

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Механіко - технологічний факультет**

**Допущений до захисту:**

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

Кандидат технічних наук, доцент

\_\_\_\_\_ Гуменюк Ю.О.

\_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2025р.

**БАКАЛАВРСЬКА РОБОТА**

**Механізація захисту рослин з удосконаленням агрегату АПЖ-4" для  
приготування отрутохімікатів**

Спеціальність 208 "Агроінженерія

Гарант освітньої програми к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Сівак І.М.

Керівник дипломного проекту к.т.н., доцент \_\_\_\_\_ Онищенко Б.В.

Виконав \_\_\_\_\_ Тереня О.Є.

Київ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Механіко – технологічний факультет**

**ЗАТВЕРДЖУЮ :**

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

Кандидат технічних наук, доцент

\_\_\_\_\_ Гуменюк Ю.О.

\_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 2024р.

**ЗАВДАННЯ**

**На дипломний проект О. Тереня**

**на тему:**

**"Механізація захисту рослин з удосконалення агрегату АПЖ-4  
для приготування отрутохімкатів".**

1. Затверджено наказом ректора № 2098 "С" від 26.11.2024р.
2. Кінцевий термін подання завершеного ДП - 12 травня 2025 року.
3. Вихідні дані проекту :

Технології захисту рослин, техніка та інструкції до засобів захисту рослин та їх технічні властивості.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань для розробки)

Розділ 1: Аналіз технологій, техніки та організації праці у сфері захисту рослин.

Розділ 2: Аналіз інструкцій з приготування робочої рідини для пестицидів та заправки обприскувачів

Розділ 3 Заходи безпеки при роботі з розчинозмішувачем.

Розділ 4 Розрахунок економічної ефективності проекту.

Висновки, список використаних джерел та додатки.

Список графічних презентацій (з специфікацією необхідних зображень)

Слайд 1. Загальний вигляд техніки для захисту рослин.

Слайд 2. Агрегат для приготування розчину. Складальне креслення.

Слайд 4. Змішувач.

Слайд 5. Деталювання.

Слайд 6. Складні компоненти та деталі.

Слайд 7. Економічна ефективність проекту.

Дата прийняття завдання: 27 листопада 2024 року.

Керівник ДП \_\_\_\_\_ Доцент Б. Онищенко

Завдання прийняв \_\_\_\_\_ О. Тереня

## ЗМІСТ

Реферат .....	5
Вступ .....	6
1. Огляд технологій і технічних засобів обприскування сільськогосподарських культур .....	9
1.1. Аналіз основних методів і технологій обприскування сільськогосподарських культур.....	9
1.2. Аналіз конструкцій робочих органів обприскувача ....	17
2. Механічні та технологічні основи розробки машини ..	38
2.1. Агротехнічні вимоги до приготування та застосування пестицидів і гербіцидів. ....	38
2.2. Огляд конструкцій агрегатів для приготування робочих розчинів пестицидів та заправки обприскувачів .....	39
2.3. Обґрунтування необхідності розробки агрегата для приготування розчинів отрутохімікатів .....	43
2.4. Розрахунок деталей та вузлів змішувача .....	45
3. Охорона навколишнього середовища .....	54
4. Розрахунок економічної ефективності проекту.....	57
Висновки .....	64
Посилання.....	66
Додатки .....	68

## РЕФЕРАТ

Дипломний проект складається: пояснювальна записка, 22 рисунки, 6 таблиць, 3 додатки, 15 літературних джерел, 10 слайдів графічного матеріалу.

Тема дипломного проекту - "Механізація захисту рослин з удосконалення агрегату АПЖ-4 для приготування отрутохімікатів".

Метою цієї роботи є розробка змішувального пристрою.

В дипломному проекті детально проаналізовано технології захисту рослин, сучасні машини та перспективне обладнання для захисту рослин, запропоновано нову конструкцію змішувача розчинів пестицидів, визначено економічні показники проекту та представлено низку заходів з охорони праці при роботі з машинами для захисту рослин.

Ключові слова: технології захисту рослин, культура, змішувач, інструкція.

## ВСТУП

Найважливішими напрямками прискорення механізації, автоматизації виробничих процесів та підвищення ефективності використання машин і обладнання є наступні:

- Повна механізація виробничих процесів, впровадження більш досконалої системи обробки ґрунту та збирання врожаю в усіх регіонах України;

- Удосконалення конструкцій та використання сільськогосподарської техніки для забезпечення оптимальних умов для розвитку рослин під час проведення робіт з технічного обслуговування та уникнення різних видів втрат;

- Значне підвищення надійності сільськогосподарської техніки, а це означає, що роботи з технічного обслуговування можуть проводитися без технічних зупинок і можуть бути досягнуті високі показники якості;

- Покращити технічну експлуатацію та ремонт обладнання МТП, а також його придатність до технічного обслуговування, виявлення, транспортування та зберігання;

- Налагодження автоматизованих систем для підтримки технічних і технологічних операцій;

- Розробка та впровадження автоматизованих систем управління машино-тракторним парком в народному господарстві.

Передові технології вирощування на основі науково-технічного прогресу передбачають впровадження інтенсивних та індустріальних технологій, які дають змогу розміщувати культури по кращих попередниках, науково обґрунтовувати дози органічних і мінеральних добрив, висівати насіння з високою схожістю та здатністю до розмноження, досконало обробляти ґрунт, впроваджувати ефективну систему боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами, застосовувати раціональні способи збирання врожаю, організовувати та раціонально оплачувати працю механізаторів.

Для обприскування значної кількості сільськогосподарських культур, робочі рідини виготовляються за допомогою заправних станцій СЗС-10, АПР Темп, АПЖ-12, Пемікс-1002, Мобімікс, СТК-5, а також перетворювачів ВП-3М, ВУ-3.0 [1]тощо.

Техніко-економічний аналіз різних варіантів приготування розчинів та обприскування сільськогосподарських культур показав, що найбільш ефективним є обприскування в невеликих кількостях за допомогою обприскувача повного покриття з ємністю бака 1200 літрів. За рахунок зменшення витрати робочої рідини з 300 до 100 л/га витрати на обприскування можна зменшити на 13,3-15,4%[2].

Найважливішою операцією в технічному процесі обприскування сільськогосподарських культур, яка визначає якість виконання робіт і від якої залежить витрата препаратів, є підготовка робочої рідини до обприскування.

Робочу рідину для обприскувачів можна готувати на стаціонарних станціях або за допомогою мобільних установок. Наша промисловість наразі не випускає мобільних систем для приготування робочого розчину пестицидів. Нам відома стаціонарна станція СЗС-30, але її використання в господарствах з невеликими обсягами обприскування не є економічно вигідним, оскільки збільшує експлуатаційні та трудові витрати.

У господарствах з невеликими посівними площами для приготування робочих розчинів використовують апарати "Темп АПР". Для подачі води в пристрій "Темп" використовуються цистерни ЗЖВ-1,8 або РЖТ-4,2 в комбінації з трактором МТЗ-82[3]. Використання двох тракторів для приготування робочої рідини не є ефективним та економічно доцільним.

В межах дипломного проекту розроблена технологічний процес для отримання робочих розчинів (суспензій та емульсій) з кристалічних порошоків та рідких пестицидів та заправки їх в обприскувачі або баки літаків.

# **1. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ОБПРИСКУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР**

## **1.1. Аналіз основних методів і технологій обприскування сільськогосподарських культур.**

При обприскуванні сільськогосподарських культур проти шкідників, хвороб і бур'янів розчин розпилюється у вигляді дрібних крапель, суспензій і емульсій з різною концентрацією пестицидів і наноситься на оброблювані рослини.

Залежно від необхідної витрати рідини (витрати на одиницю обробленої площі) розрізняють звичайне обприскування, малооб'ємне обприскування та обприскування великими об'ємами. При звичайному обприскуванні витрата рідини становить 300-400 л/га і більше, при малооб'ємному обприскуванні - 75-200 л/га для штангових обприскувачів і 10-15 л/га для повітряно-струменевих обприскувачів[4]. Для ультраоб'ємного обприскування використовуються спеціальні хімічні препарати, які витрачають менше 2 літрів на гектар. Висока витрата рідини є основним недоліком звичайного обприскування, оскільки вимагає частої заправки обприскувача, що значно знижує його продуктивність.

Час, необхідний для заправки, включаючи дорогу до заправної станції, може становити 50% і більше від загального робочого часу, знижуючи економічну ефективність обприскування, яка в багатьох випадках залежить і визначається продуктивністю машини. Продуктивність системи має значний вплив на кінцевий результат техніко-економічної ефективності та на безпеку хімікатів для людей, тварин і біологічного середовища в цілому всього сектору.

Обприскування в малих кількостях є більш ефективним методом, ніж звичайне обприскування, економічна перевага якого обумовлена, головним

чином[5], наступними факторами:

1. Зменшити обсяг води, що транспортується та закачується з водосховища.
2. Скорочує час, необхідний для приготування розчинів і заправки готових розчинів в баки обприскувачів.
3. Зменшити кількість процесів заправки, а отже, підвищити продуктивність машини.
4. Менша площа покриття для багаторічних культур завдяки більшій робочій ширині (з повітряно-струминними обприскувачами).
5. Підвищення врожайності завдяки покращенню якості обробки та зменшенню втрат через шкідників, хвороби та бур'яни.
6. Загальне зниження витрат на обприскування.

Однак у випадку дрібномасштабного обприскування, яке здійснюється сучасними вітчизняними обприскувачами, технологічний процес включає кілька допоміжних операцій, пов'язаних з приготуванням робочої рідини та заповненням баків обприскувачів. Ці операції включають транспортування води та пестицидів до місця приготування робочої рідини, приготування та транспортування робочої рідини до обприскувачів та заповнення їх баків.

Ще більш ефективним методом обприскування є метод ультраоб'ємного обприскування. Переваги цього методу перед звичайним і малооб'ємним обприскуванням полягають у наступному[6]:

1. Технічні пестициди та емульсії мають більш тривалий залишковий ефект.
2. При роботі з нерозбавленими пестицидами виключається процес приготування робочої рідини і прискорюється технологія обприскування рослин.
3. Знижує професійні ризики для обслуговуючого персоналу.
4. Підвищення ефективності використання робочого часу та продуктивності праці.

Окрім значних переваг, ультраоб'ємне обприскування також має ряд

недоліків, таких як забруднення навколишнього середовища вітром, який переносить аерозоль до краю оброблюваної ділянки.

Ефективність обприскування рослин значною мірою залежить від ступеня дисперсності пестициду. Залежно від розміру крапель, обприскування поділяється на звичайне, дрібнодисперсне, високодисперсне та аерозольне.

Для кожного методу обприскування визначені наступні розміри крапель (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1

Розмір краплі як функція процесу обприскування

Процес розпилення	Діаметр краплі, мкм
Звичайне	100-750
Дрібнокрапельне	50 - 250
Аерозольне	5 - 50

Щонайменше 80% об'єму розпилюваної рідини повинно відповідати вказаному розміру крапель[6].

Збільшення дисперсності крапель може покращити наступні показники:

1. При зменшенні діаметра крапель їх кількість зростає обернено пропорційно відношенню діаметра до третього степеня, а загальна площа поверхні, що покривається краплями - до другого степеня, при незмінному об'ємі рідини. Отже, збільшення розподілу крапель сприяє підвищенню ступеня і щільності покриття рослин пестицидами, що призводить до поліпшення якості обприскування.

2. Із збільшенням дисперсності покращується прилипання крапель. Підвищена липкість збільшує утримання препарату на рослинах, тобто його

здатність протистояти впливу дощу, вітру та сонця, що важливо для ефективності обприскування.

3. Збільшення дисперсності крапель призводить до збільшення загальної зони біоцидної дії, що сприяє підвищенню токсичної дії пестициду і, відповідно, ефективності обприскування. Завдяки цим перевагам збільшення дисперсності крапель дозволяє знизити витрату препарату на 15-20%, що значно зменшує витрати робочої рідини.

Дослідження, проведені компанією Siba-Geigi (Швейцарія), показали, що біологічна ефективність обприскування залежить в основному від розміру отвору форсунки.

Покриття оброблюваного об'єкта краплями робочої рідини.

У той же час, слід зазначити, що висока швидкість потоку не обов'язково є оптимальним рішенням. Оскільки рослини можуть поглинати краплі лише в обмеженій мірі, лише частина рідини залишається на обробленому об'єкті, а решта стікає. На основі результатів масштабних досліджень компанія робить висновок, що біоактивність розпиленої робочої рідини не залежить від норми її витрати, і що найголовніше - це дотримання необхідної щільності покриття оброблюваного об'єкта. З огляду на це, компанія рекомендує вибирати параметри обприскувача і режим роботи, виходячи з наступного покриття крапель, виміряного на верхній горизонтальній поверхні оброблюваного об'єкта[7]:

Гербіциди - 20...40 шт/см<sup>2</sup>.

Інсектициди - 50...70 шт/см<sup>2</sup>. Фунгіциди - 50...70 шт/см<sup>2</sup>.

Витрата робочої рідини повинна бути адаптована до покриття, враховуючи розмір крапель і ступінь їх осідання на оброблюваному об'єкті.

Оптимальний розмір крапель залежить від виду, розміру та

характеристик шкідника, висоти рослини, яку потрібно обробити, а також щільності трав'яного або листового покриву. На оптимальний розмір крапель впливає, зокрема, стан приземного шару атмосфери і спосіб нанесення крапель на ціль.

Результати досліджень вітчизняних і зарубіжних авторів щодо обґрунтування оптимального розміру крапель такі: Зі зменшенням швидкості потоку рідини розмір краплі повинен зменшуватися до певної межі.

При розпиленні аерозолів оптимальний розмір крапель, залежно від цілей та умов обробки, становить від 2 до 7 мікрон для невеликих ділянок в умовах густої рослинності та стабільних атмосферних умов, і від 50 до 80 мікрон для великих площах на відкритих територіях та нестабільних атмосферних умов. Оптимальний розмір сопла для штангових обприскувачів становить від 50 до 250 мікрон. У той же час доведено, що оптимальний розмір краплі може зменшити норму внесення в 100 разів і більше.

Припускаючи, що оптимальний розмір крапель становить 200 мкм, витрата робочої рідини становить 20,94 л/га для покриття поверхні, обробленої з щільністю 50 шт/см при, за умови нанесення 100% крапель. При мінімальних значеннях розміру крапель (50 мкм) і щільності покриття (50 шт/см) витрата рідини становить 0,327 л/га.

Оскільки наша промисловість не випускає штангових обприскувачів з витратою рідини менше 75 л/га (табл. 1.2), наразі використовуються норми витрати рідини від 75 до 400 л/га[8]. Звідси впливає, що витрата рідин і препаратів потенційно може бути збільшена в десятки разів за рахунок удосконалення технології і технічних засобів з точки зору біологічної ефективності застосування пестицидів [9]. Однак, зменшення норми внесення супроводжується зменшенням розміру крапель, а чим менший розмір крапель, тим вища норма внесення,

## Основні технічні характеристики обприскувачів

Назва індикаторів	Марка обприскувача			
	ОП-2000-2-01	ОП-2000-2-08	ОП-2000-2-18	ОПШ-2000
Продуктивність за 1 рік, га/рік:				
- Основний час	11,1-22,2	11,1-22,2	11,1-22,2	10,8-25,9
- Робочий час	5,6-11,1	6,6-13,3	6,6-13,3	6,6-15,5
Ємність бака, л	2000	2000	2000	2000
Робоча ширина, м	18,5	18,5	18,5	18,0 ; 21,6
Робоча швидкість, км/год.	6-12	6-12	6-12	6-12
Транспортна швидкість, км/год.	до 16	до 16	до 16	до 16
Витрата сировини, л/га	75-300	75-300	75-300	75-300
Робочий тиск, МПа	0,2-0,4	0,1-0,8	0,1-0,8	0,1-0,8
Висота підйому, см	50-120	50-120	50-120	60-190
Ширина колії, мм	1400-1600	1400-1600	1400-1600	1400-1600
Вага в кг	1550	1500	1500	1550
Автомобіль, трактор	Клас 1.4	Клас 1.4	Клас 1.4	Клас 1.4
Назва індикаторів	Марка обприскувача			
	ОСШ-2500	ОПШ-1500	ОМ-630 2-01	МЗУ-320
Продуктивність за 1 рік, га/рік:				
- Основний час	10,8-21,6	9,6-16,0	9,6-16,0	7,2-14,4
- Робочий час	7,8-15,1	5,3-9,8	4,8-8,0	3,6-7,2
Ємність бака, л	2500	1500	630	320
Робоча ширина, м	18,0	16,0	16,0	12,0

Робоча швидкість, км/год.	6-12	6-10	6-10	6-12
Транспортна швидкість, км/год.	до 16	до 16	до 16	до 16
Витрата сировини, л/га	50-400	75-300	75-200	75-300
Робочий тиск, мПа	0,1-0,8	0,2-0,5	0,2-0,5	0,2-0,5
Висота підйому, см	50-120	50-120	50-120	60-190
Ширина колії, мм	1400-1600	1400-1600	-	-
Вага в кг	1770	1350	550	300
Автомобіль, трактор	Клас 1.4	Клас 1.4	Клас 1.4	0,6-1,4

Це може призвести до подальшого забруднення навколишнього середовища і знизити ефективність обприскування.

Тому необхідно розробити технічні засоби для контрольованого обприскування та примусового нанесення препарату на декоративні рослини.

Так, якщо обприскування контрольоване, ступінь осадження робочої рідини високий і забезпечено її рівномірний розподіл по поверхні обприскування, то при нормах витрати робочої рідини, що відповідають одному заправленню бака протягом зміни, забезпечується максимальна біоефективність препарату, що потенційно дозволяє знизити його ефективну норму в десятки разів.

Залежно від якості обприскування, частка продукту, фактично використаного для досягнення мети обробки, може становити від 10 до 90%. Залишки потрапляють у навколишнє середовище, забруднюючи його.

Якість обприскування в основному визначається наступними факторами[11]

- нормальна витрата робочої рідини ;

- Розпилення спрею ;
- Нерівності в обробці.

Найважливішими факторами, що впливають на біологічну ефективність застосування пестицидів, є час, витрачений на рослини, і ступінь покриття площі.

Простий приклад: якщо ми зануримо аркуш паперу у воду, він зможе поглинути лише певну кількість води, незалежно від того, скільки води було занурено. Це означає, що існує критична межа кількості води, яку рослини можуть поглинути, і що будь-яке збільшення споживання води понад цю межу призводить до різкого зниження ефективності пестицидів. Ця межа залежить від рослини та стадії її розвитку і є відносно незначною.

Тому різні розміри крапель вимагають різної швидкості потоку.

Тому немає сумнівів, що показники якості обприскування мають значний вплив на ефективність використання пестицидів. Оптимізуючи їх, можна значно зменшити норми внесення пестицидів. Однак результати досліджень у цій галузі наразі дуже обмежені, а наукові вимоги до показників для конкретних умов обприскування ще не розроблені.

Ось чому на практиці всі обробки часто проводяться з використанням одних і тих же методів обприскування, що, звичайно, означає високі норми внесення пестицидів і непотрібний вплив на навколишнє середовище.

Сучасні обприскувачі дозволяють змінювати значення показників якості обприскування в досить широкому діапазоні. Наприклад, витрата робочої рідини може змінюватися від 40 до 300 л/га, а дисперсність робочого розчину - від 180 до 500 мікронів.

Рівномірність обробки значною мірою залежить від технічного рівня обприскувача та параметрів обприскування. Як правило, вартість обприскувачів, що забезпечують кращу рівномірність обробки, є вищою. Однак

відсутність науково обґрунтованих залежностей впливу показників на біологічну ефективність внесення пестицидів, диференційованих для конкретних умов роботи, не дозволяє здійснити раціональний вибір необхідного обприскувача та визначення оптимальних параметрів обприскування, а також стримує розвиток машинобудування в цьому напрямку.

Одночасно з удосконаленням технології та робочих компонентів сільськогосподарських обприскувачів у всьому світі досліджуються та розробляються нові технології та машини для їх використання, що забезпечують більш якісне розпилення та нанесення робочих матеріалів і пестицидів. Широкі виробничі випробування показали, що технологія нанесення пестицидів на оптично дисперсну скляну стінку за допомогою хвильового методу (внесення вітром) дозволяє знизити витрату інсектицидів в середньому в 2-6 разів[12] у порівнянні з використовуваними в даний час наземними і повітряними методами обприскування.

Однак, техніка повітряного внесення має деякі суттєві недоліки. Найголовніший з них полягає в тому, що краплі осаджуються переважно під дією сили тяжіння. А для дрібних аерозолів гравітація слабка, тому краплі підхоплюються вихідними повітряними потоками і виносяться з ділянки.

Отже, вивчення впливу показників якості обприскування на ефективність застосування пестицидів є одним з найважливіших завдань у галузі хімічного захисту рослин.

## **1.2. Аналіз конструкцій робочих органів обприскувача.**

Світовими лідерами у розробці та виробництві техніки для захисту рослин є такі компанії: Amazone, BBG, CASE, RAU, Schmotzer, Dubex, Hardi, Inema, Berthoud[14], Technoma та інші. Всі ці компанії виробляють

обприскувачі з широким діапазоном основних параметрів (ємність бака, ширина розпилення), що дозволяє мінімізувати витрати на обприскування (таблиця 1.3).

Amazon, наприклад, виробляє навісні обприскувачі з ємністю від 600 до 2000 літрів і шириною захвату від 10 до 24 метрів, а також причіпні обприскувачі з ємністю від 2000 до 4500 літрів і шириною захвату від 12 до 36 метрів, тоді як Verthoud виробляє навісні обприскувачі з ємністю від 800 до 3200 літрів і шириною захвату від 28 до 42 метрів. Dübex виробляє навісні обприскувачі з ємністю від 700 до 1100 літрів і шириною захвату від 12 до 24 метрів, а також причіпні обприскувачі з ємністю від 1800 до 6000 літрів і шириною захвату від 27 до 36 метрів.

Загалом, основні компанії виробляють понад 10 варіантів обприскувачів, а Hardi[10] - 54.

Основним напрямком розвитку технологій захисту рослин підвищення ефективності та екологічної безпеки використання пестицидів за рахунок покращення якості їх застосування. Останні дослідження показали, що ця тенденція може знизити фактичну норму внесення пестицидів до 50%. Якість внесення пестицидів залежить головним чином від кількості робочої рідини, що використовується, розподілу обприскувача, щільності оброблюваної площі та рівномірності розподілу. Тому вдосконалення обладнання для обприскування передбачає розробку надійних систем точного дозування, розпилювачів рідини, що забезпечують оптимальний розподіл крапель за певних умов експлуатації, систем примусового осадження крапель на оброблювану поверхню і механізмів, що забезпечують рівномірний розподіл рідини по смузі обприскування.

У сучасних штангових обприскувачах, оснащених гідравлічними та пневматичними форсунками, дозування зазвичай здійснюється зі швидкістю 0,21...9,11 л/хв на одну форсунку, які об'єднані в секції (рис. 1.1).

Існує три основні системи дозування (рис. 1.2):

- Постійний розподіл тиску - дозування при постійному робочому тиску;
- DRM (Distribututon proportional to engine RPM) - дозування пропорційне частоті обертання двигуна трактора;
- DRA (Distributson proportional to sped) - дозування, пропорційне швидкості.

Таблиця 1.3.

Основні параметри обприскувача для основних компаній

Компанія.	Тип обприскувача	Кількість команд, частин	Діапазон місткості бака, л	Робоча ширина, м
Амазоне	начіпний	18	2000-6000	10-24
	причіпний	17	2000-4500	12-36
	самохідний	1	3400	18-36
Берт.	начіпний	7	800-3200	12-30
	причіпний	4	2500-4000	12-42
	самохідний	2	3000-4000	24-42
Case IH	начіпний	8	600-1200	10-24
	причіпний	4	2200-3600	15-30
	самохідний	1	3000	18-30
Харді.	начіпний	29	400-2000	8-24
	причіпний	20	2200-4200	15-36
	самохідний	5	2500-4000	18-38
Холдер	начіпний	8	400-2000	10-30
	причіпний	3	2500-3600	15-30
	самохідний	1	3200	12-30

John	начіпний	3	800-1200	18-24
	причіпний	5	2400-3800	18-36
	самохідний			
RAU	начіпний	7	600-2000	12-24
	причіпний	4	2000-3800	15-36
	самохідний	2	3000-4000	18-36



Рис. 1.5. Причіпний обприскувач HARDI COMMANDER 6600

Обприскувач призначений для обприскування польових культур та внесення рідких мінеральних добрив на польових культурах.

*Рама* обприскувача зварена з металевого профілю.

*Ходова частина* проста. Колеса оснащені гальмами. Ширина колії регулюється.

Мембранний насос з приводом від валу відбору потужності трактора.

*Штанга* являє собою вигнуту конструкцію, зварену з металевого профілю, яка кріпиться до обприскувача за допомогою палетоподібного механізму. У робочому положенні штанга стабілізується підпружиненими амортизаторами. У транспортному положенні штанга встановлюється на спеціальні упори з бічними обмежувачами.

*Форсунки* обприскувачів обладнані відсічними пристроями .

*Гідравлічна система* обприскувача служить для переведення обприскувача в робоче або транспортне положення, регулювання робочої висоти штанги і зміни кута нахилу штанги по відношенню до верхньої частини поля; вона управляється за допомогою пульта управління, розташованого в кабіні трактора.

Система обприскування керується автоматично за допомогою панелі керування. Задана кількість робочої рідини автоматично підтримується шляхом регулювання робочого тиску в системі відповідно до змін робочої швидкості, які відстежуються відповідними датчиками. Пульт управління живиться від бортової системи ЕЗ з напругою 12 В.

Країна походження: Данія.

Виробник - Hardi International A/S



Рис. 1.6. АРАСНЕ Самохідний обприскувач AS 1010

*Обприскувач* призначений для обприскування рослин з метою їх захисту від хвороб та шкідників та внесення рідких мінеральних добрив на польових культурах.

Обприскувач складається з наступних основних компонентів і систем:

- Самохідне шасі; бак для робочої рідини ;
- Бак для чистої технічної води (для промивання системи та миття рук); насос для води та робочого розчину; міксер для приготування розчину; кран та система фільтрів;
- Штанга з розпилювачами гідравлічної системи ; Пневматична система;

Найважливішими компонентами шасі є рама, ходова частина, двигун, трансмісія і кабіна.

*Кабіна* обладнана системами, необхідними для створення комфортних умов праці.

*Привод ходової частини* - гідростатичний.

*Бак* для розчину виготовлений з нержавіючої сталі і оснащений датчиком рівня.

Відцентровий насос з приводом від ВВП трактора.

5-секційна штанга оснащена датчиком положення висоти.

*Режим роботи* обприскувача автоматично підтримується бортовим комп'ютером, а задана швидкість автоматично підтримується при зміні швидкості.

Виробник - Equipment Technologies INC



Рис. 1.7. Самохідний обприскувач для захисту рослин IBIS MAIS 2200

*Обприскувач* призначений для обприскування рослин з метою їх захисту та внесення рідких мінеральних добрив на польових культурах.

Обприскувач складається з наступних основних компонентів і систем:

- самохідне шасі; баки для робочої рідини (2 одиниці); насоси для води та робочої рідини (один для робочої рідини та два для суміші);

Попередній змішувач; крани і фільтри; штанга з розпилювачами ;

- Система примусового осадження; гідравлічна система; система управління.

Основними компонентами шасі є рама, ходова частина, двигун, трансмісія та кабіна.

Кабіна обладнана автоматизованими системами управління робочим процесом.

*Привод ходової системи* - гідростатичний.

Баки для робочого розчину виготовлені з нержавіючої сталі та оснащені датчиками рівня.

*Насоси* для води та технологічних рідин - це мембранно-лопатеві насоси з приводом від ВВП трактора.

*Штанга* складається з 5 секцій, зовнішні секції оснащені захисними пристроями.

Робочий режим автоматично підтримується головним комп'ютером, а задана швидкість автоматично підтримується при зміні робочої швидкості.

Країна походження - Італія

Виробник - MAZZOTTI

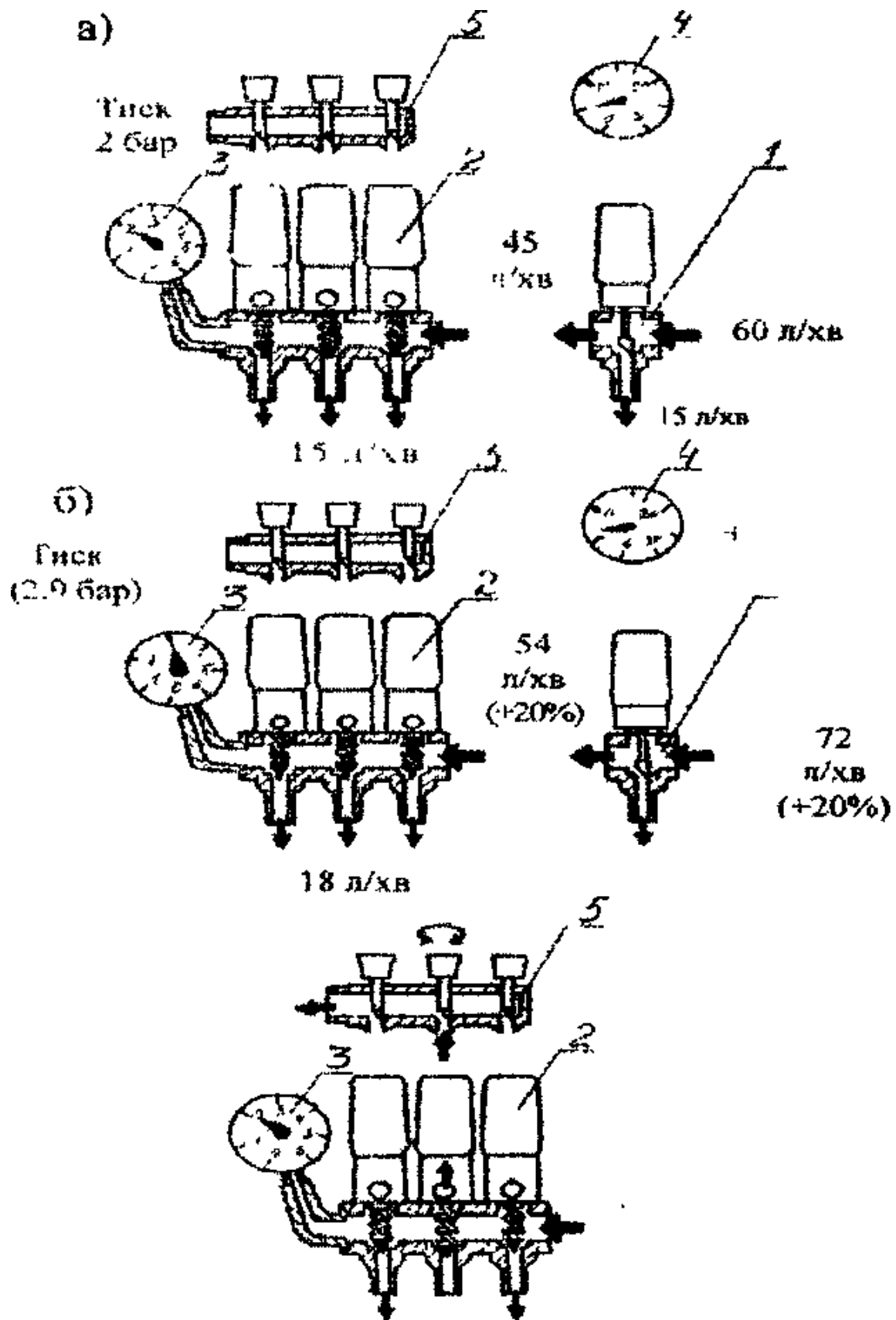


Рис. 1.8. Схема системи дозування DRM:

1 - регулятор тиску; 2 - блок клапанів; 3 - манометр; 4 - тахометр;  
5 - зрівнювач тиску.

Рідина в системі змінюється пропорційно. Поршень регулятора тиску не змінює положення, тому різниця тисків між подачею в секцію і зворотним потоком в бак залишається незмінною. У цьому випадку тиск у системі зростає (рис. 1.8 б). Якщо один з клапанів в секції закритий, робоча рідина через цей клапан направляється в байпасну лінію через перепускний клапан 5 (рис. 1.8 в).

Система дозування DRM гарантує задовільні результати дозування при русі машини по рівній або нерівній місцевості, а також дозволяє збільшувати норми внесення добрива під час руху.

Система дозування DRM комплектується механічними блоками управління, такими як KAS, KM, KMD, GCE від RAY Agrotechnik, IDROMINUS і IDROCOSTANT-M від Annovi Reverberi і електричними блоками клапанів для штанг AA (AA 144, 145, 146, 155) від Spraing Systems, які оснащені пультами дистанційного керування і забезпечують систему дозування для обприскувача.

Система DRA (система пропорційного дозування) складається з електронного пристрою (бортового комп'ютера) і блоку управління, що складається з регулятора тиску, часткових клапанів і датчика проміжного потоку робочої рідини. DRA також має датчики робочого тиску і швидкості машини. Це дозволяє запрограмувати необхідну швидкість потоку і підтримувати її в певних межах для всіх типів руху (вгору-вниз, вперед-назад, біг).

Блоки управління відрізняються за кількістю параметрів, які вони контролюють. Наприклад, бортові комп'ютери Dositron компанії Holder

(встановлені в обприскувачах Holder) і DJSCm1000[13] компанії Dickey-John регулюють витрату робочої рідини в залежності від робочого тиску і швидкості руху машини. Подібний принцип використовується в регуляторі витрати робочої рідини RDS Rate Governor 181, але швидкість контролюється двома типами датчиків швидкості - електромагнітним і радіолокаційним, що зменшує

Точне дозування. Основним недоліком цих контролерів є те, що витрата робочої рідини регулюється опосередковано - за тиском на форсунках. Використовуються такі бортові комп'ютери: Hardi Monitor від Harvit Jensen, Quantron і Quantotron від Rau Agrotechnik, Spray-Control S від Müller Elektronik, Spray-Control R від BBG [10] та інші. Кількість використовуваного засобу регулюється відповідно до норми витрати та швидкості руху машини.

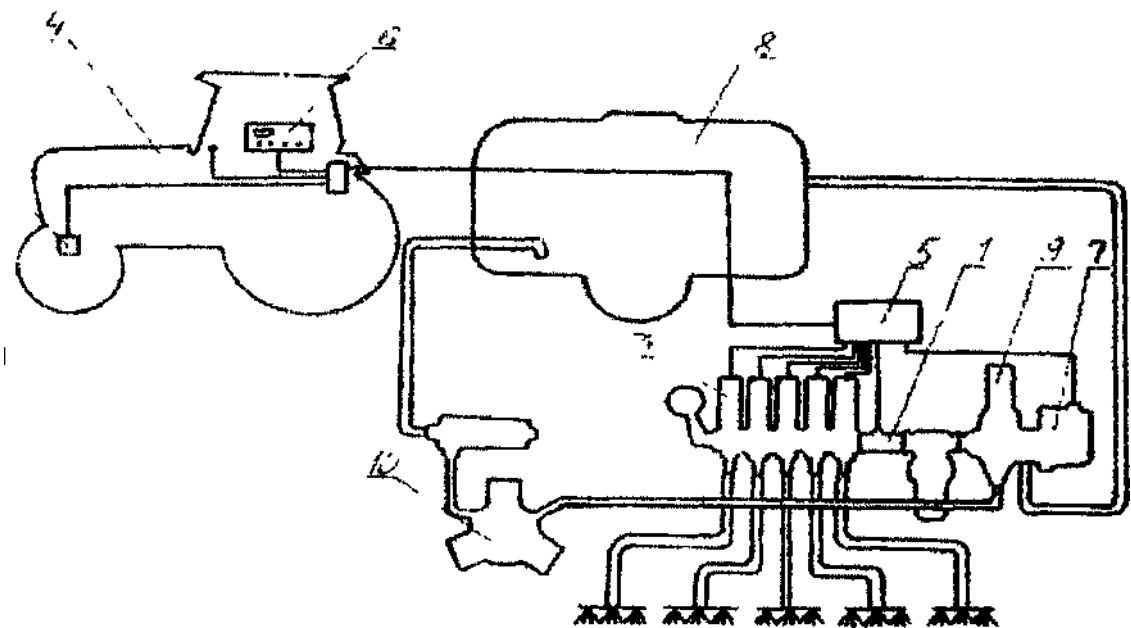


Рис. 1.9. Функціональна схема регулятора витрати робочої рідини "Bravo 201":

1 - датчик витрати робочої рідини; 2 - датчик швидкості; 3 - секційні клапани;

4-трактор; 5-блок управління; 6-панельний комп'ютер "Bravo 201";

7-регулятор тиску; 8-бак для розпилення; 9-фільтр; 10-насос

За допомогою бортового комп'ютера Agar Vgavo 201 сигнал з датчика витрати робочої рідини 1, встановленого перед секційними клапанами 3, і датчика швидкості 2, встановленого на колесі 4, передається на бортовий комп'ютер 6 через робочу станцію виноградника 5. Він обробляє ці сигнали і формує керуючий сигнал, який через гідророзподільник подає команду на регулятор тиску 7, який регулює співвідношення між кількістю рідини, що подається на штангу, і тиском в гідросистемі.

Кількість робочої рідини, яка зливається в бак для обприскування 8 через часткові клапани. Перепускні клапани, регулюючий клапан, фільтр 9 і датчик витрати робочої рідини розташовані в шафі управління. Структурна схема регулятора витрати робочої рідини Vgavo 201 показана на рис. 1.9. 1.9.

Управління бортовим комп'ютером Teejet 855, структурна схема якого наведена на рис. 1.10, здійснюється за чотирма каналами. Як показано на рис. 1.10, управління здійснюється по чотирьох каналах: канал управління тиском, до якого підключений датчик тиску, канал управління витратою робочої рідини і два канали управління швидкістю з електромагнітним і радіолокаційним датчиками швидкості (в Teejet 844 управління здійснюється по трьох каналах: тиск, витрата робочої рідини і швидкість за допомогою електромагнітного або радіолокаційного датчика). У разі відхилення від запрограмованого стандарту, сигнали від вищезгаданих датчиків надходять на бортовий комп'ютер, який після їх обробки формує керуючий сигнал, що надсилається на регулятор тиску.

Для обприскувачів з повітряним покриттям Sprajng Systems розробила систему дозування рідини і повітря на базі бортових

комп'ютерів Air Jet і Teejet 844 і Teejet 844, принципова схема якої наведена на рис. 1.11. 1.11 Бортовий комп'ютер Air Jet отримує інформацію від датчика витрати повітря 5 про витрату повітря на посадку і формує керуючий сигнал для регулятора тиску повітряного потоку 1.

На дисплеї також відображається інформація про швидкість потоку повітря і тиск рідини 10. Teejet 855 працює так само, як і Teejet 844, за винятком кількості каналів управління.

Результати рівняння для систем дозування наведені в таблиці 1.4.

Обприскувачі "Львівсільмаш" виробляються в Україні.

Моделі ОП-2000-2-02, ОП-2000-2-05, ОП-2000-2-06, ОП-2000-2-16, ОП-2000-2-17, ОПШ15-01, ОПШ-15-02, ОПШ-15-03, ОМ-63 0-2, ОМ-400, ОМ-630 та шлангові катушки ОПВ-2000, ОПВ-630 і ОПВ-400.

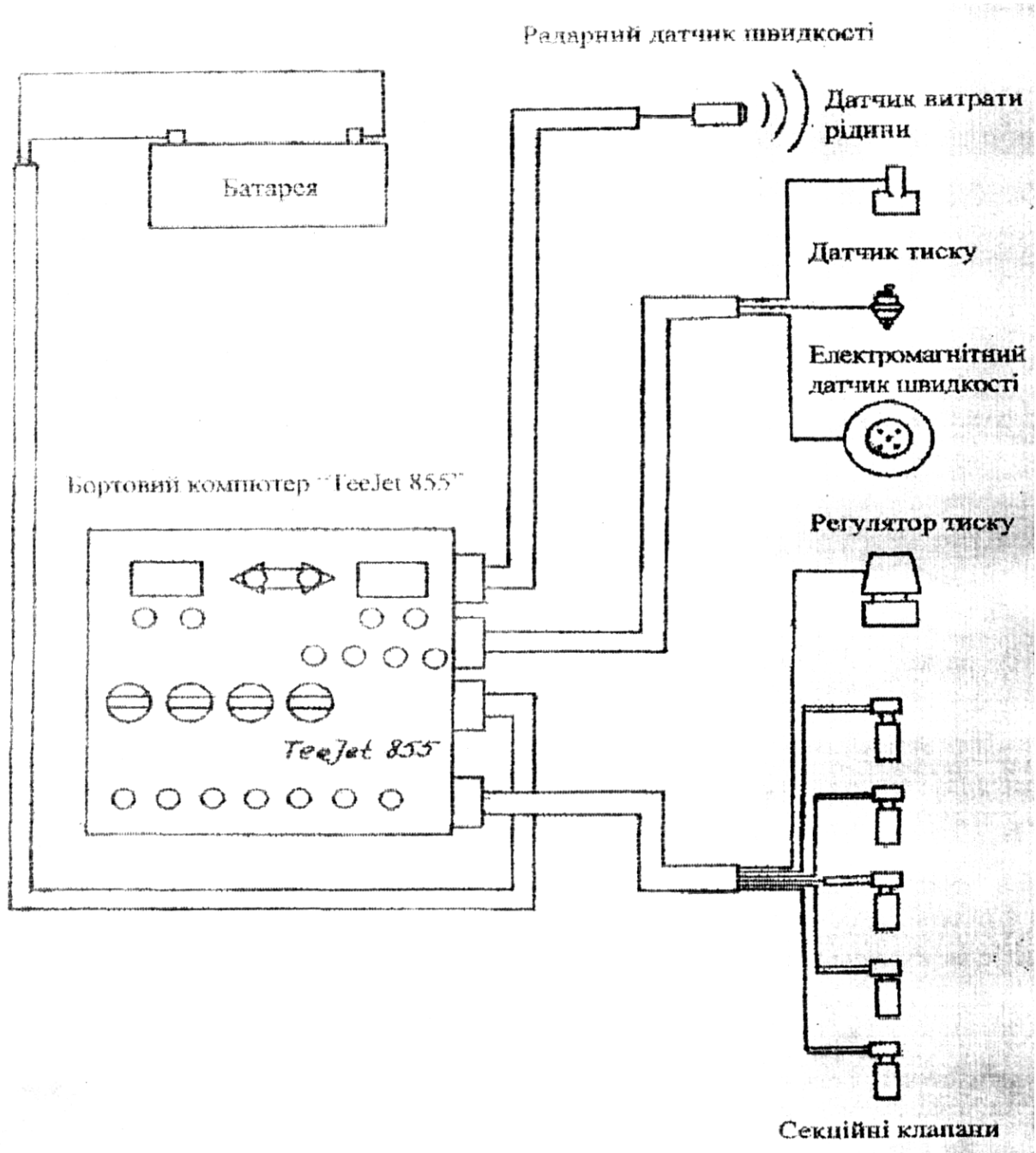


Рис. 1.10. Структурна схема бойового комп'ютера Teejet 885

1 2 3 10 7 7 8 6

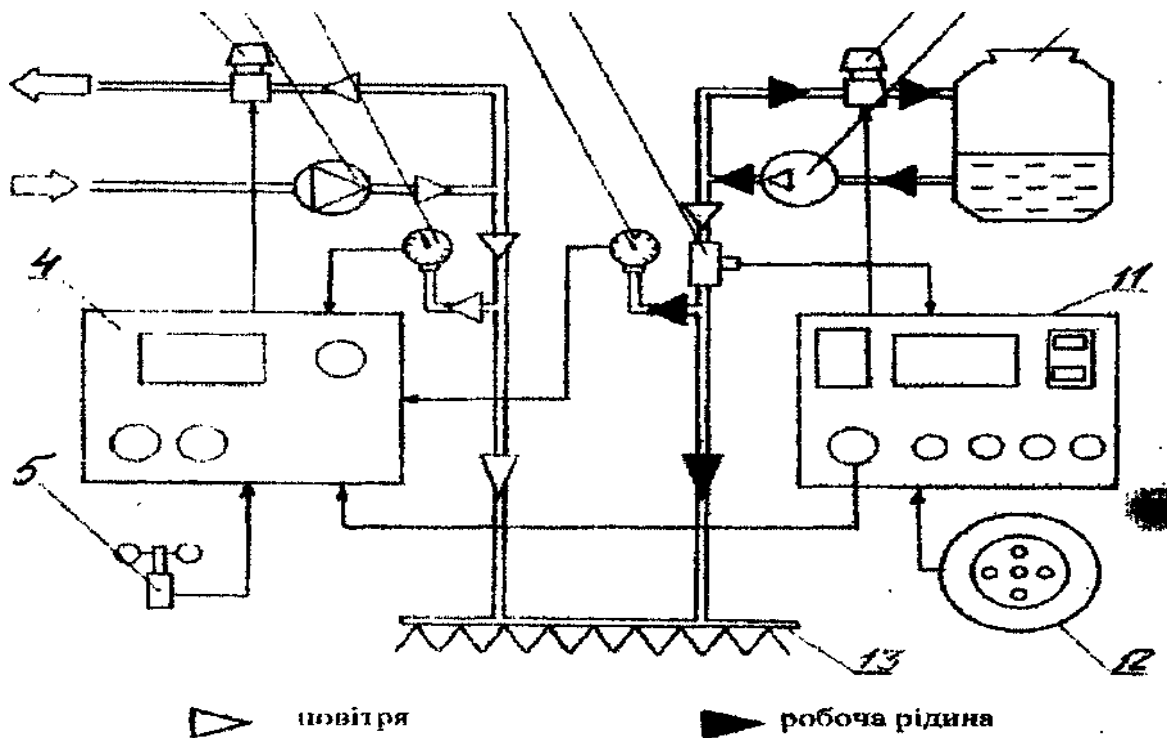


Рисунок 1.11 - Схема системи дозування рідини та повітря для обприскувачів, обладнаних бортовими комп'ютерами Air Jet і Teejet 844:

1 - регулятор тиску повітря; 2 - компресор; 3 - манометр повітря; 4 - бортовий комп'ютер Air Jet; 5 - датчик витрати повітря; 6 - бак обприскувача; 7 - регулятор тиску рідини; 8 - насос; 10 - манометр тиску води; 11 - бортовий комп'ютер Teejet 844; 12 - електромагнітний датчик швидкості.

За останні два-три роки технічний рівень обприскувачів, які виробляє цей завод, значно покращився. Вони оснащені новим стандартом тривимірної форми і важливими гідравлічними компонентами, а також захистом від поломки. Штанги також оснащені новим баластичним механізмом, який стабілізує вертикальне і горизонтальне положення.

Обприскувачі оснащені компонентами і робочими органами з усіма видами сенсорних і теплових комунікацій. Вони оснащені дистанційними панелями управління, які дозволяють, серед іншого, керувати подачею

рідини в різні секції і штанги з кабіни трактора.

"Львівагромашпроект" також виробляє обприскувачі в Україні. Це штангові обприскувачі ОПШ-2000, ОПШ-1500 та МЗУ-320, а також тракторні обприскувачі ОПШ-2000А та ОМ-630.

Турбінні обприскувачі виробництва "Львівагромашпроект" - це машини нового покоління. Вони мають оригінальний робочий орган, що складається з двох осьових вентиляторів з дисковими соплами.

Таблиця 1.4

Порівняння ефективності систем дозування

Параметри.	Системи дозування											
	DRC				DRM				BRA			
	Умови руху обприскувача											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Оберти двигуна	→	↘	↗	→	→	→	→	→	↘	↗	→	→
Швидкість роботи	→	↘	↗	↘	→	↘	↗	↘	→	↘	↗	↘
Втрата робочої рідини	→	→	→	→	→	↘	↗	→	→	↘	↗	→
Декорован а поверхня	→	↗	↘	↗	→	→	→	↗	→	→	→	→
Результат роботи системи дозування	<b>О</b>	<b>П</b>	<b>Н</b>	<b>П</b>	<b>О</b>	<b>О</b>	<b>О</b>	<b>П</b>	<b>О</b>	<b>О</b>	<b>О</b>	<b>О</b>

Примітки: 1 - на рівній місцевості; 2 - в гору; 3 - під гору; 4 - з гірками

**О** - оптимальне дозування; **Р** - передозування; **Н** - недодозування

Особливість дискових розпилювачів на обприскувачі полягає в тому, що вони створюють туман, максимально наближений до монодисперсного струменя рідини. Чим нижча полідисперсність аерозолю, тим менше концентрація рідини в дрібних або великих краплях, які разносяться повітряними потоками або скочуються з листя на землю, знижуючи ефективність внесення пестицидів.

На українському ринку з'явилися обприскувачі, форсунки яких формують краплі, наповнені бульбашками повітря, які лопаються, коли потрапляють на рослину, збільшуючи покриття. За таким принципом працюють обприскувачі Eirtek виробництва Klineacres Machinery Ltd[12] .

Зарубіжні обприскувачі приділяють велику увагу якості процесу, зручності та комфорту оператора. Обприскувачі можуть бути оснащені системою дистанційного керування технологічним процесом (в тому числі кутом нахилу всієї штанги або її окремих секцій), баками для промивної води, маркерами, пристроями для завантаження засобів захисту рослин, регуляторами для підтримки певної витрати робочої рідини незалежно від швидкості руху, самоочисними фільтрами, дозуючими пристроями з декількома форсунками, які можна використовувати в будь-якому порядку, пристроями для швидкого заповнення бака , системою контролю якості для моніторингу роботи обприскувача, пристроями управління обприскувачем і самим обприскувачем.

Особливістю сучасних зарубіжних обприскувачів є те, що вони можуть бути оснащені бортовим комп'ютером або блоком управління з функціями сигналізації, інформування та виконання.

Наприклад, бортовий комп'ютер, встановлений в обприскувачі BBG,

має наступні функції:

- Вказано мінімальний та максимальний допустимий робочий тиск;
- Автоматичне програмування і контроль потоку робочої рідини для 4 різних дозувань;
- Перелік оброблюваних гектарів для 9 різних регіонів;
- Загальний облік посівних площ ;
- Вимірює кількість випитої рідини.

Велика кількість іноземних компаній пропонують самохідні обприскувачі. Серед них такі компанії, як BBG, Melron, Baricelli, John Deere, Knight і Dowden.

У більшості таких випадків проблеми приводу коліс, стабілізації швидкості процесу та контролю якості вирішуються на високому технічному рівні завдяки інтенсивному використанню автоматизованого обладнання.

Самохідний обприскувач BBG 8-400, наприклад, оснащений гідравлічним приводом всіх коліс, що значно зменшує вплив нерівностей ґрунту на обприскувач і покращує зручність використання обприскувача на схилах. Обприскувач оснащений гідравлічною системою регулювання колії та бортовим комп'ютером і системою управління, які створюють екологічно безпечні умови праці для оператора.

Самохідні обприскувачі Atlas від Clineires Machinery Ltd. мають керовану вісь для малого радіусу повороту. До нового покоління обприскувачів відносяться пневматичні краплевловлювачі, нещодавно виготовлені компаніями RAU, Dowden, Cambetti Barre, Harvey і Garani. У цих обприскувачах рідина розпилюється дрібнішими краплями, ніж у звичайних обприскувачах, які спрямовуються на рослини потоком повітря,

що створюється вентилятором.

## 2. МЕХАНІЧНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ РОЗРОБКИ МАШИН

### 2.1. Агротехнічні вимоги до приготування та застосування пестицидів і гербіцидів.

Для забезпечення високоефективного використання препаратів різниця між фактичною концентрацією підготовленої робочої рідини та заданою не повинна перевищувати  $\pm 5\%$  до повного спорожнення баків.

Щоб уникнути засмічення розпилювачів, не використовуйте воду, яка утворює осад у поєднанні з продуктом.

Наукові дослідження показали, що зменшення вмісту води в насінні більш ніж на 20% від норми внесення не гарантує надійної дії препарату, а збільшення норми внесення більш ніж на 20% може призвести до зниження схожості насіння та пригнічення посівів. Отже, вміст води в протруювачі для насіння  $\pm$  не повинен перевищувати 20%.

$$80\% \leq \frac{x}{H} \cdot 100\% \leq 120\%, \quad (2.1)$$

де  $x$  - середня кількість продукту на рослину або зерно в мг

$H$  - заявлена кількість препарату, в мг.

Якість протруювання насіння також характеризується нерівномірністю обробки окремих насінин:

$$V = \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - x)^2}{n-1}}}{x} \cdot 100\% \quad (2.2)$$

де  $x_{(i)}$  - кількість препарату на  $i$ -му зерні в мг ;

$n$  - кількість зерен для аналізу, штук.

Це значення не повинно перевищувати 20%.

Відхилення від встановленої норми витрати засобів захисту на 1 га не повинні перевищувати  $\pm 10\%$ . При обприскуванні малооб'ємними штанговими обприскувачами коефіцієнт варіації розпилення препарату по ширині покриття не повинен перевищувати 25%, а при обприскуванні повітряно-струминними обприскувачами - 50%.

Для малооб'ємного обприскування коефіцієнт варіації не повинен перевищувати 40 або 90%.

Для забезпечення заданої якості внесення пестицидів, зменшення втрат пестицидів за межами поля та захисту навколишнього середовища від надмірного забруднення, обприскування необхідно проводити при швидкості вітру не більше 3 м/с. Нерівномірність внесення гербіциду в ґрунт не повинна перевищувати 50%.

## **2.2. Огляд конструкцій агрегатів для приготування робочих розчинів пестицидів та заправки обприскувачів.**

Робоча рідина для протруювання насіння готується в баках, обладнаних мішалками на протруювальних машинах, а для обприскування посівів використовуються спеціальні агрегати з механічною подачею рідини в баки обприскувачів.

Робоча рідина для протруювання насіння машинами ПС-10, ПСС-5, АПС-10 і КПС-10 готується з розрахунку 5-15 літрів рідини на 1 тону насіння і 4-6 кг препарату на 10-15 літрів рідини.

Для обробки насіння клейкими речовинами (інкрустація) використовують сульфітно-спиртову суміш (0,7-1 кг на 1 т насіння) або карбоксилметилцелюлозу натрію (0,2 кг на 10 л води), збільшуючи час

перемішування до повного розчинення клейкої речовини.

Для обприскувачів робочі рідини готують за допомогою заправних станцій СЗС-10, АПР Темп, АПЖ-12, Пемікс-1002, Мобімікс, СТК-5, СРПН-6, СТП-3.2 та переобладнаних водорозподільних колонок ВР-3М, ВУ-3.0 тощо.

Якщо рідина готується на стаціонарній станції, потім транспортується заправниками (RZU - 3.6, ZZV - 1.8, ZU - 3.6 та ін.) до місця розташування обприскувачів, які заправляються на протилежній смузі. При відстані транспортування до 1,5 км обприскувачі можуть під'їжджати до точки заправки для заливки робочої рідини. При приготуванні робочої рідини за допомогою мобільних агрегатів АПЖ-12 (рис. 4.1), Пемікс-1002, Мобімікс і СТК-5 вода і препарати подаються близько до поля обробки.

Обприскувачі для приготування робочих рідин під'їжджають до машини і поступово наближаються до зони обробки. Іноді робоча рідина готується в баках обприскувачів, розташованих на протилежній смузі руху.

Техніко-економічний аналіз різних варіантів обприскування посівів показав, що найбільш ефективним є обприскування, яке проводиться в невеликих кількостях за допомогою обприскувача повним покриттям ємністю 1200 літрів.

Зменшення витрати робочої рідини з 300 до 100 л/га призводить до зниження витрат на обприскування на 13,3-15,4%. Якщо робоча рідина готується в стаціонарній системі АПЖ-12 для обприскувача ОПШ-15 з витратою робочої рідини 300 л/га, то зниження витрат становить 2,76 грн/га, а при наявності трьох обприскувачів цього типу - лише 1,57 грн/га.

Заправна станція СЗС-10, продуктивністю 15 тонн на рік, призначена для приготування робочих рідин, суспензій та емульсій пестицидів і заправки ними обприскувачів. Складається зі складу пестицидів, критої змішувальної платформи з лінією приготування вапняного розчину, вузла приготування

розчину мідного купоросу з баками для робочої рідини, насосної станції та нижнього зворотного клапана.

Лінія виробництва вапняного розчину складається з ями для гашеного вапна, ковша для пересипання гашеного вапна в промивний бак і ємності для збору вапняного розчину.

Система подачі розчину бікарбонату міді складається з металевого бункера, дозатора, насосного агрегату та шланга для перекачування розчину в малий бак. Малі баки (1 м<sup>3</sup> кожен) на 1,2 м вищі за великі баки (2 м<sup>3</sup> кожен), тому вапняне молоко і розчин мідного купоросу самопливом надходять у великі баки.

Агрегат для обробки робочих матеріалів АПЖ-12 (рис. 2 .1) має основний бункер об'ємом 3,2 м<sup>3</sup> і два додаткові бункери по 0,11 м<sup>3</sup> кожен. Агрегатується з тракторами тягового класу 1,4. Робочі органи приводяться в дію за допомогою електродвигуна або валу відбору потужності трактора. Інструмент оснащений двоступеневою системою фільтрації робочої рідини.

Хімікати подаються з допоміжних баків в основний або допоміжний бак за допомогою гідравлічного підйомника, де вони попередньо змішуються з водою. Основний бак заповнюється за допомогою гідравлічного підйомника і гідравлічного змішувача, допоміжний бак - за допомогою гідравлічного підйомника.

Суспензія пестицидів готується в допоміжних баках шляхом додавання необхідної кількості води і перекачується гідравлічним насосом в основний бак, а у випадку сульфату міді та кристалічних пестицидів - в додатковий бак. Необхідна концентрація робочої рідини досягається шляхом об'ємного дозування препаратів на 3200 літрів робочої рідини. Рідкі пестициди дозуються за допомогою спеціального дозатора, встановленого на машині.

Система приготування СТК-5 призначена для приготування засобів захисту рослин та заправки обприскувачів у навісному та стаціонарному виконанні. Агрегатуються з тракторами МТЗ-82. Система працює за принципом проточного процесу: спочатку в змішувальному баку готується висококонцентрована рідина, а робота здійснюється під час заправки обприскувача. Кількість маточного розчину, необхідного для заповнення обприскувача, вимірюється за шкалою мірної трубки, встановленої на баку. Залишок (від 2 до 5% від загальної кількості) заливається в бак шприца, при цьому клапан подачі робочої рідини повинен бути закритий.

Для приготування робочих розчинів пестицидів також використовують обприскувачі ОВТ-1А, ОВС-А, ОПШ-15, оснащені механічними мішалками, та модернізовані обприскувачі БП-3М (рис. 2.2), ВУ-3,0. Обприскувачі обладнані двоступеневими відцентровими насосами, тому для забезпечення їх інтенсивного руху в баках встановлені мішалки 17 з насадками діаметром 15 мм (рис. 2.3). Крім того, встановлено додатковий бак для дозування рідких засобів захисту рослин, ручний насос НР-40 (БЦФ-2 або 376А) та комунікаційне обладнання для заповнення бака водою, перемішування робочої рідини та заправки обприскувачів .

Заправник – гноєрозкидач : цистерна ЗЖВ-1,8 призначена для перевезення засобів захисту рослин і заправки обприскувачів, транспортування рідких азотних добрив і технічної води, а також перекачування гною, розкиданого на полях. Цистерна обладнана пневматичною мішалкою (Г-подібний шланг з охолоджувачами). Ворушилка працює тільки тоді, коли працює ежектор. В цьому випадку атмосферне повітря надходить в бак через шланг, піднімається, піднімає рідину з повітря над рідиною в баку і постійно засмоктується ежектором. Для самозаправки резервуара необхідно відкрити вентиль на виході зі змішувальної камери напірно-вакуумного пристрою, закрити вентиль в корпусі ежектора, збільшити частоту обертання колінчастого вала двигуна трактора, занурити кінець фільтрувальної втулки в

робочу рідину і відкрити вентиль. Після заповнення бака до верху оглядового вікна зняти заливну горловину, відкрити клапан в корпусі ежектора і зменшити частоту обертання колінчастого вала двигуна. При заправці обприскувача ЗЖВ-1,7 опустити кінець всмоктувального шланга в горловину бака обприскувача, закрити вихідний отвір корпусу ежектора за допомогою клапана, збільшити обороти і відкрити кран. Після заповнення бака обприскувача робочою рідиною закрити кран, відкрити отвір в корпусі ежектора і зменшити частоту обертання колінчастого вала двигуна трактора.

Цистерна для рідких добрив ЗУ-3,6 призначена для транспортування і заправки рідких добрив і засобів захисту рослин. Складається з цистерни, заправного шланга та всмоктувального пристрою. Поворотний механізм дозволяє повертати шланг на  $180^{\circ}$ . Коли заправний бак заповнений робочою рідиною ЗУ - 3.6 робочою рідиною, запустити двигун на малих обертах; перевести шланг в робоче положення; занурити пробовідбірний шланг в робочу рідину; відкрити лівий вентиль (до нього приєднаний правий шланг), правий вентиль повинен бути закритий; закрити вентиль на корпусі всмоктувального пристрою під тиском, збільшити оберти двигуна і заповнити бак до позначки рівня "Р" на всмоктувальному пристрої під тиском; підняти штангу в транспортне положення за допомогою гідравлічної системи трактора.

Для заправки обприскувача обприскувачем ЗУ-3.6 опустіть всмоктувальний шланг в горловину бака обприскувача, закрийте клапан змішувальної камери напірно-всмоктувального пристрою і збільште оберти двигуна.

### **1.3. Обґрунтування необхідності розробки агрегата для приготування розчинів отрутохімкатів.**

Як бачимо, основною операцією в технічному процесі обприскування сільськогосподарських культур, яка визначає якість виконаних робіт і від

якої залежить витрата препаратів, є підготовка робочої рідини до обприскування.

Робоча рідина для обприскувальних установок може вироблятися на стаціонарних станціях або за допомогою мобільних установок. Наразі наша промисловість не випускає мобільних установок для виробництва робочого розчину пестицидів. Нам відома стаціонарна станція СЗС-30, але її використання в господарствах з невеликими обсягами обприскування є економічно не вигідним, оскільки збільшує експлуатаційні та трудові витрати.

У господарствах з невеликими посівними площами для приготування робочих розчинів використовують апарати Темп АПР. Для подачі води в пристрій "Темп" використовуються цистерни ЗЖВ-1,8 або РЖТ-4,2 в комбінації з трактором МТЗ-82. Використання двох тракторів для приготування робочої рідини не є ефективним та економічно недоцільним.

У дипломному проекті пропонується система для отримання робочих розчинів (суспензій та емульсій) з наведених нижче кристалічних порошкових та рідких пестицидів та заправки їх в обприскувачі або баки літаків.

Установка (див. аркуш 4 проектної схеми) має два резервуари для обробки робочої рідини та один резервуар для маточного розчину і сипучих матеріалів.

Всі ці контейнери кріпляться до загальної рами, встановленої на причепі 2-ПТС-4. За потреби це обладнання можна легко зняти з платформи причепа. Причіп також поршневим насосом ОПШ-4300, що приводиться в дію від валу відбору потужності трактора. Цей насос необхідний для закачування води в баки та заправки обприскувачів.

Кожен із змішувальних пристроїв (рис.2.1) складається з трилопатевої крильчатки, встановленої на валу 2, який приводиться в дію гідравлічним двигуном 3.

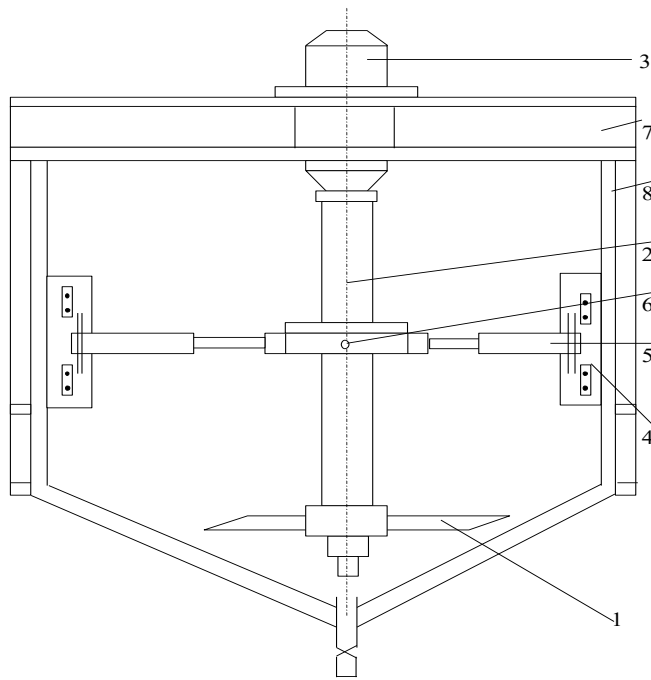


Рис. 2.1 – Конструктивно-технологічна схема змішувального пристрою

- 1 - трилопатеве робоче колесо; 2 - вал; 3 - гідравлічний насос;  
 4 - турболізатор; 5 - розпірки; 6 - корпус підшипника; 7 - шасі;  
 8 - ємність для змішування

Вихрові пластини 4 кріпляться до стінок контейнера, які з'єднані з корпусом підшипника 6 через регульовальні розміри 5. Запропонована система має ряд переваг перед системою Temp: вона більш керована завдяки меншим габаритам, а також зменшує трудовитрати при обслуговуванні системи.

#### 1.4. Розрахунок деталей і компонентів змішувача.

*Вибір приводного двигуна.* Коли лопаті мішалки обертаються в рідині, на них діють осьові та радіальні сили, які разом дають нормальну силу, що діє на лопаті (рис.2.2):

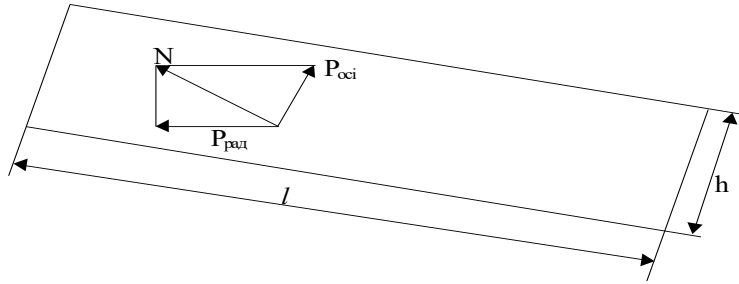


Рис. 2.2 - Сили, що діють на лопать змішувача

Для розрахунку сил, що діють на лопать, візьмемо кілька параметрів:  
діаметр лопаті  $D = 1,8$  м, ширина лопаті  $h = 14$  см,

Кут нахилу лопаті по відношенню до горизонтальної площини становить  $\alpha = 30^\circ$ , швидкість обертання валу мішалки -  $n = 112$  об/хв.

Радіальна сила, що діє на руку, визначається за формулою

$$N \cdot \cos \alpha = P \quad (2.3)$$

Де  $N$  - нормальна сила, що діє на руку, в кН.

$$N = 0,5 \cdot L \cdot b^2 \cdot \text{tg}^2(45^\circ - \varphi_2/2) \cdot \rho \quad (2.4)$$

Де  $L$  - довжина лопаті (м),

$b$  - ширина лопаті (м),

$\varphi_{(0(2))}$  - кут внутрішнього тертя ( $8^\circ$ ),

$\rho$  - густина води (кПа/м).

Підстановка формули 2.4 у формулу 2.3 дає наступний результат

$$P = 0,5 \cdot L \cdot b^2 \cdot \text{tg}^2(45^\circ - \varphi_2/2) \cdot \rho \cdot \cos \alpha$$

$$P = 0,5 \cdot 0,9 \cdot 0,14^2 \cdot \text{tg}^2(45^\circ - 8^\circ/2) \cdot 9,81 \cdot \cos 30^\circ = 0,057 \text{ кН.}$$

Результуюча радіальна сила, що діє на всі лопаті, визначається за формулою :

$$P_p = 1.2 * n * p \quad (2.5)$$

де  $n$  - кількість лопатей

$$P_p = 1.2 * 3 * 0.057 = 0.205 \text{ кН} = 205 \text{ Н}$$

Оскільки радіальна сила, що діє на лопать, створює крутний момент на валу, його можна розрахувати за допомогою наступної формули:

$$P_p = 2T_{(kr)} / D \quad (2.6)$$

де  $T$  - крутний момент, що діє на вал в Нм ;

$D$  – діаметр лопатей.

$$T_{(kr)} = P_p / 2 = (205 * 1.8) / 2 = 185 \text{ Нм.}$$

Крутний момент, що створюється гідравлічним двигуном, можна розрахувати за допомогою наступної формули:

$$T_{(s)(m)} = 9550 * N / n \quad (2.7)$$

де  $N$  - потужність двигуна,

$n$  - частота обертання вихідного валу, в об/хв.

Щоб вал мішалки обертався, крутний момент на валу двигуна повинен бути більшим, ніж крутний момент, що створюється реактивною (радіальною) силою. Потужність, необхідна від двигуна, визначається шляхом прирівнювання крутного моменту, що створюється двигуном, до радіальної сили:

$$N \geq T_{(kr)} * n / 9550 = 185 * 112 / 9550 = 2.2 \text{ кВт}$$

Виберіть гідравлічний двигун (ГМШ-32) з таблиці.

*Розрахунок вала мішалки.* Діаметр вала  $d_{(1)}$  (рис. 2.6) того кінця вала, який з'єднаний з валом електродвигуна через муфту, розраховується за формулою

$$d_{(1)} \geq \sqrt[3]{140T} \quad (2.8)$$

де  $T_1$  - крутний момент на валу (Нм),

$$d_{(1) \geq \sqrt[3]{140 \cdot 255.8}}$$

Допустимий момент зчеплення визначається за формулою :

$$[T] \geq 1.5 \cdot 255.8 = 387 \text{ Нм.}$$

При виборі конкретного розміру муфти входними параметрами є діаметр вала двигуна  $d_{die} = 45$ .

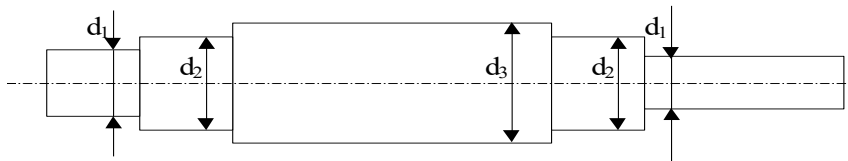


Рис. 2.3. Ескіз вала.

Використовуйте  $d_1 = 45$  мм для з'єднання вала двигуна і вала мішалки безпосередньо з муфтою. Діаметр вала для підшипника становить  $d_2 = 50$  мм. Діаметр вала для маточини підшипника становить  $d_3 = 60$  мм.

*Вибір підшипника.* Для підшипникової опори В (рис. 2.7) використовуємо середній роликний підшипник серії 7310.

Через неминуче переміщення вала мішалки та гідравлічного двигуна, муфта піддає вал додатковому зусиллю  $F_k$ , яке розраховується за формулою :

$$F_{k1} = 0.45 \cdot T_1 / D, \quad (2.9)$$

де  $D = 220$  мм - зовнішній діаметр муфти ;

$$F_k = 0.45 \cdot 255.8 \cdot 10^3 / 220 = 523 \text{ Н}$$

Визначення реакції опору навантаження у вертикальній площині

$$\sum T_i = 0$$

$$P(400 + 780) - R_{AY} \cdot 780 = 0, \text{ тоді}$$

$$R_A = R_{AY} = P(400 + 780) / 780 = 310 \text{ Н}$$

$$\sum T_Z = 0$$

$$P_1 * 400 * R_{YB} * 780 = 0$$

$$R_B = R_{(YB)} = P * 400 / 780 = 205 * 400 / 780 = 105 \text{ Н.}$$

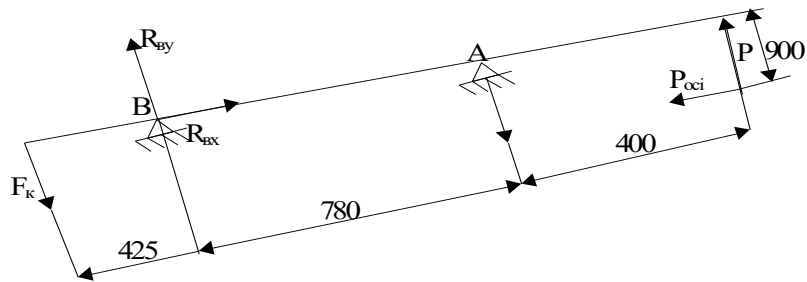


Рис. 2.4. Схема навантаження валів

Визначимо (рис. 2.5) опір реакції вала на випрямлене навантаження  $F_k$ , спричинене муфтою:

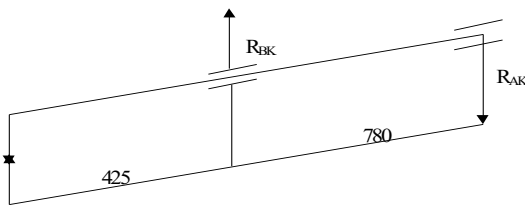


Рис. 2.5. Схема навантаження вала консольним навантаженням муфти

$$\sum T_A = 0$$

$$R_B * 780 - F_k(425 + 780) = 0$$

$$R_{BM} = F_{(k)} * (425 + 780) / 780 = 808 \text{ Н}$$

$$\sum T_B = 0$$

$$R_{AM} * 780 - F_k * 425 = 0$$

$$R_{(AM)} = F_{(k)} * 425 / 780 = 285 \text{ Н}$$

Визначимо загальну опорні реакції приводного вала на навантаження і муфту, враховуючи найгірший випадок :

$$F_{(rA)} = R_A + R_{AM} = 310 + 285 = 595 \text{ Н}$$

$$F_{(rB)} = R_B + R_{BM} = 105 + 808 = 913 \text{ Н.}$$

Давайте визначимо базову довговічність обраного нами роликового підшипника 7310.

Джерело:  $F_{(O)} = F_{(rA)} = 595 \text{ Н}; F_{(rB)} = 913 \text{ Н}; F_{(B1)} = P_{(oc)} = N \cdot \sin \alpha =$   
 $= 235 \cdot \sin 30^\circ = 118 \text{ Н}; C_r = 56 \text{ кН}; L = 0,31; Y = 1,94.$

Вісім компонентів реакції визначаються наступною формулою:

$$F_{(\alpha\beta)} = 0,83 \cdot C_a \cdot F_{(rA)} = 0,83 \cdot 0,31 \cdot 913 = 235 \text{ Н}$$

Визначаємо осьову силу на підшипник. Оскільки сума всіх осьових сил, що діють на опору В, додатна, осьова сила для опори В обчислюється як  $F_{AB} = P_{(o)si} = 118 \text{ Н},$

оскільки  $F_{AB}/F_{(rB)} = 118/913 < 1$  (b),

то  $x=1, y=0.$

Еквівалентне динамічне навантаження визначається за формулою :

$$P_{((rB) (O))} = (F_{(O)} / F_{(rB) (O)}) \cdot K_B = 913 \cdot 11,3 = 1186,9 \text{ Н}$$

Орієнтовний термін служби підшипника 7310 (підшипник В) становить  $L_B = 10^{(6)} / (60 \cdot 112) \cdot [C_r / P_{(rB)}]^{10/3} = 10^{(6)} / (60 \cdot 112) \cdot [56000 / 1186,9]^{(10/3)} = 15469,6$  годин.

*Перевірка розрахунків вала.* Оскільки вал працює в агресивному середовищі, матеріал вала - сталь 20Х13. Межа міцності матеріалу  $\sigma_B = 900$  МПа, межа міцності при симетричному циклі вигину  $\sigma_{-1} = 410$  МПа, межа міцності при симетричному циклі кручення  $\tau_{-1} = 240$  МПа, а коефіцієнт  $\varphi_0 = 0,2$  m,  $\varphi_{(1)} = 0,1.$

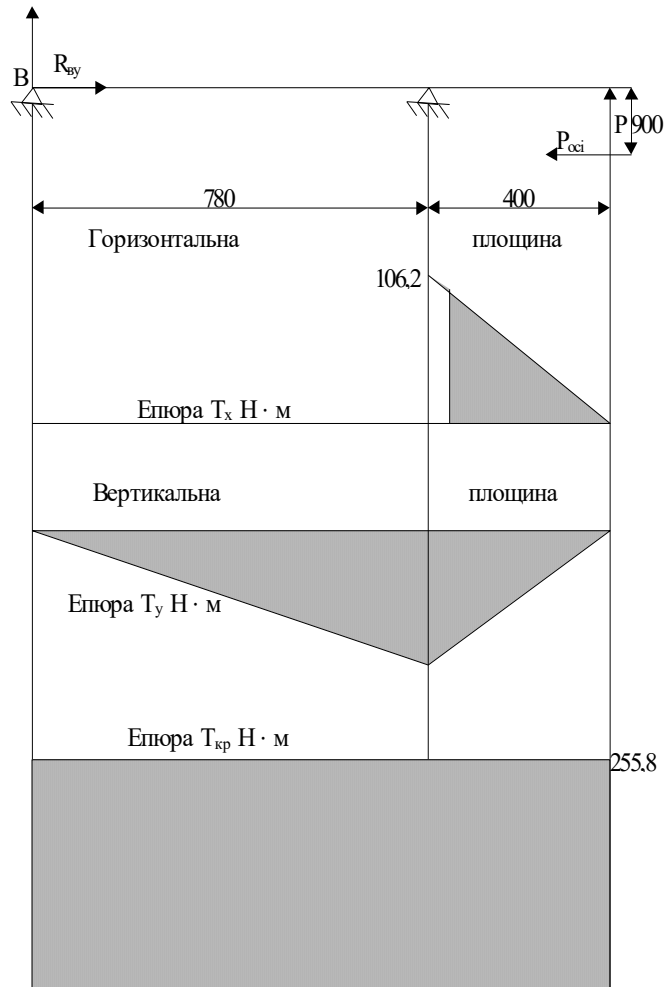


Рис. 2.6 - Схема розрахунку вала мішалки

За принциповою схемою будуємо схему вала та створюємо розрахункову схему. Далі будуємо епюри згинальних моментів у вертикальній та горизонтальній площинах (рис. 2.6) та крутного моменту.

Після запису згинального та крутного моментів визначається небезпечний переріз вала.

У цьому випадку небезпечним перерізом вала є переріз, де крутний момент однаковий:  $T_k = (T)_{(1)} = 255,8 \text{ Нм}$ ,

$$\sum T_{(y)}; P(400+780) - R_{AY} * 780 = 0$$

Перевірка на міцність в загрозовому перетині I.

Згинальний момент  $T_b = 106,2$  Нм

Крутний момент  $T_{(cr)} = 255,8$  Нм

Максимальна нормована напруга  $\sigma_{(max)} = T/W$

$$\text{де } W_{oci} = 0.1 * d_1^3 = 0.1 * 43^3 = 9112.5 \text{ мм}^3$$

Максимальна контактна напруга

$$\tau_{(max)} = T(x)/W_p = 255.8 * 10^3 / 18225 = 14 \text{ МПа}$$

$$W_p = 0.2d^3 = 0.2 * 4.5^3 = 18255 \text{ мм}^3$$

Для визначення коефіцієнта зниження втомної міцності з урахуванням поправки використовується табличні дані

$$K_{\sigma_D} = K_{\sigma} / K_d = 4.3$$

$$K_{\tau_D} = K_{\tau} / K_d = 3.1$$

Коефіцієнт  $K_v = 10$  та  $K_F = 1.0$

Припустимо, що нормальна напруга коливається за симетричним циклом, тобто  $\sigma_{a-} = 11.7$   $\sigma_{(m)} = 0$ ,

а дотична напруга відповідає віднятій напрузі, тобто

$$\tau_{a-} = 0.5 \tau_{max} = 0.5 * 14 = 7$$

визначено [16]:

а) Коефіцієнт запасу міцності для нормальних навантажень :

$$S_{\sigma} = \sigma_{(-1)} / (K_{\tau_D} * \sigma_a) = 410 / (4.3 * 11.7) = 8.15$$

б) Коефіцієнт запасу міцності для дотичних напружень :

$$S_{\tau} = \tau_{(-1)} / (K_{\tau_D} * \tau_a + 0.1 * \tau_{(m)}) = 240 / (3.1 * 7 + 0.1 * 7) = 10.7.$$

в) Загальний коефіцієнт безпеки

$$S = (S_{\sigma} * S_{\tau}) / \sqrt{S_{\sigma}^2 + S_{\tau}^2} = 8.15 * 0.7 / \sqrt{8.15^2 + 10.7^2} = 6.5$$

Щоб гарантувати міцність, коефіцієнт запасу міцності повинен бути не менше  $[S]=1,5\dots 1,8$ .

Це гарантує міцність і жорсткість валу.

Відносно високе значення  $S=6,5$  пояснюється тим, що діаметр валу був збільшений на етапі проектування.

### **3 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Зміни в природі стають все більш очевидними у відповідь на сільськогосподарську діяльність людини та зростаючий попит на продукти харчування. Нерозуміння того, що все в природі взаємопов'язане і взаємозалежне, часто призводить до небажаних наслідків. Зловживання хімікатами шкодить домашнім і диким тваринам, врожаю і людям.

Витісняючи природні біогеоценози та прямо чи опосередковано впливаючи на агробіогеоценози, людина порушує стабільність біосфери в цілому. Для того, щоб виробляти більше їжі, людство завдає шкоди навколишньому середовищу, вдаючись до різних сільськогосподарських практик, що передбачають використання хімічних продуктів.

Зростаюче використання пестицидів у ґрунті має шкідливий вплив на навколишнє середовище. Протягом останнього століття ядохімікати широко використовувалися для підвищення продуктивності агробіоценозів. Таким чином задовольнялися потреби рослин в азоті та фосфорі і підвищувалася врожайність сільськогосподарських культур.

Збільшення використання хімічних добрив, гербіцидів та пестицидів призводить до збільшення стоку та скидання цих речовин у водойми. Це створює сприятливі умови для розвитку водоростей, які, як відомо, потребують багато кисню і тому ускладнюють життя у водоймах.

Кількість інших хімічних продуктів, що використовуються в сільському господарстві (інсектициди, дефоліанти тощо), також зростає.

Використання хімічних добрив, гербіцидів та пестицидів, окрім позитивних ефектів, має також серйозні негативні наслідки, які, зрештою, негативно впливають на продуктивність агробіоценозу та на навколишнє середовище в цілому. Однак людина не може обійтися без добрив і

гербицидів. З екологічної точки зору, вихід з цієї дилеми полягає в тому, щоб мінімізувати негативний вплив агрохімікатів.

З цією метою необхідно суворо дотримуватися правил використання хімічних добрив і пестицидів.

Якщо хімікати використовуються невміло і неправильно, вони перетворюються з союзників фермерів і худоби на запеклих ворогів. Слід пам'ятати, що існує кілька шляхів покращення екологічних показників агробіогеоцинозів. При їх розробці необхідно враховувати кілька факторів: виведення сортів, стійких до хвороб і паразитів, адаптація типу культури до кліматичних умов, різноманітність видів і сортів в агробіогеоценозах тощо.

Все це допомагає підтримувати екологічний рівень агробіогеоценозу та сприяє його продуктивності.

Водночас, частина сільськогосподарських угідь піддається водній ерозії. Як правило, це похилі ділянки. Вони зазнають сильної ерозії від дощу та танення снігу. Вираженої вітрової ерозії немає. На територіях, схильних до водної ерозії, обробіток ґрунту і посів проводять поперек схилу, використовуючи оранку, поглиблення верхнього шару ґрунту та інші методи обробітку, які зменшують стік поверхневих вод, а також ґрунтозахисні культури, смугове землеробство, обробіток ґрунту впоперек захисних лісосмуг і будівництво протиерозійних споруд.

Компанія приділяє велику увагу охороні водних ресурсів. Для підтримки чистоти водних ресурсів країни вживаються наступні заходи :

- Рослини вирощуються з урахуванням водопостачання;
- Мінімальне використання добрив, щоб уникнути забруднення ґрунтових вод.

Компанія надає великого значення економному використанню паливно-мастильних матеріалів.

Відпрацьована олива зливається в спеціальні резервуари. Бензин зберігається в спеціальних, герметично закритих резервуарах.

#### 4. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЕКТУ

Доцільність впровадження інновацій підтверджується економічною ефективністю. Новий агрегат має бути не лише кращим за базовий, але й перевищувати його за певними показниками. Впровадження інновації вимагає певних витрат або максимально повного і правильного використання машин та енергоресурсів, що використовуються в базовому варіанті.

Прямі та приведені експлуатаційні та трудові витрати використовуються в економічних розрахунках ефективності використання машин у технологічному виробництві.

Всі складові експлуатаційних витрат поділяються на три групи: Витрати, які залежать від балансової вартості, встановлених норм, тарифів і терміну служби машини; Витрати, які пов'язані з витратами на оплату праці; Витрати, які залежать від обсягу фактично виконаних робіт і витрат паливно-мастильних матеріалів. Співвідношення між прямими експлуатаційними витратами та одиницею праці (продуктивністю) називається питомими витратами.

Розрахуємо економічну ефективність використання розробленого нами пристрою. Для цілей розрахунків припустимо, що він агрегується з трактором МТЗ-80.

При визначенні вартості запропонованої установки ми враховуємо той факт, що установка складається з обладнання для приготування розчинів пестицидів, змонтованого на тракторному причепі 2ПТС-4-793, тобто вартість установки складається з вартості причепа та вартості обладнання для приготування розчинів.

За конструкцією та складністю обладнання для приготування розчину аналогічне СТК-5, який коштує 36 500 грн. Вартість причепа 2ПТС-4-793 становить 19 100 гривень.

У цьому випадку ціна пристрою становить 55600 грн.

Машина може виробляти 5 м<sup>3</sup>) розчину пестицидів на годину змінного часу. розчину пестицидів на годину. При середній витраті 250 літрів розчину на гектар, продуктивність на можливій площі обробки становить 20 гектарів на рік.

Витрата палива в літрах на кубічний метр обробленого розчину (включаючи насоси) становить 3 л/м<sup>3</sup> або 0,15 л/га.

Звичайне річне робоче навантаження заводу становить 320 годин. Відрахування на реновацію - 14,2%, поточні ремонти та обслуговування - 5%.

Вартість трактора МТЗ-80 - 67300 грн. Кількість робочих годин на рік - 1600 годин. Відрахування на : Реновацію - 10%, капітальний ремонт - 5%, поточний ремонт і технічне обслуговування - 12,7%.

Вартість продукту визначається за наступною формулою:

$$Z_{п} = \frac{m}{W_{г.ек}} \quad (4.1)$$

де  $m$  - кількість працівників.

Для приготування розчинів необхідно використовувати рис:

$$(C_{г}) = \frac{1}{20} = 0,05 \text{ Години роботи/га}$$

Питомі, прямі експлуатаційні витрати  $C_{пит}$  грн/га на механізовану працю розраховуються за такою формулою:

$$C_{пит} = C_{оп} + C_{пмм} + C_{ра} + C_{кто} \quad (4.2)$$

Якщо  $C_{оп}$  – Витрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн/га;

$C_{пмм}$  – Витрати на паливно-мастильні матеріали, грн/га;

$C_{ра}$  – Витрати на реновацію.;

$C_{кто}$  – Відшкодування витрат на ремонт і технічне обслуговування всіх частин машини і трактора .

Витрати на зарплату персоналу розраховується за наступною формулою:

$$C_{оп} = \frac{m \cdot k_n \cdot f}{W_{зм}} \quad (4.3)$$

$f$  – Змінна винагорода за продуктивність грн/міс;

$k_n$  – Коефіцієнт заробітної плати ;  $k_n = 1,375$

$W_{зм}$  – Зміна норми виробітку, га.

Трактористи отримують погодинну ставку 129,1 грн., що відповідає 5-му розряду тарифної сітки. Продовження буде,

$$C_{оп} = \frac{1 \cdot 129,1 \cdot 1,375}{140} = 1,3 \text{ грн/га}$$

Вартість спожитих паливно-мастильних матеріалів, в грн/га, можна розрахувати за наступною формулою:

$$C_{пмм} = C_k \cdot g_{га} \quad (4.4)$$

де  $C_k$  – загальна вартість паливопроводу, включаючи базове паливо, пусковий бензин та мастило  $C_k = 50,2$  ;

$g_{га}$  – Витрата палива на гектар.

Витрати на паливно-мастильні матеріали становлять

$$C_{\text{ПММ}} = 0,15 \cdot 50,2 = 7,53 \text{ грн/га.}$$

Резерв на оновлення обладнання в підрозділі  $C_{\text{ра}}$  грн/га визначається наступним чином:

$$C_{\text{ра}} = \frac{\alpha_{\text{рт}} \cdot B_{\text{т}}}{100 \cdot W_{\text{га}} \cdot t_{\text{фт}}} + \frac{\alpha_{\text{рм}} \cdot B_{\text{м}}}{100 \cdot W_{\text{га}} \cdot t_{\text{фм}}} \quad (4.5)$$

де  $\alpha_{\text{рт}}$  і  $\alpha_{\text{рм}}$  – ставка щорічних амортизаційних відрахувань від балансової вартості трактора і техніки, у % ;

$B_{\text{т}}$  і  $B_{\text{м}}$  – Балансова вартість трактора та машини, грн;

$W_{\text{га}}$  – Продуктивність агрегату за годину роботи, га ;

$t_{\text{фт}}$  і  $t_{\text{фм}}$  – сумарне річне навантаження відповідного трактора та машини, год

Кошти на ремонт виділені:

$$C_{\text{ра}} = \frac{10 \cdot 67300}{100 \cdot 20 \cdot 1600} + \frac{14,2 \cdot 55600}{100 \cdot 20 \cdot 320} = 1,44 \text{ грн/га}$$

Витрати на капітальні, поточні ремонти та технічне обслуговування,  $C_{\text{кто}}$  грн/га, розраховуються за наступною формулою:

$$C_{\text{кто}} = \frac{\alpha_{\text{кт}} \cdot B_{\text{т}}}{100 \cdot W_{\text{г.ек}} \cdot t_{\text{нт}}} + \frac{1}{100 \cdot W_{\text{г.ек}}} \cdot \left( \frac{\alpha_{\text{т}} \cdot B_{\text{т}}}{t_{\text{нт}}} + \frac{\alpha_{\text{м}} \cdot B_{\text{м}}}{t_{\text{нм}}} \right) \quad (4.6)$$

де  $\alpha_{\text{кт}}$  – ставка щорічних платежів за обслуговування тракторів у %;

$\alpha_{\text{т}}$  і  $\alpha_{\text{м}}$  – річна норма відрахувань на поточні ремонти від балансової вартості трактора та робочої машини, у %.

Прилад необхідно ремонтувати та обслуговувати:

$$C_{кто} = \frac{5 \cdot 67300}{100 \cdot 20 \cdot 1600} + \frac{1}{100 \cdot 20} \cdot \left( \frac{12,7 \cdot 67300}{1600} + \frac{5 \cdot 55600}{320} \right) = 0,81 \text{ грн/га}$$

Таким чином, прямі операційні витрати на технологію є наступними:

$$C_{num} = 1,3 + 7,53 + 1,44 + 0,81 = 11,08 \text{ грн/га.}$$

Як показують результати розрахунків, одноразове використання пристрою для приготування розчину в агрегаті з трактором МТЗ-80 збільшує прямі операційні витрати на вирощування озимої пшениці на 3,91 грн/га. Враховуючи, що запропонований пристрій може бути використаний в середньому чотири рази під час вирощування пшениці (боротьба з бур'янами, хворобами та шкідниками), загальне збільшення прямих операційних витрат становить  $4 \cdot 11,08 = 44,32$  грн/га.

Водночас запропонована система зменшить нерівномірність концентрації розчину, що призведе до більш ефективного використання гербіцидів та пестицидів, а отже, до збільшення врожайності пшениці на 5%. Таким чином, використання системи дозволить компанії отримати додатковий дохід за рахунок збільшення врожайності.

При закупівельній ціні озимої пшениці 6000 грн/т та врожайності пшениці 40 ц/га, додаткова продукція з гектара може бути отримана за рахунок більш ефективного використання засобів захисту рослин з , що в грошовому еквіваленті становитиме  $40 \cdot 0,05 \cdot 6000 = 12000$  грн/га.

Річний економічний ефект системи розраховується за наступною формулою:

$$E_{p.эф} = (D - C_{num}) \cdot F, \quad (7.7)$$

де F – площа озимої пшениці в господарстві в га,  $F = 450$  га;

D - вартість додаткової продукції, грн/га.

Тоді  $E_{p.эф} = (12000,0 - 44,32) \cdot 450 = 5380056$  грн.

Період амортизації виробничих витрат на одиницю продукції розраховується за формулою :

$$O = \frac{B_m}{E_{p.эф}} = \frac{55600}{5380056} \approx 0,01 \text{ років.}$$

Результати розрахунків економічної ефективності представлені в таблиці нижче.

Таблиця 7.1 - Співвідношення витрат і вигод проекту

Назва індикатора	Технічний процес виготовлення МТЗ-80 + АПР-5
------------------	-------------------------------------------------

Витрати праці, робочі години/га	0,05
Прямі операційні витрати, грн/га	
серед інших:	
Витрати на паливно-мастильні матеріали	44,32
Зарплата	7,53
Забезпечення для	1,3
Витрати на ремонт і технічне обслуговування	5,76
	3,24
Витрати на виробництво одиниці продукції, грн.	55600
Річний економічний ефект, грн.	5 380 056
	0,01
Період амортизації, років	

Результати розрахунків рентабельності показують, що впровадження технологічного процесу приготування розчинів запропонованим агрегатом АПР-5 у процесі вирощування озимої пшениці (чотири рази за вегетацію) матиме річний економічний ефект у розмірі 5380056 грн завдяки більш ефективному використанню засобів захисту рослин. Витрати на виготовлення агрегату для приготування розчинів окупляться на протязі 2-х місяців після введення його в експлуатацію та продажу готової продукції.

## ВИСНОВКИ

Передові технології вирощування, засновані на науково-технічному прогресі, передбачають впровадження інтенсивних та індустріальних технологій, що включають сівбу по кращих попередниках, науково обґрунтоване дозування органічних і мінеральних добрив, посів насіння з високою схожістю і здатністю до розмноження, досконалий обробіток ґрунту, впровадження ефективної системи боротьби з бур'янами, шкідниками та хворобами, а також раціональні способи збирання врожаю та використання техніки.

Техніко-економічний аналіз різних варіантів обприскування сільськогосподарських культур показує, що найбільш ефективним є низькодозове обприскування. Зменшення витрати робочої рідини з 300 до 100 л/га знижує витрати на обприскування на 13,3-15,4%.

Найважливішою операцією в технологічному процесі обприскування сільськогосподарських культур, яка визначає якість виконання робіт і від якої залежить витрата препаратів, є приготування робочої рідини для обприскування на місці. Робочу рідину для обприскування сільськогосподарських культур можна готувати на стаціонарних майданчиках або за допомогою пересувних агрегатів. Наразі наша промисловість не випускає мобільних установок для приготування робочої рідини пестицидів. Серед стаціонарних установок нам відома стаціонарна установка СЗС-30, але її використання в господарствах з невеликими обсягами обприскування є недоцільним з економічної точки зору, оскільки збільшує експлуатаційні та трудові витрати.

У господарствах з невеликими посівними площами для приготування робочих розчинів застосовують апарати Темп АРР. Для подачі води в пристрій "Темп" використовуються цистерни ЗЖВ-1,8 або РЖТ-4,2 в

комбінації з трактором МТЗ-80. Використання двох тракторів для приготування робочої рідини не є ефективним та економічно доцільним.

У дипломному проекті запропоновано систему для виробництва робочих розчинів (суспензій та емульсій) з гранул, кристалічних порошків та рідких пестицидів і розливу їх у контейнери для обприскування.

Результати економічних розрахунків показують, що впровадження технологічної процедури приготування розчинів із запропонованою установкою АПР-5 у процес вирощування озимої пшениці (чотири рази за вегетацію) призведе до отримання річного економічного ефекту в розмірі 5380056грн завдяки більш ефективному використанню засобів захисту рослин.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ретьман С. Захист зернових культур від хвороб // Пропозиція. – 2011. – №3 – С. 56–57.
2. Масло І. Проблеми і напрямки підвищення ефективності використання пестицидів / І. Масло, О. Барановський, Д. Войтюк // Техніка АПК. – 1997 – № 3. – С. 10–11.
3. Застосування малооб'ємного обприскування на посівах зернових колосових культур шкідлив за допомогою машини з регульованою дисперсністю в степовій зоні України. – К.: Форсіс, 1997– 18 с.
4. Поліщук В.М. Аналіз прогресивних технічних засобів для забезпечення якісного обприскування польових культур // Вісник Житомирського інженерно–технологічного інституту. – Житомир, 2000. – № 12. – С.117-124
5. Барановський О.С. Техніка для внесення пестицидів // Пропозиція. – 2002. – №2. – С. 64-65.
6. Katalog L. 2001. Agrardüsen und Zubehör / Lechler. – Metzingen, 2001. – 55 s.
7. Produktformation. Hardi Düsen: Prospekt / Hardi GmbH. – Heilsroon, 2001. – 27 s.
8. Tips und Trips für den Praktiken Maßstäbe für die Düsenauswahl : Prospekt / Lechler. – Fellbach, 2001. – 4 s.
9. Düsen und Zubehör für Raumkulturen: Prospekt / Lechler. – Metzingen, 2001. – 6 s.
10. HARDI PILOT: Electronics for modern agriculture: Prospect / Hardi. – Taastrup, o.J. – 7s .

11. Грицишин М., Забезпечення високого технічного рівня сільськогосподарської техніки / М. Грицишин, І. Масло // Пропозиція. – 2003. – №3. – С. 94-97.

12. Пат. 5358180 США, B05B 3/00. Selectable spray pattern low volume sprinkler / Praasas Thomas N., Bard Shannon, Smith Allan L.; Aquapore Moisture Systems, Inc.-№ 43479; Заявл. 06.04.2003; Опубл. 25.10.2004; НКВ 239/391.

13. СОУ 74.3-37-137:2004 Випробування сільськогосподарської техніки. Обприскувачі, опилювачі, розселивачі ентомофагів, машини для приготування і транспортування робочої рідини. Методи випробувань.

14. ДСТУ 3575-2008. Патентні дослідження. Основні положення та порядок проведення випробувань.

15. John Deere TwinFluid System. More air-less spray volume-higher efficiency-more profit:Prospect/ John Deere.-2004.-8 s.

## **ДОДАТКИ**