники, що особливо притаманно овочевим культурам.

Для усунення цих недоліків зараз набуває поширення третій спосіб, коли на краплини розчину впливають штучно створеним повітряним потоком, що несе останні до оброблюваної поверхні. Така технологія дає змогу використовувати дрібніші, тобто більш ефективні краплини, покращує їхнє проникнення в рослинний покрив і рівномірність обробки рослин. За цим принципом працюють обприскувачі, обладнані потужними вентиляторами для створення потоку повітря і гнучкими повітропроводами.



Через отвори або спеціальні щілини в рукавах повітря виходить під тиском і осаджує рідину, що виходить із розташованих нижче розпилювачів. У таких

обприскувачах рідина розпилюється на більш дрібні, порівнюючи зі звичайними обприскувачами, краплини, які примусово осаджуються на оброблювану поверхню повітряним потоком. Водночас поліпшуються проникнення краплин у рослинний покрив і рівномірність обробки рослин. За даними компанії Hardi, нижня поверхня листків у такому разі обробляється вдвічі — вп'ятеро краще, а знесення препарату вітром можна зменшити на 90%, порівнюючи зі звичайним обприскуванням. Тому застосування повітряної підтримки дає змогу проводити хімічний догляд за швидкості вітру до 8–9 м/с, тоді як звичайне обприскування дозволяється проводити за швидкості вітру не більшої 5 м/с. Крім того, повітря замінює частину води як носія, що дає змогу до 30% скоротити норму внесення робочого розчину. Зменшення витрат води економить час на її транспортування, приготування робочого розчину та заправку місткостей обприскувачів.

Використання обприскувачів із примусовим осадженням краплин робочого розчину забезпечує краще оброблення тих частин рослин, де знаходиться велика кількість шкідників і збудників хвороб, чого не забезпечується за звичайного способу обприскування рослин. Установлено, що більшість шкідників і збудників хвороб зосереджуються на нижній частині стебел рослин і на нижній поверхні листків. Повітряний потік, що виходить з отворів у повітряних рукавах, розгойдує стебла і повертає листя рослин так, що їхня нижня сторона потрапляє під струмінь розпилених пестицидів.

У самохідних обприскувачах ALPHA Evo Twin Force фірми Hardi (Данія) повітря подається двома потужними вентиляторами до лівого та правого крил штанги в рівних пропорціях. Велика кількість повітря, що нагнітається двома вентиляторами, дає змогу збільшувати робочу швидкість, навіть у разі дуже складних погодних умов. Кожен дає витрату повітря на рівні 2000 м³/год на метр ширини захвату штанги зі швидкістю повітряного потоку на виході із сопла 35 м/с.

За даними фахівців фірми RAU, примусове пневматичне осадження краплин дає змогу збільшити робочу швидкість обприскувачів до 50%, значно підвищуючи їх продуктивність. В обприскувачах СПРІДО-ТРАЙН, СПРІДОМАТ Д2 і СПРІДО-

ПОРТ фірми RAU на факел розпилу, що утворюється з проходженням робочої рідини через розпилювачі, впливають повітряним потоком, що виходить з отворів повітропроводів, які формують струмені, що розширюються й охоплюють факел розпилу краплин по всій ширині захвату. Осадження краплин робочого розчину, що подається через розпилювачі, які розташовані нижче надувних еластичних повітропроводів конічної форми, здійснюється повітряним потоком через отвори великого діаметра. Повітряний потік створюється великогабаритним осьовим вентилятором діаметром 750–1000 мм великої потужності (24–40 кВт), що приводиться в рух за допомогою гідромотора. Подання повітря становить 40–62 тис. м³/год за ширини обприскування 12–24 м із максимальною швидкістю повітря 45 м/с.

Недоліком такої системи є те, що подання повітря настільки велике, що повітря доносить краплини робочої рідини до поверхні ґрунту, а це призводить до його забруднення і, відповідно, погіршення екології довкілля. Для значного подання повітря необхідні великі енерговитрати для привода осьових вентиляторів, а наявність повітряних рукавів збільшує парусність штанги, що потребує зміцненої конструкції самої штанги. Крім цих недоліків такої системі притаманний ще один, який полягає у неспівпадінні геометрії факелів розпилу робочого розчину і повітряних струменів, що осаджують останні, а це може призвести до погіршення рівномірності розподілу отрутохімікатів на ширині захвату обприскувача.

Перші кроки до розроблення обприскувачів із примусовим осадженням краплин зроблено в Україні ПрАТ «Богуславська сільгосптехніка», яке розробило перший у нашій країні причіпний штанговий обприскувач ЕКО-2000-18П із системою примусового пневматичного осадження крапельин, який вже прийнято до виробництва. Зараз ПрАТ «Богуславська сільгосптехніка» випускає причіпний обприскувач ШТОРМ-3000-24 із системою осадження краплин (фото 1).

Система Agrifac

Система AirFlowPlus - обприскування з допомогою повітряних потоків

Система обприскування з допомогою повітряних потоків AirFlowPlus від компанії Agrifac є найкращою технологією для внесення робочого розчину навіть у густих посівах, забезпечує високу продуктивність та ширший період для можливих обробітків без залежності від погоди.

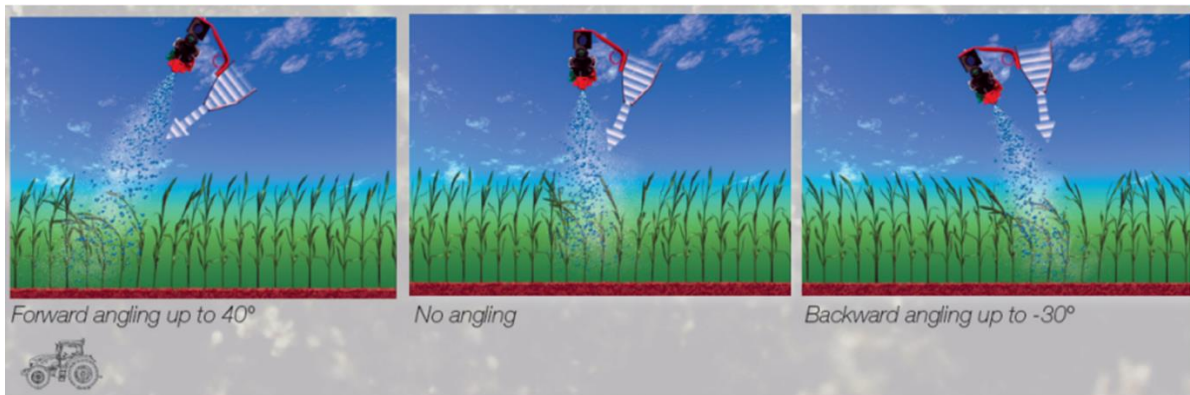
Система обприскування з допомогою повітряних потоків AirFlowPlus є також ідеальною для використання в сільськогосподарських культурах, де допомога повітряних потоків потрібна для забезпечення потрапляння хімічних речовин у потрібне місце.

Система AirFlowPlus вирізняється продуманим дизайном. Через кожні три метри вздовж штанги, встановлені вентилятори, що забезпечують оптимальну продуктивність повітря та його рівномірний постійний потік по всій ширині штанги, незалежно від робочої ширини та кількості секцій, що використовується в роботі. Зношення через повітряні рукави вже в минулому. Завдяки своїй компактній конструкції, штанга з системою AirFlowPlus менше піддається впливу погоди, у порівнянні до інших штанг обприскувачів та має кращий баланс як і тривалий термін експлуатації.



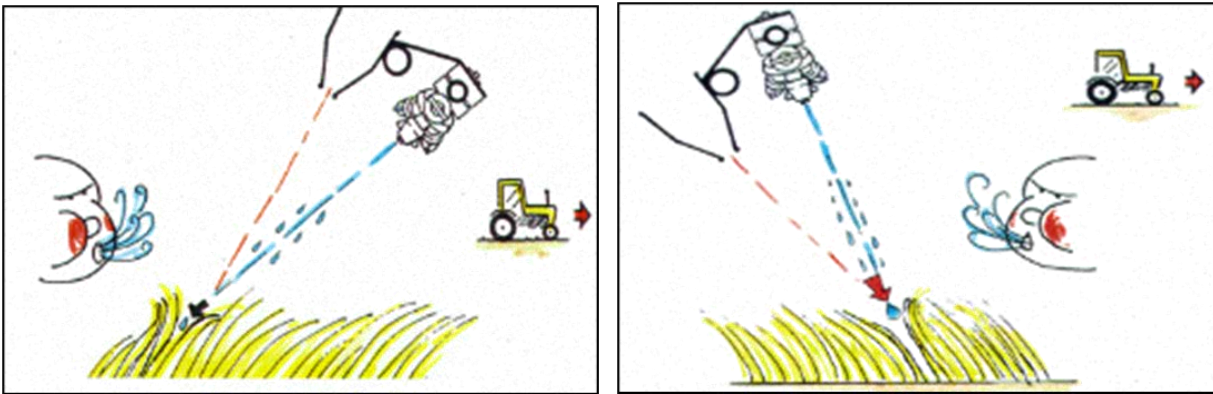
Напрямок потоку рідини та повітря дуже легко налаштовується до умов при обприскуванні та напрямку вітру, завдяки можливості нахилу всієї штанги обприскувача вперед або назад, для уникнення невідповідності кутів направленості вихідних отворів повітряних тунелів та форсунок. Система AirFlowPlus від компанії Agrifac стандартно оснащується системою повної циркуляції.

3.2. Що ми пропонуємо?



- Зменшення зносу на 60 – 90 % = Збільшення ефективності обприскування = Підвищення якості врожаю
- Вища робоча швидкість = Вища продуктивність

- Зміна кута атаки повітряного потоку = відсутність впливу напрямку вітру =
Різні варіанти робочої швидкості = Різні типи культур /Різні фази вегетації
/Різна густина стеблостою
- Можливість більш якісного проникнення робочого розчину (пшениця озима,
ріпак), створення «турбулентного» потоку (боротьба з окремими видами
бур'янів)
- Створення дрібнодисперсної краплі = підвищення якості покриття робочої
поверхні = Зменшення норми виливу води (економія на логістиці) = Зменшення
витрати ЗЗР до 10 %



Результати досліджень

В результаті проведення експериментальних досліджень за розробленою програмою та методикою і згідно плану проведення експериментів отримано вихідні дані, які необхідно систематизувати та узагальнити.

Основною вимогою до розпилювача пестицидів є рівномірний розподіл робочої рідини по поверхні зрошення за умови, що відстань міжрозпилювачами на штанзі обприскувача складає 0,5 м. Розрахунки показують, що розподіл робочої рідини по поверхні зрошення з коефіцієнтом варіації меншим ніж 8%, досягається за умови, що кут розкриття факелу $2\alpha_c$ дорівнює 90° .

4.1. Розрахунок параметрів форми і розмірів камери закручування.

1. Знаходимо оптимальне відношення радіусу соплового отвору до радіусу початкового закручування $\left(\frac{r_c}{R_k}\right)_0$ при $k^* = 1,8$.

Оптимальний радіус початкового закручування залежить від форми камери. При плоских торцевих стінках, коли $R_0 \rightarrow \infty$, $\frac{r_c}{R_0} = 0$, $\left(\frac{r_c}{R_k}\right)_0 \approx 0,26$.

Якщо $\frac{r_c}{R_0} = 0,05$, то можна прийняти $\left(\frac{r_c}{R_k}\right)_0 \approx 0,21$. Але при цьому збільшується

діаметр камери і тertia рідини об стінки, тому доцільно вибирати $\frac{r_c}{R_0}$, яке

відповідає $\alpha = \frac{R_k}{R_0} = 0$.

R_0

2. Для отримання необхідного кута факелу $2\alpha_c$, приймаємо коефіцієнт заповнення сопла $\varepsilon = 0,8$ (табл. 2.1) [17], що характеризує площу перерізу півки в соплі.

3. Визначаємо гідродинамічну характеристику камери закручування

$$A_r = \frac{\operatorname{tg} \alpha_c}{\varepsilon} = \frac{1,0048}{0,8} = 1,256, \quad (4.1)$$

при якій забезпечується заданий кут факелу $2\alpha_c$.

4. При прийнятому куті $\delta=0,262$ визначаємо відношення радіуса початкового закручування до радіуса основи конуса

$$\alpha = \frac{R_k}{R_0} = \frac{0,0029}{0,0156} = 0,1. \quad (4.2)$$

У першому наближенні приймаємо $\frac{l_k}{r_c} \approx 6,8$ і $\frac{r_c}{R_k} = \left(\frac{r_c}{R_k} \right)_0 = \frac{0,0008}{0,0029} = 0,28$

5. В першому наближенні приймаємо коефіцієнт відновлення обертальної швидкості на радіусі початкового закручування $\eta_0 = 0,9 - 0,95$.

6. Характеристику входу камери закручування розраховуємо за формулою:

$$A_0 = \frac{A_r}{\eta_0} f_0 = \frac{1,256}{0,9} \cdot 0,446 = 0,61. \quad (4.3)$$

7. Радіус соплового отвору розраховуємо за формулою

$$r_c = \sqrt{\frac{Q}{\pi \mu} \sqrt{\frac{\rho}{\Delta P}}} = \sqrt{\frac{0,00167}{3,14 \cdot 0,38} \cdot \sqrt{\frac{998,2}{2 \cdot 0,3}}} = 0,0008 \text{ м.} \quad (4.4)$$

8. Радіус початкового закручування знаходимо за формулою

$$R_k = \frac{r_c}{\left(\frac{r_c}{R_k} \right)_0} = \frac{0,0008}{0,28} = 0,0029 \text{ м.} \quad (4.5)$$

9. Ефективну площу вхідних каналів визначаємо за формулою

$$mf_k = \frac{\pi r_c^2}{A_0} = \frac{3,14 \cdot 0,0029^2}{0,61} = 3,3. \quad (4.6)$$

З метою забезпечення мінімального відхилення швидкості обертання від осьової симетрії вибираємо кількість вхідних каналів $m \geq 2$.

Діаметр вхідного каналу

$$d_{ex} = \sqrt{\frac{4}{\pi} \frac{f_k}{\chi}} = \sqrt{\frac{4}{3,14} \cdot \frac{0,000205}{0,82}} = 0,0016 \text{ м}, \quad (4.7)$$

де коефіцієнтом стиснення потоку у вхідному каналі χ враховуємо зменшення площі потоку за вхідним крайком. Значення χ залежить від числа Рейнольдса [18].

10. Діаметр камери закручування

$$D = 2R_k + d_{ex} + \Delta = 2 \cdot 0,0029 + 0,0016 + 0,0001 = 0,0075 \text{ м}. \quad (4.8)$$

З метою виключення врізання вхідного каналу в циліндричну стінку камери закручування приймаємо $\Delta = 0,1 - 0,2$ мм.

11. Середній діаметр краплин залежить від довжини дуги тороїдальної поверхні камери закручування $l_k = R_0 - R_k \delta$, яка входить до характеристики закручування

$$B = \frac{2\pi R_k (R_0 - R_k \delta)}{mf} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,0029 \cdot 0,005}{3 \cdot 3} = 33,7. \quad (4.9)$$

12. Знаходимо середній об'ємний діаметр краплин відцентрового розпилювача:

$$\frac{d_{30}}{2r_c} = \frac{15}{A^{0,9} B^{0,7} 10^{0,7k}} = \frac{15}{1,31^{0,9} \cdot 33,7^{0,7} \cdot 10^{0,7 \cdot 2,17}} = 88 \text{ мкм}, \quad (4.10)$$

де геометрична характеристика A ,

$$A = \frac{\pi r_c R_k}{mf} = \frac{3,14 \cdot 0,0008 \cdot 0,0029}{0,00036} = 1,31 \quad (4.11)$$

13. Визначаємо висоту камери закручування:

$$h = \left(R_0 - \frac{D}{2} \right) \cdot \operatorname{tg} \delta = \left(0,0156 - \frac{0,0075}{2} \right) \cdot 0,0046 = 0,006 \text{ м}. \quad (4.12)$$

14. Ефективне число Рейнольдса камери закручування розраховуємо за формулою:

$$k = 0,96 \cdot \lg \left(\frac{Q}{2\pi R_0} \frac{mf_k}{R_k^2} \right) = 0,96 \lg \left(\frac{0,00167}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,0156 \cdot 0,262 \cdot 0,000001} \cdot \frac{3,3}{0,0029^2} \right) = 2,17 \quad (4.13)$$

15. Уточнюємо коефіцієнт η відновлення обертальної швидкості на радіусі початкового закручування. Число Рейнольдса для вхідних каналів

$$Re_{ex} = \frac{W_{ex} d_{ex}}{\nu} = \frac{4,65 \cdot 0,0016}{0,000001004} = 7018. \quad (4.14)$$

де середня швидкість рідини у вхідних каналах

$$W_{ex} = \frac{Q}{m_{ex}} = \frac{0,00167}{0,00036} = 4,65 \text{ м/с}. \quad (4.15)$$

Число Рейнольдса біля циліндричної стінки камери закручування

$$Re_l = Re_{ex} \frac{\pi D}{d_{ex}} = 7018 \cdot \frac{3,14 \cdot 0,0075}{0,0016} = 1,03 \cdot 10^5 \quad (4.16)$$

Якщо $Re_l < 5 \cdot 10^5$, розрахунки коефіцієнта тертя на циліндричній стінці виконуємо за формулою Г. Блазіуса:

$$\overline{C_f} = 1,328 Re_l^{-0,5} = 1,328 \cdot 103000^{-0,5} = 0,004, \quad (4.17)$$

а коефіцієнт відновлення обертальної швидкості η з рівняння:

$$a_1 \eta^{1,5} + a_2 \eta - 1 = 0, \quad (4.18)$$

Якщо $Re_l > 5 \cdot 10^5$, розрахунки коефіцієнта тертя на циліндричній стінці виконуємо за формулою Л. Прандтля:

$$\overline{C_f} = 0,074 Re_l^{-0,2} = 0,074 \cdot 103000^{0,2} = 0,004, \quad (4.19)$$

а рівняння коефіцієнта відновлення обертальної швидкості η матиме вигляд:

$$a_1 \eta^{1,8} + a_2 \eta - 1 = 0, \quad (4.20)$$

$$\text{У рівняннях (4.18) і (4.20) } a_1 = \frac{1}{2} \overline{C_f} \psi B = 0,111, \quad a_2 = 1,$$

де коефіцієнт форми камери закручування

$$\psi = \frac{h}{R} \left(\frac{D}{2R} \right)^2 = \frac{0,006}{0,0156 - 0,0029} \cdot \left(\frac{0,0075}{2 \cdot 0,0075} \right)^2 = 1,64.$$

Якщо уточнений коефіцієнт відновлення обертальної швидкості η не перевищує початкового в межах похибки розрахунків, вибір розмірів вважається закінченим.

4.2. Розрахунок гідравлічної і дисперсної характеристики.

Порядок розрахунків наступний:

1. Розраховуємо ефективну площу вхідних каналів

$$mf_k = mf_{ex} \cdot \chi = 0,00036 \cdot 0,82 = 3,29 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2. \quad (4.21)$$

2. Об'ємна витрата рідини через розпилювач

$$Q = \pi c^2 \mu \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}}, \quad (4.22)$$

або у вигляді гідравлічної характеристики через коефіцієнт

$$A = \pi c^2 \mu \sqrt{\frac{2}{\rho}},$$

$$Q = A \sqrt{\Delta P} = 1,31 \cdot \sqrt{0,3} = 1 \text{ л/хв.} \quad (4.23)$$

3. Обертальну швидкість на радіусі початкового закручування визначаємо

$$W_k = \eta W_{ex} = 0,91 \cdot 4,65 = 4,28 \text{ м/с.} \quad (4.24)$$

обертальну швидкість на радіусі соплового отвору

$$W_c = W_k \left(\frac{r}{R_k} \right)^{1-k} = 4,28 \cdot \left(\frac{0,0008}{0,0029} \right)^{1-0,8} = 11,9 \text{ м/с,} \quad (4.25)$$

осьову швидкість в сопловому отворі

$$U_c = \frac{Q}{\pi c^2 \varepsilon} = \frac{0,00167}{3,14 \cdot 0,00000064 \cdot 0,8} = 11,6 \text{ м/с.} \quad (4.26)$$

4. Кут розкриття факелу на радіусі соплового отвору

$$\alpha_c = \quad \text{---} \quad = \quad 2$$

$$\frac{ct}{U_c} = 2 \operatorname{arctg} \frac{11,9}{11,6} \cdot 91^\circ. \quad (4.27) \quad 61$$

5. Середній об'ємний діаметр краплин у факелі розраховуємо за формулою

$$\frac{d_{30}}{2r_c} = \frac{15}{A^{0,9} B^{0,7} 10^{0,7k}} = \frac{15}{1,31^{10} \cdot 33,7^{0,7} \cdot 10^{0,7 \cdot 2,17}} = 88 \text{ мкм.}$$

6. Розраховуємо ефективне число Рейнольдса

$$k = 0,96 \cdot \lg \left(\frac{Q}{\pi R_0 \delta \nu} \frac{mf_k}{R_k^2} \right) = 0,96 \cdot \lg \left(\frac{0,00167}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,0156 \cdot 0,262 \cdot 0,000001} \cdot \frac{3,3}{0,0029^2} \right) = 2,17$$

7. Визначимо коефіцієнти регулювання розпилювача по об'ємній витраті рідини

$$\frac{Q_1}{Q} = 10^{k_s - k} = 1,94, \quad (4.28)$$

та тиску

$$\frac{P_1}{P} = \left(\frac{Q_1}{Q} \right)^2 = 1,94^2 = 3,76. \quad (4.29)$$

Результати аналітичних розрахунків параметрів відцентрового розпилювача наведено в додатку 1 та додатку 2.

4.3. Витрата рідини.

Дослідні зразки відцентрових розпилювачів «Агромодуль» номінальною розрахунковою витратою 0,6 л/хв при тиску 0,2; 0,3 та 0,4 МПа досліджували на гідравлічному стенді. Температура води під час проведення дослідів знаходилась у межах від 20 до 22 °С.

На рис. 4.4 – 4.6 показано експериментальні гідравлічні характеристики відцентрових розпилювачів.

Згідно з отриманими даними для відцентрового розпилювача з теоретичною витратою рідини 0,6 л/хв, об'ємна витрата води складе

$$Q = 3,04 \cdot 10^{-8} \sqrt{\Delta P}, \quad (4.30)$$

де ΔP – різниця тиску у розпилювачі та атмосферним тиском, МПа. У межах зміни тиску (0,2 – 0,4 МПа) витрата рідини змінюється прямо пропорційно $\sqrt{\Delta P}$. У системі одиниць СІ, при витраті води у м³/с і тиску Н/м². Коефіцієнт гідравлічної характеристики, що дорівнює для розпилювача 0,6 л/хв –

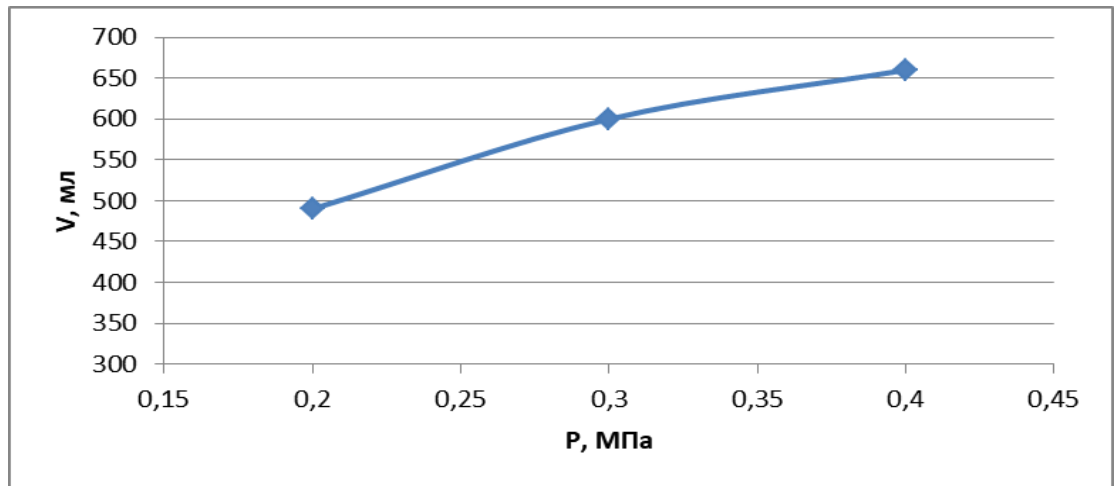


Рис. 4.4. Гідравлічна характеристика розпилювача відцентрового (Агромодуль), при $H=0,6$ м

При густині води $\rho = 998$ кг/м³ для розпилювача 0,6л/хв з радіусом сопла $r_c = 0,80 \cdot 10^{-3}$ м – $\mu = 0,35$.

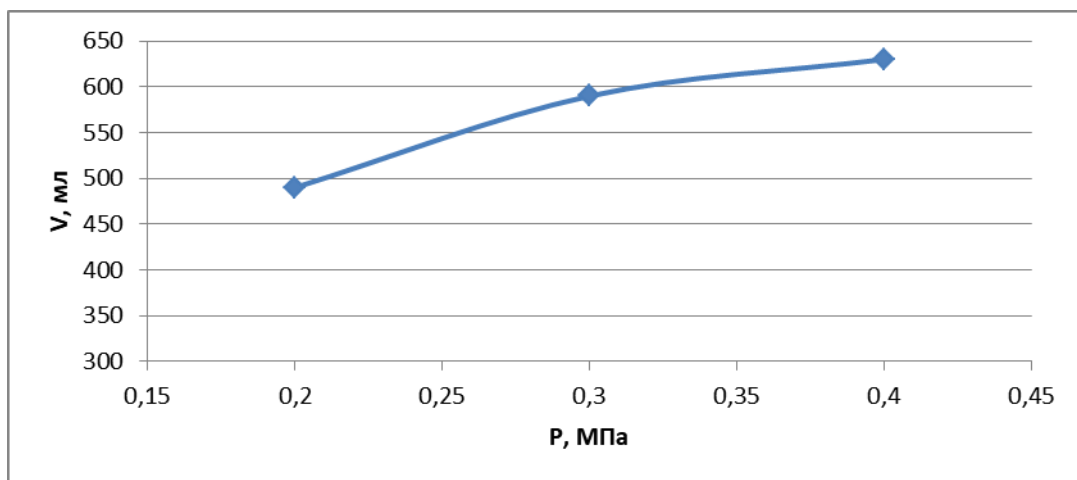


Рис. 4.5. Гідравлічна характеристика розпилювача відцентрового (Агромодуль), при $H=0,5$ м

4.1. Розподіл розпиленої рідини по довжині штанги.

Нерівномірність розподілу розпиленої рідини по довжині штанги для розпилювачів, що були встановлені через 0,5 м, досліджували на гідравлічному стенді (рис 4.7) , приклад результатів на рис. 4.8 – 4.10.



Рис. 4.7. Фото гідравлічного стенду під час дослідження рівномірності розподілу рідини по довжині штанги

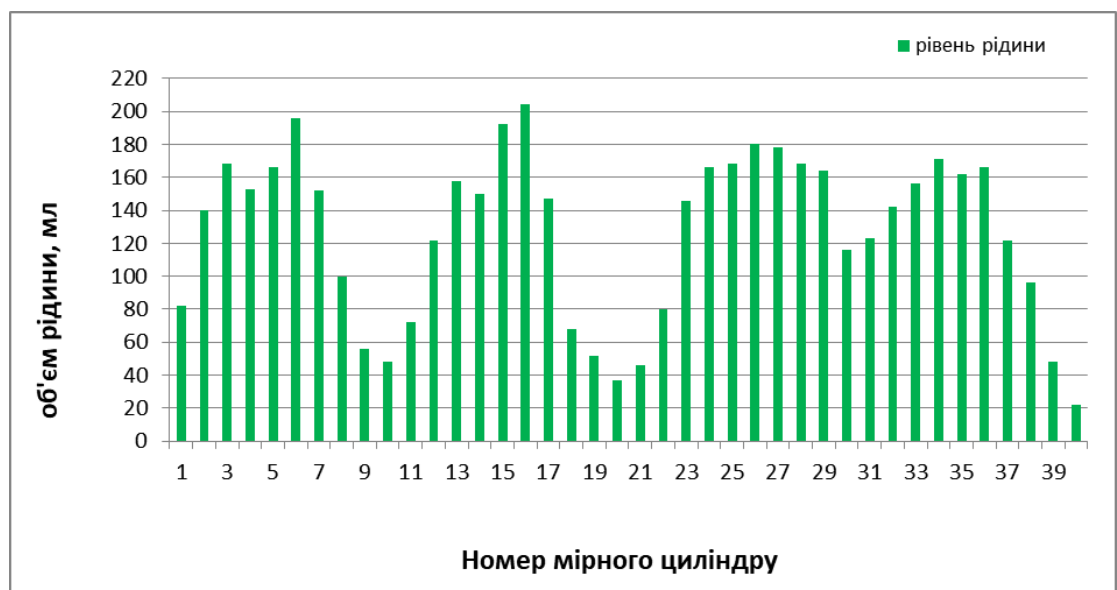


рис. 4.8. Розподіл рідини по довжині штанги, при $P= 0,3$ МПа; $H=0,6$ м

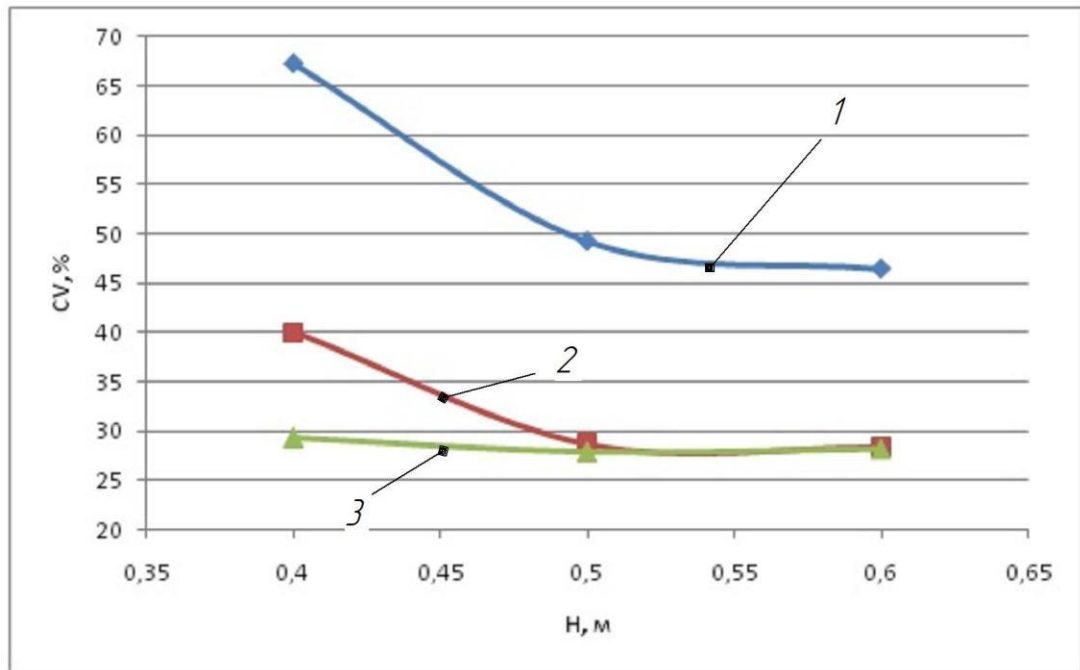


Рис. 4.11. Залежності коефіцієнту варіації розподілу від висоти розташування розпилювача для тиску: 1 - 0,2 МПа; 2 - 0,3 МПа ; 3 - 0,4 МПа.

Графік показує, що для відцентрового розпилювача з теоретичною витратою рідини 0,6 л/хв (Агромодуль) за умови тиску 0,3 МПа коефіцієнт варіації розподілу рідини по довжині штанги 28,4 – 39,97% при висоті 0,4 – 0,6 м.

Мінімальний коефіцієнт варіації розподілу рідини по довжині штанги при тиску 0,3 МПа і висоті розпилювача над поверхнею, що обробляється 0,4 м дорівнював 28,4 %. Дослідження проводилися при температурі повітря 22 °С, відносній вологості повітря 54 %.

Для одного розпилювача розподіл рідини по поверхні зрошення на висоті 0,6 м для тиску 0,2 – 0,4 МПа зображений на рис. 4.12. Експериментальні дані по розподілу рідини для різних висот та тисків приведенні в додатку 5.0

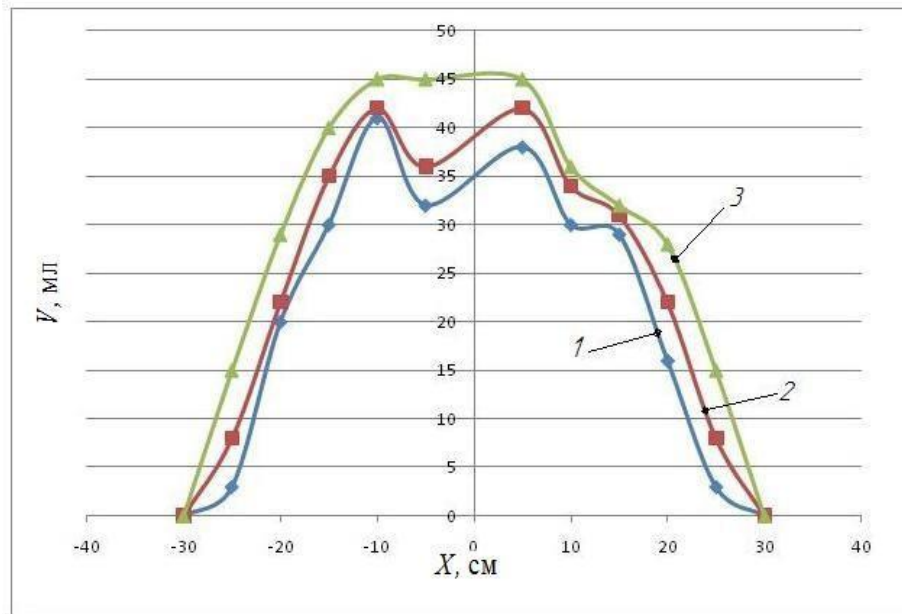


Рис. 4.12. Розподіл рідини по поверхні зрошення одного розпилювача з діаметром вихідного отвору 1,6 мм на висоті 0,6 м при тиску: 1 - 0,2 МПа; 2 - 0,3 МПа; 3 - 0,4 МПа.

Висновки

1. Згідно отриманих даних при підвищенні тиску від 0,2 до 0,4 МПа витрата рідини підвищується від 0,49 л/хв до 0,66 л/хв відповідно. При тиску 0,3 МПа витрата відповідає оптимальному значенню, яке для розпилювачів з витратою рідини 0,6 л/хв становить 0,61 л/хв. Аналітичні розрахунки камери закручування дозволяють визначати основні параметри камери відцентрових розпилювачів таких як: об'ємна витрата рідини через розпилювач $Q = 0,6$ л/хв, кут розкриття факелу на радіусі сопла 91° , середній об'ємний діаметр краплин $d = 88$ мкм, висота камери закручування $h = 0,006$ м, радіус соплового отвору $r_c = 0,0008$ м, діаметр камеризакручування $D = 0,0075$ м та інше.

2. Коефіцієнт варіації при проведенні дослідів коливається від 28,2 до 67,25%. Мінімальний коефіцієнт варіації розподілу рідини по довжині штанги при тиску 0,3 МПа і висоті розпилювача над поверхнею, що обробляється 0,4 м дорівнював 28,4 %.

Економічна ефективність проведеного дослідження

Метою розрахунку економічної ефективності є визначення таких основних параметрів, як річний економічний ефект та термін окупності удосконаленої машини. Рекомендована методика розрахунку [44] дозволяє визначити доцільність застосування удосконалення у виробництві.

Таблиця 6.1

Вихідні дані до розрахунку

	Показники	Варіанти	
		Базовий	Проектний
1	Вид роботи, що виконується	Обприскування	
2	Склад агрегату	Беларус-82.1+ ОПШ-2000	Беларус-82.1+ ОПШ-2000М
3	Обсяг роботи, га	2000	2000
4	Продуктивність агрегату за годину робочої зміни, га/год.	17,2	21,5
5	Балансова вартість агрегату, грн.:		
	трактора	175000	175000
	обприскувача	146300	148000
	Всього:	321300	323000
6	Тривалість зміни, год.	6	6
7	Кількість обслуговуючого персоналу, осіб	1	1
8	Вартість палива, грн/кг	32	32

Для проведення економічної оцінки проекту необхідно визначити такі показники:

1. Змінна продуктивність агрегату ($W_{зм}$), га/зм;

$$W_{зм} = W_{год} \cdot 6;$$

$$W_{зм}^{\bar{}} = 17,2 \cdot 6 = 103,2$$

$$W = 21,5 \cdot 6 = 129$$

2. Витрати робочого часу на одиницю роботи агрегату (B), люд.-год./га:

$$B = \frac{K_{пр} \cdot T_{зм}}{W_{зм}}$$

$$B^{\bar{}} = \frac{1,6}{103,2} = 0,058$$

$$B^n = \frac{1,6}{129} = 0,047$$

3. Нормативне завантаження агрегату (T_n), га:

$$T_n = \frac{Q}{W_{год}}$$

$$T_n^{\bar{}} = \frac{2000}{17,2} = 116,28,$$

$$T_n^n = \frac{2000}{21,5} = 93,02.$$

Для розрахунку економічної ефективності визначаємо показники наведені в таблиці 6.2.

Таблиця 6.2.

Розрахункові показники впровадження проекту

Показники	Варіанти	
	базовий	проектний
Експлуатаційні витрати на 1 га, грн. всього:	EB^b	EB^n
в т.ч. заробітна плата з нарахуваннями, грн.	$З$	$ЗП^n$
амортизаційні відрахування, грн.	$П$	A^n
вартість ПММ, грн.	A	
витрати на ТО, ПР, КР, зберігання, грн.	$B_{пмм}^b$	$B_{пмм}^n$
інші витрати.	$B_{рем}^b$	$B_{рем}^n$
Капітальні вкладення на 1 га, грн.	IB^b	IB^n
Капітальні вкладення на 1 га, грн.	KB^b	KB^n
Приведені витрати на 1 га, грн.	PB^b	PB^n
Річний економічний ефект, грн.	-	E_p
Термін окупності додаткових капітальних вкладень, років	-	T_o

1. Експлуатаційні витрати (EB) всього, грн./га:

$$EB = ЗП + A + B_{пмм} + B_{рем} + IB$$

де $ЗП$ – заробітна плата з нарахуваннями, грн./га:

$$ЗП = \frac{ТС}{W_{год}} \cdot 1,2 \cdot 1,22,$$

$ТС$ – тарифна ставка, грн. ($ТС = 11,18$) [44];

1,2 – коефіцієнт, що враховує додаткову доплату;

1,22 – коефіцієнт, що враховує розмір відрахувань на соціальні заходи [44];

$$\underline{ЗП^{\delta}} = \frac{11,18}{17,2} \cdot 1,2 \cdot 1,22 = 1,06,$$

$$\underline{ЗП^n} = \frac{11,18}{21,5} \cdot 1,2 \cdot 1,22 = 0,85.$$

- амортизація основних засобів, грн./га:

$$A = \frac{B \cdot \lambda}{100 \cdot Q},$$

де B - балансова вартість, грн.;

λ - норма амортизації, % ($\lambda = 17,5$ для трактора та $\lambda = 14,2$ для обприскавача) [44];

Q – обсяг робіт, га або т;

для трактора Беларус-

82.1:

$$A^{\delta} = \frac{175000 \cdot 17,5}{100 \cdot 2000} = 15,3,$$

для обприскувача:

$$A^{\delta} = \frac{146300 \cdot 14,2}{100 \cdot 2000} = 10,4,$$

$$A^n = \frac{148000 \cdot 14,2}{100 \cdot 2000} = 10,5.$$

Всього $A^{\delta} = 25,3$ грн./га та $A^n = 25,8$

- витрати на ПММ, грн./га:

$$B_{пмм} = H_{пмм} \cdot Ц_k,$$

де $H_{пмм}$ - норма витрати палива, кг/га ($H_{пмм} = 0,6$ для базового агрегату та $H_{пмм} = 0,4$ для проектного);

$Ц_k$ - комплексна ціна 1 кг ПММ, грн. ($Ц_k = 32$ грн.);

$$B_{пмм}^{\delta} = 0,6 \cdot 32 = 19,2,$$

$$B_{пмм}^n = 0,4 \cdot 32 = 12,8.$$

- затрати на КР, ПР, ТО та зберігання, грн./га:

K – коефіцієнт переводу тракторів в умовні еталонні ($K = 0,7$) [44];

$H_{рем}$ – норма відрахувань на КР, ПР, ТО та зберігання;

$W_{год}$ – годинна продуктивність агрегату га/год;

$$B_{рем}^{\sigma} = \frac{0,7 \cdot 12,5}{17,2} = 0,5,$$

$$B_{рем}^n = \frac{0,7 \cdot 12,5}{21,5} = 0,4.$$

- IB – інші витрати складають 3 % від загальної суми експлуатаційних витрат, грн. [44]:

$$IB = (ЗП + A + B_{нмм.} + B_{рем}) \cdot 3 / 100,$$

$$IB^{\delta} = \frac{(1,06 + 25,3 + 19,2 + 0,5) \cdot 3}{100} = 1,38 (\text{грн} / \text{га})$$

$$IB^n = \frac{(0,85 + 25,8 + 12,8 + 0,4) \cdot 3}{100} = 1,12 (\text{грн} / \text{га})$$

Отже експлуатаційні витрати будуть дорівнювати:

$$EB^{\delta} = 1,06 + 25,3 + 19,2 + 0,5 + 1,38 = 47,44 (\text{грн} / \text{га})$$

$$EB^n = 0,85 + 25,8 + 12,8 + 0,4 + 1,12 = 40,97 (\text{грн} / \text{га})$$

6. Капітальні вкладення (KB) на 1 га, грн.:

$$KB = \frac{B}{Q};$$

для трактора:

$$KB^{\delta} = \frac{175000}{2000} = 87,5;$$

для обприскувача:

$$KB^{\delta} = \frac{146300}{2000} = 73,15,$$

$$KB^n = \frac{148000}{2000} = 74,0.$$

Всього $KB^{\delta} = 160,65$ грн/га та $KB^n = 161,5$ грн/га.

7. Приведені витрати на 1 га, грн.:

$$ПВ = EB + 0,15 \cdot KB,$$

$$ПВ^{\delta} = 47,44 + 0,15 \cdot 160,65 = 71,54,$$

$$ПВ^n = 40,97 + 0,15 \cdot 161,5 = 65,2.$$

8. Приведені витрати на весь обсяг робіт, грн.:

$$ПВ_Q = ПВ \cdot Q,$$

9. Річний економічний ефект, грн.:

10. рмін окупності капітальних вкладень (T_o), років:

$$T_o = \frac{\Delta KB}{E_p} = \frac{1700}{12680} = 0,1 \text{ року,}$$

Результати розрахунків заносимо в

Показники	Варіанти	
	базовий	проектний
Обсяг роботи, га	2000	2000
Годинна продуктивність, га/год.	17,2	21,5
Витрати палива на 1 га, кг	0,6	0,4
Балансова вартість агрегату, грн.:		
трактора	175000	175000
обприскувача	146300	148000
Всього:	321300	323000
Нормативне навантаження, год.	116,28	93,02
Експлуатаційні витрати на 1 га, грн. всього:	36,74	34,24
в т.ч. заробітна плата з нарахуваннями, грн.	1,06	0,85
амортизаційні відрахування, грн.	25,3	25,8
вартість ПММ, грн.	19,2	12,8
витрати на ТО, ПР, КР, зберігання, грн.	0,5	0,4
інші витрати.	1,38	1,12
Капітальні вкладення на 1 га, грн.	160,7	161,5
Приведені витрати на 1 га, грн.	71,54	65,2
Річний економічний ефект, грн.	-	12680
Термін окупності додаткових капітальних вкладень, років	-	0,1

4. Охорона праці при обприскуванні

6.1. Умови праці та аналіз впливу пестицидів на людину. Пестициди - препарати, які використовують проти шкідників, збудників хвороб рослин, бур'янів і шкідливих організмів, що викликають псування сільськогосподарської продукції, матеріалів, виробів, а також проти паразитів і переносників небезпечних хвороб людини і тварин. Отже, пестициди - це біологічно активні речовини, здатні викликати порушення життєдіяльності теплокровних тварин, людини і сільськогосподарських рослин. Крім того, часто пестициди потрапляють на нецільові об'єкти: в довкілля - ґрунт, повітря, водні басейни; знищують корисну фауну - ентомофагів і акарофагів, бджіл, комах обпилювачів, переносяться на суміжні посіви і ценози, які не обробляють. У нинішніх умовах господарювання, коли вирощування картоплі, більшості овочевих і плодових культур зосереджено в приватному секторі (фермерські господарства, присадибні і дачні ділянки), де пестициди застосовують люди, які не завжди знайомі з охороною праці при роботі з пестицидами, необхідним являється постійне надання консультацій по охороні праці і довкілля від забруднення. Поширеними пестицидами є хімічні сполуки [2, 21]. Для запобігання негативної дії пестицидів на людей, тварин і довкілля виробники засобів захисту систематично ведуть роботи по їх удосконаленню. До застосування не допускають препарати без усебічного вивчення їх дії на тварин, корисних комах, мікрофлору ґрунту, персистентності і т.д. Розробка правил безпеки при роботі з кожним препаратом і регламенти їх застосування узгоджено Законами України: "Про захист рослин", "Про пестициди і агрохімікати", "Про забезпечення санітарного і епідеміологічного благополуччя населення", викладені в "Переліку пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні ", - К.; 2004

Розчин препарату, нанесений на листову поверхню листя поглинається рослиною протягом 4-6 годин, рослина гине в результаті порушення процесу синтезу амінокислот, перші ознаки дії препарату проявляються через 5-10 днів після його застосування. Повністю бур'яни відмирають через 2-3 тижні після

обробки. Робочий розчин має бути використаний в день приготування. Обробку проводити в суху безвітряну погоду за відсутності на рослинах роси або вологи від дощу. Зберігати препарат необхідно в шафах або приміщеннях тих, що закриваються на замок, в добре закритій тарі на якій нанесена назва препарату. При зберіганні враховувати термін придатності відповідно до документації заводу-виробника. До роботи з пестицидами допускаються особи не молодше 18 років, які ознайомлені із правилами безпечного використання робіт та отримали відповідний цільовий інструктаж перед початком робіт. 63 До роботи з пестицидами не допускаються вагітні жінки і особи медичні протипоказання, що мають, до його використання. Розчин препарату токсичний, про те що персонал використовує його має бути повідомлений перед початком робіт. 2. Вимоги безпеки перед початком роботи. Роботи, пов'язані з використанням препарату необхідно проводити тільки після отримання відповідного завдання від безпосереднього керівника. Перед початком виробництва роботи необхідно відрегулювати і випробувати обприскувач, використовуючи для цієї мети воду. Одягнути спецодяг, підготувати засоби захисту рук, очей, органів дихання. 3. Вимоги безпеки під час виконання роботи. Приготувати розчин препарату, уникаючи його попадання на відкриті ділянки тіла. Робочий розчин препарату слід нанести на трав'яний покрив у вигляді дрібного розпилювання з використанням садових обприскувачів. При обприскуванні трав'яного покриву слід враховувати напрями вітру, з тим щоб розчин не потрапляв на тих, що працюють. Під час роботи з препаратом необхідно захищати органи дихання, використовуючи для цієї мети респіратор типу "Лепесток" або інші типи. Для захисту рук і очей працівників, що використовують розчин необхідно користуватися відповідно рукавицями і захисними окулярами. Про усі помічені порушення, що можуть привести до нещасного випадку негайно повідомити безпосереднього керівника. Під час роботи з препаратом забороняється приймати їжу і пити воду, або інші напої. Під час роботи з препаратом куріння заборонене. 4. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях. 64 При появі ознак отруєння

пестицидами (нудота, блювота, біль в шлунку, загальна слабкість, запаморочення) треба надати потерпілому першу допомогу і негайно викликати швидку допомогу. При попаданні препарату в організм слід звільнити шлунок від токсичних речовин, викликавши блювоту для чого використовується розчин гіркої (англійської солі, активоване вугілля (порошок) або марганцевокислий калій (кристали). При попаданні препарату в очі їх слід промити великою кількістю води. При попаданні препарату на шкіру його змивають водою. При нещасному випадку негайно повідомити свого безпосереднього керівника.

5. Вимоги безпеки по закінченню роботи. .

Провітрити одяг в якій вироблялося обприскування і періодично стирати в мильно-содовому розчині. Промити обприскувач водою. Залишки препарату, непридатні для подальшого застосування, нейтралізувати вапняним розчином і закопати в ґрунт. Після виконання роботи слід вимити з милом обличчя і руки, прополоскати рот, а при нагоді прийняти душ. Тару, що звільнилася, з-під препарату необхідно утилізувати згідно з рекомендаціями виробника. Не використовувати тару для інших цілей, не викидати її у водоймища. Провівши аналіз впливу пестицидів на людину було розроблено карту безпеки праці для обприскувача ОП-2000. В карті наведені основні небезпечні зони обприскувача та заходи по запобіганню травматизму. В даній карті були розроблені спеціальні позначення для небезпечних зон, які прикріплюються безпосередньо на обприскувачі. Вимоги до засобів індивідуального захисту.

Для захисту організму від потрапляння пестицидів через дихальні шляхи використовують: протигазові респіратори (РПГ-67) з відповідними патронами, 65 універсальні респіратори (РУ-60М), промислові протигазові із змінними коробками, протипилові респіратори (Ф-62Ш, У-2К, "Лепесток", "Астра-2").

При роботі з ртутноорганічними препаратами застосовують протигазовий патрон "Г", для фосфорорганічних, хлорорганічних і інших речовин - протигазовий патрон марки "А". При фумігації приміщень такими високоотруйними речовинами, як препарат 242, дихлоретан, бромистий метил, необхідно застосовувати промислові протигазові з коробками коричневого

кольору. Щодня після роботи респіратори і протигази підлягають очищенню. Забруднені гумові лицьові частини і гофровані трубки миють в незаражувальному розчині (25 г мила і 5 г соди на 1 л води) або розчині ДИАС (100 г ДИАС на 10 літрів води) з наступним обов'язковим промиванням теплою або холодною водою і сушкою при кімнатній температурі. Після цього лицьові частини і трубки дезинфікують спиртом або 0,5% розчином перманганату калію, потім знову промивають і сушать. Для захисту рук при роботі з рідкими формами пестицидів застосовують гумові рукавички (арт. 374), при роботі з пилоподібними отрутохімікатами - рукавиці бавовняні з плівковим покриттям і кислотозахисним просоченням (КР) або комбіновані рукавиці з текстиновими налодонниками. Як спецвзуття при роботі з пилоподібними отрутохімікатами застосовують брезентові бахіли або гумові чоботи, а при обприскуванні - тільки гумові чоботи. Знезараження транспортних засобів, апаратури, тари, приміщень і спецодягу проводяться відповідно до "Інструкції по охороні праці та правилам безпеки при зберіганні, транспортуванні і застосуванні пестицидів в сільському господарстві". Висновки. Проведено аналіз охорони праці при роботі з пестицидами. Проаналізовано нормативно-правову базу України якими користуються виробники хімічних речовин та їх використовувачі. Також розроблено уточнені правила безпеки роботи з пестицидами.

5. Висновки

1. Розпилювач є ключовим елементом в технічних засобах для обприскування і від нього залежить ефективність хімічного захисту рослин та мінімізація небезпечних наслідків використання пестицидів.

2. Примусове осаджування краплин у факелі відцентрового розпилювача дозволяє зменшити витрату робочої рідини не менше ніж у шість разів зі збереженням ефективності застосування пестицидів та дотриманням існуючих агротехнічних вимог до густоти покриття краплинами поверхні зрошення, завдяки гарантованому осаджуванню дрібних краплин.

3. Аналітичні розрахунки камери закручування дозволяють визначати основні параметри камери відцентрових розпилювачів таких як: об'ємна

витрата рідини через розпилювач $Q = 0,6$ л/хв, кут розкриття факелу на радіусі сопла 910, середній об'ємний діаметр краплин $d = 88$ мкм, висота камери закручування $h = 0,006$ м, радіус соплового отвору $r_c = 0,0008$ м, діаметр камери закручування $D = 0,0075$ м та інше.

4. Згідно отриманих даних при підвищенні тиску від 0,2 до 0,4 МПа витрата рідини підвищується від 0,49 л/хв до 0,66 л/хв відповідно. При тиску 0,3 МПа витрата відповідає оптимальному значенню, яке для розпилювачів з витратою рідини 0,6 л/хв становить 0,61 л/хв.

5. Коефіцієнт варіації розподілу рідини відцентрового розпилювача з витратою 0,6 л/хв коливається від 28,2 до 67,25%. Мінімальний коефіцієнт варіації розподілу рідини по довжині штанги при тиску 0,3 МПа і висоті розпилювача над поверхнею, що обробляється 0,4 м дорівнював 28,4 %.

6. Досягнуте покращення розпилення, густота покриття краплинами поверхні зрошення дозволяють зменшити норми витрати пестицидів і робочої рідини під час обприскування на 25 – 50 %.

7. Розроблено інструкцію з охорони праці при роботі на лабораторному стенді під час випробувань розпилювачів та розраховано параметри заземлення обладнання, виконання якого гарантує безпеку при роботі електроустановки.

8. При розрахунку економічної ефективності випробувань одержані результати свідчать про доцільність перспективного використання удосконаленого розпилювача для внесення робочих розчинів пестицидів. Підставами для цього є одержаний річний економічний ефект в розмірі майже 13 тис. грн. та термін окупності додаткових капіталовкладень за один сезон використання.

6. Література

1. Актуальні технологічні рішення для ефективного застосування пестицидів. Режим доступу: <https://www.agronom.com.ua/aktualni-tehnologichni-rishennya-dlya-efektyvnogo-zastosuvannya-pestytsydiv/>
2. Особливості розвитку конструкцій обприскувачів світового технічного рівня. Режим доступу: <https://agrotehnika.agrobiz.net/ua/article/view/osoblivost-rozvitku-konstrukcy-ob>
3. Choosing the Right Sprayer. Режим доступу: <https://guide.agriexpo.online/choosing-the-right-sprayer/>
4. How to Pick the Best Agricultural Sprayer for Your Farming Needs. Режим доступу: <https://www.chinasprayers.com/How-to-Pick-the-Best-Agricultural-Sprayer-for-Your-Farming-Needs-id43316066.html>
5. Air-Assisted Boom Sprayers. Режим доступу: <https://sprayers101.com/air-assist/>
6. An, Q.; Li, D.; Wu, Y.; Pan, C. Deposition and distribution of myclobutanil and tebuconazole in a semidwarf apple orchard by hand-held gun and air-assisted sprayer application. *Pest Manag. Sci.* 2020, 76, 4123–4130. [CrossRef] [PubMed]
7. Liu, X.; Liu, X.; Cui, H.; Yuan, J. Research Progress and Trend Analysis of Crop Canopy Droplet Deposition. *Trans. Chin. Soc. Agric. Mach.* 2021, 52, 1–20.
8. Lan, Y.; Yan, Y.; Wang, B.; Song, C.; Wang, G. Current status and future development of the key technologies for intelligent pesticide spraying robots. *Trans. Chin. Soc. Agric. Eng.* 2022, 38, 30–40.
9. Jiang, Y.; He, X.; Song, J.; Liu, Y.; Wang, C.; Li, T.; Qi, P.; Yu, C.; Chen, F. Comprehensive assessment of intelligent unmanned vehicle techniques in pesticide application: A case study in pear orchard. *Front. Plant Sci.* 2022, 13, 959429. [CrossRef]

10. Gu, C.; Wang, X.; Wang, X.; Yang, F.; Zhai, C. Research progress on variable-rate spraying technology in orchards. *Appl. Eng. Agric.* 2020, 36, 927–942. [CrossRef]
11. Salcedo, R.; Zhu, H.; Ozkan, E.; Falchieri, D.; Zhang, Z.; Wei, Z. Reducing ground and airborne drift losses in young apple orchards with PWM-controlled spray systems. *Comput. Electron. Agric.* 2021, 189, 106389. [CrossRef]
12. Boatwright, H.; Zhu, H.; Clark, A.; Schnabel, G. Evaluation of the Intelligent Sprayer System in peach production. *Plant Dis.* 2020, 104, 3207–3212. [CrossRef]
13. Petrović, D.; Banaj, D.; Banaj, A.; Barač, Ž.; Vidaković, I.; Tadić, V. The impact of conventional and sensor spraying on drift and deposit in cherry orchard. *Teh. Vjesn.* 2019, 26, 1211–1217. [CrossRef]
14. Tadić, V.; Marković, M.; Plaščak, I.; Stošić, M.; Lukinac-Caćić, J.; Vujčić, B. Impact of technical spraying factors on leaf area coverage in an apple orchard. *Teh. Vjesn.* 2014, 21, 1117–1124.
15. Chen, Y.; Ozkan, H.E.; Zhu, H.; Derksen, R.C.; Krause, C.R. Spray deposition inside tree canopies from a newly developed variable-rate air-assisted sprayer. *Trans. ASABE* 2013, 56, 1263–1272. [CrossRef]
16. Chen, Y.; Zhu, H.; Ozkan, H.E.; Derksen, R.C.; Krause, C.R. Spray drift and off-target loss reductions with a precision air-assisted sprayer. *Trans. ASABE* 2013, 56, 1273–1281. [CrossRef]
17. Salcedo, R.; Pons, P.; Llop, J.; Zaragoza, T.; Campos, J.; Ortega, P.; Gallart, M.; Gil, E. Dynamic evaluation of airflow stream generated by a reverse system of an axial fan sprayer using 3D-ultrasonic anemometers. Effect of canopy structure. *Comput. Electron. Agric.* 2019, 163, 104851. [CrossRef]
18. Xun, L.; Garcia-Ruiz, F.; Fabregas, F.X.; Gil, E. Pesticide dose based on canopy characteristics in apple trees: Reducing environmental risk by reducing the amount of pesticide while maintaining pest and disease control efficacy. *Sci. Total Environ.* 2022, 826, 154204. [CrossRef] [PubMed]

19. Derksen, R.C.; Ozkan, H.E.; Paul, P.A.; Zhu, H. Plant canopy characteristics effect on spray deposition. *Asp. Appl. Biol.* 2014, 122, 227–235.
20. Duga, A.T.; Ruysen, K.; Dekeyser, D.; Nuyttens, D.; Bylemans, D.; Nicolai, B.M.; Verboven, P. Spray deposition profiles in pome fruit trees: Effects of sprayer design, training system and tree canopy characteristics. *Crop Prot.* 2015, 67, 200–213. [CrossRef]
21. Qiu, W.; Zhao, S.; Ding, W.; Sun, C.; Lu, J.; Li, Y.; Gu, J. Effects of fan speed on spray deposition and drift for targeting air-assisted sprayer in pear orchard. *Int. J. Agric. Biol. Eng.* 2016, 9, 53–62.
22. Miranda-Fuentes, A.; Rodríguez-Lizana, A.; Gil, E.; Agüera-Vega, J.; Gil-Ribes, J.A. Influence of liquid-volume and airflow rates on spray application quality and homogeneity in super-intensive olive tree canopies. *Sci. Total Environ.* 2015, 537, 250–259. [CrossRef]
23. LFA evo. URL: <http://spectragro.com/ALPHA-EVO-893.html>.
24. Техника для опрыскивания. Высококачественные навесные и прицепные опрыскиватели Спридомат Д2, Спридо-Трайн, и СпридоПорт. Проспект фирмы RAU. 1996.
25. Опрыскиватель прицепной ШТОРМ3000-24 с системой осаждения капель. URL: <http://boguslav.ua>. 4. Войтюк Д. Г., Онищенко В. Б., Онищенко Б. В., Барановський О. С. Результати розробки та випробувань пневмогідравлічного обприскувача ОПГ-2000. *Механізація та електрифікація сільського господарства / ННЦ «ІМЕСГ»*. 2008. Вип. 92. С. 103–107.
26. Патент на корисну модель 119457, Україна, МПК А01М 7/00. Спосіб примусового осадження краплин робочої рідини при швидкісному обприскуванні рослин / В. В. Ратушний, В. І. Панасюк; заявник та патентовласник ННЦ «ІМЕСГ» НААН України. № у 2017 03474 заявл. 10.04.2017; опубл. 25.09.2017. Бюл. № 18.
27. СОУ 74.3-37-266:2005 Випробування сільськогосподарської техніки. Обприскувачі тракторні та самохідні. Програма і методи випробувань.

28. Барановський О. С., П'ятаченко В. І. Дослідження процесу пневматичного осадження краплин при обприскуванні. Механізація та електрифікація сільського господарства. 2006. Вип. 90. С. 203–211.
29. Барановський О. С. Високоєфективний обприскувач. Вісник аграрної науки. 1999. № 4.
30. Масло І. П., Барановський О. С. Вплив ступеня рівномірності обприскування польових культур на норму витрачання пестициду. Вісник сільськогосподарської науки. 1982. № 3. С. 44–45.
31. Масло І. П., Барановський О. С. Особливості ефективного використання пестицидів. Техніка АПК. 1995. № 4. С. 9–10.
32. Шершабов И. В. Сокращение потерь препаратов при опрыскивании – актуальная задача механизации защиты растений. Механизация технологических процессов защиты растений. Москва : ВО «Агропромиздат», 1981. С. 92–101.
33. Гассен Д., Гассен Ф. Наука пестицидного внесения. Зерно. 2007. № 10. С. 55–61.
34. Вулф Т. Стабильное распыление. Зерно. 2007. № 10. С. 73–79.
35. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин. Машини для захисту рослин. Харків, 2002. Т. 1. 272 с.
36. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления. Изд. 3-е, стереотип. Москва : Физматгиз, 1961. 748 с. 9. Зуев Ф. Г. Пневматическое транспортирование на зерноперерабатывающих предприятиях. Москва : Колос, 1976. 344 с.