

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

01.01 - МР.189 "С" 2021.02.01.122 ПЗ

**ПИЛИПЕНКО ВАДИМ АНАТОЛІЙОВИЧ**

**2022 р.**

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

УДК 631.34:632.934

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-технологічного факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Сільськогосподарських машин та  
системотехніки ім. акад. П.М. Василенка  
(назва кафедри)  
доцент, к.т.н.

Братішко В.В.  
(ПІБ)

(підпис)

Гуменюк Ю.О.

(підпис)

(ПІБ)

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему Дослідження технологічного процесу вирощування пшениці з  
обґрунтуванням параметрів удосконаленого польового обприскувача

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(код і назва)

Освітня програма «Агроінженерія»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова

(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

доктор технічних наук, проф.  
(науковий ступінь та вчене звання)

Г.А. Голуб  
(ПІБ)

(підпис)

Керівники магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доц. каф.

(науковий ступінь та вчене звання)

к.т.н., доц. каф.

(науковий ступінь та вчене звання)

Смолінський Станіслав Вікторович

(ПІБ)

Гуменюк Юрій Олегович

(ПІБ)

**Виконав**

Пилипенко Вадим Анатолійович

(підпис)

(ПІБ)

КИЇВ – 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри сільськогосподарських машин та  
системотехніки ім. акад. П.М. Василенка

К.Т.Н., доц.

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

Гуменюк Ю.О.

(ПІБ)

2022 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Пилипенку Вадиму Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(код і назва)

Освітня програма «Агроінженерія»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-наукова

(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи Дослідження технологічного процесу  
вирощування пшениці з обрuntuванням параметрів удосконаленого польового обприскувача  
затверджена наказом ректора НУБіП України від «01» лютого 2021 р. № 189 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи Первинна документація з техніко-  
експлуатаційними характеристиками обприскувачів, Науково-технічна, нормативно –  
методична література

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Проектований технологічний процес вирощування та збирання озимої пшениці.

2. Технологічна частина

3. Дослідницька частина

4. Охорона праці

5. Розрахунок економічної ефективності

Перелік графічного матеріалу Електронна презентація на 19 слайдах

Дата видачі завдання «11» листопада 2021 р.

Керівники магістерської кваліфікаційної роботи

К.Т.Н., доц. каф.

(науковий ступінь та вчене звання)

К.Т.Н., доц. каф.

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(підпис)

Смолінський С.В.

(ПІБ)

Гуменюк Ю.О.

(ПІБ)

Пилипенко В.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до вико

## РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота складається з 96 сторінок пояснювальної записки формату А4, 5 розділів, 19 ілюстрацій, 14 таблиці.

Темою даної магістерської кваліфікаційної роботи є: «Дослідження технологічного процесу вирощування пшениці з обґрунтуванням параметрів удосконаленого польового обприскувача».

**Мета роботи** є - підвищення площі покриття оброблюваних рослин робочим розчином, при обприскуванні озимої пшениці отрутохімікатами.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно було виконати такі задачі:

- ❖ провести аналіз літератури, наукових досліджень та передового досвіду наукової літератури, патентів, досліджень і практичних даних для вибрання оптимальних елементів технології вирощування пшениці.;
- ❖ дослідити відцентрові розпилювачі отрутохімікатів.
- ❖ провести дослідження щодо працездатності тарілчастих розприскувачів рідких отрутохімікатів.;
- ❖ провести розрахунки технологічних та кінематичних показників обприскувачів.;
- ❖ розробити заходи по покращенню охорони праці, перед початком польових робіт при використанні обприскувачів.;
- ❖ запровадити розроблений комбінований агрегат і розрахувати економічний ефект та додаткові витрати для окуповування його використання.

**Об'єкт дослідження.** Технологічний процес розподілу отрутохімікатів на посівах озимої пшениці.

**Предмет досліджень.** Штанговий обприскувач з відцентровими розпилювачами отрутохімікатів.

**Ключові слова:** ґрунт, пшениця, обприскування, продукція, технологія, агрегатдосліджування, охорона праці, навколишнє середовище.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП.....</b>	<b>6</b>
<b>РОЗДІЛ 1 ПРОЕКТОВАНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИРОЩУВАННЯ ТА ЗБИРАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ.....</b>	<b>9</b>
1.1. Біологічні особливості озимої пшениці.....	9
1.2. Місце озимої пшениці у сівозмінні.....	10
1.3. Внесення добрив.....	11
1.4. Обробіток ґрунту під озиму пшеницю.....	14
1.5. Підготовка насіннєвого матеріалу до сівби.....	18
1.6. Сівба озимої пшениці.....	19
1.7. Догляд посівами.....	за 21
1.8. Збирання врожаю.....	24
<b>РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>28</b>
2.1. Аналіз конструкцій машин для внесення отрутохімкатів.....	28
2.2. Вимоги і машини для внесення отрутохімкатів.....	43
2.2.1. Вимоги до якості роботи.....	43
2.2.2. Екологічні вимоги.....	45
2.2.3. Агротехнічні вимоги до технологічного процесу обприскування посівів.....	45
2.3. Розрахунок обприскування отрутохімкатами.....	47
2.4. Визначення продуктивності агрегату та витрати палива на одичищу операції.....	53

**РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДНИЦЬКА****55****ЧАСТИНА.....**

3.1. Дослідження відцентрового розпилювача..... 55

3.2. Дослідження відцентрового розприскувача рідких отрутохімікатів..... 58

3.3. Розрахунок технологічних та кінематичних показників обприскувача..... 62

3.3.1. Визначення витрати робочої рідини, тиску та інших параметрів процесу обприскування..... 62

3.3.2. Визначення втрат тиску..... 65

3.3.3. Визначення оптимальної висоти встановлення робочих органів обприскувача над оброблюваним матеріалом..... 76

3.3.4. Оптимізація обприскування та розподілення робочої рідини по поверхні..... 77

**РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ .....****79**

4.1. Організація робіт з охорони праці..... 79

4.2. Безпека при застосуванні хімічних речовин..... 80

4.3. Розрахунок засобів індивідуального захисту..... 82

4.4. Рекомендації по поліпшенню умов праці..... 82

4.5. Техніка безпеки під час підготовки до роботи та використанні обприскувачів..... 83

**РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....****85****ВИСНОВКИ..... 91****СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....****93**

НУБІП України

## ВСТУП

НУБІП України

Сільське господарство є життєво необхідною галуззю народного господарства, оскільки зачіпає інтереси кожної людини. Адже 80% фонду споживання формується за рахунок сільського господарства. Воно має особливо важливе значення тому, що є однією з найбільших галузей народного господарства.

НУБІП України

Сільське господарство розвивається на основі різних форм власності і видів господарювання – товариств з обмеженою відповідальністю, акціонерних підприємств, виробничих та обслуговуючих кооперативів, фермерських господарств, особистих підсобних господарств тощо. Для кожного з них мають бути створені однакові економічні умови щодо підвищення ефективності господарювання, розвитку самостійності та ініціативи.

НУБІП України

Сезонний характер сільськогосподарського виробництва зумовлює нерівномірність використання робочої сили, машин і знарядь, одержання продукції та надходження коштів від її реалізації.

На кожному етапі розвитку суспільства виробництво сільськогосподарської продукції було і залишається первинною основою життя і в цьому розумінні основою будь-якого матеріального виробництва. Воно задовольняє постійно задовольнюючі потреби населення в продуктах харчування, а промисловість – у сировині для виробництва продовольчих і промислових товарів широкого вжитку.

НУБІП України

Продукція сільського господарства та промислові товари, виготовлені з неї, складають близько 75 відсотків роздрібного товарообороту державної та кооперативної торгівлі. Тобто, у сільському господарстві України виробляють майже три чверті товарів народного споживання і біля третини національного доходу, тому темпів розвитку аграрного сектору значно залежать темпи розвитку економіки держав.

НУБІП України

Продукція сільського господарства та промислові товари, виготовлені з неї, складають близько 75 відсотків роздрібного товарообороту державної та кооперативної торгівлі. Тобто, у сільському господарстві України виробляють майже три чверті товарів народного споживання і біля третини національного доходу, тому темпів розвитку аграрного сектору значно залежать темпи розвитку економіки держав.

НУБІП України

Продукція сільського господарства та промислові товари, виготовлені з неї, складають близько 75 відсотків роздрібного товарообороту державної та кооперативної торгівлі. Тобто, у сільському господарстві України виробляють майже три чверті товарів народного споживання і біля третини національного доходу, тому темпів розвитку аграрного сектору значно залежать темпи розвитку економіки держав.

НУБІП України

Продукція сільського господарства та промислові товари, виготовлені з неї, складають близько 75 відсотків роздрібного товарообороту державної та кооперативної торгівлі. Тобто, у сільському господарстві України виробляють майже три чверті товарів народного споживання і біля третини національного доходу, тому темпів розвитку аграрного сектору значно залежать темпи розвитку економіки держав.

За своєю природою сільське господарство є багатограним виробником.

Елементи, які його формують, органічно і організаційно взаємодіють у певному поєднанні галузей, у певній галузевій структурі.

Сільське господарство – це галузь найвищою мірою інтегрована в певну природно-економічну систему, в якій кожний компонент є обов'язковим елементом і виконує свою спеціальну роль. Через це галузі сільськогосподарських підприємств формуються від простих до комплексних, від основних до допоміжних чи підсобних.

Сільське господарство - галузь матеріального виробництва, що займається вирощуванням культурних рослин та розведенням домашніх тварин для забезпечення населення продуктами харчування, а промисловості - сировиною. Воно включає дві взаємопов'язані великі галузі - рослинництво (його ще називають землеробством) і тваринництво. Рослинництво і тваринництво, в свою чергу, поділяються на менші галузі, підгалузі, виробництва.

Розвиток сільського господарства залежить від природно-географічних і соціально-економічних передумов. До перших належать земельно-грунтові й агрокліматичні ресурси, які загалом дуже сприятливі в Україні.

Сільськогосподарські угіддя займають 42 млн гектарів, або 70% загального фонду України. Структура сільськогосподарських угідь така: 79% - орні землі (рілля і багаторічні насадження), 13% - пасовища, 8% - сіножаті. Найвища частка орних земель - у степових районах (70–80%) і лісостеповій зоні. Пасовища зосереджені, в основному, в Карпатах, на Поліссі та в південно-східних степових областях, сіножаті - в долинах рік лісової і лісостепової зон.

Серед соціально-економічних передумов сільськогосподарського виробництва важливу роль відіграють трудові ресурси (сільські райони України ними забезпечені достатньо), особливості землеволодіння, тобто відносини власності на землю, й аграрна політика держави. В Україні тривалий час землею володіли держава і великі колективні господарства, зараз вона - у власності селянських спілок і фермерів. Зміни у землеволодінні відбуваються дуже повільно.

Новим поштовхом для подальшого реформування селянського господарства стало прийняття у 2001 р. Земельного кодексу України, що його справедливо назвали "земельною конституцією". Частина землі, що знаходиться у володінні фермерів (таких в Україні понад 46 тис. господарств) становить тільки 8% від площі сільськогосподарських угідь. Розвиток фермерства та створення кооперативів селян-власників землі дасть змогу значно підняти рівень розвитку сільськогосподарського виробництва у країні. Це вже проявляється в останні роки, коли процеси реформування в сільському господарстві стали більш реальними.

У сучасних умовах екстенсивний шлях ведення сільськогосподарського виробництва має поступитися інтенсивному - отриманню більших врожаїв сільськогосподарських культур внаслідок поліпшення обробітку земель, внесення добрив, використання отрутохімікатів та ін., піднесенню продуктивності худоби за рахунок селекції, поліпшення кормової бази тощо. Важливо встановити правильні пропорції між рослинництвом і тваринництвом, які забезпечили б виробництво кормів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 1 ПРОЕКТОВАНИЙ ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВИРОЩУВАННЯ ТА ЗБИРАННЯ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

### 1.1. Біологічні особливості озимої пшениці

Пшениця - холодостійка культура. Її насіння починає проростати при температурі 1-2°C. Для одержання дружних сходів під час сівби повинні бути температури 14-16°C. При температурі 25°C і вище формуються ослаблі проростки з тонкими корінцями, які сильно уражуються хворобами. Добре загартовані рослини витримують взимку зниження температури в зоні вузла кушіння до мінус 17-18°C, а високо-морозостійких сортів до мінус 19-20°C. Загартовуванню сприяє сонячна погода в передзимовий період протягом 12-14 днів та посилене фосфорно-калійне живлення. Найвища морозостійкість рослин - на початку зими. До весни вона поступово знижується. Значно знижується морозостійкість при періодичному відтаванні та замерзанні ґрунту. Дуже шкідливі перепади температури ранньою весною, коли вже почалося відростання рослин і температури вдень підвищуються до 5-10°C тепла, а вночі знижуються до мінус 8-10°C.

Пшениця вимоглива до вологи. Протягом вегетації вологість ґрунту повинна бути в межах 65-75% НВ і не знижуватись до рівня вологості розриву каплярів і тим більше до вологості в'янення рослин. При вмісті в 10-сантиметровому верхньому шарі ґрунту доступної рослинам вологи менше 10 мм сходи з'являються із запізненням і зріджені. Дефіцит вологи у фазі кушіння знижує загальну кущистість, у фазі трубкування - продуктивну кущистість, у колосіні-цвітінні - озерненість колоса, під час формування і наливу зерна - дрібнозернистість і щуплість зерна. Транспіраційний коефіцієнт пшениці - 320-450. Він зменшується при достатньому застосуванні фосфорно-калійних добрив, які сприяють розвитку кореневої системи, роздрібному внесенні азотних добрив.

Виблаглива до світла. Похмура погода восени спричиняє неглибоке залягання вузла кушіння та погане загартовування, від чого знижується морозо-

зимостійкість; весною - вилягання; під час наливу зерна - зниження вміст білка в зерні.

Вимоглива до ґрунтів. Добре вдається на окультурених структурних ґрунтах середнього механічного складу. Кращими є чорноземні, каштанові та сірі лісові ґрунти. Високі врожаї можна одержувати на окультурених дерново-підзолистих ґрунтах при застосуванні підвищених норм органічних і мінеральних добрив, сидератів, вапнування, поглиблення орного шару, усунення надмірного зволоження. Погано росте на солонцюватих ґрунтах, солодях, на легких піщаних, важких за механічним складом глинистих ґрунтах, які запливають, де під час вегетації застоюється вода.

### 1.2. Місце озимої пшениці у сівозміні

Пшениця вибаглива до попередників і знижує урожайність при повторному вирощуванні на 15-20, а при сівбі третій рік підряд - до 30-35% і більше. При беззмінному вирощуванні урожаї знижуються навіть при внесенні додаткової кількості добрив. Набір попередників, які забезпечують високі врожаї озимої пшениці в різних зонах України неоднаковий, але всі вони повинні відповідати принаймні одній вимозі - бути надійними щодо накопичення достатньої кількості продуктивної вологи на початок сівби (не менше 10мм в 10-сантиметровому шарі ґрунту). Ці культури повинні рано звільняти поле та не висушувати ґрунт глибину.

В Лісостепу пшеницю слід розміщати в полях зайнятих парів посівами на зелений корм і сіно, після конюшини на один укіс, гороху, сочевиці, чини, картоплі, кукурудзи на ранній силос, зібраної у фазі молочно-воскової стиглості не пізніше 20 днів до настання оптимальних строків сівби, а в посушливій південно-східній частині - також після чистих парів.

Попередником озимої пшениці є багаторічні трави.

### 1.3 Внесення добрив

Після відновлення весняної вегетації озимої пшениці важливо створити для рослин сприятливі умови живлення, насамперед, підживити азотом ще до початку їх переходу до четвертого етапу органогенезу, коли відбувається закладення колосків. Підживлення сприяє кращому куцненню рослин, інтенсивному відростанню, збільшенню кількості колосків, особливо за умов оптимального зволоження ґрунту і помірних температур. Передусім варто підживлювати не удобрені восени посіви з оптимальною густотою стеблостою, які можуть забезпечити найбільшу віддачу.

Оптимальний баланс основних елементів живлення забезпечується шляхом внесення в ґрунт мінеральних добрив. Тому раціональне застосування мінеральних добрив є важливим засобом підвищення врожайності сільськогосподарських культур, в тому числі озимої пшениці, яка є стратегічною для України. Однак, ефективне використання рослинами елементів мінерального живлення в ґрунті можливе тільки за достатнього водозабезпечення, оскільки в умовах посухи їх поглинання значно гальмується і практично мало залежить від кількості внесених добрив. Норми для даного кліматичного регіону мають становити 9 ц/га.

### Агротехнічні вимоги

Вносити добрива можна: раною весною, в період кінця куцнення та починаючи від колосіння і до кінця молочної стиглості.

При внесенні мінеральних добрив поверхневим способом відцентровими розкидачами нерівномірність розподілу по поверхні поля не повинна перевищувати 25%. Відхилення від норми внесення  $\pm 10\%$ . Відступи між суміжними проходами не допускаються. Зона перекриття повинна становити не більше 5% ширини захвату агрегату. Добриво що вноситься під час посіву доцільно розташовувати на 3-4 см нижче глибини загортання насіння. Час між загортанням та внесенням мінеральних добрив повинен становити не більше 12 годин.

До внесення органічних добрив ставляться такі агротехнічні вимоги: розкидані добрива негайно загортають у ґрунт; дотримуються заданої дози внесення добрив і рівномірності їх розподілу по поверхні поля. Нерівномірність розподілу по ширині розкидання допускається в межах 0...25 %, у напрямку руху - 0...10 %. Відхилення фактичної дози від заданої має бути не більш як 5%.

Глибина заортання органічних добрив становить 15...25 см, причому на піщаних ґрунтах їх заорюють глибше, що залежить від кліматичних умов. Використання свіжого гною і наявність в органічних добривах сторонніх предметів не допускається. Машини мають забезпечувати внесення добрив і їх

сумішей 5...60 т/га.

При поверхневому внесенні мінеральних добрив відцентровими розкидачами нерівномірність розподілу по всій площі поля не повинна перевищувати 25 %. Відхилення фактичної дози внесення добрив від заданої  $\pm 10$

%. Розриви між суміжними проходами розкидачів не допускаються. Перекриття у стикових міжряддях має бути не більш як 5 % ширини захвату агрегату. При внесенні у ґрунт мінеральних добрив глибина стрічкового внесення основних доз мінеральних добрив до сівби становить, см: під зернові культури на суглинкових дерново-опідзолених ґрунтах 8...10.

#### **Склад машинно-тракторних агрегатів для внесення добрив**

Склад агрегатів повинен забезпечувати якісне виконання робіт у встановленні агросроки при найменших витратах матеріалів. При обґрунтуванні складу агрегатів та їх режиму роботи необхідно врахувати техніко-економічні показники агрегатів та якість виконання роботи.

Прямоточна схема передбачає навантаження добрив на складі в розкидачі, які транспортують їх і розкидають на полі. Дана схема ефективна на коротких відстанях (1,5–3,0 км) від складу до поля. За перевантажувальною схемою добрива на складі навантажують у спеціальні транспортні засоби потім транспортують безпосередньо до розкидачів і їх завантажують. Навантаження добрив у відповідний транспортний засіб проводять універсальним навантажувачем періодичної дії. Це піднімання, переміщення вантажу за

допомогою гаку, відвантаження та повернення у вихідне положення.

Проводиться навантажування агрегатом марки MANITOU MLT 845. Розкидання мінеральних добрив виконують агрегатом у складі MT3 892 та причіпним

розкидачем мінеральних добрив 1-PMГ-4, або РУМ-5. Такі причіпні розкидачі

використовуються як в малих і середніх, так і в великих господарствах. Вони

характеризуються зручністю в експлуатації. Норму внесення добрив регулюють,

змінюючи висоту висівних шлін і амплітуду коливань висівної планки згідно з таблицею, що додається до машини.

Для внесення органіки застосовують машино-тракторні агрегати у складі

розкидача органічних добрив ПРТ-10 або РОУ-5, вантажопідйомністю 10т та

трактора ХТА-220-2. Використання даного розкидача органічних добрив

дозволяє подрібнювати матеріал та рівномірно розподіляти по поверхні поля.

Регулювання проводиться заміною зірочок подавального транспортера.

Завантаження розкидачів у місцях перевалки відбувається навантажувачем

MANITOU MLT 845 з ковшем.

#### **Підготовка МТА до роботи**

Обслуговування техніки для внесення органічних добрив полягає в

щозмінному контролю стану підшипників та конвеєра, підтягування кріплень

редуктора. Перевіряють підікання масла з картера редуктора, гідравлічної

рідини, з'єднань гідравлічних трубопроводів. Проводиться змащування

складальних одиниць за інформаційною схемою. Перевірка та очистка окремих

вузлів та все вище сказане проводять на ПРТ-10 або РОУ-5.

Підготовка розкидача мінерального добрива проводиться з перевірки

кріплень, регулювання допоміжних органів та їх змащення. По закінченню зміни

повністю очищати бункер від мінеральних добрив щоб уникнути їх

затвердіння та запобіганню корозії на окремі вузли та деталі машини. Ці

регулювання в даному випадку проводять на таких машинах як 1-PMГ-4 або

РУМ-5.

Підготовка поля для виконання тої чи іншої технологічної операції займає

ключове місце на шляху до успішного виконання роботи. Першим заходом є

усунення усіх можливих перешкод, які б могли знизити продуктивність тракторних агрегатів. Виконують огляд поля для оцінки рельєфу та інших факторів. Організують місце заїзду МТА до поля. Визначаються з способом руху агрегату у відповідності до конфігурації поля.

### Контроль і оцінка якості

Якість виконання роботи по внесенню мінеральних добрив оцінюють такими показниками: порівняння норм внесення добрив фактичних із запланованими та ступенем рівномірності розподілу їх по робочій поверхні поля. Для органічних добрив показник відхилення допускається в межах  $\pm 10\%$ . Нерівномірність розподілу мінеральних добрив повинна знаходитися в межах 10...20%. Візуально також оцінюють якість перекриття проходів між суміжними смугами, оброблення поворотних смуг, наявність огріхів. Перевірку та налагодження самої машини проводять безпосередньо у полі, визначають відповідність налагодження та усувають можливі невідповідності.

### 1.4. Обробіток ґрунту під озиму пшеницю

Підготовка ґрунту під озимі зернові розпочинається негайно після збирання врожаю попередника.

Після збирання багаторічних трав поле дискують у двох напрямках важкими дисковими боронами. Слідом вносять фосфорно-калійні добрива і орють плугами з передплужниками в агрегаті з кільчасто-шпоровими котками.

Одночасно з оранкою посівний шар ґрунту розробляється до дрібногрудочкуватого стану за допомогою культиваторів, дискових або голчастих борін, мотик. Запізнення з оранкою навіть при якісному луценні призводить до зниження врожайності. На ґрунтах з неглибоким гумусовим горизонтом орють на глибину орного шару і за можливості його поглиблюють.

Глибока оранка скиби багаторічних трав недоцільна на дерново-підзолистих ґрунтах, бо на поверхню може вноситись малородючий прошарок підзолистого ґрунту. Доведено, що в посушливі роки глибока оранка трав'янистої скиби недоцільна і на Поліссі, оскільки тут ґрунт може пересушитися, що негативно

впливає на продуктивність пшениці, особливо при запізненні з оранкою. У період від оранки до сівби озимих грунт обробляють пошарово паровими культиваторами за типом чистого шару.

Одним із ефективних заходів в боротьбі з корневими гнилями, шкідниками та бур'янами є своєчасне лушення стерні та проведення оранки через 10–12 днів на родючих грунтах на глибину 25–27 см, а на інших грунтах на глибину 20–22 см. Дослідженнями встановлено, що при запізненні з оранкою на 20–30 днів урожайність зерна зменшується на 16–18 %, а при проведенні оранки в день сівби на 30–35 %. Оранку необхідно проводити плугами із передплужниками. Для покращення якості передпосівного обробітку ґрунту на полях після оранки потрібно застосовувати культивацію з боронуванням. Технологічні вимоги до передпосівного обробітку ґрунту передбачають доведення його до дрібногрудкуватого стану та створення твердого ложа для заданої глибини загорання насіння (3–5 см). Посівний шар (80 %) повинен в основному складатися із грудочок 20 мм. Значними якісними показниками також є вирівняність поверхні ґрунту, відсутність бур'янів, слідів коліс та отріхів.

Передпосівний обробіток ґрунту – одна з найважливіших ланок ресурсоощадної технології, від якої залежить глибина загорання насіння, дружність і рівномірність появи сходів озимої пшениці, ріст, розвиток і продуктивність рослин. Основним його завданням є створення структурноагрегатного посівного шару. Розрив між передпосівним обробітком і сівбою повинен бути мінімальним – не більше 1-1,5 години. Поле при цьому не встигає пересохнути і насіння лягає у вологий ґрунт. Для того, щоб краще було видно слід маркера, передпосівний обробіток проводять під невеликим кутом до напрямку сівби. Необхідно дотримуватись перекриття (15-20 см) між суміжними проходами культиватора.

### **Агротехнічні вимоги**

Основний обробіток ґрунту важкими дисковими боронами під зернові та зернобобові культури в умовах стислих агротехнічних термінів потрібно виконувати на глибину 16...24 см. Діаметр дисків при цьому має бути не менше

ніж 600 мм. Технологічну операцію залежно від ґрунтово-кліматичних умов здійснюють за 1–2 проходження дисковальної агрегату, при цьому друге проходження проводять під кутом 30...45° відносно першого. Важка дискова борона має працювати на швидкостях 8...12 км/год.

Ступінь загортання рослинних решток при основному дисковому обробітку ґрунту має становити не менше ніж 65 %, якість розпушення — не нижче ніж 75 % фракцій діаметром менш як 50 мм. Гребінчастість поверхні не повинна перевищувати 5 см, висота гребенів на дні борозни після одного проходження важкої дискової борони - 6 см, а після двох - 4 см. Ступінь підрізання бур'янів має бути 95...100 %.

Основні функції, що покладені на знаряддя для передпосівного обробітку ґрунту, і вимоги, які з цього випливають: у розпушення верхнього шару ґрунту (культиватори, зубові борони, фрезерні культиватори з вертикальною віссю обертання робочих органів) - вміст фракцій ґрунту розміром 0,3...5,0 мм до 90 % у посівному шарі; у вирівнювання поверхні поля (культиватори, вирівнювачі, зубові борони, фрезерні культиватори) - гребнистість поверхні поля не більше ніж 3 см; у підрізання бур'янів (культиватори, фрезерні культиватори з горизонтальною віссю обертання робочих органів) - повне, тобто 100 %; у ущільнення ґрунту (жотки кільчасто-шпорові, кільчасто-зубові, пруткові тощо) - до щільності посівного шару 0,9...1,1 т/см<sup>3</sup>. За глибиною обробітку передпосівний обробіток, як правило, належить до поверхневого (0...8 см) або мілкого (8...16 см).

### **Склад і режим роботи МТА**

Обробіток ґрунту під озиму пшеницю повинен бути диференційований для кожної ґрунтової зони, господарства і полів сівозміни залежно від попередників, ступеня і характеру забур'яненості та ін.

Після основного обробітку ґрунту як найшвидше готують ґрунт до сівби.

У жодному разі не можна пропускати таку можливість після дощів. Якщо ґрунт відразу не розпушити, то він засихає, утворює брили, що вимагає додаткових витрат на його підготовку. Крім того, надмірна кількість проходів тракторів,

іншої техніки ущільнює ґрунт, руйнує його структуру, змінює об'ємну масу, що негативно позначається на врожаї.

При розміщенні озимої пшениці після багаторічних трав, які збираються на два укоси, поле орють плугами з передплужниками (Gregoire Besson SPHJB9, Lemken Vari Diamant 8, ПЛН-6-35, ПЛН-5-35, ПЛН-3-35) не пізніше як за місяць до сівби. Ґрунт добре осідає, що гарантує одержання дружних сходів і добре виживання рослин взимку. Передплужники встановлюють на глибину 10-12 см, а плуг - на 25-27 см.

З плугом агрегують кільчасто-шпорові котки (З ККШ-6), або за достатньої вологості ґрунту - важкі борони (БЗТС-1,0, McFarLane WDL2040). Особливо ефективним є застосування в агрегаті з плугом сучасних комбінованих знарядь (Раскомат), що ущільнюють, подрібнюють і вирівнюють свіжовиораний і ще не пересохлий ґрунт. Дані пристрої одночасно з оранкою підготовлюють ґрунт практично до передпосівного стану, агрегуються з 5-9-ти корпусними плугами. Тому можна обмежитись одним передпосівним обробітком ґрунту, що дасть змогу зменшити витрати пального і коштів. Крім того, добре розпушення ґрунту одночасно з оранкою сприяє збереженню вологи, підвищенню інтенсивності мінералізації, рівномірному загортанню насіння, виключає небезпеку осідання ґрунту в осінньо-зимовий період.

Коли попередником озимої пшениці є зернові бобові культури, після їх збирання без попереднього лушення проводять оранку на глибину 20-25 см. У міру проростання бур'янів проводять один-два поверхневі обробітки ґрунту.

З метою економії ресурсів на незабур'янених полях після гороху, кормових бобів, сої, вики можна обмежитись поверхневим обробітком ґрунту. Застосовують дискові лушпильники ЛДГ-10, ЛДГ-15, Bednar Swifterdisk XN, Bednar Swifterdisk XO\_F у випадку достатньої вологості ґрунту у два сліди у двох взаємно перпендикулярних напрямках на глибину 6-8 см. Якщо ґрунт ущільнений, відносно сухий, поле погано зачищене від рослинних решток, кращі результати забезпечує використання дискових борін БДГ-3,0; БДГ-7,0, CASE IH

True-Tandem 335VT, Wishek 842N-18/812N-26. Поверхнево оброблений ґрунт менш осідає, має вищу вологість, рослини восени краще розвиваються і зимують.

Підготовка агрегатів та поля до обробки ґрунту

Для правильної роботи усіх робочих органів та ефективного їх використання перед початком роботи необхідно виконати регулювання.

Виконують їх на спеціальних майданчиках. Перевіряють загальний стан вузлів та деталей, кріплень, болтових з'єднань, мащення окремих вузлів, стан гідросистеми. У разі виникнення несправностей усувають їх.

Глибину культивації змінюють за допомогою гвинтових механізмів

опорних коліс. Кут входження стріластої лапи у ґрунт регулюють болтом тримача гряділя. Для роботи на легких ґрунтах і малої глибини культивації лапи

встановлюють так, щоб їх різальні кромки торкалися поверхні майданчика. За

важких умов роботи (важкі і тверді ґрунти, велика глибина обробки) лапи

нахиляють вперед на 2-3°. Стійкість ходу лап регулюють стисканням пружин

натискних штанг гряділів. На твердих і засмічених ґрунтах стискання пружин

збільшують переміщенням упору вгору. Сила стискання пружин усіх штанг повинна бути однаковою.

### 1.5. Підготовка насіннєвого матеріалу до сівби

При вирощуванні озимих зернових за інтенсивною технологією, високоякісне насіння є одним з важливих умов підвищення врожайності. Для посіву

використовують тільки кондиційне насіння. Воно повинне мати високу схожість

(не менше 92 %), енергію проростання, силу росту, чистоту від насіння бур'янів

та інших домішок (не менше 92 %), сортову чистоту (не менше 98 %), вологість

не більше 15–15,5 %. Для знезараження від збудників хвороб (коренових гнилей,

борошнистої роси і ін.) насіння протруюють, застосовуючи такі протруйники:

Байтан-універсал, 15 % (2 кг/т), Вітавакс (2,5–3,0 кг/т), Фундазол, 50 % (2–3 кг/т)

та інші. Крайній контакт з протруювачами досягається при інкрустації насіння

натрієвою сіллю карбоксиметилцелюлози (0,1–0,2 кг/т) або ДВС

(поліхлорвініловий спирт) – 0,5 кг/т.

Протруювання насіннєвого матеріалу можна виконувати наступними машинами: АПН-4; АПЗ-10; ПНЦІ-3; ПНЦП-5; ПС-10А; ППК-20, в цих протруювачів продуктивність становить 3...10 т/год.

### 1.6. Сівба озимої пшениці

Сіють пшеницю різними способами: звичайним рядковим з шириною міжрядь 15 см, вузькорядним з міжряддям 7,5 см, перехресним з міжряддями 15 см. Найкращим способом сівби пшениці є звичайний рядковий з шириною міжрядь 15 см.

За наявності достатньої кількості вологи в ґрунті насіння варто висівати на глибину 6–7 см і не менше, бо знижується зимостійкість. При пересиханні ґрунту глибину посіву можна збільшити до 8–10 см, саме в цьому випадку посів варто обов'язково прикоткувати кільчасто-шпоровими котками. Це не тільки поліпшує контакт насіння із ґрунтом, а й скорочує шлях паростка до поверхні.

Допустимі робочі швидкості при сівбі озимих зернових культур сівалками типу СЗ або сівалками закордонного виробництва до 12 км/год., а сівалками культиваторами типу СЗС - до 8 км/год.

### Агротехнічні вимоги

Вимоги до посіву озимих загальновідомі і прості за змістом – рівномірно розподілити насіння по площі і висіяти його на оптимальну глибину.

Визначаючи календарні оптимальні строки сівби озимих, варто враховувати, що кращі умови перезимівлі і високу продуктивність забезпечують посіви, які 50–55 днів вегетували до припинення вегетації і утворили 2–3 пагони. Як ранні, так і пізні строки посіву значно знижують продуктивність та зимостійкість озимої пшениці. За узагальненими даними науково-дослідних установ області оптимальними для більшості сортів можна вважати строки з 20 вересня по 5 жовтня, а допустимими – до 10 жовтня. Сівбу слід провести за 5–7 робочих днів.

При виробництві зернових культур існують такі способи сівби: рядковий з шириною міжрядь – 130–150 мм, вузькорядковий з шириною міжрядь – 70–80

мм. В більшості випадків використовують для сівби зернових – це рядковий спосіб.

### **Склад і режим роботи МТА для виконання сівби**

При виборі способу руху агрегату потрібно враховувати вид робіт, конфігурацію поля і довжину гонів. Способи руху поділяють на гонові, діагональні та кругові. В подальшому вибраний мною спосіб руху повинен забезпечувати найбільшу продуктивність і економічність агрегату, а також обов'язкове дотримання агротехнічних вимог.

Ефективне використання агрегату і якість виконання операції залежить від правильної підготовки поля.

Сівбу та внесення мінеральних добрив здійснюють сівалками Sunflower 9412-20, СЗ-3,6, ASTRA 6 та інші.

На великих площах найбільш ефективним є шеренговий спосіб комплектування сівалок за допомогою зчіпки С-11У та трактора класу 30 кН. На невеликих полях можна комплектувати односіялочно агрегати з тракторами класу 14 кН. У великих агропромислових підприємствах насіння в сівалки завантажують за допомогою спеціального автозавантажувача зерна УЗСА-40 або MANITOU MLT 845, Unferverth 2070. Якщо виникає потреба у прикочуванні

посівів, застосовують котки КУТ-6 та ЗКШ-6 з тракторами класу 14 кН. Ранньовесняне прикореневе підживлення посівів озимих здійснюють зерновими сівалками, агрегатуючи їх таким же чином, як і при сівбі.

### **Підготовка агрегатів і поля до роботи**

Регулювання сівалки проводять на регульовальному майданчику, який обладнаний пристроєм для прокручування висівних апаратів та розміщувальною дощкою для перевірки сошників та комплекта інструментів та пристроїв (шаблони, динамометри, підставки тощо).

Діаметр дисків сошників, кут їх сходження, відстань між сошниками вимірюють пристроєм для перевірки сошників. Він складається з двох перпендикулярних стержнів, на одному з яких встановлені рухомі губки для вимірювання кута сходження дисків. З метою перевірки розміщення сошників

сівалок використовують розмічальні дошки товщиною 3 см. Довжина дошки дорівнює ширині захвату сівалки, а ширина її становить 20–30 см.

Поле необхідно оглянути з метою усунення перешкод, які негативно впливають на якість виконання операції і продуктивність агрегату. Після цього проводимо умовну відмітку поворотних смуг на місцевості.

### **Якість сівби**

Допустиме відхилення від заданої норми висіву  $\pm 1,5\%$ , виміряти в п'ятьох місцях за довжиною гону підрахувати кількість насіння на 1п.м.

Допустиме відхилення від заданої глибини заробки насіння  $\pm 1,5$  см, виміряти в 10-х місцях за зміну заміряти глибину заробки насіння за всією шириною захвату агрегату.

Допустиме відхилення від заданої ширини стикових міжрядь, см: для суміжних сівалок  $\pm 2$ , для стикових міжрядь до  $\pm 3$ . Метод визначення такий, виміряти не менше 10 раз за зміну за шириною захвату заміряти величину стикових міжрядь.

Найбільш простим способом контролю норми висіву є підрахунок кількості насіння на 1п.м рядка.

### **1.7. Догляд за посівами**

Захист сільськогосподарських культур від шкідників, хвороб і бур'янів є важливою ланкою у системі виробництва рослинницької продукції та складним технологічним процесом, що здійснюється послідовним комплексом спеціальних заходів. Система заходів захисту озимої пшениці – важлива складова сучасної технології вирощування. Вона спрямована на запобігання масовому розвитку шкідливих організмів, на можливість їх швидкого обмеження. При цьому важливим є вибір ефективних заходів і засобів захисту рослин та вчасне їх застосування в період, коли шкідливі організми перебувають у найбільш чутливій стадії до пестицидів, а рослини – у періоди закладання і формування елементів продуктивності.

У весняно-літній період вегетації хімічні обробки проводять тільки за результатами обліку фітосанітарного стану посівів. В випадку виникнення сумніву в необхідності проведення обробок обстеження полів повторюють. Важливим моментом цієї роботи є облік корисної діяльності і збереження природних ентомофагів, чисельність яких на полях пшениці може досягати суттєвої щільності, коли вони здатні вплинути на динаміку популяцій окремих фітофагів.

#### **Агротехнічні вимоги**

Відхилення від заданої норми витрати не повинно перевищувати при обприскуванні - 10%. Робоча рідина повинна бути однорідною по складу, відхилення концентрації від розрахункової не повинно перевищувати  $\pm 5\%$ .

Обробіток гербіцидами потрібно проводити в стиснуті строки розпилування повинно бути рівномірним. Відхилення витрати рідини розпилувачами не повинно перевищувати -10%. Не допускається робота наконечників розпилувача, які мають не симетричні факелорозпилювання.

Штанги над землею повинні знаходитися в межах від 50 до 90 см.

Гербіциди, слід застосовувати вранці або ввечері, коли відсутні пориви вітру. Забороняється обприскувати культури, які при швидкості вітру більше 4-5 м/с. Роботу потрібно проводити в ясну безвітряну погоду при температурі не вище 22°C. Якщо після обробітку пройшов дощ, то обробіток, потрібно повторити.

Забороняється проводити обприскування в період цвітіння рослин. При обприскуванні не допускається пошкодження рослини і роботи огріхи. Не допускається попадання гербіцидів на суміжні ділянки.

#### **Комплекси машин для захисту рослин**

Для обприскування застосовують наступні склади агрегатів: самохідні - Berthoud Raptor, New Holland Guardian, John Deere, Horsch, для великих господарств, причинні - Horsch Leeb, Berthoud Tracker, Kuhn Lexis, Amazone UG для середніх та малих господарств, з тракторами тягових класів 1,4-2,0. Агрегати повинні оснащуватися системами GPS навігації і автоматичного контролю та

регулювання якості роботи. Підготовка агрегату до роботи полягає в наступному. Перед початком роботи всю апаратуру і механізми обприскувача укомплектовують і перевіряють на готовність. Для отримання необхідного напряду факела розпилу агрегат випробують в робочому стані при заповненні обприскувача водою. При цьому перевіряють норму витрати рідини.

### **Підготовка агрегату до роботи**

При роботі на загоні враховують фактичні витрати робочої рідини методом доливання на довжині шляху 200 м. Перевіряють нерівномірність витрати рідини кожним розпилювачем на штанзі. Для цього під кожен розпилювач встановлюють ємність, включають насос обприскувача і заміряють об'єм рідини, зібраної в ємність за одну хвилину роботи насоса. Допустиме відхилення витрати рідини між розпилювачами не більше 5%. Перевіряють кут факела і дисперсність розпилу.

Під час підготовки обприскувача до роботи перевіряють всі болтові і шлангові з'єднання, чистоту фільтрів і розпилювачів з відсічними пристроями, правильність приєднання колекторів до секцій штанги. Регулювання натягу канатів штанги. Приєднання обприскувача до трактора. Приєднати обприскувач до причіпного пристрою трактора, закріпити запобіжний ланцюг, встановити карданну передачу так, щоб заблокувати повздовжні тяги навіски від поперечних переміщень шляхом максимального вкорочення довжини ланцюгів. Оцінюють стан вакуумного пристрою та всієї системи всілому. Заповнюють чистою водою та регулюють робочий тиск у системі приблизно 0,2-0,3 МПа, визначаються зі швидкістю руху в залежності від місцевості. Визначають норму витрати препарату та встановлюють відповідні розпилювачі. Регулюють висоту штанги таким чином щоб забезпечити перекриття факелів розпилювачів.

### **1.8. Збирання врожаю**

Урожай і якість зерна озимої пшениці в значній мірі залежать від способу і строку збирання. Збирання врожаю доцільно проводити прямим

комбайнуванням у фазі повної стиглості зерна (вологість зерна 17 % і нижче). Для цього придатні, чисті від бур'янів, одночасно дозріваючі поля, зі стійким до вилигання стеблостоем.

Озиму пшеницю бажано збирати протягом 10 днів після повної стиглості зерна. За даними Інституту зрошуваного землеробства затримка з обмолотом пшениці на 15 днів призводить до недобору врожаю 4–5 ц/га, а 20 днів – 5–6 ц/га. За добу втрачається в середньому 0,3 ц/га зерна. Затримка зі збиранням більш, ніж на 10 днів, призводить до погіршення якості зерна та збільшує ризик зниження схожості насіння.

Тривале перебування стиглого зерна у нескошеному стані при вологій погоді, чи у перезволожених валках веде до вимивання з нього вуглеводів, зниження енергії проростання, лабораторної і польової схожості, ураження хворобами та подовження періоду його післязбирального дозрівання. Окрім того, деякі сорти мають здатність до проростання зерна в колосі.

Перевагами однофазного (прямого) збирання є більша незалежність від погодних умов. Стеблостій після дощу швидко сохне і через 1–4 години можна продовжувати збирання, тоді як для підсихання намочених дощем валків потрібно 1–2 доби, або і більше. При цьому способі збирання менші затрати енергії, нижча собівартість збиральних робіт.

До початку жнив необхідно підібрати для кожного поля такий спосіб збирання зернових культур, який би враховував зріженість і забур'яненість, ураженість хворобами та шкідниками, сортові особливості, висоту рослин, погодні умови.

Роздільним способом доцільно збирати посіви забур'янені, різноярусні з підгоном, з підсівом трав, високорослі, схильні до осипання та нерівномірного досягання.

Оптимальні строки роздільного збирання настають у середині воскової фази стиглості, коли вологість зерна зменшується до 28–30 %. Обмолот валків проводять на 4–5-й день при вологості рослинної маси не більше 18 %.

Для рівномірного і швидкого просихання валків рекомендується зрізнені посіви скошувати на висоті 10–15 см, середні (до 100 см) – 15–20 см, густі і високорослі – 20–25, але не вище 30 см. Чим густіші та високоросліші посіви, тим вищим повинен бути зріз і менша ширина захвату жатки. Це покращує обмолот та зменшує втрати зерна. Подальше збільшення висоти зрізу недопустиме, тому що під масою валка, особливо в дощову погоду, можливе вилягання стерні та опускання його на землю.

Збирання прямим комбайнуванням треба починати при досягненні більше 90 % зерна у масиві і зменшенні його вологості до 16–18 %. Після досягнення повної стиглості врожай зерна на пні залишається без змін протягом 5 діб. В подальшому з кожною добою втрачається до 1 % зерна. Тому збирання прямим комбайнуванням доцільно розпочати на одну добу раніше від досягнення фази повної стиглості.

Згідно з агротехнічними вимогами втрати при збиранні зернових колосових культур не повинні перевищувати: за валковою жаткою – 0,5 % біологічного врожаю при скошуванні неполеглих, і 1,5 % – полеглих посівів, за хедером (пряме комбайнування) – 1 % за нормальних умов збирання і 1,5 % – при збиранні полеглих хлібів; за підбирачем – 0,5 %, за молотаркою комбайна – 1,5 %. Сумарні втрати зерна, як при двофазному, так і однофазному збиранні не повинні перевищувати 2,5 %, травмування зерна при збиранні насінницьких посівів – 1 %; продовольчого – 2 %.

### **Комплекси машин для збирання озимої пшениці**

Для скошування зернових культур і укладання їх у валки використовують навісні, причіпні та самохідні валкові жатки.

Причіпні жатки ЖВП-4,9, ЖВП-6 агрегатують з колісними тракторами класу 1,4.

Самохідні жатки ЖБВ-4,2, ЖВН-6Б-01, ЖБВ-5, ЖВР-10-03А агрегатують із спеціальними енергетичними засобами КПС-5Г, КПС-5Б, Д-101А та Е-304. Валки підбирають підбирачами барабанно-грабельного типу (54-102А).

полотенно-конвеєрними (ППТ-3А) та платформами-підбирачами, які встановлюють на зернозбиральні комбайни.

Для збирання зернових культур одно- чи двофазним способом використовують комбайни «Нива», «Енисей», «Дон» та їх модифікації, а також нові вітчизняні комбайни «Славутич», «Лан», комбайни спільного виробництва «Обрій», «Степ» і комбайни зарубіжних фірм «Клаас» (Німеччина), «Джон-Дір» (США) (CASE Axil-Fliv 5130, CASE Axil-Fliv 5088) тощо.

Незернову частину врожаю (НЗВ) збирають різними соломозбиральними засобами відповідно до технології.

### **Контроль і оцінка якості збиральних робіт**

В процесі збирання слід систематично оцінювати якість роботи транспортних агрегатів.

При роботі жаток треба перевіряти висоту стерні, втрати вільного зерна, а також зрізаних і незрізаних колосків.

Втрати за жаткою визначають в 5-6 місцях з кожного довгого боку загону. Для цього на поверхню поля накладають квадратну рамку (із стороною 1 м) і підбирають у цьому місці всі зрізані і незрізані волоті та зерно. З волотей вручну витирають зерно, додають назбиране і важать. Загальну масу зерна (в грамах)

ділять на кількість накладань рамки під час перевірки і результат перемножують на 10. Одержані дані характеризують середні показники втрат зерна (в кілограмах на 1 га). Потім обчислюють втрати зерна в відсотках до врожаю.

Загальні втрати при прямому комбайнуванні визначають як суму втрат зерна за жаткою і молотаркою, а при роздільному збиранні - як суму втрат за підбирачем і молотаркою. Якість роботи жатки при прямому комбайнуванні оцінюють так само, як і при роздільному скошуванні хлібів.

Якість роботи молотарок контролюють, перевіряючи вміст вільного зерна і необмолочених волотей у соломі й полові, а також чистоту і дроблення зерна в

бункері комбайна. Для цього очищають робочі органи комбайна від залишків зерна, повторно обмолочують дві-три копії соломі і полові. Потім збирають

вручну все зерно на ділянці, закритій копами, зважують з обмолоченим зерном і перераховують на 1 га зібраної площі.

Для визначення пошкодження зерна беруть з бункера наважку, сортують зерно на ціле і пошкоджене. Кількість пошкоджених (подрібнених) часточок ділять на два чи три (залежно від ступеня дроблення, щоб подрібнені часточки перевести в цілі зерна).

Якість роботи комбайнів при підбиранні і обмолоті валків, а також при прямому комбайнуванні порівнюють з нормативними даними і оцінюють за дев'ятибальною шкалою.

Якість роботи механізаторів оцінюють за кількістю набраних балів.

Таблиця 1.1

### Якісні показники збирання при прямому комбайнуванні

Показники оцінки	Нормативи показників за умов		Бал
	сприятливих	несприятливих	
Загальні втрати зерна	До 2	До 3	5
	2...3	3...5	4
	3...5	5...6	3
	Більш як 5	Більш як 5	0
Дроблення зерна, %	До 2	До 2	1
	Більш як 2	Більш як 2	0
Наявність домішок у зерні, %	До 3	До 3	1
	Більш як 3	Більш як 3	0
Висота стерні	Відповідає агро вимогам		1
	Не відповідає агро вимогам		0

## РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1. Аналіз конструкцій машин для внесення отрутохімкатів

При внесенні отрутохімікатів під просапні культури хороший ефект можна досягти комбінованим агрегатом, який складається із трактора John Deere 8330, на який встановлюється бак для розчину і штанга з розпилювачами. Заробку отрутохімікатів здійснюють дисковою бороною БДТ-7, яку агрегатує трактор.

Відомий комбінований агрегат для передпосівного обробітку ґрунту з одночасним внесенням отрутохімікатів, який складається з трактора ХТА-220-2, обприскувача ОПШ-15, середньої секції зчіпки СП-11, на якій встановлені два культиватори КПС-4 і зубові борони. Обприскувач ОПШ-15 цього агрегату переобладнаний. Його насос і запобіжний пристрій замінені насосом з гідролікованим приводом, запобіжним і редукційним клапанами від обприскувача “Кертитокс Тотат-1” (Угорщина). Перед початком роботи редукційним клапаном регулюють робочий тиск (його визначають по встановленому манометру). Лапи культиваторів переобладнанні для внутріґрунтового внесення отрутохімікатів.

Даний комбінований агрегат замінює такі комбіновані агрегати: УТО Х804+ ОПШ-15 (ПОМ - 630) для внесення отрутохімікатів; ХТА-220-2 + КПШ-8 або (2КПС - 4) – для передпосівної підготовки ґрунту.

Для боротьби з бур'янами на посівних зернових культурах промисловість випускає причіпний обприскувач підживлювач ОП-3200, конструкція якого передбачає суміщення операцій по внесенню отрутохімікатів і їх заробку в ґрунт за допомогою борін БИГ-3А, БМШ-15, БМШ-20. Місткість бака складає 3200 л, робоча ширина захвату 15 або 21,6 м.

Обприскувач мало об'ємний навісний штанговий ОП-630 (рис. 21.) призначений для суцільного обприскування польових культур рідкими формами хімічних або мікробіологічних препаратів. Обприскувач складається із наступних основних вузлів: рами, бака, мембранного насоса, штанги, гідрокомунікації, регулятора тиску з розподільником та гідроє системи. Рама обприскувача являє собою зварну конструкцію, на якій кріпляться інші елементи. На рамі розміщений бак для робочої рідини та елементи конструкції

навіски. У нижній частині розташований мембранний насос. На задній частині рами кріпиться кронштейн встановлення польової штанги. Бак, виготовлений із поліетилену. У верхній частині бака знаходиться заливна горловина. В горловині розміщений змішувач, який представляє собою ємність з форсункою, за допомогою яких проводиться розмивання препарату і його змішування.

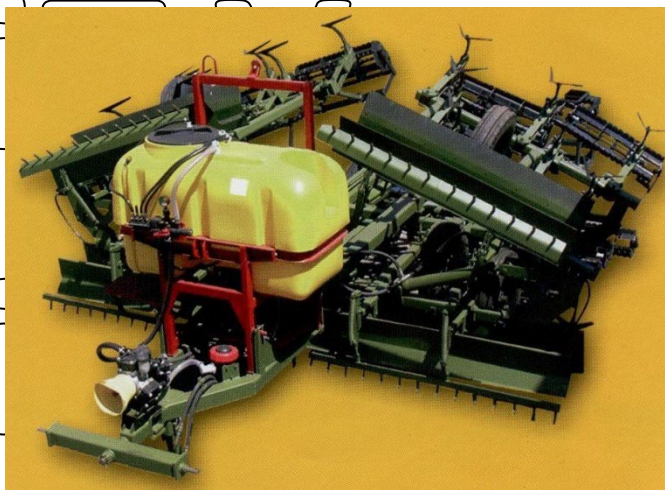


Рис. 2.1. Агрегат для внесення отрутохімікатів АВГ-8



Рис. 2.2. Обприскувач мало об'ємний навісний штанговий ОМ-630

Силою служить також і для фільтрування робочої рідини. До передньої стінки бака прикріплений показник рівня рідини.

Мембранний насос призначений для нагнітання робочої рідини із бака до регулятора тиску і подачі її на штангу. Насос приводиться в дію від ВВП трактора за допомогою карданного вала. В корпусі насоса знаходиться повітряна камера, яка служить для зниження пульсації рідини, що виходить з насоса. Штанга служить для рівномірного розподілу робочої рідини по поверхні поля і

складається із п'яти секцій. Переведення штанги в робоче і транспортне положення проводиться за допомогою гідросистеми. Перпендикулярне встановлення штанги до напрямку руху забезпечується за допомогою профільних елементів в шарнірах секцій. До штанги кріпляться корпуси розпилювачів і гідро рукави, по яких подається робоча рідина до розпилювачів. Основні елементи гідросистеми – гідроциліндри та маслопроводи.



Рис. 2.3. Обприскувач самохідний Caruelle 3000



Рис. 2.4. Обприскувач самохідний AMAZONE Pantera



Рис. 2.5. Обприскувач самохідний Knight

Канадська фірма “Флеш-Коіль” розробила комплексний агрегат, який складається із борін з пружними зубами, ґрунтоутщільнювача і великогабаритної машини для внесення отрутохімікатів або рідких добрив. Принцип роботи полягає в наступному: сталі борони із зубами, виконаними у вигляді пружин, що вібрують і розпушують ґрунт і знищують бур’яни. Спеціальні ущільнювачі з правими і лівими витками залишають за собою зигзагоподібні заглиблення, що сприяє захисту ґрунту від вітрової і водної ерозії.



Рис. 2.6. Обприскувач самохідний JOHN DEERE 4730

Ширина захвату – 24 м. Машина сконструйована таким чином, що переведення її із транспортного положення в робоче і навпаки здійснюється шляхом маневрування трактора.

Успішне вирішення проблеми інтенсифікації виробництва сільськогосподарських культур значною мірою залежить від запобігання втрагам врожаю. Найбільш ефективною є інтегрована система захисту рослин, що поєднує агротехнічні, біологічні, хімічні та інші методи. Але агротехнічні і біологічні методи ще недостатньо ефективні, а тому широко застосовують хімічні методи і засоби для боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами сільськогосподарських культур.

Слід мати на увазі, що використання хімічних методів захисту рослин доцільне лише при перевищенні порогу шкодочинності бур'янів, шкідників і хвороб, який встановлює агроном чи інший спеціаліст господарства.

Технологією захисту рослин передбачається виконання комплексу взаємозв'язаних операцій: приготування розчину пестицидів, їх транспортування і внесення.

Залежно від виробничих умов відомі такі схеми роботи агрегатів.

1. Розчин готують біля водоймища, доставляють у поле заправниками і заправляють баки обприскувачів.

2. Воду з водоймищ транспортують на край поля і заливають в пересувні агрегати. Приготовлену ними робочу рідину підвозять заправниками до обприскувачів і заправляють їх в заїзці.

3. Те ж саме, що і в другій схемі, але обприскувачі заправляють на краю поля самостійно від пересувних агрегатів для приготування розчину пестицидів.

4. Воду з водоймищ доставляють в поле тракторними чи автомобільними транспортними засобами, які мають відповідні ємкості, і заливають в обприскувачі. Обприскувачі обладнано мішалкою і додатковою ємкістю для приготування маточного розчину. Після приготування він заливається в основну ємкість, включається мішалка і агрегат може успішно працювати, забезпечуючи внесення однорідного розчину отрутохімкатів.

Найбільш поширена четверта схема роботи комплексів машин для транспортування води, приготування і внесення отрутохімкатів. Для захисту

рослин від бур'янів, хвороб і шкідників використовують обприскувачі вітчизняного (табл. 2.1-2.3.) і зарубіжного (табл. 2.4-2.9) виробництва.

Обприскувачі ВАТ «Львівагромашпроект» містять шасі, бак з гідромішалкою та рівнеміром, діафрагмовий (у ОПШ-2000) або мембранно-поршневий (у ОПШ мод. 3500) насос, штангу, карданну передачу, всмоктувальну і напірну комунікації з відповідними фільтрами, контрольно-регульовальну арматуру, систему для промивки бака і комунікацій (у ОПШ-2000). За окремим замовленням обприскувачі можуть комплектуватись пінним маркером або навігаційною системою, міксером-змішувачем, багатопозиційними розпилюючими головками. Машини виготовляються в трьох варіантах виконання по елементах керування технологічним процесом: системою автоматичного керування, дистанційним з елементами АСУ і ручним пультом.

Таблиця 2.1.

Технічна характеристика обприскувачів виробництва підприємств України

Показник	Марка				
	ОПШ-2000	ОПШ-3521	ОПШ-3524	Степ 2000/18	Степ 2500/18
Робоча ширина захвату, м	18; 21,6	21,6	24	18	
Робоча швидкість руху, км/год	5-10				
Місткість бака, л	2400	3600	2000	2500	
Продуктивність насоса, л/хв	170	250	140	150	
Норма витрати робочої рідини, л/га	75-300	120-300		34-910	
Габаритні розміри в транспортному положенні, м:					
- довжина	5,60	6,05	5,13		
- ширина	2,40	2,45	2,53		
- висота	2,60	2,95	2,25		
Маса конструктивна, кг	1550	2100	2250	1050	1120
Агрегується з трактором, кл.	1,4			1,4	
Виготовлювач	ВАТ «Львівагромашпроект»			ТОВ фірма «Альта ЛТД»	

Крім хімічного захисту польових культур від бур'янів, шкідників і хвороб, машини можуть також вносити рідкі мінеральні добрива.

Обприскувачі Степ 2000/18 обладнано штангою з трипозиційними форсунками, які мають фільтри тонкої очистки робочої рідини. Корпус форсунки дозволяє оперативно переналагоджувати систему обприскування відповідно до потреби технологічного процесу.

Форсунка може переналагоджуватись трьома різними розпилювачами: універсальним щільним серії XR 110-03 з високою рівномірністю розподілу робочої рідини по факелу; повітряно-інжекторним серії АІС 110-025 з унікальними антидрейфовими властивостями при швидкості вітру до 6 м/с та руху агрегату 10 км/год з дотриманням рівномірності розподілу рідини; двоструминним серії ТТJ60 110-04 при використанні на тиску від 2 до 6 бар з стабільними характеристиками незалежно від властивостей засобів захисту рослин. Завдяки двоструминному факелу цей розпилювач має добрі показники щодо розподілу робочої рідини по висоті стебла оброблюваних рослин.

Зважаючи на агрокліматичні умови та потреби господарств, приватне підприємство (СПД) Сорока виготовляє причіпні і начіпні обприскувачі за індивідуальним замовленням (табл. 2.2).

Таблиця 2.2

Технічна характеристика штангових обприскувачів моделей Вектор виробництва СПД Сорока

Показник	Модель				
	2000	3000**	400	600	800
1	2	3	4	5	6
Спосіб агрегування з трактором	Причіпні		Начіпні		
Ширина захвату, м	18/21	24	12	12	14
Робоча швидкість руху, км/год.	6-10		3-10		
Продуктивність за годину основного часу, га*	10,8-18,0 12,6-21,0	14,4-24,0	3,6-12,0		4,2-14,0
Місткість бака, л	2000	3000	400	600	800
Робочий тиск, бар	1-5				

Продуктивність насоса, л/хв.	250	160	100		
Витрати робочої рідини, л/га	60-600				
Транспортна швидкість, км/год.	до 20				
Габаритні розміри, м:					
- довжина	5,50	6,00	0,8	0,9	0,9
- ширина	2,60	4,00	2,60	2,60	3,00
- висота	2,50	2,50	1,80	1,80	1,80
Маса конструктивна, кг	1800	2250	120	150	200
Потужність на привід від ВВП при 540хв. <sup>-1</sup> , кВт	6,0		3,5		
Агрегується з трактором, кл.	1,4	0,9		1,4	

Примітка: \* у чисельнику і знаменнику відповідно при ширині захвату 18 і 21 м;

\*\*обприскувач Вектор 3000 може додатково обладнуватись преміксером і комп'ютером.

Приватне підприємство Сорока виробляє також самохідний обприскувач Лазер 3024 з 6-

циліндровим турбодвигелем фірми DEUTZ потужністю 120 кВт.

ВАТ «Богуславська сільгосптехніка» випускає обприскувачі моделей IBIS і ОПК (табл. 2.3)

Таблиця 2.3

Показник	Марка			
	IBIS-2500	IBIS-2500-24	ОПК-2000	ОПК-2000(ЕКО)
Тип	Самохідний		Причипний	
Двигун Perkins, кВт	107			
Місткість бака, л	2500		2000/3000	
Швидкість руху, км/год:				
- робоча	до 17		до 12	
- транспортна	до 36		до 15	
Ширина захвату, м	18	24	18/21	18/21,5/24
Висота встановлення штанги, м	0,7-2,5		0,5-1,8	
Кліренс, м	1,5(1,7)	1,5	0,65	
Ширина колії, м	2,25-2,50 2,70-3,00	2,25-2,50 2,70-3,00	1,55-2,10	
Маса конструктивна, кг	4700		1900	1600
Агрегується з трактором, кл.	1,4-2			

Самохідні машини IBIS мають плавний хід за наявності гідропневматичної передньої і задньої підвіски. Великий кліренс (1,5 м або 1,7 м за замовленням) дає можливість обробляти високорослі сільськогосподарські культури.

Швидкість руху машини змінюється плавно, завдячуючи гідравлічній трансмісії Poclain і Sauer.



Рис. 27. Причіпний агрегат для внесення отрутохімікатів (МТЗ-80.1 + ОПК-2000 (ЭКО)).

Самохідні обприскувачі обладнано комфортабельною кабіною з кондиціонером, вугільним фільтром і пневматичним сидінням. Розміщення кабіни забезпечує оператору добру оглядовість робочих органів і технологічного процесу. Наявні в самохідних машинах комп'ютери «Bravo 180» дають можливість підтримувати в автоматичному режимі норму внесення робочого розчину (л/га) незалежно від зміни швидкості руху і керувати процесом обприскування за допомогою монітора в кабіні.

На всіх обприскувачах ВАТ «Богуславська сільгосптехніка» встановлено гідравлічні штанги з маятниковим механізмом стабілізації і гідромеханічною системою гасіння коливань. Паралелограмна підвіска з двома гідроциліндрами дозволяє плавно змінювати висоту встановлення штанги у певних межах.

Механізм захисту штанги від пошкоджень при зіткненні з перепонами забезпечує її відхилення до  $45^{\circ}$  в горизонтальній площині. Після проходження перепони штанга повертається в початкове положення.

Насос італійської фірми «Annovi Reverberi», елементи комунікацій італійської фірми «Arag» і розпилувачі німецької компанії «Lechler» гарантують безперебійну, якісну і надійну роботу обприскувачів.

Данська компанія HARDI реалізує в Україні через ЗАТ компанії «РАЙЗ» причіпні обприскувачі New COMMANDER (табл. 2.4.).

Штанга TWIN FORCE складається з просторової штанги FORCE в поєднанні з унікальною повітряною підтримкою HARDI TWIN. TWIN система дозволяє працювати машинному агрегату на підвищених швидкостях з поліпшеним проникненням крапель та покриттям ними рослин.

Таблиця 2.4.

## Технічна характеристика обприскувачів New COMMANDER

Показник	Значення показника		
Місткість бака, л	3200	4400	6600
Марка насоса	463 або 463 H 463H або 2x463		
Продуктивність насоса, л/хв	276 або 322 322 або 598		
Штанги*	DELTA, FORCE і TWIN FORCE		FORCE і TWIN FORCE
Колія, м	1,50-2,25		1,80-2,25
Кліренс, м (при розмірі коліс)	0,8(13,6x48) 0,78(20,8x42)		
Місткість промивного бака, л	500 500		
Габаритні розміри в транспортному положенні, м:			
- довжина	7,30	7,80	8,50
- ширина з штангою DELTA	2,55 -		
- ширина з штангою FORCE або TWIN FORCE	3,00 3,00		
- висота	3,60 3,80		
Маса конструктивна, кг	3515	4760	6040
Агрегується з трактором, кВт	60	80	100

\*Примітка: штанги мають таку ширину захвату, м: DELTA-18-28; FORCE-24-36;

TWIN FORCE-18-36.

Обприскувачі фірми HARDI обладнано системою приготування маточного розчину Chem Filler. Це дає можливість готувати маточний розчин пестицидів безпосередньо самим обприскувачем і виключити використання для цього додаткової техніки типу АПЖ-12. Ці обприскувачі за ходовою частиною вписуються в параметри технологічної колії на посівах зернових культур (1,80 м) і успішно працюють на захисті рослин від бур'янів, шкідників і хвороб.

Хімічний захист сільськогосподарських культур можна успішно виконувати причіпними обприскувачами відомої французької групи компаній KUHN (табл. 2.5).

Всі моделі обприскувачів сімейства OCEANIS обладнано паралелограмною начіпкою штанги. Матеріал штанги – алюмінієвий сплав. Штанга вмонтована на двох амортизаторах підвіски з активною гідропневматичною системою гасіння коливань Equilibra, запатентованою компанією KUHN-BLANCHARD. Обприскувачі мають регульований по висоті причіпний пристрій для агрегування з трактором.

Таблиця 2.5.  
Технічна характеристика обприскувачів сімейства OCEANIS

Показник	Модель				
	4500	5600	6500	7000	7700
Ширина захвату, м	24-44	24-44	24-48	24-48	24-48
Робоча швидкість, км/год	7-20	7-20	7-20	7-20	7-20
Місткість бака для робочої рідини, л	4500	5600	6500	7000	7700
Місткість бака для промивки, л			530		
Тип насоса	Мембранно-поршневий PM 370 (опція PM 500)				
Продуктивність насоса, л/хв	370 (опція 500)				
Тиск насоса, бар	20				
Витрата робочої рідини, л/га	50-1000				
Діапазон регулювання висоти установки штанги, м	0,7-2,20				
Діапазон регулювання ширини колії, м	1,80-2,25				
Необхідна потужність трактора, кВт	88	103	110	118	125

Для приготування маточного розчину пестицидів і заправки ним основного бака на обприскувачах сімейства OCEANIS встановлено 35-літровий преміксер. Цим самим виключається необхідність використання додаткових машин типу АПЖ-12 для приготування робочого розчину. Все це сприяє ефективній роботі машин у виробничих умовах господарств.

Машини для хімічного захисту рослин моделей TCF всесвітньо відомої компанії Great Plains (США) мають оригінальні конструктивні рішення

(табл. 2.103). Зокрема це 3785-літровий полімерний бак, регульована колія, електрогидравлічне керування штангами, комплект освітлювальних приладів, центральна контрольна панель керування основними операціями обприскувача, високонапірні промивні револьверні головки основного бака та ін. За окремим замовленням обприскувачі можуть обладнуватись пристроєм Raven 440 для використання з тракторним радаром, 95-літровим пінним маркером і 11,4-літровим індуктором для хімікатів.

Останнім часом у великих сільськогосподарських підприємствах України використовуються самохідні обприскувачі США: Apache, (рис. 2.6. Spra – Coupe (компанія Challenger) і JOHN DEERE,

Таблиця 2.6.  
Технічна характеристика причіпних обприскувачів компанії Great Plains

Показник	Модель		
	TSE 1060	TSE 1080	TSE 1090
Місткість бака, л	3785		
Штанга:			
- ширина захвату, м	18,3	24,4	27,4
- відстань між розпилювачами, см	50,8 або 76,2		
Насос	ScotHydraulic		
Характеристика насоса:			
- тиск, кПа	206,9		
- продуктивність, л/хв.	340,7		
Колія коліс, м	1,52...3,05		
Кліренс, м	0,71		
Довжина, м	6,83		
Ширина (транспортна), м	3,66		

Таблиця 2.7  
Технічна характеристика самохідних обприскувачів виробництва фірм США

Показник	Марка				
	Apache			Spra-Coupe	
Двигун:	AS 720	AS 1020	AS 1220	7450	7650
- виробник	Cummins			Caterpillar	

- потужність, кВт	118	127	158	128	128
Місткість бака, л.					
- робочого розчину	2840	3780	4542	2750	
- промивного		378		250	
Штанга, м.					
- ширина захвату	24,4-27,4-30,5			24-28-30	
- висота встановлення	0,5-2,05	0,5-2,05	0,5-2,15	0,43-2,30	0,58-2,44
Колія, м	Регульована 3,05-4,06			1,80-2,26	2,23-3,25
Кліренс, м	1,06	1,06	1,27	1,07	1,22
Маса конструктивна, кг	8350	8970	10145	7938	8165



Рис. 2.8. Самохідний обприскувач Apache.

Самохідні обприскувачі обладнано комп'ютерними системами управління машиною і робочим процесом внесення пестицидів. Вони мають високу продуктивність, якість і надійність, проте значно дорожчі від причіпних.

Самохідні обприскувачі компанії JOHN DEERE високопродуктивні, комфортабельні і зручні в управлінні. Зокрема це автоматизація регулювання рівня підняття штанги з використанням системи BoomTrac Pro, включення і виключення в процесі роботи секцій штанги в кінці гонів чи загінки завдяки системі Swath Control Pro, контролю за розпиленням робочої рідини. Дисплей GS2 2600 служить єдиним інтерфейсом оператора: за допомогою одного екрана оператор керує всіма основними функціями машини: обприскування, навігації і реєстрації. Багатокольоровий сенсорний дисплей налаштовується на отримання найбільш важливої для оператора інформації. Якщо додати до цього надзвичайно комфортні умови в кабіні, то цим створено всі передумови для ефективного використання самохідних обприскувачів компанії JOHN DEERE.

Доставляти воду в поле до обприскувачів для приготування розчину пестицидів можна за допомогою напівнавісних агрегатів виробництва ПАТ «Уманьферрмаш» (табл. 2.9.).

Таблица 2.8.

Технічна характеристика самохідних обприскувачів 30-тої серії компанії JOHN

Показник	DEERE		
	4730	4830	4930
Модель			
<b>Двигун</b>	John Deere PowerTech		
Виробник	JOHN DEERE		
Максимальна потужність, кВт	180	202	239
Кількість циліндрів	6		
Об'єм двигуна, л	6,8	9,0	
Місткість паливного бака, л	503	530	
<b>Трансмiсія</b>	Гiдростатична		
Тип			
Місткість гiдравлічного бака, л	64	76	
Швидкість руху, км/год:			
- робоча	0...32		
- транспортна	до 47	до 50	до 56
<b>Шасі</b>	Пневматична з повітряною подушкою		
Підвіска	Незалежна пневматична		
Кліренс, м	1,52	1,27	
Колісна база, м	4,29	4,32	
Ширина колії, м	3,06...3,86	3,05...4,06	
Радіус повороту, м	7,3	7,5	
<b>Система обприскування</b>	SprayStar		
Місткість основного бака, л	3028	3785	4542
Місткість бака для промивки, л	454	568	
Система контролю обприскування			
<b>Штанга</b>			
Ширина захвату, м	24,4; 27,4; 30,5		27,4; 30,4; 36,5
Кількість секцій	7		
Діапазон регулювання штанги по висоті, м	0,68...2,20		0,61...2,13
Загальна маса обприскувача з штангою шириною 30,5м, кг	10351	11476	16186

Таблиця 2.9

## Технічна характеристика агрегатів для перевезення води

Показник	Модель		
	АПВ-3	АПВ-6	АПВ-10
Місткість бака, м <sup>3</sup>	3	6	10
Час заповнення бака при самозавантаженні, хв.	10	20	30
Насос	Відцентровий марки СЦД-20		
Продуктивність насоса, л/хв.	6		
Конструктивна маса насоса, кг	62		
Максимальна транспортна швидкість, км/год	15		
Габаритні розміри, м:			
- довжина	3,63	4,95	6,10
- ширина	1,56	2,30	2,50
- висота	2,30	2,30	2,60
Маса конструктивна, кг	850	1800	3050
Агрегується з трактором, кл.	0,9	1,4	3

Для самозаправлення, транспортування води або приготування робочої суміші препаратів отрутохімікатів різної консистенції (порошкоподібні, рідкі, сипучі) та наступного заповнення бака обприскувача можна скористатись спеціальними заправниками моделей 2×2000 чи 2×5000 (два баки місткістю відповідно по 2000 і 5000 м<sup>3</sup>) виробництва ВАТ «Богуславська сільгосптехніка».

Рідина подається відцентровим насосом американської фірми «Ace Pumps». Система кранів італійської фірми Agag дозволяє заправити або викачати рідину стосовно будь-якого з двох баків. В кожному баку знаходиться інжекторний змішувач, який підтримує постійну концентрацію робочого розчину.

Хімічний захист рослин слід виконувати в суху погоду при швидкості вітру до 5 м/с і температурі повітря не менше 16<sup>0</sup>С і не більше 24<sup>0</sup>С. Штанга обприскувача повинна рухатись паралельно поверхні поля з постійною швидкістю без видимих коливань.

Механізовані роботи на посівах сільськогосподарських культур після внесення пестицидів, як правило, можна проводити не раніше, ніж на четвертий

день. Використовувати пестициди слід з суворим дотриманням вимог охорони праці з урахуванням тривалості токсичної дії препаратів.

## 2.2. Вимоги і машини для внесення отрутохімікатів

### 2.2.1. Вимоги до якості роботи

Вимоги до якості виконання технологічних операцій внесення отрутохімікатів постійно зростають, особливо, з агрономічної та екологічної сторін. До сучасних технічних засобів висуваються наступні вимоги:

- точне дозування кількості внесеного препарату;
- забезпечення рівномірного розподілу по поверхні обробки;
- проникнення робочого розчину в посів або крону;
- досягнення високого або достатнього ступеня осадження краплин.

Всі розпилювальні наконечники стандартизовані і в залежності від продуктивності мають кольорове кодування в відповідності з ISO 10625:2005(E)-«Обладнання для захисту рослин. Розпилювальні наконечники. Кольорове кодування для ідентифікації». Всього за цим показником наконечники кодуються 16-ма кольорами – з продуктивністю від 0,2 л/хв. до 6 л/хв. при робочому тиску рідини 300 кПа.

Відповідність вимогам Європейських норм (EN 12761-2) і близьких до нього вимог стандарту ВВА (німецького федерального біологічного комітету) є необхідною умовою для оптимального і цільового використання засобів захисту рослин. При цьому необхідно враховувати виконання наступних вимог:

- кожен розпилювальний наконечник повинен створювати рівномірну форму факелу, яка може змінюватися тільки при зміні зовнішніх факторів;
- кожен розпилювач повинен мати чітке маркування з вказівкою типу, розміру і кута факелу, а також мати кольорове кодування розміру;
- витрата рідини окремого розпилювача не повинна відхилитися на  $\pm 10\%$  від табличного значення і при цьому відхилення від середнього

значення не повинні перевищувати  $\pm 5\%$ ;

при установці на штанзі показник рівномірності розподілу рідини по ширині захоплення (коефіцієнт варіації) у вказаному діапазоні тиску не повинен перевищувати 7% при стендових випробуваннях і 9% при випробуванні на обприскувачі;

розмір крапель у факелі без використання додаткових засобів осадження крапель не повинен бути менше 115 мкм для показника VD10.

В Україні загальні агротехнічні вимоги на польові сільськогосподарські обприскувачі регламентуються СОУ 29.3 – 37-295:2005. Ними встановлені

наступні вимоги до якості виконання технологічного процесу:

допустима густина покриття краплинами верхньої сторони листа поверхні, що обробляється, повинна бути не менше ніж 20 шт/см<sup>2</sup>;

допустимий відхил від заданої норми внесення робочої рідини не повинен перевищувати  $\pm 5\%$  для обприскувачів з автоматичною системою керування технологічним процесом,  $\pm 10\%$  для обприскувачів з ручним настроюванням;

медіанно-масовий діаметр краплин, що осіли, повинен бути не більше ніж 500 мкм;

нерівномірність розподілу робочої рідини за шириною захвату, вираженого коефіцієнтом варіації, не повинна перевищувати 25%;

відхил вливу рідини через окремий розпилювач від середньоарифметичного всіх розпилювачів на робочому режимі не повинен перевищувати  $\pm 5\%$ ;

відхил концентрації робочої рідини при спорожненні бака не повинен перевищувати  $\pm 5\%$  від заданої;

механічні пошкодження обприскувачами рослин не повинні перевищувати 0,5%;

обприскувачі повинні стало виконувати технологічний процес до витрачання рідини з бака не менше ніж 95%.

### 2.2.2. Екологічні вимоги

Під знесенням крапель при захисних заходах розуміється стан, коли краплі, заряджені хімічними засобами захисту рослин, не досягають цільової поверхні, як правило, за рахунок знесення вітром і температурної дії. Наслідками цього можуть бути:

- пошкодження сусідніх культур;
- забруднення водоймищ;
- отруєння людей і тварин;
- додаткове навантаження на сусідні культури, лісонасадження і

тощо при недоотриманні необхідної речовини на оброблюваних площах.

Причини знесення залежать як від технічного стану обприскувачів, так і від метеорологічних умов. До них відносяться:

- розмір крапель;
- швидкість обробки;
- висота розпилювання;
- швидкість вітру;
- температура повітря;
- вологість повітря.

Виходячи з цього, в багатьох європейських країнах були законодавчо прийняті розпорядження по застосуванню засобів захисту рослин, що слугують для захисту водоймищ, лісонасаджень і тим самим, нешкідливих для живих організмів. Це, у свою чергу, дозволяє гнучко застосовувати існуючі технології і використовувати додаткові сільськогосподарські площі.

### 2.2.3. Агротехнічні вимоги до технологічного процесу обприскування

#### посівів

Кожне поле необхідно обробляти в стислі терміни, рівномірно розподіляти задану норму витрати робочої рідини на оброблюваній ґрунті, рослинах, листках, гілках, стовбурах дерев тощо.

Обприскувачі повинні точно дозувати отрутохімікати в процесі роботи, зберігаючи встановлений витрата робочої рідини на одиницю оброблюваної площі.

Обприскування слід проводити з обов'язковим урахуванням посадкових умов в ранкові та вечірні години, коли відсутні висхідні потоки повітря. Не обробляти польові культури при швидкості вітру більше 4-5 м/с, якщо немає захисних пристроїв. Велика кількість ультрафіолетових променів (пригрів) може викликати опіки рослин, а висхідні потоки повітря будуть перешкоджати осадженню крапель робочої рідини й переносити їх за межі оброблюваних площ.

Не слід обприскувати рослини за рясної роси, під час дощу, так як в цих випадках отрутохімікати змиваються або розбавляються росою і дощовими краплями, а, отже, знешкоджуються. Не слід обприскувати рослини в період їх цвітіння, не пошкоджувати культурні рослини і не допускати опіхи.

При обприскуванні способом бічного дугтя необхідно строго стежити за тим, щоб хвиля розпорощених частинок рідини лягала по всій ширині захоплення і не зносилася за межі оброблюваної ділянки.

Обприскувачі повинні пересуватися поперек напрямку вітру або під кутом не більше 45°. При використанні обприскувачів з польової штангою її встановлюють на такій висоті, при якій факели розпорощеної рідини перекриваються до 20 см при використанні відцентрових розпилювачів або мають подвійне перекриття - при діфлекторних. Обмеженість агротехнічних термінів обробки посівів і насаджень викликає необхідність комплексного виконання основних і допоміжних робіт, пов'язаних з обприскуванням. Машини, що входять в комплекс, повинні бути взаємно ув'язані за продуктивністю, діапазону регулювання, режимам роботи і часу їх використання.

Ефективне застосування техніки, засобів захисту рослин та робочого часу на обприскуванні забезпечується раціональною організацією технологічних процесів на базі потокової лінії: приготування робочої рідини пестицидів - транспортування її від пункту приготування до ділянки обробки - обприскування. Провідне ланка в загальному процесі виконання робіт - обприскування.

Обприскувачі повинні бути оснащені: фільтрами, розташованими в заливній горловині, на заправну рукаві у всмоктувальній і нагнітальній

магістрами; відсічними пристроями, що запобігають витіканню робочої рідини з розпилювачів; пристроєм, що перемішує в баку; пристроєм для регулювання витрати робочої рідини і контролю тиску; пристроєм для контролю рівня рідини в баку; вузли та деталі, що контактують з робочою рідиною, повинні бути стійкими до впливу хімічних засобів; обприскувач повинен відповідати всім вимогам згідно стандарту виготовлення сільськогосподарської техніки.

### 2.3. Розрахунок обприскування отрутохімікатами

Технологічну лінію захисту рослин розраховуємо в такій послідовності.

Визначаємо продуктивність обприскувача за годину змінного часу:

$$W_{год}^o = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau, \text{ га/год}, \quad (2.1.)$$

де  $B_p$  - робоча ширина захвату обприскувача, м;

$V_p$  - робоча швидкість агрегату, значення якої знаходиться в межах агротехнічно допустимої, км/год;

$\tau$  - коефіцієнт використання часу зміни.

Коефіцієнт  $\tau$  визначається так:

$$\tau = \frac{T_o}{T_{зм}}, \quad (2.2)$$

де  $T_o$  - час основної роботи (обприскування), год;

$T_{зм}$  - тривалість зміни; при роботі з отрутохімікатами  $T_{зм} = 6$  год.

Час на виконання основної роботи (обприскування) за зміну визначаємо за формулою

$$T_o = t_o \cdot n_{ц}, \text{ год}, \quad (2.3.)$$

де  $t_o$  - тривалість робочого ходу за один цикл, год;

$n_{ц}$  - кількість циклів за зміну

$$n_{ц} = \frac{T_{зм} - (T_{пз} + T_{то} + T_{\phi})}{t_{ц}}, \quad (2.4.)$$

де  $T_{пз}$  - тривалість підготовчо-заключних робіт, год,  $T_{пз} = 0,5$  год;

$T_{то}$  - тривалість виконання технічного і технологічного обслуговування, год,  $T_{то} = 0,08-0,1$  год;

$T_{ф}$  - час на відпочинок і особисті потреби, год,  $T_{ф} = 0,42-0,67$  год;

$t_{ц}$  - тривалість циклу, год.

Тривалість циклу – це час заповнення, транспортування і спорожнення бака обприскувача:

$$t_{ц} = t_{оч} + t_{зан} + t_{рух} + t_{о} + t_{х}, \text{ год,} \quad (2.5)$$

де  $t_{оч}$  - тривалість очікування заправки, год;

$t_{зан}$  - тривалість заправки обприскувача, год.;

$t_{рух}$  - час руху з вантажем від місця заправки до загінки і без вантажу в

зворотньому напрямку, год;

$t_{х}$  - тривалість виконання повороту, год.

Тривалість очікування заправки розраховуємо за формулою

$$t_{оч} = 0,025 \cdot t_{зан}, \text{ год,} \quad (2.6)$$

Час руху з вантажем від місця заправки до загінки і без нього в зворотньому напрямку визначається так.

$$t_{рух} = \frac{10^{-3} \left( L + \frac{10^4 \cdot S}{L} \right)}{V_{техн}}, \text{ год,} \quad (2.7)$$

де  $L$  - середньозважена довжина гону поля, м;

$S$  - площа поля, га;

$V_{техн}$  - середньотехнічна швидкість руху агрегату, км/год,

$V_{техн} = 15-18$  км/год.

Тривалість робочого ходу обприскувача (час спорожнення бака) розраховуємо за такою формулою

$$t_o = \frac{10^{-3} l_o}{V_p}, \text{ год}, \quad (2.8.)$$

де  $l_o$  - довжина шляху, що проходить агрегат між двома послідовними заправками

$$l_o = \frac{10^4 \cdot g_o}{V_p \cdot H_o}, \text{ м}, \quad (2.9.)$$

де  $g_o$  - номінальна місткість бака обприскувача, л;  
 $H_o$  - норма витрати робочої рідини, л/га.

Тривалість холостого ходу (поворотів протягом циклу) обчислюється так

$$t_x = \frac{10^{-3} l_x \cdot n_x}{V_x}, \text{ год}, \quad (2.10.)$$

де  $l_x$  - довжина одного повороту, м;

$n_x$  - кількість холостих поворотів агрегату за час спорожнення бака

машини;

$V_x$  - швидкість агрегату при виконанні повороту,  $V_x = (0,7 - 0,8) V_p$ .

Довжину грушовидного повороту для гоньового способу руху визначаємо

за формулою

$$l_x = 6R + 2e, \text{ м}, \quad (2.11.)$$

де  $R$  - радіус повороту агрегату, м. Для навісних агрегатів  $R$  дорівнює радіусу повороту трактора (3-5 м), для причіпних - 6-8 м;

$e$  - довжина виїзду агрегату, м.

$$e = (0,5 - 0,75)(l_k^{mp} + l_k^m), \text{ м}, \quad (2.12.)$$

де  $l_k^{mp}$ ,  $l_k^m$  - кінематична довжина відповідно трактора і машини, м;  
кінематичну довжину трактора можна визначити замірюванням, а сільськогосподарської машини.

Кількість холостих поворотів агрегату розраховуємо за такою залежністю:

$$n_x = \frac{l_o}{l_p}, \quad (2.13.)$$

де  $l_p$  - робоча довжина гону поля, м

$$V_p = L \cdot 2 \cdot E, \text{ м}, \quad (2.14.)$$

де  $L$  - середньозважена довжина гону, м;

$E$  - ширина поворотної смуги, м.

Для широкозахватних агрегатів  $E = 2B_p$ .

Необхідну кількість агрегатів для внесення отрутохімікатів обчислюємо за формулою:

$$n_a = \frac{S}{W_{\text{год}}^o T_{\text{зм}} D_n}, \quad (2.15.)$$

де  $T_{\text{зм}}$  - тривалість зміни, год,  $T_{\text{зм}} = 6$  год,

$D_n$  - агротехнічний строк виконання робіт, днів, приймається в межах 3-6 днів.

Необхідна кількість агрегатів для приготування робочої рідини визначається так:

$$n_a = \frac{10^{-3} H_o \cdot W_{\text{год}}^o \cdot n_o}{W_{\text{год}}^p}, \quad (2.16.)$$

де  $W_{\text{год}}^p$  - продуктивність агрегату для приготування робочої рідини, т/год.

$$W_{\text{год}}^p = W_{\text{год.оч}}^p \cdot k_g \cdot \tau_p, \text{ т/год}, \quad (2.17.)$$

де  $W_{\text{год.оч}}^p$  - продуктивність агрегату для приготування робочої рідини за годину основного часу, л/год;

$k_g$  - коефіцієнт використання вантажопідйомності машини,

$$k_g = 0,98-1,00;$$

$\tau_p$  - коефіцієнт використання часу зміни агрегату для приготування робочої рідини,  $\tau_p = 0,6-0,7$ .

Слід мати на увазі, що робочий розчин готується також безпосередньо в емкості сучасних обприскувачів за рахунок додаткового бачка і мішалки.

Необхідна кількість транспортних засобів для перевезення води чи робочої рідини в залежності від вибраної технологічної схеми визначається так:

$$n_{mp} = \frac{H_o \cdot t_u^{mp} \cdot W_{zbd}^o \cdot n_d}{g_{mp}}, \quad (2.18.)$$

де  $t_u^{mp}$  - тривалість циклу транспортного засобу, год;

$g_{mp}$  - вантажопідйомність транспортного засобу, я.

Тривалість циклу транспортного засобу обчислюємо так:

$$t_u^{mp} = t_e^{mp} + t_{pe} + t_z \cdot n'_{o(p)} + t_{px}, \quad \text{ГОД}, \quad (2.19.)$$

де  $t_e^{mp}$  - тривалість заправки транспортного засобу водою, год;

$t_{pe}$  - тривалість руху з водою, год.;

$t_{px}$  - тривалість руху без води (холостий хід), год;

$$t_{pe} = t_{px} = \frac{2 \cdot l_e}{V_{mp}}, \quad \text{ГОД}, \quad (2.20.)$$

де  $l_e$  - відстань від пункту заправки водою до поля, км;

$V_{mp}$  - середньотехнічна швидкість руху транспортного засобу з водою,

км/год, для автомобілів  $V_{mp} = 30-40$  км/год, для тракторного транспорту – 18-25

км/год;

$t_z$  - тривалість заправки агрегату для приготування робочої рідини чи обприскувача, год.;

$n'_{o(p)}$  - кількість обприскувачів чи агрегатів для приготування робочої рідини, які заправляються однією машиною;

$$n'_{o(p)} = \frac{g_{mp}}{g_o}. \quad (2.21.)$$

#### ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА

Залежно від заданої норми витрати робочої рідини, робочої швидкості й ширини захвату агрегату визначити витрату рідини за хвилину

$$q = \frac{1000 V_p \cdot V_p \cdot H_o}{60 \cdot 10000} = \frac{V_p \cdot V_p \cdot H_o}{600}, \text{ л/хв,} \quad (2.22.)$$

де  $\frac{1000 V_p \cdot V_p}{60}$  - площа, яку обробить обприскувач за 1 хв, м<sup>2</sup>;

$\frac{H_o}{10000}$  - норма витрати робочої рідини, 1 л/м<sup>2</sup>.

Для забезпечення необхідного тиску в нагнітальній магістралі подача насоса повинна бути більшою, ніж розрахована за формулою витрати рідини.

Подача насоса визначається згідно інструкції до машини.

Упевнившись, що насос забезпечує розраховану витрату рідини за хвилину, знаходять параметри розпилювального пристрою, які відповідають цій витраті.

Вибираємо кількість розпилювачів і обчислюємо хвилину витрату рідини розпилювачем за формулою

$$q_1 = \frac{q}{n} = \frac{V_p \cdot V_p \cdot H_o}{600n}, \text{ л/хв,} \quad (2.23.)$$

де  $n$  - кількість розпилювачів.

Розраховану витрату рідини через розпилювач визначають експериментально на стаціонарно працюючому обприскувачі.

В його бак заливають воду. Включають ВВП трактора, відкривають подачу рідини до розпилювачів і встановлюють необхідний тиску системи. Спочатку візуально перевіряють якість розпилювання, а потім визначають фактичну

витрату рідини через один розпилювач за хвилину. Її заміряють послідовно у

всіх розпилювачів 2-3 рази. Визначають середнє значення витрати. Якщо в окремих розпилювачів витрата відхиляється від середнього значення більше  $\pm 5\%$ , їх замінюють новими, якщо ж більше, як на  $10\%$  від визначеної за графіком

чи таблицею заводської інструкції, підбирають тиск, який забезпечить потрібну витрату.

Важливо, щоб відхилення фактичної витрати отрутохімікатів від заданої не перевищувало  $\pm 5\%$ , а нерівномірність розподілу його по ширині захвату, визначену за коефіцієнтом варіації, не більше  $25\%$ .

Остаточню обприскувач регулюють на норму витрати рідини у полі. Для цього в бак заливають відому кількість води і виконують пробне обприскування до її повного витрачання. Заміряють оброблену площу. Розділивши витрачену кількість води на площу, знаходять фактичну норму витрати рідини на одиницю площі.

Обприскують при постійній робочій швидкості руху агрегату. Для обприскувачів, обладнаних електронною системою управління технологічним процесом, зміна швидкості руху не впливає на норму внесення отрутохімікатів. Основний спосіб руху по технологічній колії чи без неї – човниковий. Роботу організують так, щоб заправки робочою рідиною вистачало на парну кількість ходів агрегату. У цьому випадку обприскувач заправлятимуть з одного боку поля, що сприятиме ефективному використанню машин.

#### 2.4. Визначення продуктивності агрегату та витрати палива на одиницю операції

Змінну продуктивність агрегату під час обприскування посівів визначаємо за формулою:

$$W_{зм} = 0,1 \times B_p \times v_p \times T_p, \quad (2.24)$$

де:  $B_p$  - робоча ширина захвату агрегату:

$$B_p = B_m \times \beta, \quad (2.25)$$

де:  $B_m$  – конструктивна ширина захвату агрегату, м; [12]

$\beta$  – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату. Приймаємо  $\beta =$

1;

$v_p$  – робоча швидкість руху агрегату, км/год. ;

$T_p$  – робочий час зміни:

$$T_p = T_{зм} \times \tau, \quad (2.26.)$$

де:  $T_{зм}$  – час зміни, год. ( $T_{зм} = 5$  годин)  
 $\tau$  – коефіцієнт використання часу зміни,  $\tau = 1$ ; [9].

$$V_M = 21,5 \times 1 = 21,5 \text{ м}$$

$$T_p = 5 \times 0,82 = 4,1 \text{ год}$$

$$W_{зм}^{3п1д} = 0,1 \times 21,5 \times 6,07 \times 4,1 = 53,5 \text{ га/зм}$$

Виходячи з отриманих даних  $\eta^{3п1д} = 0,68$ , а також  $W_{зм}^{3п1д} = 53,5 \text{ га/зм}$

приймаємо роботу агрегату на обприскування посівів отрутохімікатами на 3п1д передачі.

Годинну витрату палива визначаємо за формулою:

$$Q_{га} = \frac{Q_p \times T_p + Q_x \times T_x + Q_z \times T_z}{W_{зм}}; \quad (2.27.)$$

де:  $Q_p, Q_x, Q_z$  – відповідно годинна витрата палива при виконанні роботи,

на холостому ходу, на зупинках із працюючим двигуном, кг / год;

$T_p, T_x, T_z$  – відповідно час роботи, холостих ходів, зупинок, год.;

$$T_x = T_z = \frac{T_{зм} - T_p}{2}; \quad (2.28.)$$

$$T_x = T_z = \frac{5 - 4}{2} = 0,5 \text{ год}$$

$$Q_{га} = \frac{15,3 \cdot 4,0 + 7,6 \cdot 0,5 + 1,9 \cdot 0,5}{53,5} = 1,23 \text{ кг / га}$$

НУБІП України

РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДНИЦЬКА ЧАСТИНА

НУБІП України

### 3.1. Дослідження відцентрового розпилювача

Ключовим елементом обприскуючої техніки є розпилювач, від якості роботи (розпилення) якого в значній мірі залежить економічна і біологічна ефективність використання ЗЗР, їх екологічна безпека. Найбільш поширеними типами розпилювачів є гідравлічні – щілинні, відцентрові, дефлекторні.

Усі типи гідравлічних розпилювачів не забезпечують диспергування робочих рідин на краплі оптимальної величини: в спектрі розпилу завжди є різні класи крапель, які відрізняються по діаметру, масі і об'єму, що міститься в краплях рідини – від дрібних і дуже дрібних до великих і дуже великих.

Внаслідок цього при обприскуванні завжди мають місце непродуктивні втрати пестицидів із-за зносу дуже дрібних крапель (20...80 мкм) і стікання дуже великих (360...1000 мкм) з цільового об'єкту на ґрунт. Тільки краплі розмірами 80...360 мкм працюють раціонально [1].

У самому факелі розпилення робочої рідини (на виході з розпилювача) утворюються краплі в дуже широкому діапазоні розмірів: від 10 мкм до 1...2 мм. Для економічно і екологічно раціонального використання отрутохімікатів бажано, щоб в спектрі розпилу утворювались краплі діаметром 80-360 мкм.

Проте нині у світі не існує конструкцій гідравлічних розпилювачів, які давали б 100% крапель таких розмірів, і розпилювачів з абсолютно монодисперсним розпилюванням, наприклад, діаметр 200 мкм.

Одним із найбільш перспективних розпилювачів отрутохімікатів, дисперсність розпилення яких близька до оптимальної, є відцентровий розпилювач [2]. Такі розпилювачі використовують відносно малий час (протягом 2-х десятиріч), однак вони підтвердили достатньо високу ефективність та надійність в роботі.

У відповідності до вищевикладеного, метою роботи є стендові дослідження відцентрових розпилювачів отрутохімікатів.

**Результати досліджень.** Дослідження проводилися у відповідності до рекомендованих методик та існуючих нормативних положень [3].

Програмою експериментальних досліджень відцентрових розпилювачів передбачалось визначення експлуатаційних показників з використанням стендового лабораторного обладнання [4].

На рис. 3.1. показано загальний вид і конструктивну схему відцентрового розпилювача, розробленого ТОВ «АгроМодуль» (м. Дніпро). Складовими розпилювача є корпус 1, сопло 2, завихрювач 3 і гумове кільце 4.

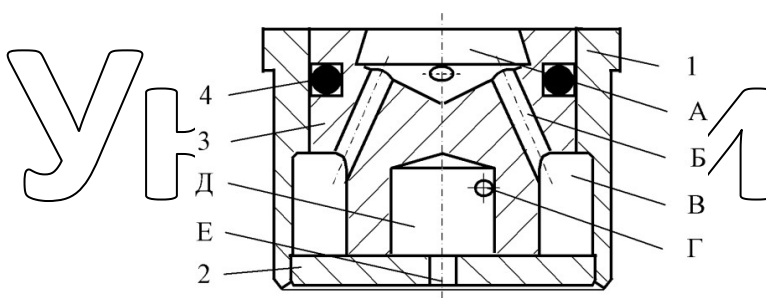


Рис. 3.1. Загальний вигляд і конструктивна схема відцентрового розпилювача

Рідина з розподільника А каналами Б потрапляє до кільцевого колектора В і через дотичні входні канали Г перетікає до камери закручування Д. Тут вона набуває обертового руху і формує сталу вихрову структуру, що складається з вихрових ниток, які у подальшому визначають розміри краплин. Після виходу з соплового отвору Е, вихрові нитки діляться на краплини з утворенням конічного факела.

Основними факторами, що впливають на витрату рідини ( $Q$ , л/хв) є тиск ( $P$ , МПа) та діаметр вихідного отвору розпилювача (далі – діаметр сопла) ( $d$ , мм).

При розробці математичної моделі впливу факторів, які досліджувалися, було розроблено план експерименту при двох змінних: тиску  $P$  та діаметру сопла  $d$ . Значення нульового (або середнього) рівня тиску 0,3 МПа; діаметра сопла 1,5 мм; інтервал зміни (крок варіювання) кожної змінних: тиску 0,1 МПа; діаметра сопла – 0,5 мм.

Задачею досліджень є виявлення впливу цих параметрів на показник витрати рідини  $Q$ , л/хв.

Для одержання регресійної моделі у вигляді полінома I ступеня були проведені експерименти згідно плану ( $3^2 = 9$ ).

У результаті обробки результатів факторного експерименту з використанням програми Statistica V10 отримали регресійну модель у вигляді полінома I ступеня:

$$Q = 0,692 + 0,12P + 0,447d.$$

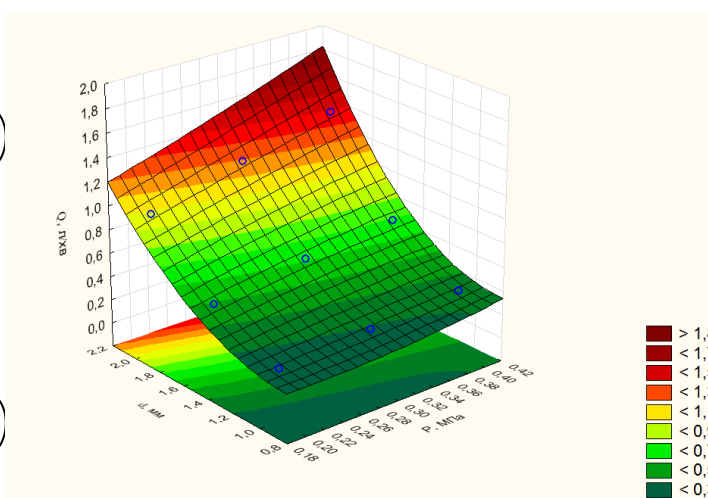


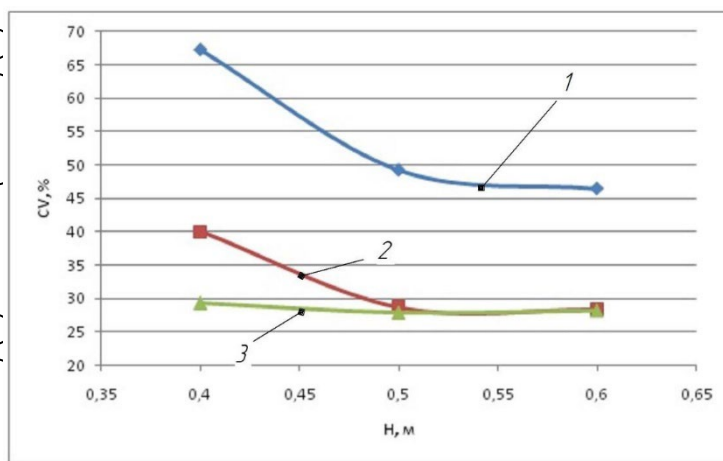
Рис. 3.2. Поверхня відгуку значення витрати рідини  $Q$  при різних

значеннях тиску  $P$  та діаметра сопла  $d$

Графічна інтерпретація залежності витрати рідини  $Q$  при різних значеннях тиску  $P$  та діаметра сопла  $d$  наведена на рис. 3.2.

При визначенні коефіцієнта варіації заміри проводили при висоті штанги над поверхнею зрощення від 0,4 до 0,6 м при тиску 0,3 МПа. Коефіцієнт варіації склав 39,97, 28,7 і 28,4 %, відповідно.

Залежність коефіцієнта варіації розподілу рідини по довжині штанги від тиску і висоти розпилювачів над поверхнею, що обробляється 0,4...0,6 м наведено на рис. 3.3.



1 - 0,2 МПа; 2 - 0,3 МПа; 3 - 0,4 МПа

Рис. 3.3. Залежності коефіцієнту варіації розподілу від висоти розташування розпилювача для тиску

Графік показує, що для відцентрового розпилювача з теоретичною витратою рідини 0,6 л/хв 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%.

### 3.2. Дослідження відцентрового розпилювача рідких отрутохімікатів

Існуючі засоби внесення рідких отрутохімікатів поверхневим способом включають однотипні робочі органи: ємкість, змішувач, всмоктуючу магістраль з фільтром, насос, напірну магістраль, розподільник та пульт керування. Для точного дозування розчинів вони вимагають установа і підтримання в процесі роботи таких параметрів, як тиск подачі розчину в бак з переливом, робочий тиск при подачі на оприскувачі та витрати розчину через розпилювач [2]. Установа цих показників в процесі налаштування оприскувача на задану норму внесення є непростою. В процесі роботи вони не контролюються, крім того з ряду причин (найчастіше через забивання жиклерів) окремі розпилювачі

припиняють подачу, що призводить до порушення норми та рівномірності внесення хімікатів.

В роботі [3], що була виконана в ХНТУСГ ім. П. Василенка запропоновано пристрій для внесення малих доз рідких отрутохімікатів. Показано, що гравітаційне дозування забезпечує спрощення конструкції, а автоматична підтримка установленної дози подачі отрутохімікатів підвищує надійність її роботи.

Мета роботи є оцінка в лабораторних умовах працездатності спрощеної конструкції розприскувача рідких отрутохімікатів тарілчастого напівзакритого типу з циліндричною боковою поверхнею.

Проведено пошукові дослідження, показали, що невелика кількість та малі розміри отворів в боковій циліндричній частині тарілки при високій частоті її обертання забезпечують високу ступінь розпилення рідких розчинів. Така конструкція виключає необхідність використання вентиляторів та нагнітальних пристроїв, що дозволяє значно спростити конструкцію розпилювача.

Схему експериментального пристрою представлено на рис. 1. Вона включає стійку 1 на якій закріплено рухомий ловзун 2 на якому закріплені дозуючий бачок 3 з рідиною та кронштейн 4 з розприскувачем, який включає електродвигун постійного струму 5 та розприскуючу тарілку 6 з похилими отворами на циліндричній боковій поверхні. Рідина із бачка 3 в тарілку 6 подається трубкою 7. Живлення електродвигуна 5 здійснюється від акумулятора

8.

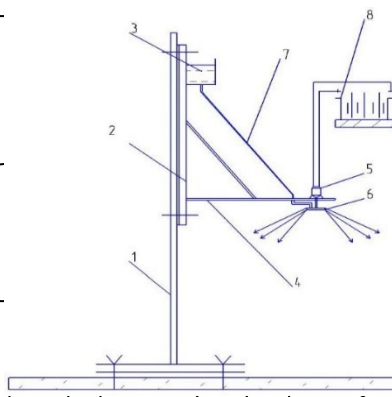


Рис. 3.4. Схема експериментального пристрою

При дослідженні оцінювалися вплив кута нахилу отворів в боковій поверхні тарілки та висоти розміщення тарілки над поверхнею ґрунту. Якість розприскування визначалась діаметром плями розприскування, її формою та рівномірністю розподілення по поверхні. Рівномірність розприскування оцінювалась візуально.

Досліди проводилися в статичному положенні пристрою. При їх виконанні кут нахилу отворів в боковій поверхні тарілки по відношенню до горизонту мінявся змінними вставками і приймався рівним  $0^\circ$ ,  $22,5^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $67,5^\circ$ ,  $90^\circ$ ; висота розміщення тарілки над поверхнею ґрунту – 0,5; 0,7; 1,0 м. Величина гідростатичного тиску, для виключення його впливу, не мінялась і була прийнята рівною 1 м водяного стовпа. Вплив гідростатичного тиску на витрати рідини вивчений в роботі [4]. Діаметр тарілки – 0,09 м; частота її обертання 3200 об/хв.

При діаметрі трубки 4 мм яка подавала рідину, її витрати склали 30 л/хв.

Фіксація розміру і форми плями та якості розприскування виконувалася по відбитій плямі, отриманій на свіжій сніговій поверхні. Тривалість дослідів визначалася створення чіткої плями і складала 6 хв. В якості робочої рідини використовувалася зафарбована вода.

Результати досліджень наведені на рис. 3.5. та в табл. 1. Характерні форми плям розприскування наведено на рис. 3.6.

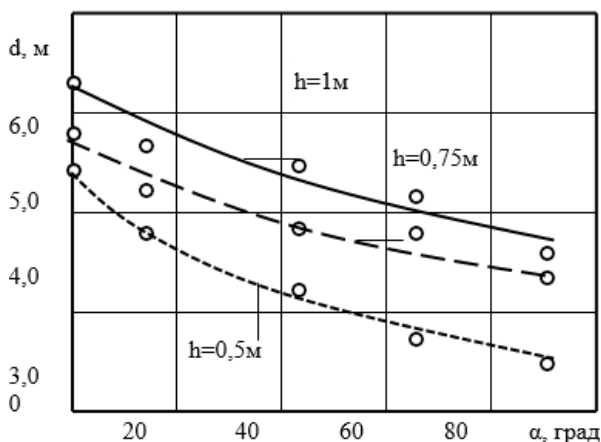


Рис. 3.5. Вплив кута нахилу бокових отворів  $\alpha$  та висоти диска  $h$  над ґрунтом на діаметр плями  $d$

Таблиця 3.1.

Результати дослідження параметрів плями розпилу

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Висота диска над ґрунтом, h, м	1,0	0,75	0,5	1,0	0,75	0,5	1,0	0,75	0,5	1,0	0,75	0,5	1,0	0,75	0,5
Кут нахилу отворів до горизонту, $\alpha$ , °		0		22,5			45			67,5			90		
Діаметр плями, d, м	6,2	5,72	5,44	5,6	5,24	4,88	5,5	4,9	4,2	5,2	4,8	3,6	4,6	4,4	3,5

Виділяється три характерних виду плям: при горизонтальному положенні отворів – не чітко вираженими межами круга з більш менш рівномірним розподіленням рідини ( $\alpha = 0^\circ$ ); у вигляді круга з чітко вираженими межами та рівномірним розподіленням рідини ( $\alpha = 22,5^\circ$ ); у вигляді кільця з нерівномірним розподіленням при положеннях отворів близьких до вертикального ( $\alpha = 67,5 \dots 90^\circ$ ). Вид плями при  $\alpha = 22,5^\circ$  слід вважати найкращим так як її чіткі межі дають можливість вибирати відстань між розприскувачами при комплектуванні агрегату.

h=1,0 м



d=6,2 м



d=5,6 м



d=4,6 м

h=0,75 м



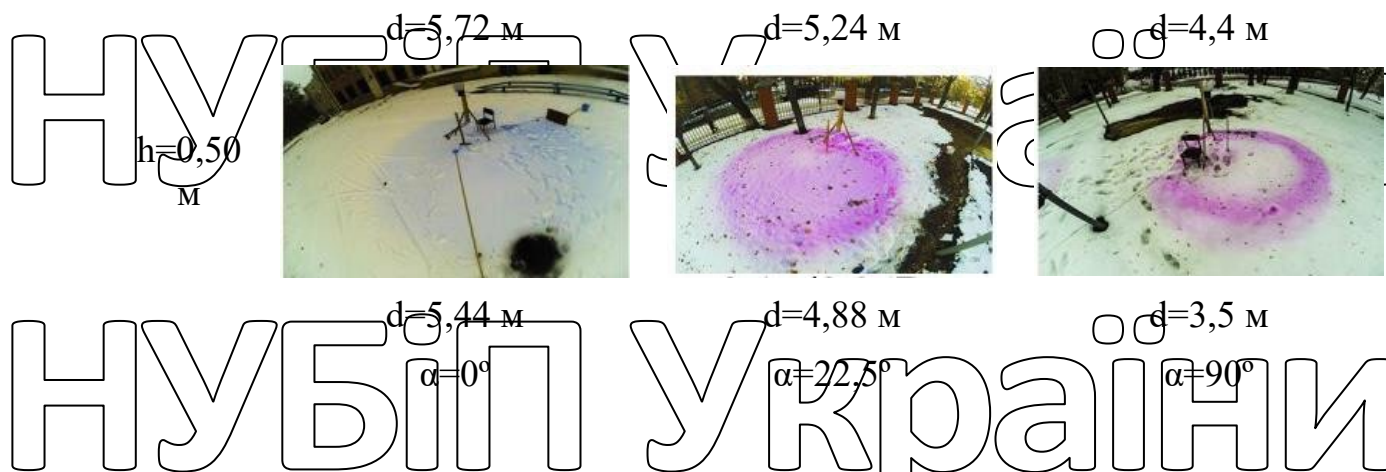


Рис. 3.6. Розміри та вид характерних плям

Діаметр плям розприскування при нахилу отворів тарілки з кутами близькими до вертикальних були меншими і змінювались в залежності від висоти розміщення тарілки межах від 3,5 до 4,6 м, а при кутах нахилу близьких до горизонтальних – від 5,44 до 6,2 м. Із рис. 3.6. видно, що на форму плями та рівномірність розприскування суттєвий вплив надають кути нахилу бокових отворів тарілки. Висота розміщення тарілки над поверхнею ґрунту не міняє форми та якості розпилу а змінює лише діаметр плями.

### 3.3. Розрахунок технологічних та кінематичних показників

#### обприсувача

#### 3.3.1. Визначення витрати робочої рідини, тиску та інших параметрів процесу обприскування

Хвилинну витрату розчину отрутохімікатів визначають за відомими конструктивними параметрами обприсувача, поставленими вимогами щодо норми витрати робочої рідини та в залежності від швидкості руху агрегату на оброблюваній ділянці.

Хвилинну витрату робочої рідини визначають за формулою:

$$Q_B = \frac{V_m \cdot B_p \cdot Q}{600}, \quad (3.1)$$

де  $V_m$  - швидкість руху агрегату, км/год;

$B_p$  - робоча ширина захвату, м;

$Q$  – задана норма витрати робочої рідини, л/га.

Оскільки швидкість руху агрегату залежить від вибраного режиму (передачі) на агрегатованому тракторі, тому розрахунок витрати необхідно провести для декількох швидкостей руху. Це дасть змогу швидко визначити передачу, на якій треба рухатись

Так, наприклад, для швидкості руху 6 км/год цей показник буде:

$$Q_v = \frac{6 \cdot 18,5 \cdot 350}{600} = 64,75 \text{ л/хв}$$

Аналогічно проводяться розрахунки для інших швидкостей руху і на основі отриманих даних будується ліва частина номограми (Рис 3.7.). З формули видно, що залежність  $Q_v = f(Q)$  є лінійною, а тому для побудови графіків необхідно знайти лише одну точку, іншою буде точка 0.

Для визначення марки розпилюючого наконечника та величини тиску підведення розчину отрутохімкатів необхідно провести дослідження залежності  $Q_v = f(P)$ . Розпилювачі відрізняються за формою та розміром вихідного отвору. Для спрощення розрахунків та проведення аналізу приймаємо всі розпилювачі з круглим отвором та з площею поперечного перерізу кратною 0,5 мм. Це дасть змогу визначити загальну закономірність процесу розпилення. При необхідності визначення для розпилювача з конкретною площею поперечного перерізу дії виконуються аналогічні або ж просто підбирається найбільш приближений варіант до необхідного.

Витрата робочої рідини одним розпилювачем визначається із виразу:

$$Q_p = 0,06 \cdot \mu \cdot S \cdot \sqrt{2gP} \quad (3.2.)$$

де 0,06 – коефіцієнт розмірності;

$\mu$  – коефіцієнт витрати (для польових і деяких садових наконечників становить 0,41, а для садових тангенціальних та розпилювачів низького тиску і уніфікованих марки УН – 0,27);

$S$  – січення вихідного отвору наконечника, м;

$g$  – прискорення вільного падіння ( $g=9,81$  м/с<sup>2</sup>);

$P$  – тиск при вході рідини в розпилюючий наконечник, м.

Так для отвору розпилювача 1 мм<sup>2</sup> при тиску робочої рідини при

вході в розпилювач матимемо:

$$Q_p = 0,06 \cdot 0,41 \cdot 1 \cdot 10^{-6} \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 9,87} = 0,34 \text{ л/хв}$$

Перевід тиску із кПа в м. Водяного стовпа здійснюється за формулою:

$$P = \frac{P_{\text{кПа}}}{10,133} \quad (3.3.)$$

де  $P_{\text{кПа}}$  – тиск в одиницях виміру кПа.

Тоді значення тиску, що використовувалось у попередній формулі:

$$P = \frac{100}{10,133} = 9,87 \text{ м}$$

Оскільки на штанзі встановлено 36 розпилювачів (за конструкцією обприскувача ОП-2000-2-08), то загальна витрата всіма розпилювачами становитиме:

$$Q_v = 36 \cdot Q_p \text{ л/хв}, \quad (3.4.)$$

$$Q_v = 36 \cdot 0,34 = 12,24 \text{ л/хв}$$

Таблиця 3.2

Для даного випадку отримано такі результати:

$P$ , кПа	100	150	200	250	300	350	400	450	500
$Q_p$ , л/хв	12,24	15,19	17,53	19,62	21,49	23,22	24,80	26,32	27,72

За цими даними побудовано криву  $Q_v = f(P)$ . Для інших значень січень отворів розрахунки проводяться аналогічно.

Номограма, що зображена на рис 3.9, є кінцевою метою проведених вище розрахунків. За допомогою цієї побудови можна отримати цілий ряд важливих

показників та параметрів процесу обприскування. Наприклад для заданого процесу необхідно провести обприскування зернової культури з нормою вилливу 350 л/га. З лівої частини номограми на осі абсцис знаходимо значення 350 та відзначаємо можливе відхилення від норми, що передбачено агротехнічними вимогами – 5%. Матимемо діапазон  $350 \pm 17.5$  л/га. Через найбільше та найменше

значення проводимо вертикальні прямі до перетину із лінією  $Q_e = f(Q)$  при вибраній швидкості руху агрегату (рис. 3.1.). Отримано дві точки, які проектуючи на вісь ординат покажуть величину вилливу рідини всіма наконечниками. Проектуючи їх на криві, що зображені в правій частині

номограми, легко бачити, які розпилювачі необхідно встановити розпилювачі на штангу, щоб забезпечити витрату робочого матеріалу. В даному випадку це можливо здійснити при встановленні наконечників з площами січення  $3\text{мм}^2; 3,5\text{мм}^2; 4\text{мм}^2$ . Допустимі межі коливання тиску в системі визначаємо,

проектуючи отримані точки на вісь тиску. Отримані значення будуть потрібні при подальших розрахунках напірної комунікації і становлять вони 371 – 453,6 кПа.

Дана номограма має дуже важливе значення при необхідності швидкого підбору номера розпилювача, визначення швидкості руху агрегату та встановлення тиску в системі. Ці графіки мають велике практичне значення, оскільки спрощують та прищвидшують регулювання та підготовку обприскувача до роботи.

### 3.3.2. Визначення втрат тиску

Будь-яка рідина, що рухається по трубопроводу зазнає тертя зі стінками оточуючого поверхні. Внаслідок цього тертя виникає сила, що протидіє її переміщенню. На подолання цієї сили необхідна додаткова затрата енергії. У випадку руху рідини по трубопроводу це викликає падіння початкового тиску. Крім вище перелічених обставин втрати тиску виникають ще й при наявності місцевих опорів у трубопроводі. Ці опори виникають внаслідок наявності

різноманітних перешкод рухові рідини (різкі чи плавні повороти труби, зварні шви, крани, засувки, фільтруючі сітки і т. д.). Тож при проектуванні будь-якої напірної системи необхідно враховувати втрати тиску адже вони можуть бути значно вищими за встановлені межі.

При розрахунку процесу обприскування гідравлічний розрахунок системи трубопроводів є обов'язковим через те, що якість розпилу робочого розчину залежить від величини тиску його на вході в розпилюючі органи. А оскільки підведення рідини до кожного розпилювача окремо є нераціональною витратою матеріалів і збільшення затрат енергії, то треба визначити оптимальний шлях зменшення провідних матеріалів, затрат та зайвої ваги агрегату.

Наступний етап розрахунку обприскувача полягає у виборі раціонального використання того тиску робочої рідини, що створюється насосом обприскувача та зменшення втрат при забезпеченні доброї якості розпилу.

Розглянемо перший випадок підведення розчину отрутохімкатів до штанги обприскувача та конструкції штанги. Штанга в вибраному вигляді являє собою суцільну трубу, на якій вмонтовані 36 розпилювачів (рис. 3.7.).

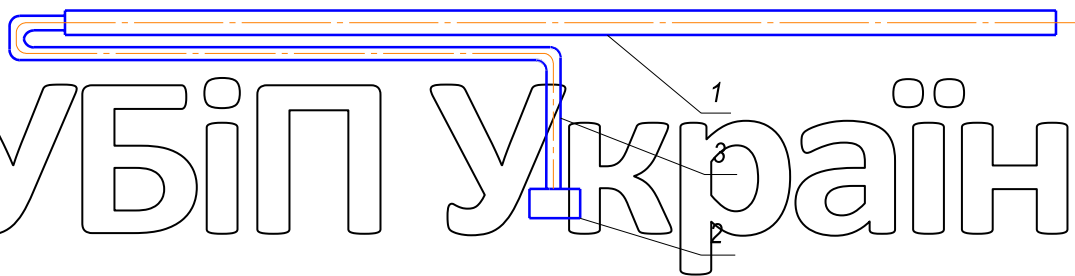


Рис. 3.7. Схема обприскувача для гідравлічного розрахунку.

1 – штанга; 2 – регулятор тиску; 3 – з'єднувальний трубопровід. Загальна формула для визначення втрат тиску має вигляд:

де:

$$H = h_t + h_{\zeta.М} \quad (3.5.)$$

$h_t$  – втрати тиску по довжині, м.

$h_{\zeta}$  – місцеві втрати тиску, м.

Витрати тиску по довжині трубопроводу:

$$h_t = \lambda \cdot \frac{l \cdot v^2}{d \cdot 2g} \quad (3.6.)$$

де  $\lambda$  - коефіцієнт гідравлічного тертя,

$$\lambda = \frac{0,3164}{R^{0,25}} \quad (3.7.)$$

причому:

$$R = \frac{v \cdot d}{\nu} \quad (3.8.)$$

де  $\nu$  - кінематична в'язкість води ( $\nu = 0,0115 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ )

$l$  - довжина трубопроводу, на якому визначається втрата напору, м,

$d$  - діаметр трубопроводу, м,

$V$  - середня швидкість потоку ( визначається за вибраною витратою

рідини з номограми 3.8.), м/с.

$$V = \frac{4 \cdot Q_s}{\pi \cdot d^2} \quad (3.9.)$$

тоді:

$$V = \frac{4 \cdot 1,44 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,019^2} = 5,05 \quad \text{м/с}$$

Число Рейнольда:

$$R_e = \frac{5,05 \cdot 0,019}{0,0115 \cdot 10^{-4}} = 83654;$$

$$\lambda = \frac{0,3164}{83654^{0,25}} = 0,0186$$

$$h_t = 0,0186 \cdot \frac{10 \cdot 5,05^2}{0,019 \cdot 2 \cdot 9,81} = 12,7 \text{ м, (128,3 кПа)}$$

На розглядуваній ділянці існують такі опора з відповідними коефіцієнтами місцевого опору

Вхід в трубу - 0,4;

Різке розширення потоку - 1; Різке звуження потоку - 0,3; Поворот потоку на  $90^\circ$  - 0,3; Різке розширення потоку - 1.

Тоді витрата тиску на ділянці становитиме:

$$\sum \xi = 0,4 + 1 + 0,3 + 0,3 + 1 = 3,$$

$$h_z = 3 \cdot \frac{5,05^2}{2 \cdot 9,81} = 3,9 \text{ м, (39,5 кПа).}$$

Витрата тиску на ділянці:

$$H = 12,7 + 3,9 = 16,6 \text{ м,}$$

$$\text{або } 16,6 \cdot 10,133 = 168,2 \text{ кПа.}$$

Для зручності та швидкості ведення подальших розрахунків треба графічно відтворити залежність  $\lambda = f(V)$  для тих діаметрів трубопроводів, що будуть використовуватись. Для цього проведено розрахунки за формулами (3.7.) та (3.8.). На основі цих розрахунків (аналогічно до вище наведеного прикладу) побудовано три графі  $\lambda = f(V)$  для діаметрів 3/4"; 1"; 1 1/4" рис 3.8.

Наступним етапом є визначення витрати тиску під час проходження рідини по штанзі. За формулою (3.9.) визначаємо швидкість руху рідини враховуючи те, що хвилинна витрата при проходженні кожного розпилювача падає рівно на таку величину, на яку працює розпилювач. Один розпилювач в вибраному випадку розраховується з виразу (3.4.):

$$Q_p = \frac{0,00144}{36} = 4 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с.}$$

За вище наведеним прикладом знаходимо витрату тиску для ділянки штанги, що відповідає відстані між двома сусідніми розпилювачами. Потім визначається швидкість між двома наступними розпилювачами з врахуванням зменшення швидкості, адже частина розчину вилілась через один наконечник.

Матимемо:

Швидкість потоку:

$$V = \frac{04 \cdot (1,44 - 0,04) \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,025^2} = 2,85 \text{ м/с.}$$

Коефіцієнт гідравлічного тертя отриманий з графіка – 0,02

Тоді:

$$h_t = 0,02 \cdot \frac{0,5 \cdot 2,85^2}{0,025 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,16 \text{ м, (1,62 кПа)},$$

Витрати тиску від місцевих опор у якій спричиняє місце приєднання розпилюючого наконечника до штанги:

$$h_z = 0,05 \cdot \frac{2,85^2}{2 \cdot 9,81} = 0,02 \text{ м, (0,2 кПа)},$$

Також необхідно врахувати втрати тиску при проходженні потоку безпосередньо в розпилювачі:

$$V = \frac{4 \cdot 0,04 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,025^2} = 0,08 \text{ м/с.}$$

$$h_z = 6,5 \cdot \frac{0,08^2}{2 \cdot 9,81} = 0,002 \text{ м, (0,02 кПа)},$$

Значення витрати тиску від місцевих опорів дуже мала і нею можна умовно знехтувати при подальших розрахунках. Настільки мале значення спричинене

тим, що швидкість переміщення рідини теж є малою. Таким чином загальні

втрати тиску будуть рівними  $h_t$ . Втрати тиску при проходженні рідини безпосередньо через комплектний розпилювач будуть ще мізернішими, адже швидкість там досить мала. Тому у всіх наступних розрахунках ці величини не беремо до уваги але слід пам'ятати, що вони є.

Для наступної умовної ділянки штанги (відрізок між сусідніми розпилювачами) аналогічно знаходимо втрати тиску аж до останнього наконечника. На основі отриманих даних будується залежність  $P=f(l)$ . Причому

падіння тиску до штанги відкладемо по осі тиску бо вони не залежать від

довжини штанги. Таким чином видно, що значення падіння величини тиску від

регулятора до останнього розпилюючого наконечника значно перевищує

попередньо визначені межі коливання тиску, які обумовлені агротехнічними вимогами щодо відхилення норми розпилу робочої рідини. Висновок з цього

чіткий - використання суцільної штанги з одностороннім підведенням робочої

рідини є при всіх інших сталих умовах неможливим через надмірні відхилення

у роботі розпилювача (нестабільність норми внесення, нерівномірність розпилу наконечниками і т. д.).

Розглянемо конструкцію розпилювача, що показана на рис. 3.8.

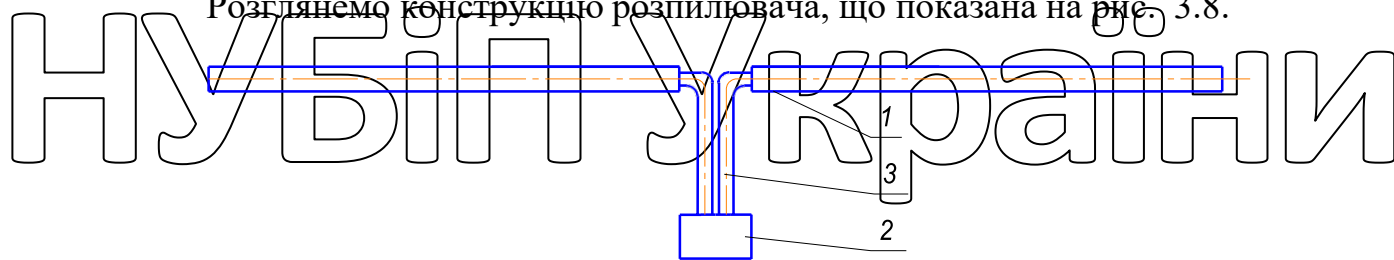


Рис. 3.8. Схема обприскувача з поділом штанги на дві рівні частини.

Порядок розрахунку вказують формули 3.5 – 3.11. Втрати тиску у з'єднувальному трубопроводі довжиною 4 м. Розрахунок проводиться для однієї половини штанги, а для іншої він буде ідентичним.

Швидкість руху рідини:

$$V = \frac{4 \cdot 144 \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,019^2 \cdot 2} = 2,53 \text{ м/с}$$

Коефіцієнт гідравлічного тертя з графіка рис. 3.2 для швидкості 2,5 м/с та діаметру трубопроводу становить 0,022. Тоді:

$$h_{\zeta} = 0,022 \cdot \frac{4 \cdot 2,53^2}{0,19 \cdot 2 \cdot 9,81} = 1,51 \text{ м}$$

Витрати тиску від місцевих опорів:

$$\sum \xi = 0,4 + 1 + 0,3 + 0,3 + 1 = 3,$$

$$h_{\xi} = 3 \cdot \frac{2,53^2}{2 \cdot 9,81} = 0,99 \text{ м}$$

Витрата тиску на ділянці:

$$H = 1,51 + 0,99 = 2,5 \text{ м, (25,33 кПа)}$$

Аналогічно до вище наведеного прикладу знаходимо витрату тиску для ділянки штанги, що відповідає відстані між двома сусідніми розпилювачами. Потім визначається швидкість між двома наступними розпилювачами з врахуванням зменшення швидкості, адже частина розчину вилитась через один наконечник.

Швидкість потоку:

$$V = \frac{4 \cdot (1,44 - 0,44) \cdot 10^{-3}}{3,14 \cdot 0,025^2} = 1,39 \text{ м/с}$$
 Коефіцієнт гідравлічного тертя отриманий з графіка – 0,023

Тоді:

$$h_t = 0,023 \cdot \frac{0,5 \cdot 1,39^2}{0,025 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,045 \text{ м, (0,46 кПа)}$$
 Як вже попередньо було підтверджено, що при малій швидкості місцеві витрати тиску є настільки малими, що ними можна знехтувати, що й робимо.

Таким чином між першим та другим розпилюючим наконечником тиск падає на 0,46 кПа. Наступні ділянки штангу прораховуємо таким же чином. Графік, що зображає цю схему зображений на рис. 3.9, під номером 2. Як видно цей варіант задовольняє агротехнічні вимоги з невеликим запасом. Оскільки умови руху та проведення процесу не є постійними, то бажано було б забезпечити найменше відхилення від номінального значення.

Розглянемо та проведемо розрахунок технологічної схеми обприскувача, що зображена на рис. 3.9, і яка найбільш правдиво відображає дійсну схему обприскувача ОП-2000-2-08.

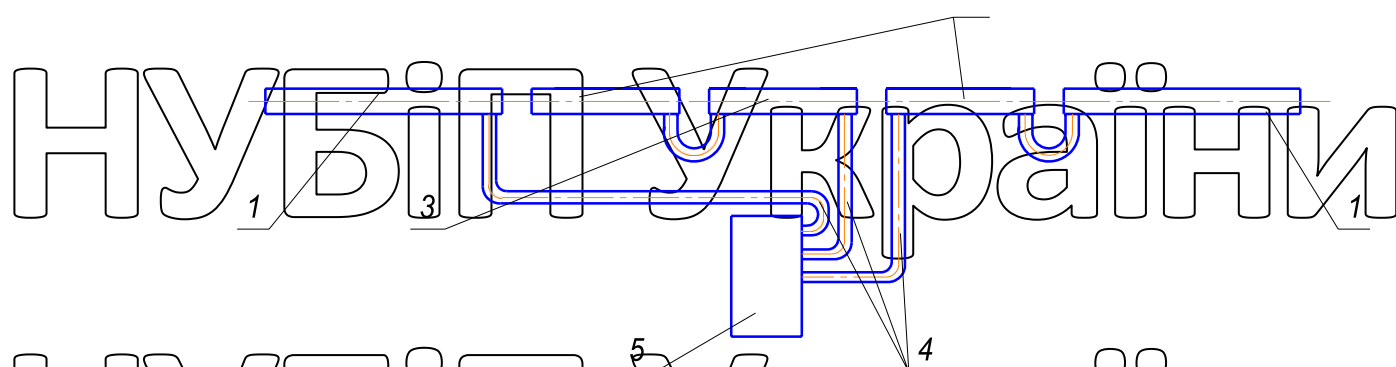


Рис. 3.9. Технологічна схема обприскувача:

1 – кінцеві секції штанги; 2 – проміжні секції; 3 – центральна секція; 4 – з'єднувальні трубопроводи; 5 – регулятор тиску.

Розглянемо спочатку кінцеву секцію та підведення до неї робочої рідини.

Порядок розрахунку є аналогічним до попередніх випадків і початок визначення втрат тиску слід виконувати із з'єднувального трубопроводу. Так швидкість руху рідини в ньому становитиме:

$$V = \frac{4 \cdot Q_p \cdot n}{\pi \cdot d^2}, \quad (3.10)$$

де  $n$  – кількість вмонтованих розпилювачів на штанзі.

$$V = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10^{-5} \cdot 9}{3,14 \cdot 0,019^2} = 1,26, \text{ м/с.}$$

Коефіцієнт гідравлічного тертя вибираємо з графіка, приведеного на рис.

3.8. для швидкості 1,26 м/с та діаметру трубопроводу 0,01905 м становить 0,026.

Тоді:

$$h_l = 0,026 \cdot \frac{6 \cdot 1,26^2}{0,019 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,66 \text{ м, (6,69 кПа),}$$

Витрати тиску від місцевих опорів:

$$\sum \xi = 0,4 + 1 + 0,3 + 0,3 + 1 = 3,$$

$$h_\xi = 3 \cdot \frac{1,26^2}{2 \cdot 9,81} = 0,243 \text{ м, (2,46 кПа),}$$

Витрата тиску на ділянці трубопроводу підведення робочої рідини:

$$H = 0,66 + 0,24 = 0,9 \text{ м, м, (9,12 кПа).}$$

Втрату тиску для ділянки кінцевої секції штанги, що відповідає відстані між двома сусідніми розпилювачами обчислюється за формулами 3.9. – 3.10.

Між наступними двома наконечниками швидкість руху рідини зменшиться бо витрата рідини зменшилась на величину розпилу одного наконечника – втрати тиску вже будуть визначатись за зменшеною швидкістю.

Швидкість потоку:

$$V = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10^{-5} \cdot (9-1)}{3,14 \cdot 0,0254^2} = 0,63, \text{ м/с.}$$

Тож коефіцієнт гідравлічного тертя отриманий з графіка – 0,0295. Тоді:

$$h_l = 0,0295 \cdot \frac{0,5 \cdot 0,63^2}{0,025 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,019 \text{ м, (0,193 кПа),}$$

Попередньо було підтверджено, що при малій швидкості місцеві витрати тиску є настільки малими, що ними можна знехтувати, що й робимо. Таким чином між першим та другим розширюючим наконечником тиск падає на 0,193 кПа. Наступні ділянки штангу прораховуємо таким же чином. Графік, що зображає цю схему зображений на рис. 3.3 під номером 3.

На наступному етапі проробимо ті ж операції для ділянки штанги, яка відокремлена від інших, і підведення розчину отрутохімікатів здійснюється від розподільника за допомогою з'єднувального трубопроводу.

Швидкість потоку за формулою (3.11)

$$V = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10^{-5} \cdot 12}{3,14 \cdot 0,0192} = 1,68, \text{ м/с.}$$

Коефіцієнт гідравлічного тертя вибираємо з графіка, приведеного на рис. 3.2 для швидкості 1,68 м/с та діаметру трубопроводу 0,01905 м становить 0,0245. Тоді:

$$h_l = 0,0245 \cdot \frac{6 \cdot 1,68^2}{9,019 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,56 \text{ м, (5,67 кПа),}$$

Витрати тиску від місцевих опорів:

$$\Sigma \xi = 0,4 + 1 + 0,3 + 0,3 + 1 = 3,$$

$$h_{\xi} = 3 \cdot \frac{1,68^2}{2 \cdot 9,81} = 0,43 \text{ м, (4,36 кПа),}$$

Витрата тиску на ділянці трубопроводу підведення робочої рідини:

$$H = 0,56 + 0,43 = 0,99 \text{ м, м, (10 кПа).}$$

Втрату тиску для ділянки проміжної секції штанги, що відповідає відстані між двома сусідніми розширювачами відповідно.

Швидкість потоку:

$$V = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10^{-5} \cdot (12-1)}{3,14 \cdot 0,0254^2} = 0,87, \text{ м/с.}$$

Коефіцієнт гідравлічного тертя отриманий з графіка – 0,0265, тому:

$$h_l = 0,0245 \cdot \frac{0,5 \cdot 0,87^2}{0,025 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,02 \text{ м, (0,2 кПа)}$$

Таким же чином визначено втрати тиску при подальшому русі рідини по вштанзі.

Відповідно до конструкції проміжна секція штанги з'єднана з

центральною перемичкою, що є гнучким рукавом довжиною 0,8 м. Тому необхідно додатково порахувати падіння тиску в ньому. Для цього знайдемо  $h_l$  та  $h_\xi$ :

Швидкість руху рідини в рукаві:

$$V = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10^7 \cdot 5,6}{3,14 \cdot 0,019^2} = 0,84 \text{ м/с}$$

Тоді можна знайти:

$$h_l = 0,029 \cdot \frac{6 \cdot 0,84^2}{0,019 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,02 \text{ м, (0,2 кПа)}$$

Витрати тиску від місцевих опорів:

$$\sum \xi = 0,4 + 1 + 0,4 + 1 = 2,8$$

$$h_\xi = 2,8 \cdot \frac{0,84^2}{2 \cdot 9,81} = 0,1 \text{ м, (1 кПа)}$$

Витрата тиску на ділянці трубопроводу підведення робочої рідини:

$$H = 0,02 + 0,1 = 0,12 \text{ м, м, (1,21 кПа)}$$

Ця величина втрат тиску на графіку рис. 3.9. (3) буде мати вигляд похилої прямої, що сполучає 15-ий та 16-ий розпилувачі і має більший ухил ніж крива, що зображає втрати тиску по довжині в проміжній секції. Наступна частина кривої відображає падіння тиску під час проходження рідини центральною секцією штанги. Від регулятора тиску відводиться ще й третя вітка штанги, яка включає з'єднувальний трубопровід, проміжну секцію, з'єднувальний рукав та кінцеву секцію. Визначені втрати тиску будуть такими.

Для з'єднувального трубопроводу:

$$V = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10^5 \cdot 15}{3,14 \cdot 0,019^2} = 2,11 \text{ м/с}$$

Коефіцієнт гідравлічного тертя вибираємо з графіка, приведеного на рис.

3.2. для швидкості 1,26 м/с та діаметру трубопроводу 0,01905 м становить 0,023.

Тоді:

$$h_l = 0,023 \cdot \frac{6 \cdot 2,11^2}{0,019 \cdot 2 \cdot 9,81} = 1,1 \text{ м, (11,1 кПа)},$$

Витрати тиску від місцевих опорів:

$$\sum \xi = 0,4 + 1 + 0,3 + 0,3 + 1 = 3,$$

$$h_\xi = 3 \cdot \frac{2,11^2}{2 \cdot 9,81} = 0,68 \text{ м, (6,9 кПа)},$$

Витрата тиску на ділянці трубопроводу підведення робочої рідини:

$$H = 11,1 + 0,68 = 11,78 \text{ м, м, (119,4 кПа)}.$$

Аналогічно до другого випадку, розглянутого вище визначаються витрати тиску на з'єднувальному рукаві між 27-м та 28-м розпилувачами. Довжина його така ж сама і становить 0,8 м.

Швидкість руху рідини в рукаві:

$$V = \frac{4 \cdot 4 \cdot 10^{-5} \cdot 9}{3,14 \cdot 0,019^2} = 1,26 \text{ м/с.}$$

Тоді можна знайти:

$$h_l = 0,0263 \cdot \frac{6 \cdot 1,26^2}{0,019 \cdot 2 \cdot 9,81} = 0,007 \text{ м, (0,07 кПа)},$$

Витрати тиску від місцевих опорів:

$$\sum \xi = 0,4 + 1 + 0,4 + 1 = 2,8,$$

$$h_\xi = 2,8 \cdot \frac{1,26^2}{2 \cdot 9,81} = 0,23 \text{ м, (2,3 кПа)},$$

Витрата тиску на ділянці трубопроводу підведення робочої рідини:

$$H = 0,07 + 0,23 = 0,3 \text{ м, м, (3,04 кПа)}.$$

Витрати тиску в кінцевій секції визначаються так само, як і в попередніх випадках. Результатами всіх розрахунків є графік, що зображений на рис 3.3. і є залежністю:

$P = f(l);$   
 де  $l$  - довжина штанги обприскувача, м  
 $P$  - тиск рідини, причому вище розраховані втрати тиску виміру  $H$  мають  
 одиниці виміру не м., а кПа

Дана побудова чітко відображає вплив конструкції та технологічного виконання обприскувача на якість виконуваного процесу. Так у першому випадку зменшення тиску робочої рідини в комунікаціях та штанзі обприскувача значно перевищують допустимі межі, що визначені згідно агротехнічних

ВИМОГ.

Ці межі становлять (371 – 453,6) кПа. Тому перше виконання технологічної схеми обприскувача є неможливим з огляду на неякісний розпил робочої рідини, нерівномірність, надмірні затрати енергії і т. д. Другий варіант є близький до граничного, тому слід звернути увагу на шляхи зменшення втрат тиску, а відповідно і енергії.

Третій приклад є найбільш досконалим і ефективним як з точки зору якості розпилу, втрат і інших технологічних показників, так і з точки зору конструктивного вирішення, адже дана конструкція дозволяє легко за допомогою двох лише гідроциліндрів, що монтуються на штанзі приводити її в транспортне положення.

### 3.4.3. Визначення оптимальної висоти встановлення робочих

#### органів обприскувача над оброблюваним матеріалом

Рідина, при витіканні з отвору в розпилювачі під тиском, взаємодіє з навколишнім середовищем. В результаті цього робочий потік, створений розпилюючим пристроєм, формується із повітря та великої кількості дрібних краплинок рідкого розчину робочої рідини, які перебувають у ньому. Після виходу з розпилювача потік є аналогічним до вільно затопленої струмині: він рівномірно розширюється по мірі віддалення від вихідного отвору, оскільки в

нього проникають частинки оточуючого повітря, а швидкість зменшується в певній залежності від відстані; чітко виділяються дві ділянки - початкова та основна.

В початковій ділянці струмینی біля виходу з розпилювача швидкість ядра потоку буде постійною та найбільшою: вона визначається тиском в середині розпилюючого пристрою. На основній ділянці швидкість падає. В напрямку від осі струмینی до її границь швидкість також падає, і на границі струмینی дорівнює нулю. Епюри швидкостей мають аналогічний характер в різних січеннях труби.

В розпилювачах різних типів різний і боковий кут розширення струмینی. Цей кут для кожного струменя є постійним, його значення визначається ступенем турбулентності. В даному випадку для розрахунків приймаємо значення цього кута  $50^\circ$ . Від величини цього кута залежить висота розташування

станги обприскувача над оброблюваним матеріалом. Схема роботи розпилюючого органу наведена на рис.

#### 3.4.4. Оптимальне обприскування та розподілення робочої рідини по поверхні

Оптимальне обприскування та розподілення робочої рідини по поверхні оброблюваного матеріалу буде забезпечуватись тоді, коли крайні частинки розпиленої рідини від одного розпилювача будуть знаходитись в площині рослин, в точці проєкції розпилювача на цю площину. Тобто буде забезпечуватись подвійне перекриття. Саме цей варіант і наведений на рис. 3.10.

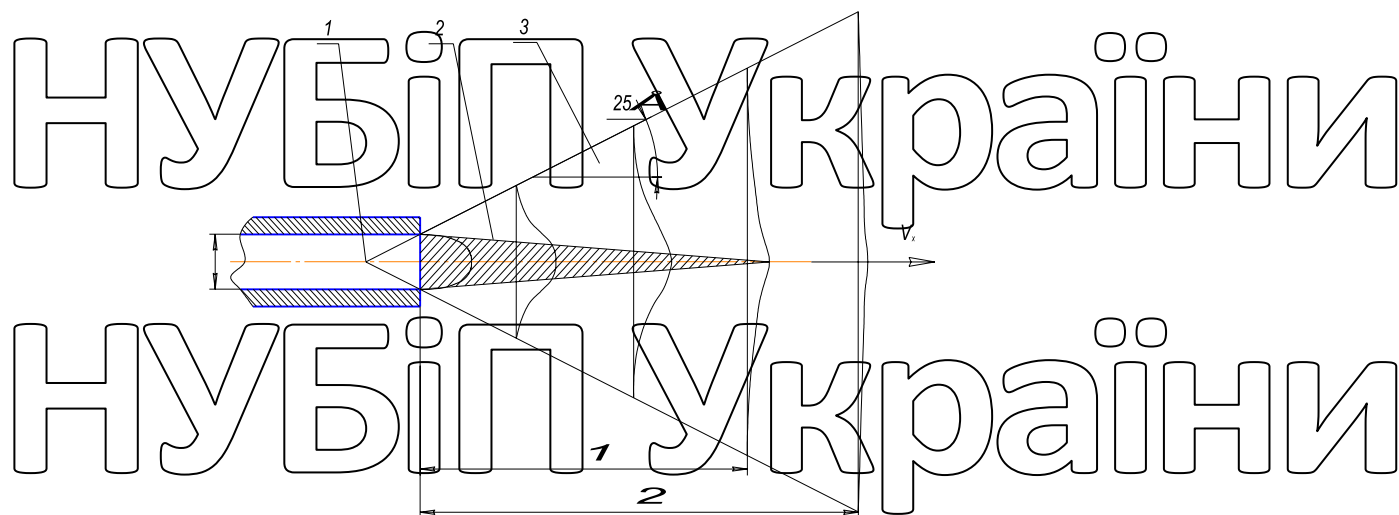


Рис 3.10. Схема вільно затопленої струмини

1 – полюс струмини, 2 – ядро потоку, 3 – перехідне сичення;  $l$  та  $l'$  – початкова та основна ділянки струмини відповідно;  $d$  – діаметр вихідного отвору розпилювача.

Висота  $H$ , розташування штанги обчислюється за формулою:

$$H = \frac{l_p}{\text{tg}^2 \frac{\alpha}{2}}, \text{ м} \quad (3.12)$$

де:  $l_p$  - відстань між двома сусідніми розпилювачами на штанзі, м.

$$H = \frac{0,5}{\text{tg}^2 \frac{50}{2}} = 1,7 \text{ м.}$$

Отже для найкращого покриття оброблюваних рослин робочим розчином слід встановити штангу на висоті 1,07 м над рівнем тої площини, в якій зосереджена найбільша кількість зеленої маси при обприскуванні пестицидами або над ґрунтом – при внесенні рідких отрутохімкатів.

## РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1. Організація робіт з охорони праці

При організації охорони праці в господарстві слід керуватися «Правилами охорони праці у сільськогосподарському виробництві», які затверджені наказом Міністерства соціальної політики України 29 серпня 2018 року № 1240 (Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 21 вересня 2018 р. за № 1090/32542).

Особи, відповідальні за дотримання правил техніки безпеки і охорони праці (інженери з експлуатації, механіки, бригадири, майстри й інші керівники),

зобов'язані:

- не допускати перевірку тракторів, комбайнів і самохідних машин, що знаходяться в русі,

- не допускати до роботи на пересувних засобах технічного обслуговування, металообробних верстатах, до електрогазозварочних, ковальських і інших робіт осіб, що не мають відповідних чи посвідчень інших документів;

- стежити за справним станом пересувних засобів технічного обслуговування й устаткування, що знаходиться на стаціонарному пункті технічного обслуговування, а також за наявністю і справністю всіх передбачених правилами техніки безпеки запобіжних пристроїв, огорожень і індивідуальних засобів захисту, що забезпечують безпечні умови праці на відповідній ділянці роботи;

- вимагати дотримання штатними працівниками і особами, що працюють за трудовою угодою, правил та інструкцій з техніки безпеки, строго стежити за дотриманням безпечних методів праці і використанням усіх наявних запобіжних і захисних засобів;

- визначати маршрути проходження пересувних засобів технічного обслуговування до місця роботи.

Усі працівники, що влаштовуються на роботу, повинні пройти вступний інструктаж, інструктаж на робочому місці, а потім через кожні шістьох місяців роботи періодичний інструктаж. Робітники, зайняті на особливо небезпечних і шкідливих роботах (електрогазоварювальні, ковальські, зарядка акумуляторів і ін.), періодичний інструктаж проходять через три місяці.

Важливим у зниженні виробничого травматизму є пропаганда безпечних методів ведення робіт, тому керівництво пункту технічного обслуговування зобов'язано організувати куточок з техніки безпеки.

Куточок з техніки безпеки організується у спеціальному приміщенні чи безпосередньо в основному відділенні майстерні пункту технічного обслуговування. Ділянку куточка доцільно відокремити декоративною стінкою зі склоблоків висотою приблизно 2,6 м. Куточок повинен відповідати вимогам естетики. Його необхідно забезпечити аптечкою для надання першої медичної допомоги, столом і стільцями. Тут же повинні бути виставлені зразки захисних окулярів, світлофільтрів, респіраторів та інших індивідуальних засобів захисту. Варто також представити для порівняння справний і несправний інструмент. Тематика ілюстрацій і експозиції стендів повинні відбивати безпечні прийоми праці при технічному обслуговуванні і ремонті сільськогосподарської техніки, а також спеціальні види робіт, виконувані на пункті технічного обслуговування.

#### 4.2. Безпека при застосуванні хімічних речовин

У сучасному сільськогосподарському виробництві, широко використовуються такі хімічні речовини, як пестициди, мінеральні добрива, розчинники, фарба, лаки, кислота та ін., їх проникнення у повітря робочої зони або навколишнє середовище, в продукти харчування, на одяг працюючих створюють умови для виникнення гострих хронічних отруєнь людей та тварин.

Отрутохімікати застосовуються для боротьби із шкідниками сільськогосподарських культур. При виробництві, застосуванні та зберіганні отрутохімікатів (ДНАОПО 03-1. 12-73 №123-73) необхідно врахувати їх

основні особливості запобігти їх циркуляції у біосфері, концентрації препаратів, необхідні для знищення шкідників, одночасно небезпечні для людини (зменшувати їх неможливо оскільки препарати втрачають свої властивості). При роботі з

отрутохімікатами потрібний комплексний захист органів дихання від парів і

аерозолів. Мінеральні добрива при застосуванні, зберіганні та транспортуванні

можуть надходити в робочу зону і негативно впливати на працюючих. Азотні,

фосфорні та калійні добрива здатні сильно подразнювати шкіру, слизову

порожнину.

До робіт з хімічними речовинами не допускаються особи віком до 18

років, чоловіки старше 55 років та жінки – 50 років, вагітні жінки та матері, що

годують немовлят, а також особи (за рішенням медичної комісії) які перенесли

інфекційні захворювання або хірургічні операції або виявлені такі хвороби як

туберкульоз, захворювання нервової системи, психічні захворювання та інші.

[19]

Особи що допущенні після комісії, допускаються до роботи з хімічними

речовинами при умові проходження відповідного навчання з охорони праці,

інструктажів, при забезпеченні засобами індивідуального захисту і наявності

медичної книжки.

Категорично забороняється під час роботи з хімічними речовинами

вживати алкоголь, бо він сприяє інтенсивному всмоктувані отруйних речовин в

кров. На місці роботи з отруйними речовинами забороняється палити та приймати

їжу. Прийом їжі в польових умовах дозволяється на відстань 200м від оброблених

ділянок. Там повинна бути вода, мило та рушник. Перед прийняттями знімають

спецодяг, миють руки, обличчя, полощуть ротову порожнину.

При сівбі протрусним насінням прямиий контакт сівача з насінням не

дозволяється. Під час сівби кришки сівалок повинні бути щільно зачинені.

Забороняється сидіти на мішках з протруєним насінням, перевозити його з продуктами харчування.

### 4.3. Розрахунок засобів індивідуального захисту

Механізаторам, допоміжному персоналу і спеціалістам, які зайняті на вирощуванні сільськогосподарських культур, передбачена безкоштовна видача за встановленими нормами спеціального одягу, взуття та інших засобів індивідуального захисту.

Необхідну кількість спеціального одягу і засобів індивідуального захисту для підрозділу визначаємо шляхом визначення робітників, зайнятих одночасно на виконанні даної операції і норм видачі спецодягу для даної операції. Дані розрахунків заносимо в табл. 4.1.

Таблиця 4.1.

Норма видачі спецодягу і засобів індивідуального захисту

Вид спецодягу	Строк до списування, місяців	Необхідна кількість
1. Костюм з полезахисної тканини	12	28
2. Комбінезон з кислотозахисної тканини	змінний	2
3. Рукавиці комбіновані	6	56
4. Рукавиці гумові	4	8
5. Чоботи гумові	24	2
6. Нарукавники	змінні	2
7. Окуляри захисні	до зношування	24
8. Респиратор	до зношування	8

### 4.4. Рекомендації по поліпшенню умов праці

1. Провести паспортизацію виробничих підрозділів (інженер з охорони праці). Проводиться щорічно.

2. Укомплектувати медичні аптечки (інженер з охорони праці).  
Березень 2021 року.

3. Посилити контроль за виконанням шкідливих та небезпечних робіт (керівники підрозділів). Постійно.

4. Забезпечити працюючих необхідною кількістю справних засобів індивідуального захисту (інженер з охорони праці). Травень 2021 року.

5. Укомплектувати пожежні щити необхідним інвентарем (керівник станції пожежної охорони). Квітень 2021 року.

6. Провести 32-годинні курси з охорони праці (керівники підрозділів господарства). Лютий 2021 року.

7. Придбати нову нормативно-технічну літературу з охорони праці (інженер з охорони праці). Постійно.

#### 4.5. Техніка безпеки під час підготовки до роботи та використанні обприскувачів

Для роботи з обприскувачем слід виконувати та дотримуватись наступних вимог та рекомендацій.

##### **Забороняється:**

➤ Допускати до роботи з обприскувачем осіб віком до 18 років, жінок.

➤ Забирати спецодяг додому.

➤ Їсти та курити на місці роботи.

➤ Під час роботи з мацувати обприскувач, усувати пошкодження, доторкатися до деталей, що обертаються.

➤ Огляд, регулювання та догляд за обприскувачем проводити тільки при непрацюючому двигуні трактора.

➤ Працювати з пошкодженими рукавами та негерметичними з'єднаннями.

➤ Монтажні роботи з колесами обприскувача без встановлених

домкратів. Для зняття коліс використовувати домкрати вантажопідйомністю не менше 2,5 т.

При піддомкращуванні встановити обприскувач на рівній горизонтальній площадці, при цьому при від'єднаному від трактора обприскувача попередньо

встановити його на опору, а під протилежне колесо встановити колодку. Домкрат встановити під раму обприскувача на міцних підставках в місцях, що вказані знаком встановлення домкрата.

- Працювати на тракторах з пошкодженим склом кабіни.
- Їзда обприскувача в поперек крутих схилів (більше 7 град), а також через канави глибше 300 мм і виступи більше 250 мм.

➤ Використовувати в господарських цілях бак обприскувача і тару від розчинів отрутохімікатів.

- Мити бак і комунікацію поблизу водойми.

➤ Починати роботу з виключеним або несправним манометром.

➤ Особи, які допущені до роботи з обприскувачем, повинні пройти медичний огляд, не рідше одного разу на 12 місяців.

- Особи, які працюють з обприскувачем, повинні дотримуватись

особистої гігієни: руки перед їздою змащувати вазеліном, перед їздою і в кінці роботи знімати спецодяг, мити руки і лице теплою водою.

➤ Монтаж обприскувача і його з'єднання з трактором повинні проводити двоєлюдей – тракторист і допоміжний робочий.

- Технічне обслуговування та ремонти обприскувачів проводити при

опущеній/ зафіксованій опорі.

➤ Бачок для миття рук при експлуатації обприскувача повинен бути заповнений питною водою для миття рук.

- При заправленні обприскувача необхідно одягати гумові рукавиці,

чоботи, фартук, а також окуляри і фільтруючий респіратор.

➤ Після заповнення ями міститиме обробити кашкою хлорного вапна і засипати землею.

- Транспортується обприскувач по дорогах загального користування з

незаповненим баком.

Більш детальний інструктаж по роботі з обприскувачем проводить при підготовці до початку роботи спеціаліст, який керує роботою.

## РОЗДІЛ 5 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Доцільність впровадження нововведень підтверджується економічною ефективністю. Новизна повинна не тільки не уступати базовому варіантові, а й перевищувати по певним показникам. На реалізацію нововведення потрібні певні затрати, або можливе більш повне і правильне використання машин і енергетичних засобів, що використовуються в базовому варіанті.

В економічних розрахунках, пов'язаних з ефективністю використання машин при виконанні механізованих робіт застосовують, головним чином, прями і приведені експлуатаційні витрати і розрахунок затрат праці. Всі складові експлуатаційних витрат розділяють на три групи: витрати, що залежать від балансової вартості, встановлених нормативів відрахувань і строку служби машини; витрати пов'язані з оплатою праці, витрати, що залежать від обсягу фактичного наробітку й витрати паливно-мастильних матеріалів. Відношення прямих експлуатаційних витрат до одиниці наробітку (продуктивності) називають питомими.

Розрахуємо економічну ефективність нового варіанту внесення отрутохімікатів. За базу для порівняння вибрана наступна технологічна схема: внесення отрутохімікатів здійснюється штанговим обприскувачем ОПШ-15, а для заробки отрутохімікатів в ґрунт використовують культиватор КШП-8.0. Продуктивність обприскувача буде визначатися продуктивністю культиватора і буде становити  $W = 3,69$  га/год. Кожен агрегат обслуговує один механізатор, оплату праці яким здійснюють по V-му розряду тарифної сітки.

По новому варіанту внесення і загортання отрутохімікатів здійснюється одним агрегатом. Агрегат обслуговує один механізатор, оплату праці якому також здійснюють по V-му розряду. Продуктивність агрегату також буде становити  $W = 3,69$  га/год.

Затрати праці на виконання операції визначаються по формулі:

$$z_{\text{п}} = \frac{m}{W} \quad (5.1)$$

де  $m$  – кількість обслуговуючого персоналу.

Затрати праці при виконанні двох операцій по базовій технології становитимуть:

$$(z_{п})^б = \frac{m}{W_{год}} = \frac{2}{3,69} = 0,54 \text{ люд. год./га}$$

Для комбінованого агрегату, який обслуговує один чоловік, затрати

праці складатимуть:

$$(z_{п})^к = \frac{m}{W_{год}} = \frac{1}{3,69} = 0,27 \text{ люд. год./га}$$

Як бачимо, спостерігається зниження затрат праці на 0,27 люд-год./га.

Питомі прямі експлуатаційні витрати  $C_{пит}$  (грн./га), на виконання

механізованих робіт визначають за формулою:

$$C_{пит} = C_{оп} + C_{пмм} + C_{ра} + C_{кто} \quad (5.2.)$$

де  $C_{оп}$  – питомі прямі експлуатаційні витрати грошових коштів на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн./га;

$C_{пмм}$  – вартість витрачених паливо-мастильних матеріалів, грн./га;

$C_{ра}$  – відрахування на реновацію (повне відновлення) складових елементів машинно-тракторного агрегату в цілому, грн./га;

$C_{кто}$  – відрахування на капітальний і поточний ремонт та технічне обслуговування по всіх складових елементах машинно-тракторного агрегату, грн./га.

Оплата праці обслуговуючого персоналу, можна визначити за формулою:

$$C_{оп} = \frac{m_1 f_1 + m_2 f_2}{W_{зм}}, \quad (5.3.)$$

де  $m_1$  і  $m_2$  – кількість працівників, які обслуговують агрегат окремо за кожною кваліфікацією;

$f_1$  і  $f_2$  – оплата праці за змінну норму виробітку працівника кожної кваліфікації;

$W_{зм}$  – змінна норма виробітку, га.

$$C_{оп}^б = \frac{1 \cdot 350 + 1 \cdot 350}{25,86} = 27,06 \text{ грн./га.}$$

Внесення отрутохімікатів і його заробка по новій технології проводиться одним агрегатом, який обслуговує один механізатор. Оплату праці йому

здійснюють по шостому розряду. Тоді, оплата праці обслуговуючого персоналу по новій технології з врахуванням підвищення зарплати буде становити

$$C_{\text{оп}}^b = \frac{1 \cdot 350}{25,86} = 13,53 \text{ грн./га.}$$

Вартість витрачених паливо-мастильних матеріалів, грн./га, можна

визначити за формулою:

$$C_{\text{ПММ}} = C_{\text{к}} \cdot g_{\text{га}} \quad (5.4)$$

Де  $C_{\text{к}}$  – комплексна ціна 1 л палива з врахуванням основного палива, пускового бензину і мастильних матеріалів,  $C_{\text{к}} = 36 \text{ грн./кг}$ ;

$g_{\text{га}}$  – витрата палива, кг/га.

По базовій технології витрата палива на виконання змінної норми для першого агрегату становить:  $g_{\text{га}} = 1,5 \text{ кг/га}$ , для другого -  $g_{\text{га}} = 3,5 \text{ кг/га}$ . Тому,

вартість витрачених паливо-мастильних матеріалів становить

$$C_{\text{ПММ}}^b = (1,5 + 3,5) \cdot 36 = 180 \text{ грн./га.}$$

По новій технології витрати палива на одиницю виконаної роботи становлять  $g_{\text{га}} = 2,35 \text{ кг/га}$ . Тоді, затрати на паливо-мастильні матеріали становитимуть

$$C_{\text{ПММ}}^n = 2,35 \cdot 36 = 84,6 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на реновацію машин в агрегаті  $C_{\text{РА}}$  грн./га визначаються

зрівнянням

$$C_{\text{РА}} = \frac{\alpha_{\text{РТ}} \cdot B_{\text{Т}}}{100 \cdot W_{\text{Г.ек}} \cdot t_{\text{ФТ}}} + \frac{\alpha_{\text{РМ}} \cdot B_{\text{М}}}{100 \cdot W_{\text{Г.ек}} \cdot t_{\text{ФМ}}} \quad (5.5)$$

де  $\alpha_{\text{РТ}}$  і  $\alpha_{\text{РМ}}$  – норма річних відрахувань на реновацію від балансової вартості відповідного трактора і машини, %;

$B_{\text{Т}}$  і  $B_{\text{М}}$  – балансова вартість відповідно трактора і робочої машини, грн.;

$W_{\text{Г.ек}}$  – продуктивність агрегату за годину експлуатаційного часу, га;

$t_{\text{ФТ}}$   $t_{\text{ФМ}}$  – зональне річне завантаження відповідно трактора і робочої машини, год.

Для базової технології з штанговим обприскувачем ОПШ-15 відрахування на реновацію будуть становити

$$(C_{\text{РА}})^b = \frac{10 \cdot 685800}{100 \cdot 3,69 \cdot 1600} + \frac{20 \cdot 77700}{100 \cdot 3,69 \cdot 320} = 25,21, \text{ грн./га.}$$

Для агрегату КШП-8,0

$$(C_{PA})^6 = \frac{10 \cdot 1385000}{100 \cdot 3,69 \cdot 1500} + \frac{14,2 \cdot 195250}{100 \cdot 3,69 \cdot 200} = 62,58, \text{ грн./га.}$$

Отже, сумарні відрахування по базовій технології становлять

$$C_{PA}^6 = 25,21 + 62,58 = 87,79 \text{ грн./га.}$$

В новій технології в комбінованому агрегаті використовується додаткова ємність, вартість якої становить 10 % від вартості обприскувача, тобто

$$B_{\epsilon} = 0,1 \cdot B_M = 0,1 \cdot 9430 = 943 \text{ грн.}$$

Тоді, вартість обприскувача становитиме:

$$B_M' = B_M + B_{\epsilon} = 9430 + 943 = 10373 \text{ грн.}$$

Таким чином, відрахування на реновацію по новій технології становитимуть

$$(C_{PA})^H = \frac{10 \cdot 1385000}{100 \cdot 3,69 \cdot 1500} + \frac{14,2 \cdot 195250}{100 \cdot 3,69 \cdot 200} + \frac{20 \cdot 103730}{100 \cdot 3,69 \cdot 320} = 80,14, \text{ грн./га.}$$

Відрахування на капітальний і на поточний ремонт, а також технічне обслуговування,  $C_{KTO}$ , грн./га, обчислюються за формулою:

$$C_{KTO} = \frac{\alpha_{KT} \cdot B_T}{100 \cdot W_{гек} \cdot t_{HT}} + \frac{1}{100 \cdot W_{гек}} \left( \frac{\alpha_T \cdot B_T}{t_{HT}} + \frac{\alpha_M \cdot B_M}{t_{HM}} \right) \quad (5.6.)$$

де  $\alpha_{KT}$  – норма річних відрахувань на капітальний ремонт трактора, %;

$\alpha_T$  і  $\alpha_M$  – норма річних відрахувань на поточний ремонт відбалансованої вартості відповідно трактора і робочої машини, %;

$t_{HT}$  і  $t_{HM}$  – нормативне річне завантаження відповідно трактора і робочої машини, год.

Відрахування на капітальний і поточний ремонт і технічне обслуговування по базовій технології становить:

для агрегату ОПШ-15

$$(C_{KTO})^{61} = \frac{5 \cdot 685800}{100 \cdot 3,69 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 3,69} \cdot \left( \frac{8 \cdot 685800}{1600} + \frac{9 \cdot 77700}{320} \right) = 26,71 \text{ грн./га,}$$

для агрегату КШП-8,0

$$(C_{KTO})^{62} = \frac{5 \cdot 1385000}{100 \cdot 3,69 \cdot 1500} + \frac{1}{100 \cdot 3,69} \cdot \left( \frac{8 \cdot 1385000}{1500} + \frac{12,5 \cdot 195250}{200} \right) = 65,79, \text{ грн./га,}$$

Сумарні витрати на ремонт і ТО для базової технології будуть становити

Відрахування на капітальний і поточний ремонт і технічне обслуговування по новій технології становлять

$$C_{\text{кто}} = 26,71 + 65,79 = 92,5 \text{ грн./га,}$$

$$(C_{\text{кто}})^{\text{н}} = \frac{5 \cdot 1385000}{100 \cdot 3,69 \cdot 1500} + \frac{1}{100 \cdot 3,69} \cdot \left( \frac{8 \cdot 1385000}{1500} + \frac{12,5 \cdot 195250}{200} + \frac{9 \cdot 103700}{320} \right) = 73,2 \text{ грн./га,}$$

Таким чином, питомі прямі експлуатаційні витрати для базової технології становлять

$$C_{\text{пит}}^{\text{б}} = 27,06 + 128,50 + 87,89 + 92,5 = 335,85 \text{ грн./га.}$$

Для нового комбінованого агрегату прямі експлуатаційні витрати становлять

$$C_{\text{пит}}^{\text{н}} = 13,53 + 84,6 + 80,14 + 73,2 = 251,47 \text{ грн./га.}$$

Таким чином, економічні розрахунки показують, що при впровадженні комбінованого агрегату питомі експлуатаційні витрати зменшаться на

$$E_e = 335,85 - 251,47 = 84,38 \text{ грн./г}$$

При впровадженні комбінованого агрегату на площі 100 га річний економічний ефект становитиме

$$E_p = 84,38 \cdot 100 = 8438 \text{ грн.}$$

$$E_p = \frac{B_{\text{мм}}}{B_0} \quad (5.7.)$$

Де  $B_{\text{мм}}$  – вартість модернізації оприскувача, грн.

Термін окупності затрат на модернізацію комбінованого агрегату визначимо по формулі:

$$T_0 = \frac{10373 - 9430}{8438} = 0,11 \text{ рік}$$

Результати розрахунків економічної ефективності проекту заносимо в таблицю 5.1. Таким чином, впровадження агрегату економічно вигідно для господарства.

Таблиця 5.1.

Результати розрахунку економічної ефективності проекту

Найменування показника	Набір машин		Відхилення +, -
	Базовий	Новий	
Продуктивність, га/год.	3,69	3,69	0
Затрати праці, люд-год./га	0,54	0,27	- 0,27
Прямі питомі експлуатаційні затрати, грн./га	335,85	251,47	- 84,38
в т.ч. - оплата праці з нарахуваннями, грн./га	27,06	13,53	- 13,53
- затрати на паливо-мастильні матеріали, грн./га	180	84,6	-95,4
- відрахування на реновацію, грн./га	87,79	80,14	-7,65
-затрати на ремонт і ТО, грн./га	92,5	73,2	-19,3
Річний економічний ефект, грн.		8438	
Строк окупності затрат, років		0,11	

# НУБІП України

# НУБІП України

# НУБІП України

## ВИСНОВКИ

1. Аналіз літератури, наукових досліджень та передового досвіду наукової літератури, патентів, досліджень і практичних даних дозволив нам вибрати оптимальні елементи технології вирощування пшениці. А аналіз технологій вирощування пшениці показує, що її урожайність в значній мірі залежить від забур'яненості посівів, а тому для зменшення

# НУБІП України

забур'яченості при вирощування цієї культури необхідно вносити отрутохімікати. Проведені розрахунки дали можливість визначити потребу в ресурсах і показники ефективності.

2. Для боротьби з бур'янами на посівах більшість отрутохімікатів передбачається вносити в ґрунт весною до передпосівного обробітку. Причому з метою зменшення втрат летких отрутохімікатів заробляти їх в ґрунт необхідно на глибину 10...12 см при інтенсивному перемішуванні ґрунту. Досягти зазначеного можна якщо заробляти отрутохімікатів, після їх внесення культиваторами з ротаційними боронами. Тривалість між внесенням отрутохімікатів і їх загортанням в ґрунт не повинна перевищувати 15 хв.

3. Відцентрові розпилювачі отрутохімікатів найбільш перспективні з точки зору бажаної дисперсності розпилення рідини та екологічної безпеки процесу обприскування. Хвилинна витрата відцентрового розпилювача з достатньою точністю може бути визначена лінійною залежністю від діаметра вихідного отвору та тиску робочої рідини. Коефіцієнт варіації розподілу рідини по довжині штанги для відцентрових розпилювачів з витратою 0,6 л/хв становить близько 30%, що відповідає існуючим вимогам.

4. Результати дослідів підтвердили працездатність тарільчастого розприскувача рідких отрутохімікатів, спрощена конструкція якого виключає необхідність використання насосів високого тиску та вентиляторних пристроїв, які використовуються в існуючих розпилювачах рідких отрутохімікатів.

Кращі результати по якості розпилювання, а саме висока рівномірність, відсутність кшція та наявність виражених меж плями, отримані при куті нахилу отворів бокових стінок рівним  $22,5^\circ$

Оптимальні за якістю плями розприскування рідини та розмірами рівними 5...6 м дозволяють установку розприскувачів на агрегаті внесення рідких отрутохімікатів, з урахуванням зон перекриття, з відстанями між ними рівними

4,5...5,5 м. Так при ширині захвату агрегату 24м необхідна установка 5 розприскувачів

5. Розрахунки технологічних та кінематичних показників обприскувачів показали, що для найкращого покриття оброблюваних рослин робочим розчином слід встановити штангу на висоті 1,07 м над рівнем тої площини, в якій зосереджена найбільша кількість зеленої маси при обприскуванні отругохімікатами.

6. Проведені розрахунки дали можливість визначити оптимальні параметри робочих органів і режими роботи агрегатів. Визначено всі основні показники роботи агрегатів, що дають змогу для оптимального планування робіт.

7. Розроблено заходи по покращенню охорони праці, які можуть бути використані при проведенні інструктажів на робочому місці перед початком польових робіт при використанні обприскувачів, проведенні навчання працівників господарства і оновленню засобів з охорони праці. Заходи з охорони праці підвищать безпеку і комфортність роботи в господарстві.

8. Запровадження розробленого комбінованого агрегату дасть змогу одержати економічний ефект в сумі 7993 грн. в рік, а додаткові витрати окупляться протягом першого року його використання.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Верещагин Н.И. Организация и технология механизированных работ в растениеводстве: Учебное пособие для нач. проф. об. / [ Н.И. Верещагин, А. Г. Левшин, А. Н. Скороходов и др]. – 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр “Академия”, 2003. – 416 с.
2. Гаврилюк Г.Р. Технологічна наладка та усунення несправностей сільськогосподарських машин. Довідник. – К.: Урожай, 1998.

3. Головчук А.Ф. Машиновикористання та екологія довкілля. – К.:Грамота, 2007.

4. Діденко М.К. Експлуатація машинно-тракторного парку : підручник для с.-г. технікумів із спец. "Механізація сіл. госп-ва" / [М. К. Діденко]. - 5-е изд., перераб. и доп. - Київ : Вища школа, 1983. - 447 с..

5. Кочев В.І. Довідник по регулюванню сільськогосподарських машин / [В. І. Кочев та ін.] ; за ред. В. І. Кочева. - Київ : Урожай, 1985. - 311 с..

6. Саблук П.Т. та ін. Технологія вирощування зернових і технічних культур в умовах Лісостепу України. – К.: Інститут аграрної економіки, 2008.

7. Саблук П.Т. та ін. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур. – Х.: Укразрозпачастина, 2004.

8. Фортуна В.Й. Технологія механізованих сільськогосподарських робіт. – К.: Урожай, 1991.

9. Левитский И.С. Организация ремонта и проектирование сельскохозяйственных и ремонтных предприятий. – М.: Колос, 1997. – 428 с.

10. Технологические указания по восстановлению деталей. – М.: ГОСНИТИ, 1976

11. Техническое нормирование ремонтных работ в сельском хозяйстве. Матвеев А. Р., Дустовалов П. Г. – М.: Колос. 1979.

12. Фільштейн Л., Праця. Техніко-економічне та соціальне нормування. – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2007. – 88 с.

13. Олейник Н.В., Кычин В.П, Луговской А.Л. Поверхностное динамическое упрочнение деталей машин. -К.: Техника, 1984. -151с.

14. Экспериментальные исследования конструкционной прочности машиностроительных материалов и деталей машин. Под ред. И. В. Кудрявцева. - М: Машиностроение, 1987. - 259 с.

15. Проектирование ремонтных предприятий сельского хозяйства / И.А. Булей и др. – К.: Урожай, 1988

16. Гречкосій В.Д. Довідник сільського інженера: [Довідник] / В.Д. Гречкосій та ін. – К.: Урожай, 1998

17. Дипломне проектування з ремонту машин агропромислового комплексу / І.М. Бендера, А.М. Оленюк, П.П. Федірко та ін. / За редакцією І.М. Бендери, А.М. Оленюка. Кам'янець-Подільський: ФОП Смесин О.В., 2012. – 480 с.

18. Охорона ґрунтів: Навч. посіб. / М.К. Шидула, О.Ф. Ігнатенко, Л.Р. Петренко, М.В. Капшик. - К.: Т-во "Знання", КОО, 2001. - 398 с

19. Охорона праці в сільському господарстві. Довідник. К. Агросвіт-2000. - 214 с.

20. Малохатко О.М. Технічні характеристики тракторів і сільськогосподарських машин – Хорол, 2016.

21. Типові норми продуктивності і витрат палива на різні види робіт в сільському господарстві. – К.: Фенікс, 2015.

22. Каталог – довідник машин і обладнання для агропромислового комплексу. – К.: Аритис, 2003.

23. Руководство по эксплуатации обпрыскивателя “Кронос-3000-21,5” [Електронний ресурс] – Ресурс доступу: <http://dapr.sk.ua/upload/Tehnika/obpryskuvachi.pdf>

24. Біологічні особливості озимої пшениці [Електронний ресурс]. Буковинська бібліотека Buklib.net – Ресурс доступу: <http://buklib.net/books/30110/>

25. Ружицький М.А. Експлуатаці машин і обладнання: навчальний аосібник / [Ружицький М.А., Рябець В.І., Кіяшко В.М. та ін.]. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 617с.

26. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / Д. Г. Войтюк, В.О.Дубровін, Т. Д. Іщенко та ін.; За ред. Д. Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.

27. Комаристов В. Е. Сельскохозяйственные машины / В. Е. Комаристов, Н. Ф. Дунай. – К.: Вища шк. Главное изд-во, 1987. – 486 с.

28. Летошнев М. Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет, проектирование и испытание. – Л.: Гос. изд-во сельхоз. лит-ры, 1955. – 764.

29. Прокопенко С. Ф. Малообъемные обпрыскивание с.-х. культур / С. Ф. Прокопенко, В. В. Ченцов – М.: Агропромиздат, 2010. – 61с.

30. Листопад Г. Е. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Г. Е.

Листопад, Г. К. Демидов, Б. Д. Зодов. – М. : Агропромиздат, 2009. – 688 с.

31. Шамав Г. П. Справочник по машинам для борьбы с вредителями и

болезнями с.-х. культур / Г. П. Шамав, П. Г. Хмелев – М.: Колос, 1998. – 144

с.

32. Босой Е. С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Е.

С.Босой, О. В. Верняев, И. И. Смирнов – М. : Машиностроение, 1978. – 568

с.

33. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем. – М. : Наука, 1978. – 356

с. 9. Горячкин В. П. Собрание сочинений в трех томах. Т. 2 – М. : Колос,

1968. – 459 с.

34. Сысюкин Ю.М. Комарова М.К. Техническое обеспечение интенсивных

технологий. - М.: Росагропромиздат, 1988. -269 с.

35.Фортуна В.И., Миронюк С.К. Технология механизированных

сельскохозяйственных работ. - М.: Агропромиздат, 1986. - 304 с.

36.Самокиш М.Л., Ермантраут Е.Р. Организация і технологія механізованих

робіт. - К.: Урожай, 1991. - 160 с.

37.Довідник сільського інженера /В.Д.Гречкосій, О.М.Погорілець, І.І.Ревенко

та ін./; За ред. В.Д.Гречкосія. - 2-е вид., перероб. і доп. - К.: Урожай, 1991. -

400 с.

38.Комплексна механізація виробництва зерна /В.Д.Гречкосій, Д.М.Алімов,

В.І.Кифоренко, П.М.Чайка; За ред. В.Д.Гречкосія. К.: Урожай, 1991. - 216 с.

39.Гаврилюк Г.Р. Технологічна наладка та усунення несправностей

сільськогосподарських машин; Довідник. - К.: Урожай, 1988. -256 с.

40.Рекомендации по технологии уборки, хранения и рационального

использования влажного зерна и початков кукурузы. -К.: Урожай, 1983.-21 с.

41.Типовые нормы выработки и расхода топлива на сельскохозяйственные

механизированные работы. Изд.4, перераб.-М.: Россельхозиздат, 1981.-395с

42. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин: навч. посібник // Т. 1  
: Машини для захисту рослин від шкідників і хвороб, ч. 4. – Х. : ОКО, 2002.  
272 с.

43. Кленин Н. И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н. И.  
Кленин, В. А. Сакур – М. : Колос, 1987. – 486 с.

44. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник / Д.Г.  
Коваль В.П. Обприскування відцентровими розпилювачами Роса.  
Відцентровий розпилювач Роса / В.П. Коваль, О.І. Мележик // Техніка і  
технології АПК. – 2016. - №11. С. 13-16.

45. Кобель О.М. Стенд для дослідження розпилюючих пристроїв машин для  
внесення агрохімікатів / О.М. Кобель, А.М. Пугач, О.Ф. Кузьменко // Вісник  
Харківського національного технічного університету сільського господарства  
імені Петра Василенка. Вип. 190. – 2018. С. 52-57.

46. Коваль В.П. Просте доступне рішення проблеми зменшення планетарного  
забруднення пестицидам / В.П. Коваль, О.І. Мележик // Техніка і технології  
АПК. – 2015. - №1

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України