

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Обґрунтування параметрів системи розпилювання
малогабаритного обприскувача

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МСм-61
спеціальності _____

133 Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

	_____	<u>Дмитрук Б.А.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Керівник	_____	<u>Хомик Н.І.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____	<u>Сташків М.Я.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	_____	<u>Бабій А.В.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
Рецензент	_____	<u>Шанайда В.В.</u>
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2022

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Бабій А.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

20__ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 133 Галузеве машинобудування
(шифр і назва спеціальності)

студенту Дмитрику Борису Андрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Обґрунтування параметрів системи розпилювання
малогабаритного обприскувача

Керівник роботи Хомик Надія Ігорівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 1 » листопада 2022 року № 4/7-872

2. Термін подання студентом завершеної роботи 21 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи ширина захвату машини 4,2 м; робоча швидкість агрегату на основних операціях до 7 км/год; ширина міжрядь до 0,7 м; об'єм бака 22-25 дм³; витрата робочої рідини 150-300 л/га; продуктивність за годину основного часу 0,01-0,02 га/год; монтується на трактори класу 2 і 6 кН.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Реферат. Вступ. 1. Аналіз особливостей внесення пестицидів. 2. Обґрунтування основних параметрів малогабаритного обприскувача. 3. Дослідження процесу внесення робочих розчинів пестицидів. 4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях. Загальні висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точних зазначенням обов'язкових креслень, слайдів) 1-3. Обприскувач малогабаритний. Складальне креслення (3А1). 4. Бак. Складальне креслення. Відсікач. Складальне креслення (1А1). 5-6. Деталювання. 7. Розрахункові схеми (1А1).

6. консультанти основних розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та	Окіпний І.Б., доцент		
безпека у надзвичайних ситуаціях	Клепчик В.М., ст.викл.		

7. Дата видач завдання

1 листопада 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін етапів виконання роботи	Примітка
1	Аналіз особливостей внесення пестицидів	до 20.11.2022	
2	Обґрунтування основних параметрів малогабаритного обприскувача	до 01.12.2022	
3	Дослідження процесу внесення робочих розчинів пестицидів	до 10.12.2022	
4	Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	до 12.12.2022	
9	Реферат. Вступ. Загальні висновки	до 12.12.2022	
10	Графічна частина. Специфікації	до 12.12.2022	

Студент

_____ (підпис)

Дмитрук Б.А.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Хомик Н.І.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Дмитрук Борис Андрійович

Тема роботи – «Обґрунтування параметрів системи розпилювання малогабаритного обприскувача».

Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Хомик Надія Ігорівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань (42 найменування), 4 додатків. Загальний обсяг текстової частини – 83 сторінки, на яких є 17 рисунків. Додатки розміщені на 10 сторінках. Графічна частина складається з 7 аркушів формату А1.

Актуальність теми роботи. Аналізуючи літературні джерела на предмет розробки та застосування необхідних знарядь та засобів для внесення пестицидів в агротехнічних дослідах, тобто на ділянках, де вирощують селекційне насіння чи гібриди, на ділянках, де випробовують нові хімічні препарати для захисту культурних рослин від бур'янів, шкідників і хвороб, відзначимо, що застосовувати серійні знаряддя не є можливим.

Польові роботи, щодо закладання дослідних ділянок, зокрема роботи з обробітку ґрунту, повністю механізовані відповідними засобами. Водночас закладання і реалізацію експериментальних досліджень з внесення пестицидів на ділянках малих площ 50-100м² здійснюють вручну, використовуючи ранцеві обприскувачі, а це окрім великих затрат праці несе ще й суттєвий вплив суб'єктивних факторів на чистоту постановки дослідів. Тому кваліфікаційна робота направлена на розробку та удосконалення системи розпилення малогабаритного обприскувача, який можна застосовувати на дослідних ділянках.

Мета роботи: обґрунтувати загальну конструктивну схему малогабаритного обприскувача та розрахувати його основні параметри, виходячи з агротехнічних вимог забезпечення внесення робочих розчинів пестицидів на

дослідних ділянках. Розробити схему роботи обприскувача на дослідних ділянках із можливістю дозаправки при необхідності.

Завдання дипломної роботи магістра:

- проаналізувати вимоги до внесення гербіцидів;
- проаналізувати методи та технологій обприскування;
- виконати короткий огляд обприскувачів;
- описати конструкцію малогабаритного обприскувача та агровимоги;
- обґрунтувати конструктивні параметри малогабаритного обприскувача;
- обґрунтувати товщини стінок бака для хімрозчинів;
- виконати розрахунок пружини запобіжного клапана бака;
- розробити оптимальний тяговий режим агрегата;
- розробити вимоги для підготовка ділянки поля та агрегату до роботи;
- розробити порядок організації виконання робіт з використанням малогабаритного обприскувача;
- обґрунтувати механізацію внесення робочих розчинів пестицидів на дослідних ділянках;
- дослідити вплив розмірів краплин на ефективність обприскування та обґрунтування оптимальної дисперсності
- розробити заходи для підвищення рівня техніки безпеки при використанні малогабаритного обприскувача;
- запропонувати порядок захисту людей від впливу іонізуючих випромінювань.

Об'єкт, методи та джерела дослідження

Об'єкт дослідження. Конструктивні елементи системи розпилювання малогабаритного обприскувача.

Предмет дослідження. Силві розрахунки та розрахунки на міцність конструктивних елементів системи розпилювання малогабаритного обприскувача.

Методи дослідження. Теоретико-емпіричний, теорії міцності, графічний, порівняльний, математичного моделювання.

Наукова новизна отриманих результатів.

Доведено можливість використання удосконаленого малогабаритного обприскувач на дослідних ділянках. Чистоти закладання досліджень на селекційних ділянках з використання малогабаритного обприскувача можна досягти за таких умов: ширина дослідної ділянки має відповідати ширині захвату штанги обприскувача; постійна витрата робочого розчину; очищення продуванням стисненим повітрям бака, кранів, шлангів; відсутність впливу людського фактора. Для малогабаритного обприскувача під час роботи на селекційних ділянках (внесення робочих розчинів) пророблені агротехнічні вимоги. Досліджено вплив розміру краплин хімічних речових пестицидів на ефективність обприскування та обґрунтовано оптимальну їх дисперсність.

Практичне значення отриманих результатів.

Запропонована конструкція малогабаритного обприскувача, який монтується на трактор класу тяги 6 кН (Т-25). Розроблено конструкцію місткості для робочих розчинів пестицидів, запірну арматуру. За результатами тягового розрахунку рекомендовано працювати трактором типу Т-25 (до 6кН зусилля) з монтованим на задній навісці обприскувачем на швидкостях до 6 км/год. Виконані розрахунки, що стосуються технології роботи обприскувача. Розроблена схема переміщення трактора з обприскувачем на дослідних ділянках. Розраховано на міцність ємність для робочої рідини та визначені її розміри.

Малогабаритний обприскувач рекомендовано використовувати на невеликих за площами ділянках дослідних станцій, що займаються вирощуванням нових сортів сільськогосподарських рослин, випробування препаратів для хімзахисту культурних рослин, а також у господарствах, які мають поля невеликі за площами.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались V Міжнародній студентській науково-технічній конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання», Тернопіль, ТНТУ, 28-29 квітня 2022 року.

Ключові слова: трактор, малогабаритний обприскувач, тяговий режим, гербіциди, дослідні ділянки, бак, обприскування, розпилувачі рідини, штанга.

ЗМІСТ

	Стр.
ВСТУП	8
1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВНЕСЕННЯ ПЕСТИЦИДІВ	9
1.1. Вимоги до внесення гербіцидів	9
1.2. Аналіз методів та технологій обприскування	18
1.3. Короткий огляд обприскувачів	25
1.4. Опис конструкції малогабаритного обприскувача та агровимоги	27
1.5. Обґрунтування теми	
2. ОБҐРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАЛОГАБАРИТНОГО ОБПРИСКУВАЧА	29
2.1. Обґрунтування конструктивних параметрів малогабаритного обприскувача	29
2.2. Обґрунтування товщини стінок бака для хімрозчинів	35
2.3. Розрахунок пружини запобіжного клапана бака	37
2.4. Оптимальний тяговий режим агрегата	41
2.5. Підготовка ділянки поля і агрегату до роботи	49
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВНЕСЕННЯ РОБОЧИХ РОЗЧИНІВ ПЕСТИЦИДІВ	54
3.1. Механізація внесення робочих розчинів пестицидів на дослідних ділянках	54
3.2. Вплив розмірів краплин на ефективність обприскування і обґрунтування оптимальної дисперсності	58
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	66
4.1. Організація виконання робіт з використанням малогабаритного обприскувача	66
4.2. Заходи для підвищення рівня техніки безпеки при використанні малогабаритного обприскувача	68
4.3. Захист людей від впливу іонізуючих випромінювань	69
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	79
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	80
ДОДАТКИ	84

ВСТУП

Боротьба за чистоту посівів сільськогосподарських культур і якість зібраного врожаю поєднують заходи, які взаємно доповнюють одні одних, а іноді і дещо суперечать, особливо, щодо застосування хімічних препаратів для досліду за посівами з огляду на дотримання допустимих норм шкідливих речовин у кінцевій продукції.

Вдале поєднання агротехнічних, біологічних та хімічних заходів під час вирощування сільськогосподарських культур сприятливо відображається на урожайності. Однак є ще дуже важливі чинники, які суттєво впливають на величину врожаїв – це якість посівного матеріалу; інтенсивні технології у поєднанні із комплексами машин та обладнання для їх реалізації у рослинництві; погодні умови. На останній чинник неможливо вплинути, але інші піддаються регулюванню завдяки відповідним дослідженням в аграрному виробництві та інших галузях, а також впровадженню отриманих результатів.

Найефективнішим із заходів боротьби із бур'янами, шкідниками та хворобами на посівах сільськогосподарських культур є хімічний метод. Його раціональне застосування можливе лише із чітким дотриманням норм та термінів внесення препаратів, інакше шкода може значною включно із повною загибеллю посівів [17, 21, 28, 29, 30]. Дослідження якості нових хімпрепаратів у сільському господарстві – важлива і водночас дорога річ. Тому такі дослідження виконують на ділянках невеликих за розмірах – дослідних ділянках, а це потребує відповідних технічних засобів для їх реалізації. На це і направлена кваліфікаційна робота.

Також важливим є насінництво – вирощування нових сортів та гібридів. Реалізувати його можна також із застосуванням відповідної малогабаритної техніки.

Отже, застосування хімічних заходів, у поєднанні з відповідною агротехнікою вирощування, забезпечить зменшення затрат праці та коштів і позитивно відобразиться на якості і вартості отримуваної продукції.

1. АНАЛІЗ ОСОБЛИВОСТЕЙ ВНЕСЕННЯ ПЕСТИЦИДІВ

1.1. Вимоги до внесення гербіцидів

Під час вирощування практично усіх сільськогосподарських культур є потреба у застосуванні засобів захисту посівів. Ще необхідно, щоб убезпечити їх від пригнічення бур'янами, шкідниками чи хворобами. Здійснити захист зайнятих полів найефективніше хімічним методом, за умови поєднання агротехнічного і біологічного методів. Незамінним є хімічний захист також і для садів та ягідників, щоб уберегти ці насадження від хвороб, шкідників та забур'янення. На сьогодні є потреба також у захисті від шкідників культурних насаджень парків та скверів.

Щоб захистити культурні рослини від хвороб, шкідників, патогенних організмів, бур'янів найдоцільніше застосовувати обприскування. Так вноситься більше 75 % препаратів, які використовують у землеробстві. У більшості випадків найдоцільнішим є обробіток відповідними препаратами насінневого матеріалу. Цим створюються сприятливі умови для своєчасних і дружніх сходів та рівномірного росту і розвитку культурних рослин, особливо на початкових стадіях [28, 29, 30, 40].

Кожна технологічна операція, включно з обприскуванням, для якісного її здійснення потребує відповідних машин та обладнання із певними конструктивними та технологічними параметрами.

Конструктивні чинники: вдала конструктивна розробка обприскувачів, раціональна компоновка та вибір їх основних конструктивних елементів: підвіски штанг, ємностей для робочих розчинів препаратів, мішалок, насосів, фільтрів, контрольної арматури, тобто пристроїв, які забезпечують внесення необхідної дози препаратів на відповідних швидкостях руху обприскувачів та при нормальній роботі розпилювача. Важливим є наявність пристроїв, що забезпечують автоматично стабілізацію штанги із розпилювачами та інших механізмів (маркерів, слідовказівника).

Технологічні параметри під час обприскування: тип розпилювача, ширина захоплення агрегату, робоча швидкість руху агрегату, тиск у трубопроводах штанг, орієнтація розпилюючих форсунок залежно від властивостей та концентрації робочого розчину вношуваного препарату, природнокліматичних умов, стану посівів та ін.

Втрати врожаю сільськогосподарських культур спричинені шкідливими факторами, а саме, забур'яненістю, шкідниками та хворобами можуть бути дуже суттєвими – понад 30 відсотків і більше, залежно від інтенсивності їх розвитку.

Основний критерій до застосування хімічних заходів захисту культурних рослин – ймовірні високі втрати врожаю через значну чисельність шкідників та їх шкодочинність. Важливим є регулювання чисельності шкідників, а не повне їх знищення, щоб отримати відповідний безпечний стан посівів і якісний урожай без надмірної хімізації. Надмірний вміст шкідливих речовин у рослинній продукції значно погіршує якість отримуваної продукції та спричиняє шкоду здоров'ю.

Щодо забур'яненості полів, то важливим є досягти мінімальної кількості вегетуючих бур'янів, вмісту їх насіння в орному шарі, щоб не порушити екологічного бар'єру.

Досягаючи зниження забур'янення чи захисту посівів від інших шкідливих факторів, важливим є створення безпечних умов, у яких працюють робітники, зайняті обприскуванням чи хімічною обробкою загалом. Важливі чинники: економічність розходування робочого розчину (хімікату і води), точність дозування вношуваного препарату та запобігання нерегульованому знесенню крапель робочого розчину, тут важливим є врахувати швидкість та напрям вітру, стан та вид культур на сусідніх полях, близькість до житлових кварталів і т.ін. Суттєвим є також і післядія препаратів, розсіювання дрібних крапель препарату в атмосфері, температурний режим, який може спричинити швидке осушення чи надмірне зволоження, що також може знизити чи погіршити вплив препарату. На сьогодні, розробляючи нові препарати і

вносячи їх, потрібно враховувати їх ефективність, безпеку для людей і довкілля, прогресивні способи їх застосування [5, 7, 14, 15, 25, 28, 29, 30, 36].

Вносячи гербіциди, потрібно запобігати негативні дії на культурні рослини, досягаючи разом з тим потрібного придушення і знищення бур'янів. На це також впливатимуть необґрунтовані втрати препаратів, які можуть спричинити шкоду на довкілля, забруднивши воду, ґрунт, повітря, продукти харчування.

Гама хімічних препаратів для рослинництва величезна – понад 10 тисяч у світі. У їх складі є хімічні речовини різних класів з різними рівнем шкоди, тому рівень їх застосування і вміст в оточуючому середовищі контролюють відповідні державні органи.

Вносячи засоби хімічного захисту, потрібно враховувати стан поверхонь, на які вони потрапляють, під час вегетації він змінюється. Впливатимуть також суттєво погодні умови, вітер. Для прикладу, через знижену вологість повітря спостерігатиметься підвищене знесення та випаровування внесених дрібними краплями препаратів.

Техніка, яку застосовують для внесення пестицидів, зокрема обприскуванням, не повинна негативно діяти на ґрунту. Важка техніка, яка пересувається полями, за недостатньої несучої здатності ґрунту, спричиняє негативний вплив на підорний шар розпушуючи його. Результат – ослаблення кореневої системи культурних рослин, зменшення площі живлення, зниження врожайності. Якщо під час обробітку ґрунту та сівби, при недостатній чи надмірній зволоженості ґрунту, можна дещо змістити терміни виконання цих операцій, то при необхідності захисту посівів від шкідників чи бур'янів, відхилення від необхідних термінів обробітку, а саме, фази розвитку культурних рослин і бур'янів, стадій розвитку хвороб чи шкідників, може не мати відповідної ефективності і суттєво вплинути на врожайність [5, 6, 7, 25].

Здійснюючи хімічну обробку посівів потрібно враховувати не лише необхідні терміни її виконання, а й продуктивність обприскувачів, розміри, форму та рельєф поверхні поля, ґрунтово-кліматичні умови, види

оброблюваних рослин, необхідність заправки і дозаправлення робочими розчинами.

Доцільніше та ефективніше застосовувати заправний спосіб, особливо під час обробітку просапних культур. Так як на таких полях застосування великих обприскувачів з великими баками для робочих розчинів буде створювати значний тиск на ґрунт, а це особливо шкідливо особливо для картоплі.

Певні складнощі та особливості виникають під час обробітку високорослих рослин, особливо у тій частині, що розташована ближче до поверхні ґрунту.

Під час внесення робочих розчинів важливими є втрати факела розпилювання. На нього впливатимуть: довговічність крапель, траєкторії їх руху, контакт з оброблюваною поверхнею, знесення крапель вітром. Довговічність крапель залежить від внутрішніх молекулярних сил, викликаних деформацією крапель, від внутрішніх і зовнішніх температурних градієнтів і сил, що виникають від випромінювання після нанесення крапель на рослини. Під час виходу крапель робочих розчинів із розпилювачів вони зазнають впливу зовнішніх сил – це гравітаційна, молекулярна, метеорологічна та аеродинамічна.

Найсуттєвіше пливає на знос крапель швидкість вітру. Важливими є також є розмір крапель, відстань між розташуванням штанги і оброблюваними посівами та енергія крапель на вході (тиск, напрям руху та ін.).

Окрім розміру крапель робочих розчинів пестицидів, мають певний вплив також його фізичні властивості: в'язкість, густина, однорідність змішування, поверхневий натяг, пристосовуваність до форми оброблюваних поверхонь, випаровуваність [23, 25].

Внесення пестицидів, зокрема й гербіцидів, у комплексі робіт із захисту рослин – найскладніша операція. Потрібно врахувати і витримати ще й такі вимоги: витрата препаратів, рівномірність нанесення, ступінь обприскування, однорідність розчинів, точність регулювання. Це все потребує спеціального

обладнання. Загроза надмірного зволоження та переважання сильного вітру вимагає застосування малих та обладнання, яким можна виконати відповідні операції із внесення пестицидів в обмежені терміни за сприятливих погодних умов.

Вибір оптимального часу для здійснення обробітки посівів залежно від погодних умов і стадій росту і розвитку культурних рослин, сприяє економії робочого часу і збільшенню продуктивності обприскувачів. Точність дозування і внесення препаратів захисту рослин, мінімалізація непродуктивних втрат запобігають забрудненню довкілля. Це і є основні напрямки для вдосконалення машин для хімзахисту та окремих їх конструктивних вузлів. Все це вимагає професійних знань та умінь. Отже, нові конструкції обприскувачів мають бути прості та надійні в роботі, зручні в обслуговуванні, продуктивні та ефективні робочі органи, точну апаратуру для дозування, розпилювання та контролювання розходу робочих розчинів [5, 6, 23, 25].

1.2. Аналіз методів та технологій обприскування

Основний спосіб застосування пестицидів у сільському господарстві, зокрема у рослинництві – обприскування. Здійснюється воно нанесенням на поверхню ґрунту, рослин чи комах робочих розчинів хімікатів, які можуть бути як розпиленими, так і розчинами емульсій та суспензій.

Обприскування може бути різним залежно від діаметра краплин: аерозольне (діаметр 50 мкм), дрібнокраплине (діаметр 25-125 мкм) звичайне (діаметр більший 200 мкм).

Є поділ обприскування відповідно до середньої норми витрат робочої рідини: звичайне (300-500 л/га), малооб'ємне (надалі МО, 5-50 л/га), ультрамалооб'ємне (надалі УМО, 1-5 л/га), надультрамалооб'ємне (надалі СУМО, біля 1 л/га).

Якщо звичайне обприскування, то витрата робочої рідини буде різною під час роботи на полях 200-400 л/га (залежно від культури), 1000-2000 л/га у

садах, у виноградниках 600-800 л/га. За таких умов обприскування непродуктивне і затратне.

Застосовуючи малооб'ємне обприскування витрати робочих розчинів можна зменшити у кілька разів, навіть до десятка. Витрата пестицидів менша, а концентрація розчинів більша.

Ультрамалооб'ємне обприскування потребує застосування готових заводських препаратів (робочі розчини рідин не потребують приготування). Витрати препаратів 5-25 л/га у садах, від 0,5 до 3 л/га на полях [24, 23, 25].

Доцільним є поряд із обприскуванням застосовувати протруювання насінневого матеріалу, розкидання отруйних принад та дрібнокраплинне розпилення. Застосовують додатково також ґрунтове внесення або впорскування, може бути також і контактне нанесення.

Основою техпроцесу роботи машин і засобів, які вносять хімічні препарати, є розпилювання робочих рідин або порошків.

Застосовують різні способи нанесення хімічних розчинів і порошкоподібних препаратів розпилюванням: механічним, аерозольним, конденсаційним, термохімічним та розпиленням.

Агрегат, що буде удосконалюватися у дипломній роботі, працює механічним способом, тому детальніше розглянемо цей спосіб детальніше.

Механічне розпилення хімічних рідин збільшує площу питомої поверхню завдяки утворенню тонких рідких плівок і ниток. Також при цьому виникають великі швидкості руху рідини, що розпилюється, тобто виникають великі аеродинамічні сили, що діють на рідину. Через ці сили швидко розпадаються тонкі рідкі плівки та нитки робочої рідини. Сили поверхневого натягу надають дрібним краплям розчинів, які утворюються завдяки зовнішнім силам і турбулентним пульсаціям, сферичної форми. Ці дрібні краплини мають різні розміри, які варіюють від долей мікрона до кількох міліметрів.

Обприскування як технологічний процес є однаковим для усіх хімічних засобів, що використовуються для захисту рослин і не залежить від природнокліматичних зон. Відмінності є у способах обприскування та режимах

роботи, які вибирають залежно від умов.

Є також дистанційне обприскування, яке застосовують для нанесення інсектицидів та фунгіцидів на культурні рослини (польові культури, сади, ягідники, виноградники, хмільники, шкільки садових матеріалів, маточники) повітряним потоком.

Є різні методи обприскування [5, 6, 7, 23, 24, 25, 39, 41]: звичайними розпилювачами (щілинними, конусними, суцільними, дисковими); імпульсне (переривчасте)з використанням магнітних клапанів встановлених перед розпиленням; електростатичними краплями (малооб'ємне, ультра малооб'ємне, зверхультрамалооб'ємне; краплі регульованого розміру; із застосуванням електродинамічного обприскування; завдяки виникненню іонізуючого поля; із застосуванням електростатичної індукції; контактне внесення, обприскування стрічкове; аерозольне (обмеження зносу крапель) та хімічне прополювання.

Для хіміобробки полів найчастіше застосовують штангові обприскувачі. Їх переваги: проста конструкція, надійна робота і порівняно невисока ціна.

Маяком для удосконалення техніки для внесення пестицидів є її удосконалення з метою зменшувати несприятливий вплив на довкілля та економити хімпрепарати.

Застосування електростатичної зарядки робочої рідини створює між краплями та рослинами електричне поле завдяки якому відбувається краще осадження частинок на поверхні, що обробляються. Пульверизатором у таких випадках є розпилювачі, що здійснюють гідравлічне, пневматичне або відцентрове розпилення.

Важливим механізмом у таких обприскувачах є генератор, який дає напругу 30-35 кВ. Такі генератори мають бути малогабаритні, прості конструктивно та в обслуговуванні, надійні в роботі і стійкі до зовнішніх чинників (перепади температур, вологість, вібрації, пил).

Частинки рідини, яку необхідно внести, піддають інтенсивному іонному бомбардуванню, тобто контактна зарядка передає електричну напругу безпосередньо на рідину, яку потрібно зарядити. Електрозаряд збільшується

тільки на розпилювачах, як перебувають під напругою, а вся рідина ізольована від електричного впливу.

Подібною до коронної зарядки є зарядка капель електроіндукційна. Її застосовують при нижчих напругах, ізоляція робочої рідини не потрібна.

Основний недолік електростатичних робочих розчинів – каплі зашвидко розриваються через зменшення електронапруги у рідині. Щоб покращити цей процес потрібно створити умови для того, щоб був обмін зарядами між ґрунтом та рослинами, які піддають обробітку. Оптимальну зарядку створити складно, так як між рослинами і зарядженими каплями робочої рідини виникають сили притягання і тоді обмін зарядів затримується. Якщо рослини діяли б як електропровідники, то тоді розпилені каплі пестицидів добре б осідали на листових поверхнях.

Перспективним є нанесення робочих розчинів краплинами, що мають регульований розмір (надалі КРР). Відсутні під час розпилення великі краплини, що втрачаються через стікання та дрібненькі, які зносить повітряний потік. КРР надають електростатичного заряду, у результаті вони отримують потрібну силу притягання до оброблюваних поверхонь, у результаті добре осідають на листках, навіть на нижній частині, якщо посіви не надто густі. Під цей метод підпадають не всі види розчинів.

Застосування КРР для обприскування найбільше застосовують у США, це підходить особливо для начіпного обладнання. Дослідники працюють на створення та удосконалення систем обприскування, які в основі є електростатичними або електродинамічними. Електростатичне обприскування реалізують за допомогою коронного, контактного або індуктивного способу зарядки [15, 22].

Завдяки застосуванню КРР можна досягти утворення маленьких аерозольних крапель, які є біологічно активнішими і можна завдяки цьому реалізувати малооб'ємне або ультрамалооб'ємне обприскування

На застосування МО, УМО або СУМО впливають також потреба у воді, дотримання термінів обробки, вартість пестицидів. Ці методи обприскування

найдоцільніші у місцях де мало води, або є проблеми із транспортуванням її на поля [24].

Основні переваги МО, УМО і СУМО: зменшення затрат часу на заправлення та транспортування; маневреніші і легші машини, які менше травмують ґрунт і швидше реалізують техпроцес; краща якість нанесення робочих розчинів завдяки зменшенню втрат при стіканні; економія отрутохімікатів; менші зусилля для необхідної потужності.

Однак препарати, які застосовують для УМО високонцентровані (50-80%), які часто потребують відповідних розчинників. Тому потрібно враховувати їх агресивний вплив на матеріали, з яких виготовляють контрольно-регулюючу апаратуру.

Важливим також є точність дозування, дрібнокрапельність розпилення та рівномірність нанесення.

Електростатичне обприскування характеризується кращим осадженням крапель робочих розчинів на оброблюваних поверхнях, дає економію препаратів, однак підходить не для обробки посівів усіх культур. Добре для цукрових буряків, ріпаку, озимої пшениці, гороху, ярих бобових, неефективне на капусті, ярій пшениці та ін.

Застосовують також метод контактного внесення хімпрепаратів, які мають невибіркочу дію. Реалізують це під час міжрядного обробки у садах, виноградних та польових культурах. Контактний шнур просочують гербіцидами високої концентрації, знищення бур'янів 70-95%. Засіб для зволоження гербіцидами – полотно, щітка, мотузка, до яких подають хімпрепарат із ємності. Підставкою або кріпленням для контактного елемента може бути ємність з якої подається препарат для обробки. Через контакт із таким шнуром високостеблові бур'яни гинуть. Баки, з яких поступають гербіциди до контактуючих елементів, невеликі за об'ємом 1-2л, але цього досить, щоб очистити кілька гектарів площі.

Розвивається також метод переривчастого нанесення, однак складнощі є співвідношенні частоти включень і швидкості обприскування [6, 14].

При смуговому обрисуванні застосовують штанги, які мають безступінчасте регулювання відстані між розпилюючими форсунками. Застосовують на обробітку культур із різними міжряддями.

Є також хімічне прополювання, ефективна у виноградинках та ягідниках. Ефективність його зумовлена тим, що паразитуюча флора, яка підлягає обробці хімічними розчинами, на стадії найбільшої фенологічної зрілості дуже чутлива до такої обробки. Ефективнішим є хімічне прополювання весною порівняно з осіннім, оскільки гербіциди добре проявляють свою активність потенційну, але воно потребує дбайливого відношення до культурних рослин, які входять у вегетацію [14].

1.3. Короткий огляд обприскувачів

Розглянемо особливості застосування обприскувачів на посівах кукурудзи, так як це культура, яка постійно піддається гібридизації, тому потребує окремих невеликих площ, на яких досліджують властивості нових сортів чи гібридів.

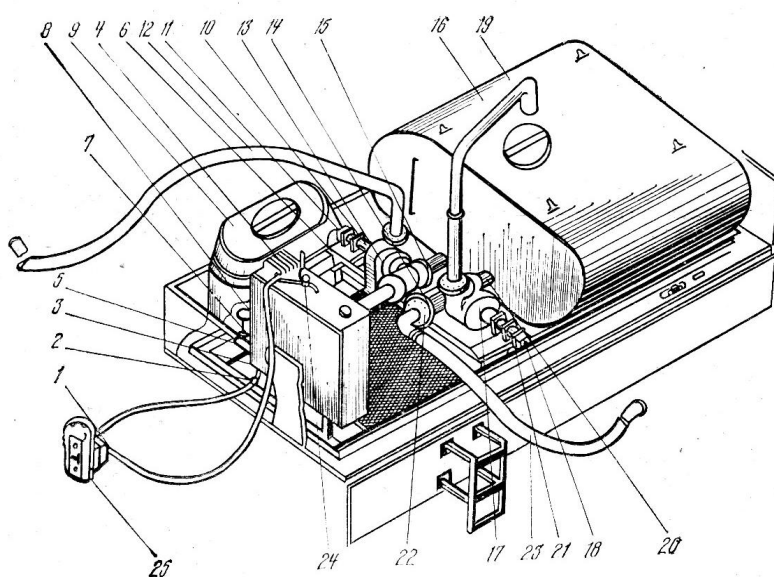
Найбільше впливають на отримання високих врожаїв кукурудзи, особливо на ранніх стадіях її росту – бур'яни. Викликаючи погіршення водного, поживного та світлового режимів у посівах призводять до втрат врожаю 20-25% і більше.

Забур'янені поля не можуть дати доброго ефекту від внесення добрив та можливого зрошення, ускладнюють обробіток ґрунту, зростають витрати паливно-мастильних матеріалів, трапляються простої збиральних машин через поломки.

Окрім агротехнічних заходів є особлива потреба у застосуванні хімічних препаратів для догляду за посівами. Щодо внесення гербіцидів на полях, які мають бути зайняті кукурудзою, то їх застосовують під час зяблевого та передпосівного обробітку, а також і під час вегетації.

Одним із способів внесення гербіцидів є смугове поверхневе та підґрунтове, завдяки якому можна запобігти нераціональним витратам, виплаканих високою вартістю гербіцидів, а також запобігти шкідливому впливу на довкілля. Смугове внесення дає можливість доброго компонування як комбінованих агрегатів для посів і машин одноопераційних. Таке внесення дає екологічний та економічний ефект завдяки зменшенню оброблюваної площі у 2-2,5 рази [5, 7, 23, 34, 35].

На тепер у сільському господарстві нашої країни використовуються різні машини вітчизняного типу ПОМ-630, ОП-2000, ОПШ-15, Еко-2000-18 (поверхневе внесення) і СТК-5, Пемикс-1002, АПЖ-12 (приготування робочих розчинів) та закордонного виробництва. Закордонні виробники постачають дуже широку гаму машин для хімообробок у агровиробництві. Таку техніку розробляють більше 40 фірм у Західній Європі та Північній Америці. Їх продукція відрізняють конструктивно та за технічними та експлуатаційними показниками. В Україні виробник такої техніки «Львівсільма». Для короткого аналізу розглянемо як виглядає типовий агрегат (рис. 1.1), у якому готують розчини пестицидів перед внесенням на поля.



- 1 – гідронасос; 2 – кран;
- 3 – масляний бак;
- 4 – розподільник;
- 5,10,21 – напірна магістраль; 6 – зливна магістраль; 7 – гідромотор;
- 8 – диск-активатор;
- 9 – змішувальний бак;
- 11,18 – гідромотор; 12 – змінний напірний рукав;
- 13,17 – відцентровий насос;
- 14,15,20, 22 – дросельні заслінки; 16– поворотна труба; 19 – бак для води;
- 23 – рукав; 24 – фільтр;
- 25 – редуктор.

Рисунок 1.1

Обприскувач типу Еко-2000-18 показаний на рис. 1.2

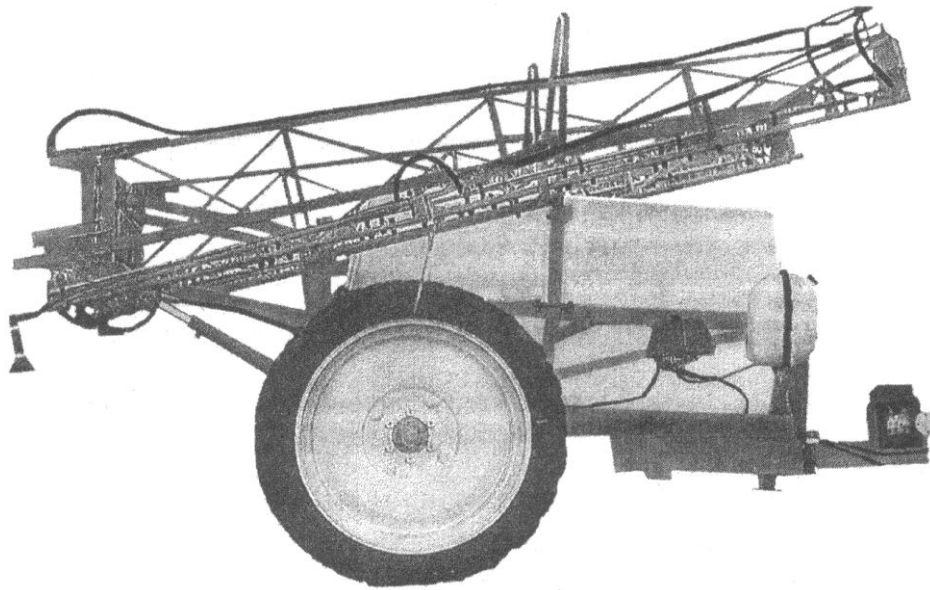


Рисунок 1.2

Сучасні вимоги до сільськогосподарських машин, а до машин, які задіяні у хімічному захисті рослин – це вимоги як до якості процесу, які можна реалізувати лише комплексно, поєднавши удосконалення конструкції окремих механізмів чи вузлів з покращенням умов для роботи оператора, зниженням до мінімуму впливу токсичних речовин на довкілля.

Відзначимо найважливіші з вимог, які ставляться до обприскувачів на полях [5, 6, 20, 23, 25, 36, 37]:

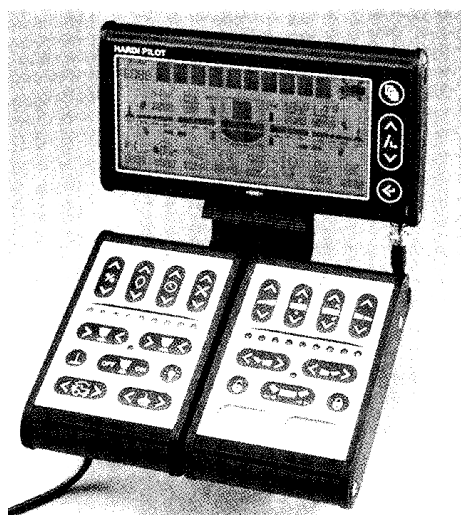
- достатня міцність та жорсткість штанг, стабільність під час руху;
- наявність пристроїв, які забезпечують добрий огляд роботи агрегату у полі, контроль за розпилюючими механізмами;
- зручність та легкість у заправці отрутохімікатами;
- чіткі зрозумілі інструкції з експлуатації;
- розпилювачі стандартні із простими та зрозумілими позначеннями.

Удосконалюючи конструкції обприскувачів, варто орієнтуватися на думки та пропозиції фермерів, які користуються польовими обприскувачами. Які з факторів для них є найважливішими перед придбанням, а саме: ціна, зручність

та легкість у керуванні, продуктивність та об'єм бака, точність нанесення препаратів, надійність, зручність та легкість в обслуговуванні.

Важливим у машинах є економічність. Хоча зниження ціни на придбання машин та обладнання спричиняє відмову від досліджень та від розробки нових конструкцій як окремих вузлів, так і агрегатів в цілому. Тому нові моделі обприскувачів – це серійні машини, у яких замінюють або модернізують лише окремі вузли [6, 15, 22].

На рисунку 1.3 показані пульт керування (рис. 1.3а) від обприскувача “AMAZONE” (Німеччина) та розпилюючі головку (рис. 1.3б) від обприскувача Джон-Дір (США).



а)



б)

Рисунок 1.3

Якщо проаналізувати техніку для обприскування і не тільки, яку представляють на міжнародних виставках за останні роки, то спостерігається чітка тенденція: удосконаленими є лише окремі вузли та агрегати, а конструктивна схема незмінна; застосовується багато електронних схем для керування безпосереднього та дистанційного; новими є лише конструкції розпилювачів, які мають можливості для здійснення нових способів обробки; покращення надійності окремих вузлів.

Найбільші та найпотужніші виробники таких машин: Berthoud, Technoma, Evrard (Франція), Rau Holder (Німеччина), Hardi (Данія), Conturi (США). Їхні нові розробки – це моделі, які мають агрегатно-вузлове збирання, уніфіковані між собою, завдяки цьому можна створювати велике розмаїття модифікацій машин. Кожна модель машини вписана у якусь серію, може мати на вибір набір додаткового обладнання (розпилювачі, маркери, насоси, пульти, штанги та ін.), яке встановлюють за бажанням покупця за окрему ціну. Основні машини для хімічної обробки сільськогосподарських рослин – штангові обприскувачі. Штанга обприскувача показана на рис. 1.4. Ємності більшості обприскувачів виготовляють із полімерів, найчастіше склопластиків.

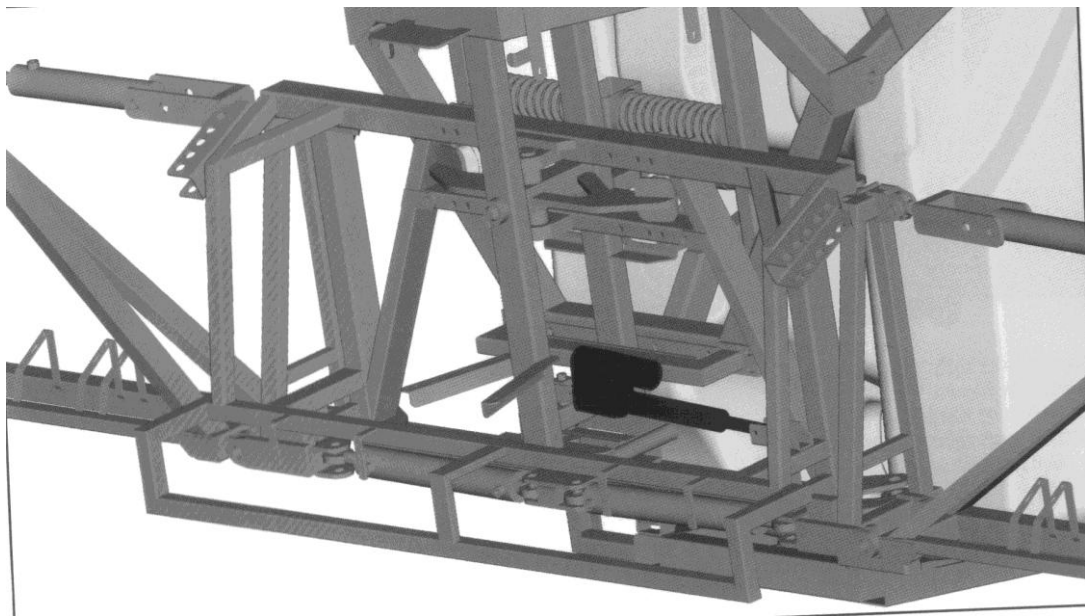


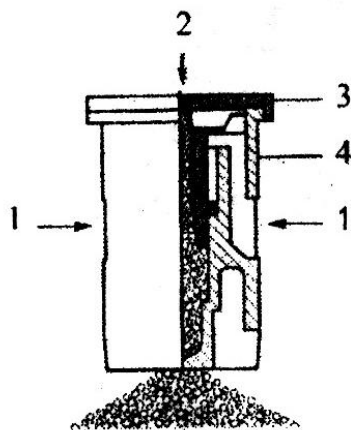
Рисунок 1.4

Штанги обприскувачів є основним робочим органом обприскувачів, тому їх працездатність визначає якість і працездатність усього обприскувача. Розробки на їх покращення тривають. На сьогодні є штанги, які у розкритому стані забезпечують ширину захвату 24 м, а іноді і 32-36 м. Виходячи з цього, зниження маси штанг при дотриманні необхідної надійності конструкції і підвищення якості роботи обприскувачів залишається актуальним [6, 23, 25].

Здебільшого штанги – це полегшені конструкції з алюмінієвого профілю, легких сплавів, склопластиків армованих та ін. Щоб запобігти гойданню штанг великої ширини, зберегти паралельність поверхням полів, особливо під час наїздів на нерівності, під час роботи на нахилених до горизонту полях задіюють відповідні системи для складання та пристосування положення штанг з допомогою гідроциліндрів та інших механізмів.

Для дотримання відповідних вимог, особливо щодо рівномірності витрати робочих рідин через розпилювачі (нерівномірність до $\pm 5\%$), використовують для їх виготовлення зносостійкі матеріали, а також точні манометри, автоматичні дозуючі пристрої та інші механізми. Найчастіше застосовують розпилювачі гідравлічні, які мають мембранні клапани-відсікачі. Розпилювачі можуть бути одинарні, здвоєні, або групами по три-чотири [16].

Найбільше переваг мають інжекторні розпилювачі (рис. 1.5). вони створюють струмінь робочої рідини краплинно-бульбашковим. Завдяки цьому краплі хімпрепаратів насичені бульбашками повітря, які вдаряючись до поверхні рослин, розриваються і покривають більшу поверхню. Такі краплини,



однорідні за розмірами, швидше рухатимуться, менше зноситимуться вітром навіть при його швидкості більше 5 м/с і забезпечуватимуть зменшення непродуктивних витрат робочої рідини до 50 %.

- 1 – повітря; 2 – робоча рідина;
3 – інжекторна вставка; 4 – корпус розпилювача

Рисунок 1.5

Є також свої особливості щодо застосування різних розпилювачів до різних препаратів: для внесення гербіцидів – це плоскофакельні (тиск до 0,3 МПа), для фунгіцидів та інсектицидів – плоскофакельні і вихрові (тиск до 0,5 МПа), для рідких комплексних добрив – дефлекторні. Обробляючи посіви фунгіцидами та інсектицидами штанги обприскувачів встановлюють так, щоб

відстань між верхом рослин та факелами була 50 см, у випадку вихрових розпилювачів ці відстань – 60 см [14, 15, 20].

Застосування ротаційних розпилювачів, які дають розхід 10-50 л/га порівняно із традиційними, що витрачають 200-400 л/га, має свої перспективи, але ці конструкції, які такі, що створюють електростатичний заряд краплин ще потребують доробки, оскільки не оправдують поки що затрат і сподівань [24].

Важливим під час експлуатації обприскувачів є зручність монтажу і зняття розпилювачів, зокрема, щоб очистити. Важливим тут є спосіб їх закріплення. Традиційним є різьбове кріплення, але застосовують і байонетне для простоти і швидкого встановлення. Важливою є також і система фільтрації розпилювачів, удосконалення якої ведуть усі виробники обприскувачів. Здебільшого це відсікаючі пристрої. Є пневматичні із самоочисними фільтрами. Їх встановлюють перед розпилюючими головками. Здебільшого це клапани-відсікачі. Коли вони спрацьовують частина рідини, яка є між сіткою фільтра і мембраною, завдяки ходу мембрани надає рідині зворотнього напрямку, промиваючи тим самим фільтр, що замічено. Засмічена рідина повертається у колектор штанги.

Забезпечити високі точність та якість обприскування можна удосконалюючи також контрольно-регулюючу апаратуру, яка має напівавтоматичні та автоматичні системи, що налаштовують та керують процесом. Електронна система – блок із датчиками, один із яких вимірює швидкість, інший розхід рідини, що вноситься. Вони реагують на всі зміни, перетворюючи їх на електронні сигнали. Зібрана інформація зберігається у блоці, її також отримує оператор у вигляді сигналу або цифровому вигляді [15].

Якісного обробітку культурних рослин хімпрепаратами можна досягти регулюючи норми втрати робочих рідин і пов'язуючи це із типом розпилювачів, відповідною дисперсністю краплин робочих розчинів пестицидів контролем за швидкістю руху агрегату, дистанційним керуванням процесом обприскування, обліком обробленої площі та обсягами витрат робочих рідин.

Аналізуючи матеріали пошуків досліджень щодо удосконалення машин для хімічного захисту рослин можна відзначити такі основні напрямки [6, 25]:

- нарощування продуктивності через більшу ширину захвату;
- зменшення витрат препаратів через смугове або підґрунтове внесення;
- застосування МО, УМО, СУМО, щоб зменшити витрати води;
- обробка просапних культур внесенням чистих препаратів, які розводяться водою у принципово нових конструкціях розпилюючих пристроїв;
- застосування неметалів, зокрема кераміки для деталей, що контактують з агресивним середовищем хімпрепаратів;
- застосування модульно-блочного конструювання для зменшення вартості машин;
- підвищення якісного розподілення робочої рідини через удосконалення окремих конструктивних механізмів (розпилювачів, стабілізаторів штанг та ін.);
- застосування бортових ПК, щоб контролювати і корегувати технологічний процес, особливо норми внесення препаратів.

1.4. Опис конструкції малогабаритного обприскувача та агровимоги

Вихідні вимоги є першим і головним документом, який необхідний для створення нового знаряддя чи машини. У цьому документі викладаються вимоги до якості виконання процесу і до його кількісних показників.

Вносити робочі розчини пестицидів на дослідних ділянках типовими машинами, що виробляються промислово, не є можливим, тому потрібно розробити знаряддя для їх внесення – малогабаритний обприскувач.

Перед розробкою потрібно визначитися із вимогами, які ставлять до такого знаряддя, а саме [5, 22, 23, 25, 34, 35, 38, 40, 41]:

Обприскувач має забезпечити механізацію внесення розчинів пестицидів на дослідних ділянках, ширина 4,2 м, довжиною до 100 м. Має якісно вносити препарати за швидкості вітру не більше 3 м/с. Внесення пестицидів, а саме, гербіцидів, має бути суцільним, за ширини міжрядь до 0,7 м. Vegetуючі рослини – кукурудза і соняшник, висота рослин до півметра. Має бути можливість застосування обприскувача для хімічного захисту та внесення рідких добрив на посівах інших сільськогосподарських культур.

Експлуатація обприскувача має бути на весь весняно-літній період. Задовільна робота має бути на полях з нахилом до 8° .

Препарати, що вносяться, мають мати якість, чистоту і в'язкість, які відповідають діючі ДСТУ та умовам на внесення гербіцидів. Витрати розчинів робочих рідин мають бути 150-300 л/га. При внесенні препаратів нерівномірність розподілення на ширині захвату допускається до 15 %, при роботі за швидкості вітру до 3 м/с. Відхилення норми витрати рідини не більше 5 %. Концентрація у баці робочої рідини має бути постійна, відхилення від початкової не більше 5 %. Не допускається механічних пошкоджень деталями обприскувача культурних рослин, що вегетують, на які вносять препарати захисту. Дисперсність краплин робочих розчинів 100-500 мкм. Густота покриття ґрунту рослинами не менше 50 шт/ м². Має витримуватися постійність витрат препарату за весь час роботи у міру виходу рідини із ємності (бака). Місткість для робочих розчинів має мати кран для зливання невикористаного розчину. Має бути також запобіжний клапан на баку. Подачу рідини із бака на штанги здійснюють стисненим повітрям.

Обприскувач має забезпечувати можливість його монтажу на колісні трактори тягових класів 2 і 6 кН. Навантаження за сезон – 50 га і більше.

Розпилювання робочих рідин має здійснюватися плоскофакельними розпилювачами. Усі розпилювачі мають мати відсічні клапани потоку рідини. Об'єм бака – 22-25дм³. Тиск рідини у напірній магістралі 0,2-0,5МПа. Має бути пристрій для фіксації кількості витраченого робочого розчину.

Швидкість трактора робоча із обприскувачем 1,8-5,5 км/год, транспортна до 25 км/год. Продуктивність засобу – до 25 ділянок площею 0,01-0,02 га за годину чистої роботи. Деталі обприскувача, що контактують з робочими розчинами мають бути виготовлені із матеріалів, що не піддаються корозії або розчиненню.

Проектований малогабаритний обприскувач порівняно з ранцевим має забезпечувати підвищення продуктивності у 6 і більше разів, зменшувати затрати праці на 90%.

1.5 Обґрунтування теми

Аналізуючи літературні джерела на предмет розробки та застосування необхідних знарядь та засобів для внесення пестицидів в агротехнічних дослідах, тобто на ділянках, де вирощують селекційне насіння чи гібриди, на ділянках, де випробовують нові хімічні препарати для захисту культурних рослин від бур'янів, шкідників і хвороб, відзначимо, що застосовувати серійні знаряддя не є можливим.

Польові роботи, щодо закладання дослідних ділянок, зокрема роботи з обробітку ґрунту, повністю механізовані відповідними засобами. Водночас для закладання і реалізації експериментальних досліджень з внесення пестицидів на ділянках малих площ 50-100м² здійснюють вручну, використовуючи ранцеві обприскувачі, а це окрім великих затрат праці несе ще й суттєвий вплив суб'єктивних факторів (швидкість руху робітників, різке падіння тиску у місткості, тримач розпилювача може мати різну висоту до рослин) на чистоту постановки дослідів.

Тема кваліфікаційної роботи «Обґрунтування параметрів системи розпилювання малогабаритного обприскувача» є актуальною.

Розробляючи засоби механізації, які можна застосовувати, щоб вносити робочі розчини на дослідних ділянках зайнятих просапними культурами або високостебловими, такими як кукурудза або соняшник, то доцільно встановлювати по 6 або 8 розпилювачів на штанзі, орієнтуючись на ширину міжрядь вирощуваних культур.

Виходячи з агротехнічних вимог до малогабаритного обладнання для внесення хімрозчинів та виконаного аналізу пропозицій з удосконалення конструкцій техніки для обприскування, у роботі потрібно обґрунтувати загальну конструктивну схему обприскувача малогабаритного та розрахувати його основні параметри, щоб забезпечити внесення робочих розчинів пестицидів.

Орієнтуючись на найбільш застосовувану в Україні шести та восьми рядну системи машин, які застосовують для сівби та садіння більшості польових культур прийmemo ширину захвату обприскувача 4,2 м, що відповідає 6-рядній системі посіву.

Ємність обприскувача доцільно змонтувати на задню гідроначіпку трактора. Щоб подати стиснене повітря до бака із хімрозчином до трактора потрібно під'єднати компресор. Завдяки обертанню вала компресора буде подаватися стиснене повітря до бака обприскувача.

Розпилювання робочих розчинів буде відбуватися через розпилювачі, встановлені на штанзі, витисненням із бака стисненим повітрям. Доцільним є застосування щілинних плоскофакельних розпилювачів, які б мали відповідні клапани для відсікання потоку рідини за необхідності.

Запропоноване рішення з обґрунтування конструкції малогабаритного обприскувача для дослідних ділянок потрібно підтвердити відповідними розрахунками. Розробити схему його роботи на дослідних ділянках із можливістю дозаправки при необхідності.

Конструктивну розробку зобразити графічно.

2. ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАЛОГАБАРИТНОГО ОБПРИСКУВАЧА

2.1. Обґрунтування конструктивних параметрів малогабаритного обприскувача

Інтенсивні технології вирощування, які застосовуються для більшості сільськогосподарських культур потребують застосування комплексу заходів боротьби за чистоту посівів, а відповідно і високу врожайність. Застосування хімічних препаратів у боротьбі з бур'янами, хворобами та шкідниками на посівах і насадженнях – необхідна складова у технологічних операціях рослинництва.

Ще одна важлива ділянка у рослинництві – отримання насіння нових сортів, які проходять селекцію на дослідних ділянках, де є обмеження по площі.

Рослинництво розвивається у взаємозв'язку із іншими галузями, розроблення нових агроприйомів, які направлені на дослідження токсичності нових пестицидів, потребує агротехнічних дослідів на ділянках площами до 100 м², орієнтовні лінійні розміри яких 4x25 м. Це спричинене вартістю препаратів, а також втратами врожаю, тому випробування виконують на невеликих площах. Відповідно це потребує застосування малогабаритної техніки, оскільки використання великих агрегатних обприскувачів недоцільне через малі витрати препарату та неможливість якісного обробітку малих ділянок.

Необхідність у розробці нових ефективних препаратів значна, особливо у боротьбі із бур'янами. Наприклад, якщо щільність розміщення культурних високорослих рослин (соняшника або кукурудзи) 2-3 на м², а бур'янів 6-8 на цю ж площу, то втрати врожаю можуть бути до 20 %. Якщо це ділянка сортового насінництва, щоб отримати новий сорт або гібрид, то при такій і трохи більшій кількості бур'янів врожай можна і не отримати [6, 35].

Вивчення питання оптимізації термінів внесення препаратів хімічного захисту рослин, а також засобів для внесення, їх конструктивних особливостей та норм внесення – актуальне завдання у землеробстві та рослинництві.

Синтез нових хімічних препаратів потребує їх ретельного вивчення щодо токсичності, а це можливо здійснити проведенням польових дослідів. Важлива умова – екологічна безпечність. Технічних засобів, які можна застосовувати, вносячи нові гербіциди з метою дослідження їх впливу, практично немає.

У кваліфікаційній роботі запропоновано удосконалити технічний засіб, що забезпечить внесення точних доз препаратів з максимальним наближенням до прописаного відхилення від нерівномірності внесення.

Застосування ранцевих обприскувачів для агротехнічних досліджень недоцільне, бо значна роль людського фактора (високі затрати праці і мала продуктивність) не забезпечує необхідну точність дослідів.

Вимоги до обприскувача, який проектується, з врахуванням застосування його на невеликих ділянках:

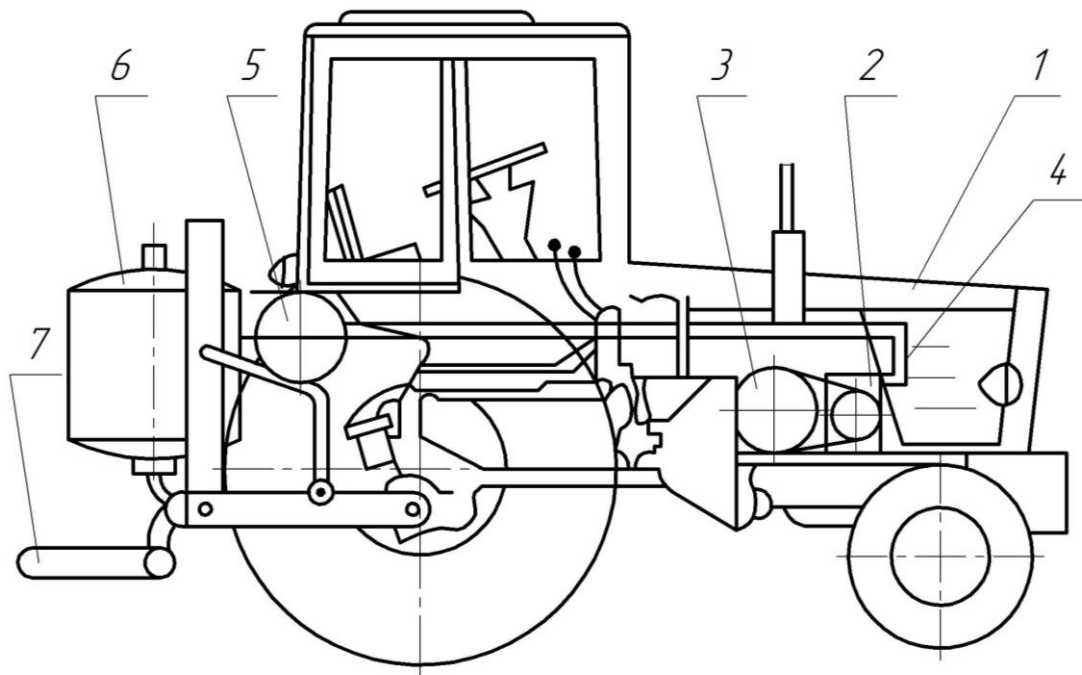
- швидка заміна препарату;
- чистота дослідів, за умови застосування іншого препарату;
- висока рівномірність покриття робочим розчином вегетуючих рослин чи/або поверхні ґрунту.

Доцільним є застосовувати на дослідних ділянках та у невеликих господарствах обприскувач малогабаритний типу ОМ-4,2.

Чому 4,2? Бо це ширина захвату, яка відповідає прийнятій у нас шестирядній системі для посіву і садіння більшості сільськогосподарських культур. В Україні застосовують також і 8-ми рядну та 12-рядну для зернових культур. Для великих за розмірами полів і рівних за рельєфом поля можна і з більшою шириною захвату.

Робочий розчин для розпилення подається з ємності (бака) і розпилення відбувається завдяки його витисненню повітрям з бака. Щоб подати повітря до трактора потрібно під'єднати компресор. Один оберт компресора – $0,1 \text{ см}^3$ стиснутого повітря. Частота обертання вала компресора 2000 об/хв. Кількість робочих ходів – 1000 хв^{-1} . Тобто компресор за одну хвилину може подати 100 см^3 стиснутого повітря.

Під час використання обприскувача типу ОМ-4,2 (графічна частина) нанесення робочих рідин здійснюється у такий спосіб: з бака 6 (рис. 2.1) робоча рідина виштовхується стисненим повітрям, яке рухається у бак завдяки роботі компресора 2. На штангу 7 обприскувача можна встановити від 8 до 12 розпилювачів. Розходження розчину буде відбуватися швидше, ніж подаватиметься стиснене повітря, через це може бути нерівномірність нанесення. Для створення постійності тиску у баку встановлюють ресивер 5 між баком і компресором.



1 – трактор Т-25; 2 – компресор; 3 – привод компресора; 4 – пневмопровід; 5 – ресивер;
6 – бак; 7 – штанга

Рисунок 2.1 – Схема агрегату: трактор Т-25 і малогабаритний обприскувач

Ресивер має запобіжний клапан, його регулюють на певний тиск. Тиск у системі ресивер-бак має підтримуватися постійним, щоб забезпечити рівномірність розпилення. Коли уся робоча рідина з бака використана, то необхідно його промити, а також промити бак, штангу та розпилювачі. Для якісного виконання цього процесу потрібно також застосувати ресивер, щоб подати стиснене повітря. Розпилювачі мають хвилинну витрату 1,5 літра, доцільно встановити 8 розпилювачів, тоді зменшення об'єму робочої рідини у баці за хвилину буде 12 літрів.

Необхідна умова нормальної роботи обприскувача – рівномірність витрати рідини з бака. Ресивер, який встановлено між баком і компресором, має мати місткість не менше 12 літрів. Завдяки цьому буде підтримуватися рівномірність витрати рідини. Контроль тиску у системі бак-ресивер здійснюється манометром.

Ресивер заповнюють на початку роботи перед внесенням робочих розчинів гербіцидів на дослідних ділянках. Здійснюють це за умови закритої подачі повітря у бак, трактор має бути нерухомим. Тиск, який виникає у ресивері, контролюють манометром і підтримують його величину постійною завдяки редуційному клапану. Можна застосувати ресивер, компресор і контролюючу систему з вантажного автомобіля ЗІЛ-130.

Пропишемо умови роботи скомпанованого агрегату: норма внесення робочого розчину 150-300 л/га, площа дослідної ділянки 50-100 м², на одну ділянку витрата робочої рідини максимум 3 літра.

На дослідних ділянках кратність повторюваності дослідів 4-5, на один варіант, тобто 4-5 ділянок, об'єм бака на робочі розчини має бути 16-20 літрів. Так як вихід робочої рідини відбувається завдяки стисненому повітрю, то приймемо об'єм бака 25 літрів. В цілому на робочу рідину буде відведено 20 літрів об'єму бака, а на стиснене повітря – 5 літрів. Через витрати рідини з бака буде збільшуватися об'єм, який займе стиснене повітря.

Для дослідних агротехнічних ділянок ширину приймають 4,2 м з умови шестирядного посіву чи садіння. Штанга обприскувача також буде 4,2 м. площа дослідних ділянок складає 100 м², то відповідно довжина буде 23,8м.

Відстань на штанзі між розпилювачами обприскувачів різного виробництва приймають 500 мм. Висота штанг для забезпечення рівномірного розпилення робочих розчинів приймають в межах 650-750 мм [16].

Малогабаритний обприскач монтують з допомогою кронштейнів на задню гідроначіпку трактора разом зі штангою. Конструкція кронштейнів є такою, щоб можна було здійснити потрібне налаштування розташування штанги по висоті у рекомендованих межах. Розпилювачі доцільно встановити

плоскофакельні щілинні.

Орієнтуючись на рекомендовану довжину ділянок 23,8 м для застосування обприскувача і витрату рідини 1,5 л/хв., що виходить через один розпилювач можна визначити поступальну швидкість V_p з якою буде рухатися агрегат на обприскуванні [5, 6]

$$q = \frac{Q_p \cdot V_p \cdot B_p}{600 \cdot n_p}, \quad (2.1)$$

де q – витрати прийняті рідини, які виходять через один розпилювач

$$q=1,5 \text{ л/хв};$$

Q_p – витрати робочих розчинів на один га площі, $Q_p=300$ л/хв;

B_p – рекомендована ширина захвату агрегату, $B_p=4,2$ м;

V_p – швидкість руху агрегату;

n_p – кількість розпилювачів $n_p=8$ шт.

З (2.1) отримаємо залежність, щоб визначити необхідну швидкість агрегату на виконанні технологічного процесу обприскування

$$V_p = \frac{q \cdot 600 \cdot n_p}{Q_p \cdot B_p}. \quad (2.2)$$

Буде

$$V_p = \frac{1,5 \cdot 600 \cdot 8}{300 \cdot 4,2} = 5,7 \text{ км/год.}$$

Підберемо з найближчу до паспортного значення величину теоретичної швидкості рекомендовану для трактора Т-25 на першій передачі – 6,4 км/год. Виходячи з тягової характеристики агрегату у компонуванні трактор Т-25 і обприскувач ОМ-4,2 матимемо 8 % буксування на першій передачі [12, 18]. Тому фактична швидкість з якою буде рухатися агрегат під час роботи – 5,9 км/год, що більше розрахункового на 0,2. Відповідно потрібно перерахувати витрату рідини, що виходить через 8 розпилювачів. Можна перераховувати норму внесення препарату на 1 га.

Витрата робочого розчину через один розпилювач за (2.1)

$$q = \frac{300 \cdot 5,7 \cdot 4,2}{600 \cdot 8} \approx 1,5 \text{ л/хв.}$$

У подальшому, користуючись (2.1), отримаємо залежність, щоб визначити фактичну витрату розчину на 1 га, що виходитиме через 8 розпилювачів

$$Q_f = \frac{q \cdot 600 \cdot n_p}{V_p \cdot B_p} \quad (2.3)$$

У результаті

$$Q_f = \frac{1,5 \cdot 600 \cdot 8}{5,7 \cdot 4,2} = 300,7 \text{ л/га.}$$

Отримана величина фактичної витрати робочого розчину $Q_f = 300,7$ л/га не перевищуватиме допустимого.

Робочі розчини пестицидів, особливо випробовуваних, повинні мати відповідні концентрації. Їх задає агроном-дослідник орієнтуючись на норму препарату на 1 га площі.

Обприскувач малогабаритний типу ОМ-4,2 підпадає під агротехнічні вимоги до способів, якими вносять пестициди на дослідних ділянках, а також відповідає вимогам до засобів механізації для виконання обприскування.

Отже, розроблено конструктивну схему малогабаритного обприскувача, враховано спосіб агрегування, обґрунтовано основні параметри. Запропонована можливість виготовлення обприскувача у майстернях господарств з використанням пристроїв, обладнання та механізмів з наявних технічних засобів. Щоб впевнитися у безпечних умовах для обслуговування та використання розробленої конструкції потрібно виконати розрахунок бака щодо руйнування його стінок та розрахувати пружину запобіжного клапана.

Визначимо оптимальний тяговий режим агрегата та розрахуємо необхідні параметри для забезпечення техпроцесу внесення агрохімікатів.

2.2. Обґрунтування товщини стінок бака для хімрозчинів

Конструкцію бака прийемо таку, яка показана у графічній частині. Його наповнюють розчинами, суспензіями та емульсіями хімічних препаратів для боротьби із пригнічувачами росту і розвитку культурних рослин. Ці препарати є отруйними і здебільшого агресивними до металів речовинами.

Рекомендований температурний режим експлуатації +5...+60°C. Тиск у баку найвищий – 0,6 МПа.

Виходячи з обумовлених робочих параметрів потрібно визначити товщини стінок, днища і кришки бака. Схему місткості для розрахунків покажемо на рис. 2.2.

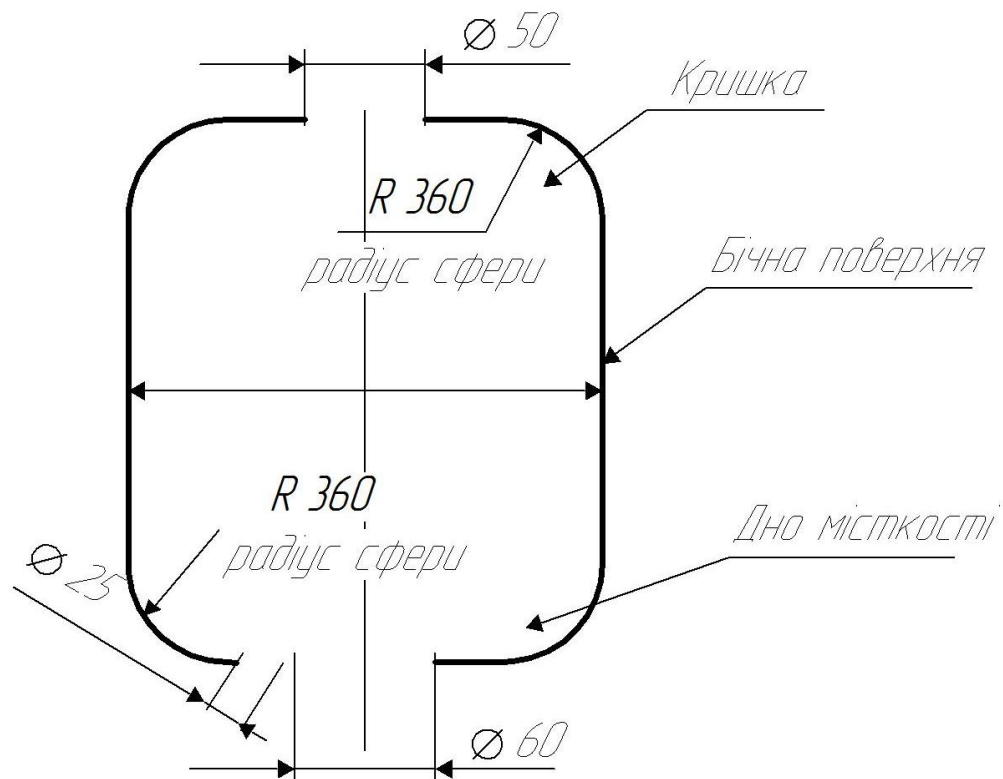


Рисунок 2.2

Товщина стінок обичайки бака [11, 12, 20, 35]

$$S = \frac{p \cdot D}{2\varphi \cdot \sigma - p}, \quad (2.4)$$

де p – тиск розрахунковий, МПа;

D – внутрішній діаметр ємності, м;

φ – коефіцієнт, що визначає міцність зварного з'єднання обичайки,

$$\varphi = 0,5;$$

σ – розрахункове напруження для матеріалу бака

$$\sigma = \eta \cdot [\sigma], \quad (2.5)$$

де η – коефіцієнт, як поправка, що враховує форму бака, приймаємо $\eta = 0,9$;

$[\sigma]$ – допустиме напруження, для матеріалу бака, $[\sigma] = 130$ МПа [20].

Матеріалом для виготовлення бака приймемо сталь 08.17Т ГОСТ 5949-75.

Вона корозійностійка, пластична, добре зварюється.

Визначимо передбачені параметри:

$$\sigma = 0,9 \cdot 130 = 117 \text{ МПа.}$$

Відповідно

$$S = \frac{0,6 \cdot 0,05}{2 \cdot 0,5 \cdot 117 - 0,6} = 0,0026 \text{ м.}$$

Товщину стінок бака приймемо 3 мм.

Щоб розрахувати товщину стінок кришки і днища бака приймемо спершу їх форму – еліпсоїдна (рис. 2.3).

Визначимо товщини стінок кришки і днища бака

$$S_1 = \frac{P \cdot R}{2 \cdot \varphi \cdot \sigma - 0,5 p}, \quad (2.6)$$

де R – радіус, який визначає кривизну днища і кришки, буде $R = D/2$.

Розрахуємо

$$S_1 = \frac{0,6 \cdot 0,5}{2 \cdot 0,5 \cdot 117 - 0,5 \cdot 0,6} = 0,0026 \text{ м.}$$

Товщину стінок кришки і днища бака приймемо $S_1 = 3$ мм.

Кінцево приймемо матеріал для виготовлення бака для розчинів

пестицидів – листовая сталь марки 08.17Т ГОСТ 5949-75, товщина 3 мм. Бак виготовляють зварюванням.

2.3. Розрахунок пружини запобіжного клапана бака

Запобіжний клапан забезпечує підтримання необхідного тиску. Прийємо такі вихідні дані для розрахунку його пружини. Навантаження пружини будуть: за попередньої деформації $P_1 = 3$ Н, при робочій деформації $P_2 = 10$ Н, при максимальній деформації $P_3 = 13,2$ Н. Робочий хід пружини $l = 10$ мм. Зовнішній діаметр пружини $D = 7$ мм.

Схему пружини покажемо на рис. 2.3.

Під час навантаження і розвантаження найбільша швидкість з якою переміщається рухомий кінець пружини $v_0 = 4$ м/с, витривалість $N = 1/10$. Прийємо пружину I класу [20].

Керуючись обмеженнями зовнішнього діаметра і потребою у забезпеченні необхідної швидкості маємо максимальну деформацію $P_3 = 13,2$ Н; внутрішній діаметр $d = 0,8$ мм; зовнішній діаметр $D = 7$ мм; усадка пружини $\varphi = 2,940$ мм; навантаження на виток $Z_1 = 4,49 \cdot 10^3$ Н/м.

Напруження для матеріалу пружин першого класу $\tau = 0,3\beta$, матимемо $\tau_3 = 0,3 \cdot 2100 = 630$ МПа. Щоб впевнитися у приналежності цієї пружини до пружин першого класу потрібно визначити відношення v_0/v_{kp} . Спершу визначимо критичну швидкість [20]

$$v_{kp} = \frac{\tau_3 \left(1 - \frac{P_2}{P_3} \right)}{35,8}. \quad (2.7)$$

Тобто

$$V_{кр} = \frac{630 \cdot 0,25}{35,8} = 4,4 \text{ м/с.}$$

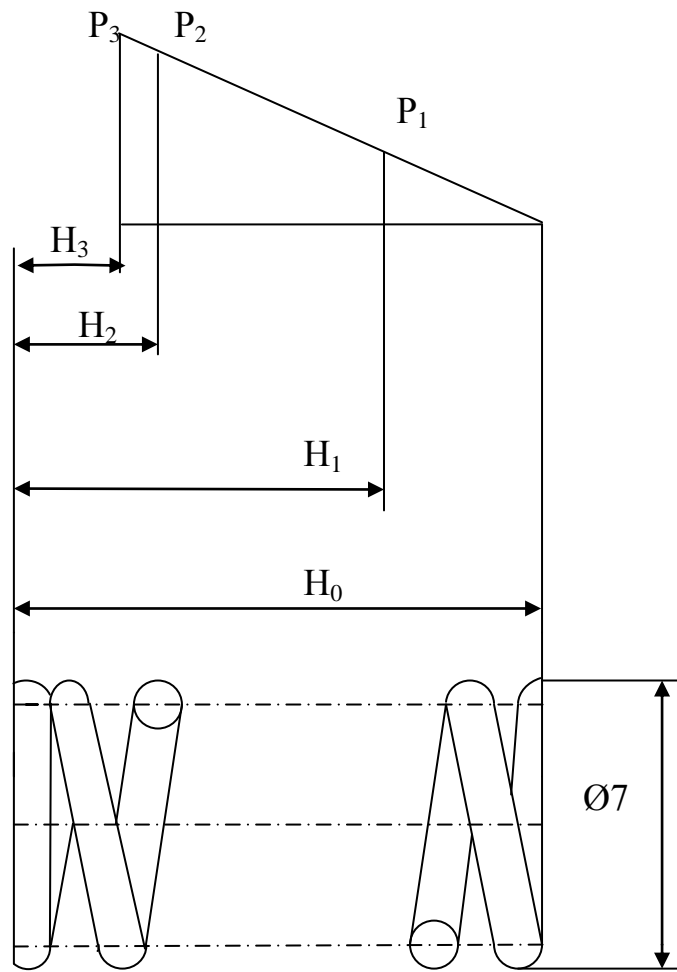


Рисунок 2.3 – Схема пружини запобіжного клапана

Знайдене значення вказує на відсутність доторкання витків пружини за критичного навантаження і підтверджує правильність її вибору при вибраних початкових умовах.

Скориставшись рекомендаціями [20] визначимо жорсткість пружини

$$Z = \frac{P_2 - P_1}{n}. \quad (2.8)$$

А це

$$Z = \frac{10 - 3}{0,01} = 700 \text{ Н/м.}$$

Знайдемо кількість робочих витків пружини

$$n = \frac{Z_1}{Z}, \quad (2.9)$$

тобто

$$n = \frac{4490}{700} = 6,4.$$

Прийmemo шість витків.

Жорсткість пружини дійсню можна визначити так

$$Z_{\partial} = \frac{Z_1}{n}, \quad (2.10)$$

тобто

$$Z_{\partial} = \frac{4490}{6} = 748 \text{ Н/м.}$$

Неробочих витків (n_2) буде два, тоді повне число витків

$$n_1 = n + n_2, \quad (2.11)$$

у числі

$$n_1 = 6 + 2 = 8.$$

Визначимо середній діаметр пружини

$$D_0 = D - d. \quad (2.12)$$

а це

$$D_0 = 7 - 0,8 = 6,2 \text{ мм.}$$

Знайдемо попередню деформацію пружини

$$F_1 = \frac{P_1}{Z}, \quad (2.13)$$

А саме

$$F_1 = \frac{3}{748} = 0,004 \text{ м.}$$

Робочу деформацію пружини визначимо так

$$F_2 = \frac{P_2}{Z}, \quad (2.14)$$

числом

$$F_2 = \frac{10}{748} = 0,013 \text{ м.}$$

Максимальну деформація пружини можна отримати так

$$F_3 = \frac{P_3}{Z}, \quad (2.15)$$

тобто

$$F_3 = \frac{13,2}{748} = 0,018 \text{ м.}$$

Висота пружини за максимальної деформації

$$H_3 = (n_1 + 1 - n_3) \cdot d. \quad (2.16)$$

Отримаємо

$$H_3 = (8 + 1 - 2) \cdot 0,8 = 5,6 \text{ мм.}$$

Висота пружини у вільному стані

$$H_0 = H_3 + F_3. \quad (2.17)$$

Значення

$$H_0 = 0,0056 + 0,018 = 0,0236 \text{ м.}$$

Висота пружини за попередньої деформації

$$L_1 = H_0 - F_1, \quad (2.18)$$

Числом

$$L_1 = 0,0236 - 0,004 = 0,0196 \text{ м.}$$

Висота пружини за робочої деформації

$$L_2 = H_0 - F_2. \quad (2.19)$$

Маємо

$$L_2 = 0,0236 - 0,013 = 0,0106 \text{ м.}$$

Визначимо крок пружини

$$t = f + d, \quad (2.20)$$

буде

$$t = 2,94 + 0,8 = 3,74 \text{ мм.}$$

Результати розрахунку параметрів пружини підтверджують можливість її встановлення у запобіжний клапан малогабаритного обприскувача.

2.4. Оптимальний тяговий режим агрегата

Оптимальний тяговий режим агрегата, до складу якого входить трактор Т-25 і малогабаритний обприскувач типу ОМ-4,2 виконаємо користуючись методикою наведеною у [10, 13, 18] і задавши наступними вихідними даними: номінальну потужність трактора $N_e = 18,4$ кВт і частота обертання вала двигуна трактора $n_e = 1800$ хв⁻¹; розхід пального $G_T = 4,75$ кг/год; радіус колеса $R_K = 0,568$ м; ккд трансмісії $\eta = 0,9$; значення тиску у шинах коліс трактора $P_T = 150$ кПа; коефіцієнт кочення коліс трактора $f_K = 0,15$; швидкість, з якою трактор пересувається на дослідних ділянках V_T , до 6 км/год; маса трактора з обприскувачем $G_M = 1,775$ т; нахил поля $i = 3$ град; час розгону $t_p = 3$ хв; передатне число трансмісії

$$u = \pi \cdot R_K \cdot n_e / 30 V_p = 63,6.$$

Крутний момент номінальний на валу двигуна

$$M_e = \frac{9,81 \cdot 30 \cdot 102 \cdot N_e}{\pi \cdot n_e}, \quad (2.21)$$

чисельно

$$M_e = \frac{9,81 \cdot 30 \cdot 102 \cdot 18,4}{3,14 \cdot 1800} = 97,7 \text{ Нм.}$$

Крутний момент максимальний на валу двигуна

$$M_{e \max} = 1,05 \cdot M_e, \quad (2.22)$$

де 1,05 – коефіцієнт, який визначає пристосування двигуна відповідно до навантаження

$$M_{e \max} = 1,05 \cdot 97,7 = 102,6 \text{ Нм.}$$

Частота обертів двигуна, щоб отримати максимальне значення крутного моменту

$$n_{em} = n_e \cdot 1,15^{-1}, \quad (2.23)$$

тобто

$$n_{em} = 1800 \cdot 1,15^{-1} = 1565 \text{ хв}^{-1}.$$

За $M=0$ максимальна частота обертання вала двигуна

$$n_{e \max} = n_e \cdot 0,92^{-1}, \quad (2.24)$$

у числі

$$n_{e \max} = 1800 \cdot 0,92^{-1} = 1956 \text{ хв}^{-1}.$$

Потужність двигуна за максимального крутного моменту

$$N_{em} = \frac{\pi \cdot M_{e \max} \cdot n_{em}}{9,81 \cdot 30 \cdot 102}, \quad (2.25)$$

тобто

$$N_{em} = \frac{3,14 \cdot 102,6 \cdot 1565}{9,81 \cdot 30 \cdot 102} = 12,87 \text{ кВт.}$$

Якщо $M=0$, то потужність двигуна буде також дорівнювати нулю.

Витрат палива за годину при $M = M_e$

$$G_e = g_e \cdot N_e, \quad (2.26)$$

тобто

$$G_e = 0,258 \cdot 18,4 = 4,75 \text{ кг/год.}$$

Витрату палива за годину при $M = M_{e \max}$ визначимо так

$$G_{em} = g_e \cdot N_{em}, \quad (2.27)$$

якщо $M=0$, то

$$G = G_{em}. \quad (2.28)$$

Розрахувавши (2.28) матимемо

$$G_{em} = 0,258 \cdot 12,87 = 3,32 \text{ кг/год.}$$

Результати розрахунків впишемо у таблицю 2.1.

Опираючись на дані розрахунків, побудована регуляторна характеристика двигуна $N_e = f(M)$, $n_e = f(M)$, $G_e = f(M)$ – рис. 2.4.

Максимальну силу тяги трактора можна визначити виходячи з умови буксування рушія [10, 18]

$$\delta = A \left(\frac{T_{\max}}{9,81 \cdot G_M} \right) + B \left(\frac{T_{\max}}{9,81 \cdot G_M} \right)^n = 1, \quad (2.29)$$

де T_{\max} – сила тяги, максимальне значення, кН.;

δ – коефіцієнт буксування;

A, B, n – коефіцієнти, на величину яких впливатимуть стан ґрунту, тип рушія, вибирають їх з [18].

Таблиця 2.1 – Розраховані величин для тягового режиму агрегату

Частота обертання вала двигуна, хв^{-1}		Крутний момент, Нм	
Символ	Значення	Символ	Значення
n_e	1800	M_e	97,7
n_{em}	1565	M_{em}	0
$n_{e\max}$	1956	$M_{e\max}$	102,6

Крива буксування коліс трактора є функцією сили тяги. Щоб її побудувати силу тяги машини максимальну T_{\max} потрібно розділити на кілька i рівних частинок. За формулою (2.29) для кожного T_i визначають значення коефіцієнта буксування. Беручи отримані значення будують графічну залежність (див. рис. 2.4). детальні розрахунки не наводимо, лише кінцеві результати (таблиця 2.2).

Таблиця 2.2 – Коефіцієнт буксування

T_i	$T_1=2$	$T_2=4$	$T_3=6$	$T_4=8$	$T_5=10$	$T_{\max}=14$
δ_i	$\delta_1=0,012$	$\delta_2=0,026$	$\delta_3=0,45$	$\delta_4=0,067$	$\delta_5=0,12$	$\delta_{\max}=1$

Розрахувавши силу опору кочення коліс агрегата отримане значення вмістимо на графіку (див. рис. 2.4) вліво від т.О скориставшись масштабом сили T .

Залежність для визначення сили опору

$$P_f = 9,81 \cdot G_M \cdot f_K, \quad (2.30)$$

Отримаємо

$$P_f = 9,81 \cdot 1,775 \cdot 0,15 = 2,61 \text{ кН.}$$

Перший квадрант (див. рис. 2.4) займає графік, що показує як залежить крутний момент на валу двигуна від колової сили, що виникає на ведучому колесі P_o . Визначити колове зусилля можна так

$$P_o = \frac{M_e \cdot u \cdot \eta}{R_K}, \quad (2.31)$$

тобто

$$P_o = 97,6 \cdot 63,7 \cdot 0,9 / 0,568 = 9,845 \text{ кН.}$$

На графіку побудована також залежність швидкості руху агрегату від сили тяги. Реалізовано це так: значення сили тяги беруть починаючи з T_1 . З т.а1 проводять перпендикуляр до перетину з променем P_o . Отримують точку а3, з якої ведуть горизонталь до перетину з лініями, що показують регуляторну характеристику двигуна (точки а4, а5, а6). Далі проєктують т.аб на вісь абсцис і на шкалі n_e отримують частоту обертання колінвала двигуна. Це значення відповідає прийнятій силі тяги T_1 . Аналогічно визначають n_1, n_2, \dots, n_i .

Визначають, користуючись залежністю

$$V_{gi} = \frac{\pi \cdot R_K \cdot n_i \cdot (1 - \delta_i)}{30 \cdot u}, \quad (2.32)$$

дійсні швидкості руху агрегату. Результати зводимо у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Дійсні швидкості руху агрегата

T_i	$T_1=2$	$T_2=4$	$T_3=6$	$T_4=8$	$T_5=10$	$T_{\max}=14$
$V_i, \text{ м/с}$	$V_1=1,69$	$V_2=1,68$	$V_3=1,67$	$V_4=1,666$	$V_5=1,62$	$V_{\max}=0$

Якщо $T=0$, відповідно $\delta =0$, то $V_g = V$.

Якщо $T = T_{\max}$, тоді $\delta =1$, то $V=0$.

Залежність побудована на рис. 2.4.

Тягова потужність N_m є залежністю функції сили тяги T . Щоб побудувати її графік потрібно визначити величини тягової потужності N_{Ti} для кожного значення T_i

$$N_{Ti} = T_i \cdot V_{gi}, \quad (2.33)$$

Доповнює регуляторну характеристику двигуна залежність витрати палива g_T від сили тяги, будують її користуючись формулою

$$g_{Ti} = \frac{1000 \cdot G_{Ti}}{N_{Ti}}, \quad (2.34)$$

де G_{Ti} – витрата палива годинна (кг/год), знаходять з графіка.

Підсумовуючи результати отримані із залежностей (2.33) і (2.34) отримаємо таблицю 2.4. Графіки, що показують залежність тягової потужності і витрати палива від зусилля тяги трактора, показані на рис. 2.4.

З графіка (див. рис. 2.4) отримаємо оптимальні значення параметрів удосконалюваного агрегату: $\delta =0,16$; $v_g =1,6$ м/с (5,68 км/год); $N_T =16,4$ кВт; $g_T =215$ г/кВт год; $T_H =10,6$ кН.

Таблиця 2.4 – Тягові потужності і витрати палива

T_i	$T_1=2$	$T_2=4$	$T_3=6$	$T_4=8$	$T_5=10$	$T_{\max}=12$
N_{Ti}	$N_{T1}=3,4$	$N_{T2}=6,7$	$N_{T3}=10$	$N_{T4}=13,3$	$N_{T5}=16,2$	$N_{T_{\max}}=0$
g_{Ti}	$g_{T1}=1058$	$g_{T2}=675$	$g_{T3}=430$	$g_{T4}=353$	$g_{T5}=246$	$g_{T_{\max}}=0$

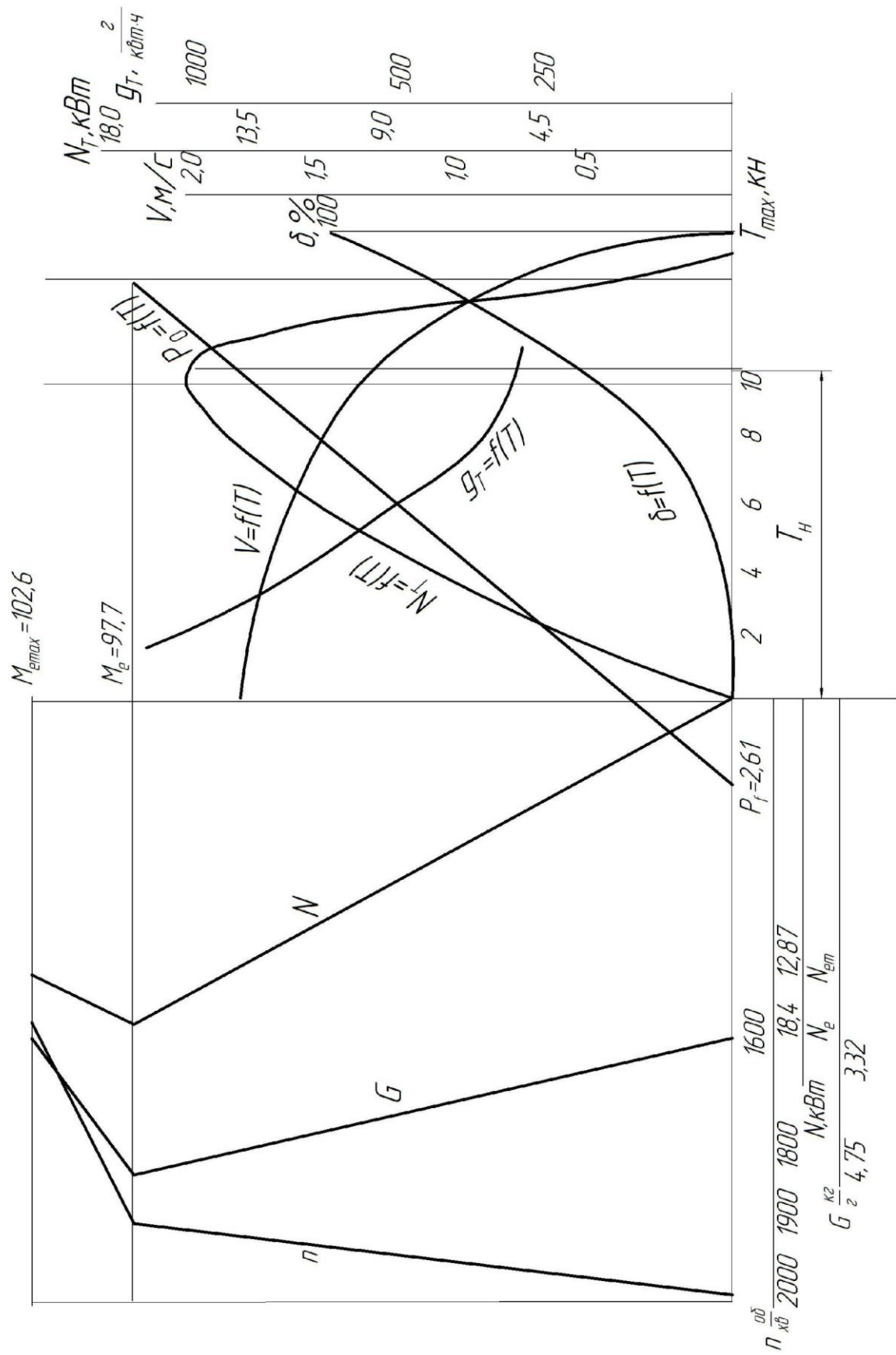


Рисунок 2.4

На оптимальному тяговому режимі перевіримо трактор на зчеплення з ґрунтом виходячи з умови

$$T_H \geq \Sigma W , \quad (2.35)$$

де ΣW – повний просумований тяговий опір удосконалюваного агрегата [18]

$$\Sigma W = W_{PO} + W_{ПЕР} + W_I + W_{IH} , \quad (2.36)$$

де w_{PO} – опір тяговий робочого органу, $w_{PO} = 0$;

$w_{ПЕР}$ – опір тяги на перекочування, кН;

w_I – опір тяги агрегату на схилі, кН;

w_{IH} – тяговий опір інерції під час рушання, кН.

Опір тяговий на перекочування

$$W_{ПЕР} = G_{PM} \cdot f . \quad (2.37)$$

Буде

$$W_{ПЕР} = 17,75 \cdot 0,15 = 2,64 \text{ кН.}$$

Опір тяговий при русі на схил

$$W_I = G_{PM} \cdot \text{tg } \alpha , \quad (2.38)$$

то

$$W_I = 17,75 \cdot \text{tg } 3^\circ = 0,93 \text{ кН.}$$

Тяговий опір інерції під час рушання з місця

$$W_{IH} = \frac{G_{PM} \cdot V_D}{9,81 \text{ t}} . \quad (2.39)$$

є

$$W_{IH} = \frac{17,75 \cdot 1,58}{9,81 \cdot 3} = 0,95 \text{ кН.}$$

Використаємо результати, отримані за формулами (2.37)-(2.39) і вписавши їх у (2.36) маємо

$$\Sigma W = 2,64 + 0,93 + 0,95 = 4,52 \text{ кН.}$$

Виходячи із умов роботи і отриманого значення рваного тягового опору бачимо, що виконується умова (2.35) – умова зчеплення машини із ґрунтом

$$10,6 \text{ кН} > 4,52 \text{ кН.}$$

Результат тягового розрахунку – використання для агрегування з обприскувачем трактора класу тяги 6 кН. Такий трактор буде завантажений дещо неповністю, але він підходить до застосування для внесення пестицидів на дослідних ділянках, тобто добре вписується у технологію закладання дослідів.

Тягові здатності трактора не використовуються повністю, а лише на половину через порівно малу масу обприскувача і відсутність робочих органів, які, заглиблюючись у ґрунт, також створювали б додатковий тяговий опір. Збільшувати швидкість руху агрегату не доцільно, оскільки будуть порушуватися агротехнічні умови.

2.5. Підготовка ділянки поля і агрегату до роботи

Умови роботи агрегату трактор + малогабаритний обприскувач на задній начіпці: плантація площею 1 га, довжина гону 50 м; радіус повороту 3,5 м; ширина захвату 4,2 м; поле з нахилом 2...3⁰; рівний рельєф поля; число ударів твердоміра Дор НДІ – 5; внесення гербіцидів ранньою весною під час боронування.

Визначимо основні вимоги агротехнічні для роботи агрегату: обприскувач має рівномірно наносити робочий розчин на ділянках площами до 100 м²; відхилення від рівномірності внесення визначається коефіцієнтом варіації і не має перевищувати ±15%; заправлення обприскувача робочим розчином виконувати на одному з кінців поля на поворотній смузі; обприскувач має бути укомплектований на баку запобіжним клапаном, а на

розпилювачах мають бути клапани-відсікачі (рис. 2.5); робочі швидкості агрегату 4-6 км/год і на цих швидкостях має бути забезпечена якісна робота.

Щоб підготувати агрегат до роботи потрібно вибрати розпилювач орієнтуючись на задану норму робочого розчину, яка потрібна на 1 га поля.

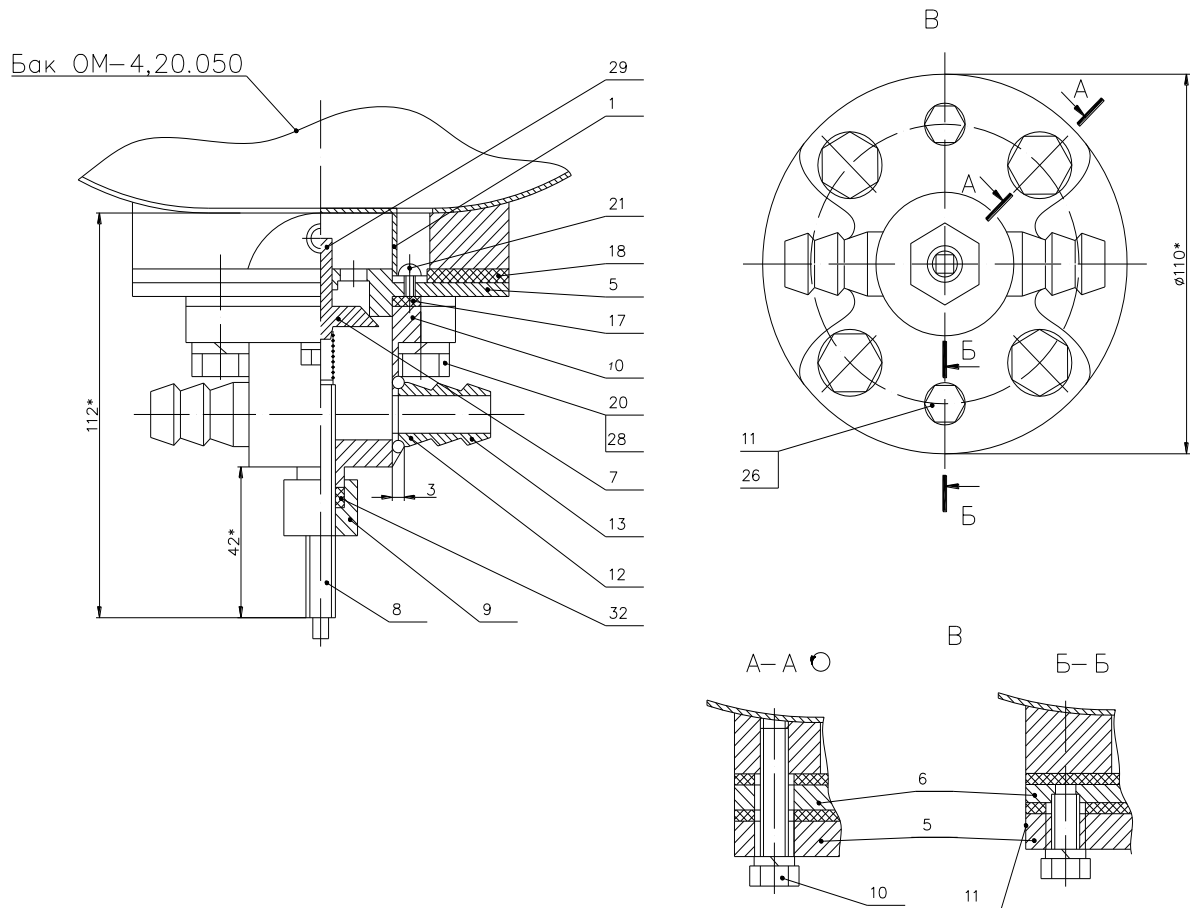


Рисунок 2.5 – Клапан-відсікач

Підготовку обприскувача до роботи та його регулювання виконують заповнивши ємність (бак) чистою водою. Витрата рідини, що має вийти із одного розпилювача може бути визначена з (2.1).

Опираючись на виконані розрахунки приймемо: витрата рідини $Q=300$ л/га; швидкість роботи $v_p=5,9$ км/год беремо з паспорта трактора Т-25, враховуючи буксування); ширина захоплення $B_p=4,2$ м; розпилювачів $n_p=8$. Розпилювачі, які встановлюють на штангу обприскувача, мають витрату рідини 1,5 л/хв. Заміряють тиск у напірній магістралі, створюючи необхідну величину.

Послідовність приготування робочого розчину на ділянку площею 50 м^2 . виходячи із норми витрати робочого розчину на 1 га, перераховують потребу у ньому на відповідну площу

$$\begin{array}{r} 300 \text{ л} - 10000 \text{ м}^2; \\ x \text{ л} - 50 \text{ м}^2. \end{array}$$

Буде

$$x = \frac{300 \cdot 50}{10000} = 1,5 \text{ л.}$$

Врахуємо, що має бути 4-х кратна повторюваність дослідів, тому в бак заливають 6 літрів робочого розчину. Можливе відхилення від заданої норми $\pm 5\%$, тому доцільно залити у бак 6,3 літра робочого розчину. Якщо за 4-хкратної повторюваності розчин ще залишиться у баку, то його виводять із ємності на поворотній смузі, працюючи на холостому ході.

Під час обприскування ділянок доцільно вибрати гоновий спосіб, щоб організувати роботу (рис. 2.6).

Визначимо якою може бути мінімальна ширина поворотної смуги [10]. На неї впливає ширина і кінематична довжина агрегату

$$E = 1,5 R_a + e, \quad (2.40)$$

де E – ширина смуги для повертання, м;

R_a – радіус, який потрібний для повороту агрегату, $R_a = 2,2$ м;

e – відстань, яку проїжджає агрегат на поворотній смузі від контрольної лінії, щоб запобігти огріхам через передчасне переведення у транспортне положення робочих органів

$$e = 0,1 \cdot l_k, \quad (2.41)$$

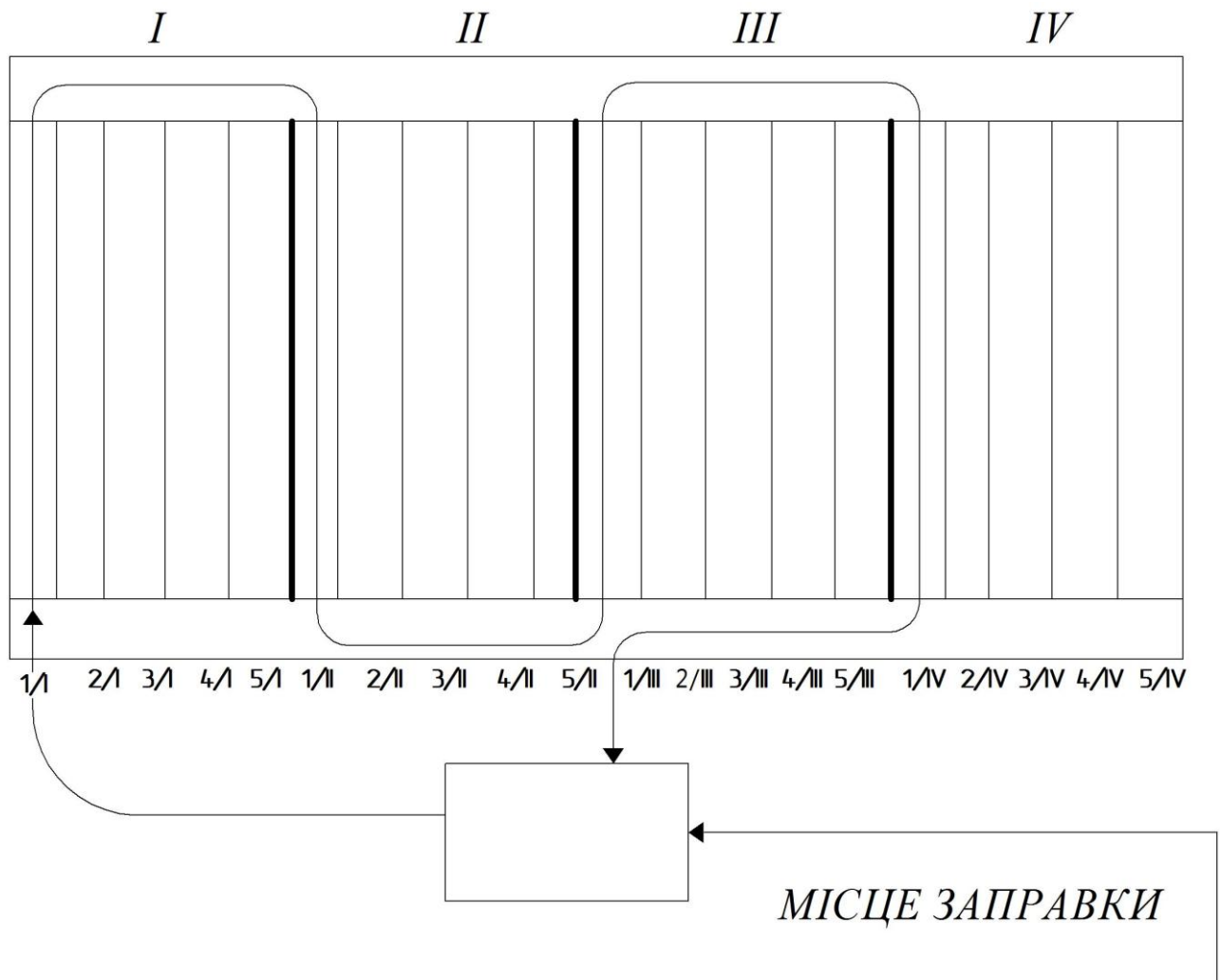
де $l_k = l_T + l_M$, начіпний агрегат матиме $l_k = l_T = 1,0$ м.

Отже

$$e = 0,1 \cdot 1 = 0,1 \text{ м.}$$

Відповідно

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



I, II, III, IV – варіанти ділянок дослідів
 Рисунок 2.6 – Схеми для розмітки ділянки і руху агрегату

Потрібно визначити якою буде довжина робочого ходу

$$L_p = L - 2E, \quad (2.42)$$

тобто

$$L_p = 50 - 6,8 = 43,2 \text{ м.}$$

Визначимо також скільки потрібно робочих ходів

$$n_p = \frac{F}{L \cdot B_p}, \quad (2.43)$$

де F – площа оброблюваної ділянки $F = 1$ га.

Тобто

$$n_p = \frac{10000}{50 \cdot 4,2} = 47,5.$$

Достатньо $n_p = 48$.

Довжина холостого ходу буде

$$L_X = 7R_a + e. \quad (2.44)$$

Отже

$$L_X = 7 \cdot 2,2 + 0,1 = 15,5 \text{ м.}$$

Вид руху агрегату можна оцінити через коефіцієнт робочих ходів

$$\varphi = \frac{L_P}{L_P + L_X}, \quad (2.45)$$

де L_X – довжина, яка відповідає холостому ходу, м;

L_P – довжина, яка відповідає робочому ходу, м.

Визначимо довжину шляху для робочого ходу

$$\Sigma L_P = L_P \cdot n_P, \quad (2.46)$$

тобто

$$\Sigma L_P = 42,2 \cdot 48 = 2060 \text{ м.}$$

Визначимо якою буде довжина шляху на холостому ході

$$\Sigma L_X = L_X \cdot n_P, \quad (2.47)$$

то

$$\Sigma L_X = 15,5 \cdot 48 = 738 \text{ м.}$$

Коефіцієнт робочих ходів відповідно

$$\varphi = \frac{2060}{2060 + 738} = 0,74.$$

Величина коефіцієнта робочих ходів буде підвищуватися через зростання довжини гону і завдяки зменшенню радіуса повороту агрегату. Значення, яке отримали досить високе.

Аналізуючи організацію робіт з використання скомпонованого у роботі агрегату можна відзначити, що не має потреби у додаткових заходах, тому цілком реальним є застосування малогабаритного обприскувача на ділянках невеликих площ індивідуальних господарств, чи дослідних ділянок.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВНЕСЕННЯ РОБОЧИХ РОЗЧИНІВ ПЕСТИЦИДІВ

3.1. Механізація внесення робочих розчинів пестицидів на дослідних ділянках

Є науково-дослідні заклади, фермерські господарства, які спеціалізуються або частково займаються вивченням та внесенням новорозроблених пестицидів та отрутохімікатів в цілому. Робочі розчини цих речовин можуть вносити як на поверхню ґрунту, так і на вегетуючі рослини.

У наукових агродослідженнях практикують таке застосування – визначену дозу препарату розводять до потрібної концентрації в окремій ємності. Розчин, який отримали, заливають у ранцеві обприскувачі. Розміри агротехнічних ділянок для досліджень 10-100 м². Препарати розводять орієнтуючись на гектарну дозу внесення, тому ранцеві обприскувачі наповнюють так, щоб одного наповнення вистачило на одну дослідну ділянку. Після закриття кришки ранцевого обприскувача створюють у ньому тиск 0,3-0,35 МПа з допомогою пневмонасоса. Підготовлений до роботи обприскувач робітник одягає на плечі і має рухатися вздовж довгої сторони дослідної ділянки, кран має бути відкритим і наносить із місткості робочий розчин гербіциду чи іншого препарату на поверхню, яку потрібно обробити (ґрунт або рослини).

Працівник, який контролює випробування, пропонує, щоб робітник із обприскувачем рухався зі швидкістю 3,5-4,5 км/год. Трапляється, що після обробки ділянки може залишитися робочий розчин, якщо його небагато, то робітник рухаючись швидким темпом вибірково наносить його рештки на дослідну ділянку так, щоб повністю його використати. Вихід повітря із розпилювача – ознака спорожнення ємності.

Завершивши обробіток однієї ділянки робітник із обприскувачем приходить на місце заправки і лише потім знімає обприскувач, відкрутивши кришку бака промиває його 3-4 рази прополоскавши. Опісля можна умовно

вважати, що обприскувач вимитий після препарату, що використовувався. Можна його заправити новим робочим розчином і повторити робочий процес.

Якщо вивчають токсичність препаратів, то здійснюють заправку ранцевого обприскувача на одну повторність на 3-4 ділянки за умови, що ділянки невеликі за розмірами. Завдяки цьому підвищується продуктивність під час внесення робочих розчинів хімпрепаратів [34, 35].

Такий процес внесення досліджуваних пестицидів має недоліки, через які не можливо забезпечити потрібну чистоту закладання агрохімічних дослідів і відповідно їх проведення, що безперечно відобразиться на результатах. Щоб відстежити вплив суб'єктивних чинників під час агротехнічних дослідів проаналізуємо деякі моменти, які можуть виникати під час роботи.

Під час ручного внесення робочих розчинів задіяний одинарний розпилювач, переміщення його ліворуч і праворуч здійснюється рукою робітника. За такої ситуації через чисто суб'єктивні фактори синхронізувати (узгодити) швидкість руху робітника і переміщення розпилювача неможливо.

Агровимоги до величини коефіцієнта варіації, тобто нерівномірності нанесення препаратів $\pm 12\%$, не витримуються.

Ще один момент, робітники, що вносять препарати на дослідних ділянках ранцевими обприскувачами, рухаються по обробленій частині поля, а тому підшвами свого взуття можуть переносити частинки препарату разом із налиплим ґрунтом, притоптувати внесений препарат. А це суттєво збільшує нерівномірність покриття обробленої площі.

У ранцевих обприскувачах застосовують розпилювачі у вигляді форсунок, що мають тангенційний завихрювач струменя рідини, що виходить.

Рідина, що витікає із такого розпилювача має відповідний закон розподілу (рис. 3.1). Проаналізуємо його: витікаюча із такого розпилювача рідина має провал (не покриття) у центрі, а це підтверджує нерівномірність і навіть і небажаність такого внесення робочої рідини.

Щоб уникнути такого явища можна застосувати інший тип розпилювача – наприклад, плоскофакельний. Але це не можливо на ранцевих розпилювачах.

Для плоскофакельних щілинних розпилювачів характерним є розподіл у вигляді трикутника (див. рис.3.1) – норма препарату у центрі, а на краях менше норми. Тому також не є оправданим їх застосування у ранцевих обприскувачах.

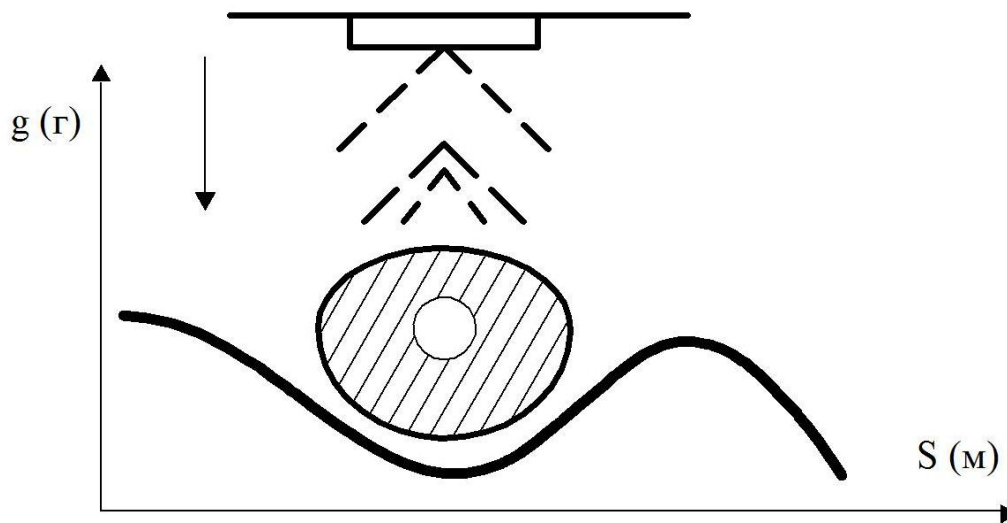


Рисунок 3.1

Є ще й інші фактори, на які потрібні додаткові затрати під час ручного внесення хімпрепаратів на дослідних ділянках: організація процесу, підвезення значної кількості води, порівняно велика кількість працівників зайнятих на такому обприскуванні, щоб забезпечити дотримання необхідних агротермінів для внесення і т. ін. Все це в цілому підтверджує недоцільність ручного внесення хімпрепаратів на дослідних ділянках бо не забезпечує агровимог. Тому спроби створення засобів для покращення процесу обробітку дослідних ділянок є актуальними, не дивлячись на порівняно невелику кількість таких площ.

Можна пробувати застосовувати інший спосіб внесення робочих розчинів пестицидів із застосування малопотужного трактора. А саме, можна на ВВП трактора типу Т-25 встановити насос, який може подавати рідину під тиском із каністри на штангу із розпилювачами. Підготовлену робочу рідину наливають у каністру об'ємом 5-15 літрів і встановлюють її на тракторі поблизу до насоса.

Такий спосіб має перевагу у тому, що усунуто суб'єктивні фактори впливу на процес обприскування спричинені ручним внесенням. Штангу із

щілинними плоско факельними розпилювачами також монтують на трактор і завдяки сумісному внесенню робочих препаратів із кількох розпилювачів одночасно можна забезпечити близьке до агровимог внесення хімпрепаратів. Однак цей спосіб має той недолік, що потребує великої кількості води для якісного промивання насоса, штанги і розпилювачів.

Підсумовуючи результати огляду та аналізу конструкцій обприскувачів, їх окремих елементів, особливості внесення препаратів на дослідних ділянках можна виділити такі тенденції:

- деякі із розробок, застосовувані на серійних машинах, можна застосувати на малогабаритних обприскувачах;

- малогабаритні обприскувачі повинні забезпечувати безпечність виконання наукових досліджень, можливість швидкої зміни режимів експлуатації.

Ці вимоги є основними і у світових тенденціях застосовуваних розробках машин для хімічного захисту рослин. Тому у даній роботі запропоновано застосовувати на дослідних ділянках удосконалений малогабаритний обприскувач типу ОМ-4.2 (рис. 3.2), обладнаний відповідною ємністю, штангою з розпилювачами, які мають клапани-відсікачі.

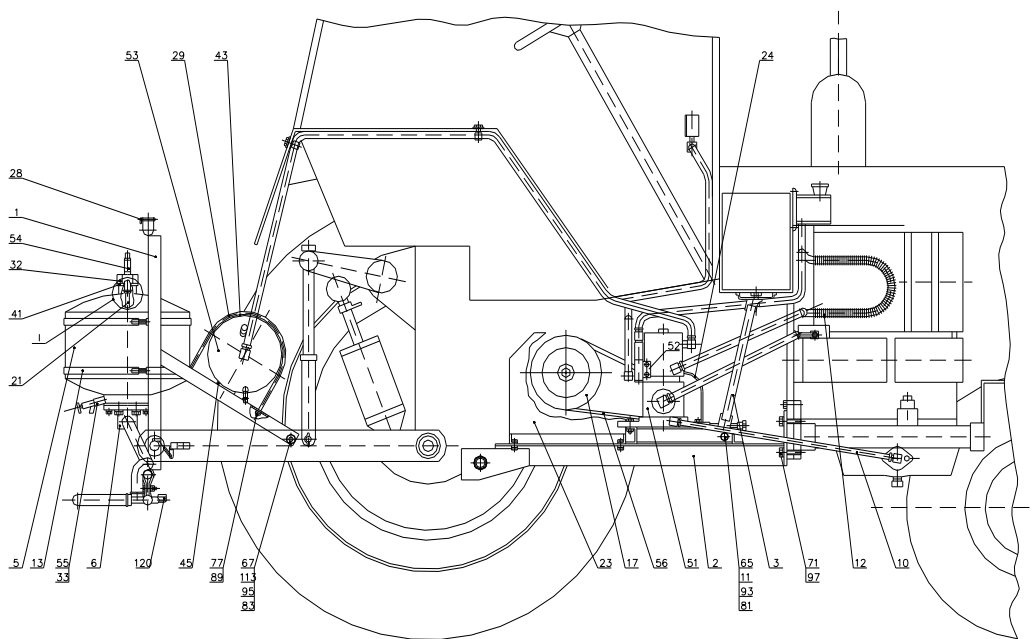


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд трактора із малогабаритним обприскувачем (поз.5 – бак обприскувача)

3.2. Вплив розмірів краплин на ефективність обприскування і обґрунтування оптимальної дисперсності

Способи розпилення пестицидів є різними, відповідно утворюються краплини різних розмірів (спектр полідисперсний) або краплини якогось одного розміру (спектр монодисперсний), межі їх розмірів 350-25 мкм.

Розмір часточок хімпрепаратів впливає на їх токсичність під час внесення. Краплини більших розмірів мають меншу здатність до утримання на внесених поверхнях, швидше сповзають чи стікають, у результат є менш токсичними для шкідливих організмів, попри це можуть спричиняти опіки на листочках культурних рослин.

Хімпрепарти розпилені дрібними часточками за такої ж самої витрати пестицидів мають здатність до кращого утримування на оброблюваних поверхнях листочків, стійкіші до атмосферних опадів, покривають оброблювані поверхні рівномірно і повністю.

Дисперсність розпилення пов'язана із токсичністю, чим вона вища, тим більша й токсичність.

Дисперсність розпилення оцінюють через поняття середнього діаметра краплин. Можна це робити у такий спосіб: краплини, що виходять із розпилювача, вловлюють різні вловлювальні поверхні – на предметне скло, на паперові картки спеціально оброблені. На цих поверхнях краплини залишають сліди, що дають можливість розрахувати середній діаметр краплини [6]

$$d_{KP} = \frac{d_{CL}}{\sqrt[3]{4 \sin^3 \alpha / (2 + \cos^3 \alpha - 3 \cos \alpha)}}, \quad (3.1)$$

де d_{KP} – розмір діаметральний краплини;

d_{CL} – діаметральний слід краплини;

α – кут, який утворює дотична до сферичної поверхні краплини у точці перетину оброблюваної поверхні і самої поверхні.

Важливим є також значення коефіцієнта розтікання. На його величину впливають властивості поверхні, на яку осідають краплини, діаметри слідів краплин. Визначають коефіцієнт розтікання із такої залежності [6]

$$k = \frac{d_{CI}}{\sqrt[3]{h \left(h^2 + \frac{3}{4} d_{CI}^2 \right)}}, \quad (3.2)$$

де k – коефіцієнт, що визначає розтікання краплини хімпрепарату на певній поверхні;

h – розмір (висота) краплини.

Так як способи розпилення робочих розчинів пестицидів різні, використовують також і різні за конструктивним виконанням розпилювачі, які здебільшого видають полідисперсний спектр краплин, то щоб отримати узагальнену оцінку якості роботи розпилювачів користуються поняттями середньоарифметичного діаметра краплин або медіанно-масового чи об'ємно-поверхневого.

Найзручніше визначити середньоарифметичний розмір (діаметр) краплин пестицидів [6]

$$d_{AP} = \frac{\sum_{i=1}^n n_i \cdot d_i}{\sum_{i=1}^n n_i}, \quad (3.3)$$

де d_{AP} – діаметр краплин середньоарифметичний, мкм;

n_i – кількість краплин відповідних розмірів, шт;

d_i – розмір краплин певного діаметра, мкм.

Однак він не є найповнішим.

Медіанно-масовий розмір (діаметр) краплин розпиленних пестицидів є об'єктивнішим показником, який характеризує дисперсність розпилення. У

даному разі, середнім діаметром краплин буде такий діаметр, для якого половина спектру об'єму розпилення буде у краплинах, які мають розмір менший за середній діаметр, відповідно друга половина – це будуть краплини, які матимуть розмір більший від середнього діаметра [6]

$$\sum_{i=1}^m n_i \cdot d_i^3 = \sum_{i=m+1}^n n_i \cdot d_i^3 . \quad (3.4)$$

Діаметр краплин пестицидів середній об'ємно-поверхневий (його ще називають діаметр за Заутером) можна визначити через відношення – сумарний об'єм краплин, що є у спектрі до розпилення, до сумарної поверхні цих краплин

$$d_s = \frac{\sum_{i=1}^k n_i \cdot d_i^3}{\sum_{i=1}^k n_i \cdot d_i^2} , \quad (3.5)$$

де n_i – краплини певного розміру d_i ;

k – розряди, на які розбивають спектр краплин.

Оцінювати якість роботи обприскувачів можна і через інший важливий критерій, що визначається критерієм дисперсності. Це ступінь покриття краплинами пестициду оброблюваної поверхні. Визначають у відсотках, користуючись залежністю [6],

$$M_{\text{покp}} = \frac{100 \pi}{4 f_0} (n_1 d_1^2 + n_2 d_2^2 + \dots + n_n d_n^2) = \frac{25 \pi}{f_0} \sum_{i=1}^n n_i d_i^2 , \quad (3.6)$$

де d_1, d_2, \dots, d_n – розміри відповідних слідів краплин, мкм;

n_1, n_2, \dots, n_n – кількість краплин, що мають певний розмір відповідно;

f_0 – площа, яку досліджують мкм².

За умов дрібнокраплинного обприскування ефективнішою буде обробка за менших ступенів покриття, порівняно із великокраплинною. Розрахувати її можна за формулою (3,6). Це можна пояснити завдяки тому, що препарати, які вносять, поширюють свою дію також не певну відстань від місць, на які осідають краплини. Це так звана біоцидна дія, поширена на певну зону.

Врахувати це можна через застосування коефіцієнта $k_{E\phi}$ ефективної дії краплин. Визначають його як відношення площ: загальної, на якій спостерігається ефективна дія, до утвореної слідом краплини (рис. 3.3).

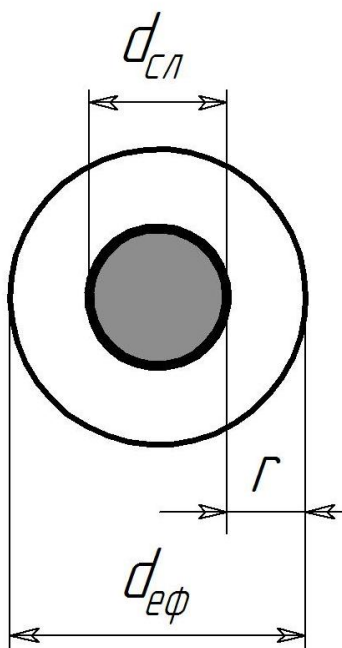


Рисунок 3.3

Сліди краплин пестицидів мають площу, визначають її так [6]

$$S_{cl} = \pi \cdot d_{cl}^2 / 4. \quad (3.7)$$

Площу, на якій спостерігається ефективна біоцидна дія препарату

$$S_{E\phi} = (\pi/4)(d_{cl} + 2r)^2. \quad (3.8)$$

Біоцидна дія має зону r , що може змінюватися у межах 100-200 мкм.

Коефіцієнт, що визначає ефективну дію краплин можна визначити так [6]

$$k_{E\Phi} = \frac{S_{E\Phi}}{S_{CП}} = \frac{(d_{CП} + 2r)^2}{d_{CП}^2}. \quad (3.9)$$

Аналізуючи залежності можна зазначити наступне – завдяки зменшенню розмірів краплин коефіцієнт їх ефективної дії буде збільшуватися.

Щоб коректно оцінити якою є якість покриття розчинами пестицидів оброблюваних поверхонь за умов дрібнокраплинного обприскування, можна використати таке поняття як ступінь ефективного покриття поверхні. Визначають його так [6]

$$M_{E\Phi} = M \cdot k_{E\Phi}. \quad (3.10)$$

Є різні способи, якими розпилюють робочі рідини пестицидів і різні типи розпилювачів, що забезпечують можливості отримувати різні ступені дисперсності розпилення цих рідин.

Звичайне обприскування характерне тим, що, для того, щоб отримати достатню густину краплин на одиниці оброблюваної поверхні, можна застосовувати грубо-дисперсне із розмірами краплин $d_{CП} = 250-350$ мкм розпилення. Щоб створити потрібну густину покриття за умов мало- та ультрамалооб'ємного розпилення, то краще застосовувати тонкодисперсне $d_{CП} = 50-150$ мкм розпилення. Ще одна особливість є у тому, що якщо зменшувати діаметри краплин робочих розчинів за лінійною залежністю у 2, 3, 4 і т.д. разів, то це призведе до збільшення кількості краплин за залежністю кубічною, тобто у 8, 27, 64 і т.д. разів.

Випробовуючи нові хімпрепарати у рослинництві, здійснюють це на дослідних ділянках, обов'язково виконують спеціальні токсикологічні дослідження. Їх результати засвідчують, що норми витрат робочих рідин пестицидів на одинцю оброблюваної площі бувають у кілька разів, а деколи й у кілька десятків разів вищими ніж потрібно, щоб бути ефективними [6]. Однак,

розпилювана рідина не вся осідає на поверхні, які обробляють і на яких вона мала би залишитися. Тут спостерігається залежність – при високій дисперсності осідання гірше. Відбувається це через рух краплин робочих рідин у повітряному потоці (рис. 3.4).

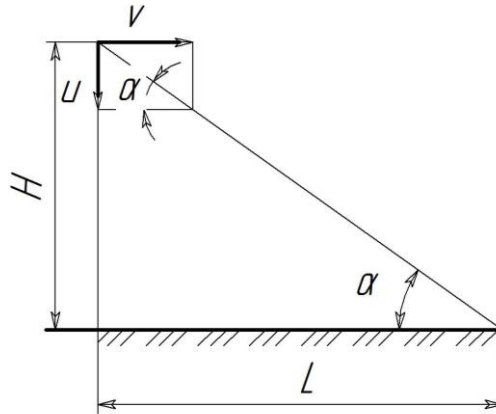


Рисунок 3.4

Краплини робочих рідин, що виходять із вентиляторних чи штангових обприскувачів, перебувають на висоті H відносно оброблюваної поверхні. Краплини зазнають дії повітряного потоку і рухаються з певною швидкістю v у горизонтальному напрямку. Під дією сили тяжіння краплини будуть рухатися у вертикальному напрямку зі швидкістю U . Її визначають користуючись формулою Стокса

$$U = \frac{2g \cdot r^2 (\rho_k - \rho_{II})}{V \cdot \eta}, \quad (3.11)$$

де U – швидкість, яку отримує краплина завдяки дії сили тяжіння;

g – прискорення вільного падіння;

r – розмір (радіус) краплини;

ρ_k – густина (щільність) краплин рідини;

ρ_{II} – щільність (густина) повітря;

η – в'язкість повітря (кінематична).

Абсолютна швидкість краплин буде мати напрям під кутом α до горизонту

$$\operatorname{tg} \alpha = U / V . \quad (3.12)$$

Відстань, на яку будуть зноситися краплини рідини досягаючи обприскуваної поверхні, у першому наближенні можна визначити так

$$L = H / \operatorname{tg} \alpha = H \cdot V / U , \quad (3.13)$$

де L – відстань, на яку краплина віддається (зноситься);

H – висота краплини у початковому положенні над поверхнею, що обробляється;

V – швидкість початкова краплин, горизонтальна складова.

Аналізуючи залежність (3.13), можна відзначити наступне: небезпечне, тобто надто віддалене (на значні відстані) знесення краплин робочих розчинів прямо пропорційне двом параметрам – висоті, на якій краплини будуть розташовуватися над оброблюваною поверхнею, і швидкості вітру та обернено пропорційне швидкості, з якою краплини рухаються завдяки силі тяжіння.

Аналізуючи залежність (3.11) можна стверджувати, що зменшення діаметра краплин за лінійною залежністю буде спричиняти зменшення швидкості осідання краплин за квадратною залежністю.

Всі ці рекомендації можна повністю віднести до малогабаритного обприскувача, який удосконалюється у даній роботі. Результати розрахунків розміру краплин та відповідної їм швидкості осідання наведені у таблиці 3.1

Таблиця 3.1

Розмір краплин, мкм	500	250	100	50	10
Швидкість осідання, м/с	2,9	0,93	0,28	0,075	0,0028

Важливим фактором, що впливає на якість обробітку поверхонь пестицидами, під час обприскування є випаровування краплин, що рухаються у повітряному потоці. Це буде суттєво залежати від способу обприскування.

Визначаючись із дисперсністю краплин робочих розчинів, визначають яким способом будуть здійснювати обприскування (звичайне, мало чи ультра-малооб'ємне), яким є вид шкідливих організмів (бур'яни, комахи чи хвороби), а також здатність краплин до випаровування.

Обробляючи ділянки засмічені бур'янами доцільніше застосовувати грубо дисперсне обприскування. У такому разі небезпека знесення розпилених краплин гербіцидів на сусідні ділянки менша.

Розпилювати інсектициди та фунгіциди краще у дрібнодисперсний спосіб, так буде більша ефективність їх застосування. Знесенню дрібних частинок розпилюваних робочих розчинів можна досягнути завдяки примусовому осіданню, застосовуючи речовини завдяки яким випарувальна здатність краплин буде меншою. Найефективнішими є аерозолі.

Отже, малогабаритний обприскувач типу ОМ-4,2 із відповідними обґрунтуваннями, можна застосовувати на дослідних ділянках.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Організація виконання робіт з використанням малогабаритного обприскувача

Працівників, які виконують роботи з протруювання насіння та заправки сівалок, а також внесення засобів захисту від шкідників, хвороб та бур'янів, забезпечують спецодягом, спецхарчуванням, зменшенням робочого дня до 6 годин та забезпечення першочерговим санаторно-курортним лікуванням [1, 9].

При роботі з пестицидами, для внесення яких призначений малогабаритний обприскувач ОМ-4,2, удосконалений у даній роботі, необхідно строго дотримуватися таких правил техніки безпеки.

До роботи з гербіцидами не допускають юнаків до 18 років, вагітних жінок і матерів, що мають немовлят, людей, які не пройшли медичний огляд, інструктаж з безпечних прийомів роботи. Бажано, щоб на агрегаті працювали одні і ті ж люди.

Монтаж обприскувача і навішування його на трактор повинні виконувати два робітники – тракторист і допоміжний робітник.

Перед початком роботи перевіряють справність усього агрегату і особливо розпилюючих пристроїв.

Контрольно-вимірювальні пристрої підтримують у робочому стані.

Перед початком роботи необхідно впевнитись, що запобіжний клапан ресивера спрацьовує при тиску $5,5 \dots 6 \text{ кгс/ см}^2$ ($0,55 \dots 0,6 \text{ МПа}$).

Перед початком роботи з гербіцидами знімають домашній одяг і взуття, одягають спецодяг, який відповідає вимогам роботи з тим чи іншим хімічним засобом.

Захисний одяг повинен бути цілим, добре підігнаним, щільно прилягаючим до тіла, добре зав'язаним і застібнутим і у той же час не повинен сковувати рухів. Засоби індивідуального захисту підбирають за розміром і кожний комплект закріплюють за працівником на весь обсяг робіт.

Перед прийомом їжі і після закінчення роботи спецодяг і засоби індивідуального захисту знімають у встановленому порядку, який ні в якому разі не можна порушувати, так як з брудним одягом гербіциди можуть легко потрапити на шкіру або слизову оболонку очей. Спочатку, не знімаючи з рук рукавиці, їх миють у незаражуючому засобі: 3...5% розчині кальцинованої соди, 0,5% розчині марганцевокислого калію, 3...5% розчині аміаку, розчині хлораміну, потім у воді. Після цього знімають захисні окуляри, респіратор, чоботи і знову миють рукавиці у незаражуючому розчині, потім у воді і знімають їх. Після закінчення робочого дня приймають душ [1, 9].

На робочих місцях забороняється приймати їжу, пити і курити.

Приймати їжу можна тільки у спеціально відведених місцях, що знаходяться на відстані не менше як 200 метрів від місця роботи з підвітряної сторони. У цих місцях повинні бути рукомийники, мило, захисні засоби, рушники. Перед прийомом їжі дуже ретельно миють руки, полощуть рот. Не можна використовувати для зберігання їжі, води, фуражу і т.д. тару і посуд, в яких зберігалися хімікати [16].

Забороняється обслуговувати агрегат при працюючому двигуні – ремонтувати, заправляти, регулювати.

Під час руху агрегату і на поворотах потрібно впевнитися, що поблизу немає інших людей.

Забороняється починати роботу з несправним манометром. Промивати бак і нагнітаючу комунікацію дозволяється у спеціально відведеному місці.

Під час роботи механізатор повинен використовувати інструмент і підйомні пристрої, які гарантують безпечне виконання роботи. Забороняється під час руху, при включеному ВВП надівати або знімати пас приводу компресора.

Обприскувач перед роботою необхідно випробувати на холостому ході при завантаженні його водою, впевнитись у герметичності всіх з'єднань, чіткості розпилення усіма розпилювачами.

Рух агрегату починається після дозволу керівника дослідів або іншої відповідальної людини.

Забороняється виливати залишки робочих розчинів на поверхню поля, а тільки у спеціальні місткості.

4.2. Заходи для підвищення рівня техніки безпеки при використанні малогабаритного обприскувача

У даній кваліфікаційній роботі удосконалюється малогабаритний обприскувач типу ОМ-4,2 для внесення робочих розчинів пестицидів на дослідних ділянках. Він також придатний для використання у невеликих господарствах.



Для підсилення безпечних умов роботи обприскувача доцільно застосовувати привод до компресора від бокового ВВП трактора. Для більшої безпеки його потрібно загородити захисним кожухом, так як деталі, які обертаються, створюють небезпеку для робітників.

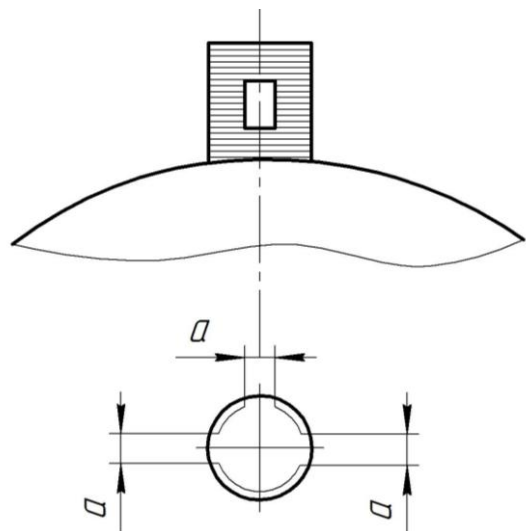
Для запобігання травматизму та попередження робітників про небезпеку пропонується нанести на захисний кожух знак (рис. 4.1), розміри якого повинні бути не менше 100×200 мм.

Рисунок 4.1 – Попереджувальний знак, що наноситься на захисний кожух привода компресора

Для запобігання травмування обслуговуючого персоналу перед новою заправкою бака на нижній частині горловини місткості необхідно виконати лиски на різьбовій частині горловини (рис. 4.2).

Після закінчення роботи на ділянці під'їзду до місця заправки в місткості залишається повітря під тиском. Користуючись гайковим ключем кришку бака

відвертають на 1,5...2 оберти. Внаслідок наявності на різьбовій частині горловини місткості лисок повітря поступово виходить із бака, про що засвідчить покази манометра і зникнення характерного звуку, пов'язаного з виходом повітря.



У результаті аналізу шкідливих і небезпечних факторів, які можливі при роботі малогабаритного обприскувача типу ОМ-4,2 для внесення хімічних засобів захисту рослин, встановлено, що найбільшу небезпеку створює механізм приводу компресора, тому було розроблено захисний пристрій на цей механізм.

Рисунок 4.2 – Схема пристосування для забезпечення видалення повітря із місткості обприскувача: *a* – місця видалення різьби.

Для запобігання травмування допоміжних робітників при заправці місткості обприскувача запропоновано конструкцію горловини бака, завдяки якій повітря, яке знаходиться під тиском, виходить поступово і не створює З

4.3. Захист людей від впливу іонізуючих випромінювань

Оцінка ступеня небезпеки умов праці при роботі з джерелами іонізуючого випромінювання здійснюється за допомогою ряду показників, нормативні значення яких не повинні перевищуватися. За такі показники прийняті одиниці, які з достатнім ступенем точності дозволяють проводити однозначну оцінку фізичних параметрів поля випромінювання і можливих біологічних наслідків дії випромінювання.

Сфера використання того або іншого показника залежить від характеру виконуваних робіт з джерелами іонізуючих випромінювань. При роботі із радіоактивним джерелом, будова якого виключає попадання радіоактивних речовин у навколишнє середовище, оцінку ступеня небезпеки умов праці проводять за величинами еквівалентної дози випромінювання або її потужності.

Основним показником оцінки радіаційної небезпеки хронічного опромінення випромінюванням довільного складу є еквівалентна доза H . Одиницями вимірювання поглиненої дози є джоуль на кілограм або рад [33].

Оперативний контроль радіаційної обстановки, що визначається небезпекою зовнішньої дії опромінення, планування заходів біологічного захисту і оцінку його ефективності здійснюють за величиною потужності еквівалентної дози. Ця потужність визначається відношенням величини еквівалентної дози до часу, протягом якого вона була накопичена. За одиницю потужності еквівалентної дози прийнятий 1 бер/с, у системі СІ – 13в/с [33].

Ступінь небезпеки роботи з відкритими джерелами іонізуючого випромінювання, оцінюється за допомогою похідних показників: зміст і надходження радіоактивних речовин в організм, концентрації радіоактивної речовини у повітрі (воді), забрудненості поверхні радіоактивними речовинами

Радіоактивні речовини, що поступили в організм, з певним ступенем вибіркової нагромаджуються у різних органах і тканинах. Залежно від властивостей і кількості накопиченої радіоактивної речовини визначається тяжкість ураження органу або тканини. Відомості про вміст радіоактивних речовин в організмі використовуються для оцінки ступеня небезпеки внутрішнього опромінювання. Вміст радіоактивних речовин вимірюється в одиницях активності (Кюрі і Беккерелях). Вимірювання вмісту радіоактивних речовин здійснюється лічильниками випромінювання або при біофізичному аналізі (вимірюванням вмісту цих речовин у виділеннях організму).

Контроль надходження радіоактивних речовин в організм здійснюється вимірюванням вмісту радіонуклідів в організмі. Орієнтовним методом оцінки

небезпеки внутрішнього опромінювання є оцінка забрудненості повітря (води) радіоактивними речовинами. Цей метод використовується для оперативного радіаційного контролю.

Додатковими джерелами зовнішнього і внутрішнього опромінювання є забруднені робочі поверхні, спецодяг і шкірні покриви. З метою обмеження забруднення у процесі виконання робіт з відкритим джерелом іонізуючих випромінювань проводиться контроль забруднення поверхні. Забруднення оцінюється кількістю частинок радіоактивної речовини на одиниці площі в одиницю часу. При радіаційному контролі, плануванні і оцінці якості захисних заходів використовуються три класи гігієнічно-обґрунтованих нормативів: основні дозові межі, допустимі і контрольні рівні.

В основу нормування встановлені наступні основні принципи: не перевищення основної дозової межі, виключення всякого необґрунтованого опромінення і зниження дози опромінювання до можливо низького.

Небезпека променевого ураження значною мірою залежить від того, який орган піддавався опромінюванню. Враховуючи, що органи людини володіють різною радіочутливістю і роль їх у підтриманні нормальної життєдіяльності різна, виділено три групи критичних органів. Для кожної групи встановлені допустимі значення доз опромінення, мінімальні для першої групи. Дозові норми і групи критичних органів приведені у табл. 4.1.

Залежно від групи критичних органів основною дозовою межею для персоналу є гранично допустима доза за рік (ГДД).

Гранично допустима доза – це найбільше значення індивідуальної еквівалентної дози за рік, яка при рівномірній дії протягом 50 років не викличе у стані здоров'я персоналу несприятливих змін, що знаходяться сучасними методами.

Основні дозові межі є нормативними значеннями еквівалентної дози, перевищення якої не допускається (див. табл. 6.1). Перевищення дозової межі збільшує ризик несприятливих наслідків опромінення і розцінюється як нещасний випадок.

Таблиця 4.1 – Дозові норми опромінювання

Критичні органи	Річна дозова межа, мЗв (бер)	
	Персонал, що зазнає ризику опромінювання	Люди, що можуть піддатись опромінюванню
Все тіло і кістковий мозок	50 (5)	5 (0,5)
М'язи, щитовидна залоза, жирова тканина, печінка, шлунково-кишковий тракт, легені та ін. органи	150 (15)	15 (1,5)
Шкіра, кісткова тканина, кістки, передпліччя, стопи	300(30)	30 (3)

Хронічне опромінювання дозами, що не перевищують ГДД, за своїми наслідками не залежить від ритму випромінювання, тому допускається опромінювання персоналу дозою в 1ГДД у будь-який проміжок часу. Виняток становлять жінки у репродуктивному віці (до 40 років).

Оперативний контроль радіаційної обстановки і якості систем захисту від зовнішнього і внутрішнього випромінювання здійснюється порівнянням рівнів випромінювання з їх допустимими рівнями. Допустимі рівні – це нормативні значення потужності дози, вміст радіоактивних речовин в організмі, їх концентрація у повітрі і воді, забрудненості поверхні і т. ін., розраховані із значень основних дозових меж ГДД [33].

Для умов зовнішнього випромінювання нормується допустима потужність дози (ДПД), що є відношенням ГДД за рік до часу опромінення протягом року.

Величина ДПД використовується тільки для орієнтовної оцінки радіаційної обстановки.

Вміст радіоактивних речовин в організмі (органі) обмежується величиною допустимого вмісту (ДВ), тобто таким змістом радіоактивних речовин, при якому еквівалентна доза не перевищить ГДД.

Надходження радіоактивних речовин в організм протягом року не повинне перевищувати гранично допустимих надходжень (ПДП). Величина надходжень ПДП протягом року на протязі 50 років створює в органі еквівалентну дозу, що не перевищує ГДД за рік опромінювання.

Допустима концентрація (ДК) радіоактивних речовин у повітрі (воді) також розрахована з умов роботи, в яких не перевищуються значення ДК і накопичена за рік еквівалентна доза не перевищить ГДД.

Допустиме забруднення поверхні (ДЗ) встановлено, виходячи з найсприятливіших умов роботи і припущення максимальних надходжень забруднень в організм людини. Ці норми забезпечують високу гарантію безпеки, оскільки в умовах, в яких можливо внутрішнє опромінення, обов'язково використовуються засоби індивідуального захисту органів дихання і шкіри.

Сумарна накопичена доза при роботах в умовах зовнішнього, внутрішнього і змішаного випромінювання визначається як сума всіх доз за весь період робіт і визначається за формулою [33]

$$H_N^C = H_N + ПДД \frac{П_N}{ПДП}, \quad (6.1)$$

де H_N^C – сумарна накопичена доза за період робіт, Зв (бер);

H_N – еквівалентна доза опромінення, накопичена за годину, Зв (бер);

$П_N$ – доза поступлення радіонукліда за годину.

Розрахована за даними дозиметричних вимірювань величина не повинна перевищувати значення допустимої еквівалентної дози H_N , накопиченої за період професійної роботи.

У ряді випадків виникає необхідність проведення робіт в умовах підвищеної радіаційної небезпеки (роботи з ліквідації аварій, порятунку людей

та ін.). До робіт в умовах запланованого підвищеного випромінювання, навіть за наявності згоди працівника, не можна допускати працівників у випадках [33]:

а) якщо додавання планованої дози до накопиченої працівником перевищить величину ГДД/Т (де Т – час дії випромінювання на працівника);

б) якщо працівник при аварії або випадковому опромінюванні раніше одержував дозу, яка перевищує річну в п'ять разів;

в) якщо працівник – жінка у віці до 40 років.

Особи, що отримали аварійне опромінювання, за відсутності медичних протипоказань можуть продовжувати роботу. При подальшій роботі для цих осіб повинна враховуватися доза переопромінювання. Річна гранично допустима доза для осіб, що отримали аварійне опромінювання, повинна бути знижена на величину, що компенсує переопромінювання.

Заходи зниження небезпеки біологічної дії іонізуючих випромінювань включають комплекс заходів, що знижують сумарну дозу від всіх джерел внутрішнього і зовнішнього випромінювання до рівня, який не перевищує гранично допустимої дози.

Захист від зовнішнього опромінювання передбачає створення таких захисних огорож, які б знижували дозу зовнішнього опромінювання до гранично допустимих значень. Огорожі можуть бути виконані стаціонарними або пересувними. До стаціонарних огорож відносяться захисні стіни, перекриття підлоги і стелі, двері, оглядові вікна і ін. Різного типу ширми, екрани, тубуси, діафрагми, контейнери для зберігання і транспортування радіоактивних речовин – пересувні захисні огорожі.

Достатньо забезпечити відстань 8...10 см від джерела α -випромінювання; при цьому гарантується захист тіла людини від цього виду випромінювання. Пробіг α частинок у повітрі не перевищує 8...9 см. Робота з джерелами α -випромінювання у спецодязі і рукавичках забезпечує повний захист від зовнішнього α -випромінювання [33].

Захисні конструкції від β -випромінювання мають товщину, що перевищує максимальний пробіг β -частинок, їх виготовляють з плексиглазу, алюмінію або скла.

Складніше здійснити захист від зовнішнього γ -випромінювання, проникаюча здатність якого набагато вище, ніж у α - і β -частинок. Забезпечити повний захист від γ -випромінювання неможливо. Захисні пристрої дозволяють тільки понизити у будь-яке число раз величину дози цього випромінювання. Матеріалом захисних пристроїв служать речовини, що мають велику густину (свинець, уран, бетон і ін.). З них можна виготовляти захисні конструкції, які мають малу вагу і невеликі габаритні розміри. Останнім часом як захисний матеріал використовують воду, яка дозволяє без перешкод проводити перезарядку і зарядку установок, а також виконувати ремонтні роботи.

Всі маніпуляції з джерелами γ -випромінювання проводяться за допомогою довгих механічних пристроїв. Оскільки при роботі з джерелами, що мають невеликі лінійні розміри, доза випромінювання зменшується обернено пропорційно до квадрата відстані, то механічні пристрої дозволяють здійснити надійний захист.

Для захисту від нейтронного випромінювання використовуються захисні пристрої, виготовлені з матеріалів з малим атомним номером. Для захисту звичайно використовують воду або поліетилен. За рахунок втрат енергії при взаємодії з ядрами швидкі нейтрони перетворюються на теплові. Цей процес супроводжується виділенням γ -кванта. Тому при захисті від нейтронів завжди необхідно паралельно передбачати захист від γ -випромінювання [33].

Критерієм при розрахунку параметрів захисту від зовнішнього опромінювання є гранично допустима доза (ГДД), яка для працюючих з радіоактивними речовинами складає 5 бер/год. Хоча гранично допустима доза за тиждень не регламентується, при розрахунках зручніше користуватися тижневою дозою, яка при рівномірному розподілі річної ГДД складає 0,1 бер (граничну потужність дози за тиждень). Залежно від класу робіт проводиться

розміщення обладнання всередині приміщень, в яких виконуються роботи з відкритими радіоактивними речовинами.

Робоча частина стаціонарних установок іонізуючих випромінювань розміщується в окремому приміщенні. Пульт управління установкою розташовують у суміжному приміщенні, сполученому дверима з цим приміщенням. Двері забезпечені блокуванням, що виключає можливість випадкового опромінювання персоналу. Крім того, передбачаються пристрої примусового переміщення джерела у положення зберігання у разі аварії. Ці операції проводяться дистанційно. Всі приміщення розділені на три зони [33]:

У I зоні знаходяться герметичні пристрої (камери, бокси), а також приміщення, в яких розміщено обладнання і комунікації, що є основними джерелами радіоактивного забруднення.

У II зоні періодично проводяться ремонтні роботи і роботи, пов'язані з розкриттям технологічного обладнання, завантаженням і вивантаженням радіоактивних матеріалів.

До III зони відносяться приміщення, призначені для постійного перебування персоналу (операторські, пульти управління і ін.).

Управління системами опалювання, газопостачання, стисненого повітря, водопроводу і груповими електричними щитками здійснюється зовні робочих приміщень.

Всі роботи, що проводяться у камерах або боксах, здійснюються за допомогою дистанційних засобів або з використанням рукавичок, герметично вмонтованих у фасадні стінки.

Особливі вимоги пред'являються до обробки і оформлення приміщень, призначених для робіт з радіоактивними речовинами. Підлоги, стіни і стелі покриваються слабосорбучими матеріалами, які стійкі до миючих засобів. Краї покриттів підлоги припідняті і зароблені за одне ціле із стінами. Кути приміщень закруглюють, а полотна дверей і вікон мають найпростішу конфігурацію. Технологічне і захисне обладнання виготовляється із

слабосорбуючих матеріалів і має покриття, що володіє стійкістю до різних речовин, десорбуючих кислих і лужних розчинів.

Всі інструменти, апаратура, меблі можуть бути передані з одного приміщення в інше тільки після радіометричного контролю.

Лабораторії, в яких проводять роботи з радіоактивними речовинами, обладнують спеціальними меблями, які мають гладку поверхню і конструкцію, що забезпечує мінімальне накопичення радіоактивних забруднень. У цих меблях відсутні гострі кути, пази та інші важкодоступні для дезактивації місця. З'єднання меблів щільно приганяють і не мають зазорів з лицьової сторони. Всі поверхні меблів мають захисні покриття, які є кислототривкі, стійкі до потемніння і утворення міхурів, а виконані з металу – відполіровані.

При здійсненні робіт всіх класів потрібне обов'язкове використання необхідних засобів захисту від опромінювання.

Ефективними засобами запобігання забруднення повітря при роботі з радіоактивними речовинами є вентиляційні і повітроочисні пристрої. Конструкція і характеристика цих пристроїв також залежать від робіт з радіоактивними речовинами.

Повітря перед викидом в атмосферу обов'язково очищається у високоефективних фільтрах. Крім того, окрім фільтрів на витяжних системах передбачаються виносні труби, висота яких дозволяє забезпечувати допустимі концентрації радіоактивних речовин в атмосфері.

Всі особи, що працюють з радіоактивними речовинами у відкритому вигляді, забезпечуються індивідуальними засобами захисту: комбінезонами або костюмами, шапочками, спецбілизною, шкарпетками, легким взуттям або черевиками, рукавичками, паперовими рушниками і носовими хустками разового користування, а також засобами захисту органів дихання (фільтруючі або ізолюючі респіратори і ін.).

Персонал, який проводить прибирання приміщень або працює з радіоактивними розчинами або порошками (крім перерахованого спецодягу) за-

безпечується пластиковими фартухами і нарукавниками або напівхалатами, додатковим гумовим чи пластиковим взуттям або гумовими чобітьми [33].

При роботах забруднення особистого одягу не допускається, а якщо це відбулося, то обов'язково проводиться його дезактивація. У разі неможливості дезактивації забруднений особистий одяг підлягає похованню, як і радіоактивні відходи.

Лабораторії і підприємства, призначені для робіт з джерелами іонізуючих випромінювань (установки, сховища радіоактивних речовин) перед введенням їх в експлуатацію повинні бути прийнятий комісією.

Адміністрація визначає перелік осіб, які працюватимуть з джерелами випромінювання, а також інструктує і навчає їх і призначає працівників, відповідальних за радіаційний контроль, облік і зберігання джерел.

У кожному підрозділі адміністрацією розробляються інструкції безпечного ведення робіт, обліку, зберігання і видачі джерел випромінювання, а також збору і видалення радіоактивних відходів.

Перед допуском до роботи з джерелами іонізуючих випромінювань персонал повинен пройти попередній медичний огляд.

Отже, забезпечення здорових, безпечних і високопродуктивних умов праці є важливим фактором існування підприємства в умовах сучасної ринкової конкуренції, а забезпечення безпеки та захисту населення на території України і поблизу її кордонів, об'єктів економіки і національного надбання держави від негативних наслідків надзвичайних ситуацій повинно розглядатися, як невід'ємна частина державної політики національної безпеки і державного будівництва, як одна з найважливіших функцій центральних органів виконавчої влади.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На дослідних ділянках селекційного насінництва та на ділянках, де випробовують нові засоби захисту культурних рослин доцільним є використання малогабаритної техніки, зокрема й обприскувачів, щоб запобігти надмірним витратам препаратів і застосуванню важкої техніки.

Запропонована у роботі конструкція малогабаритного обприскувача, який монтується на трактор класу тяги 6 кН (Т-25).

Чистоти закладання досліджень на селекційних ділянках з використанням малогабаритного обприскувача можна досягти за таких умов: ширина дослідної ділянки має відповідати ширині захвату штанги обприскувача; постійна витрата робочого розчину; очищення продуванням стисненим повітрям бака, кранів, шлангів; відсутність впливу людського фактора.

Розроблено конструкцію місткості для робочих розчинів пестицидів, запірну арматуру. За результатами тягового розрахунку рекомендовано працювати трактором типу Т-25 (до 6 кН зусилля) з монтованим на задній навісці обприскувачем на швидкостях до 7 км/год.

Для малогабаритного обприскувача під час роботи на селекційних ділянках (внесення робочих розчинів) пророблені агротехнічні вимоги.

Виконані розрахунки, що стосуються технології роботи обприскувача. Розроблена схема переміщення трактора з обприскувачем на дослідних ділянках. Розраховано на міцність ємність для робочої рідини та визначені його розміри.

Досліджено вплив розміру краплин хімічних речових пестицидів на ефективність обприскування та обґрунтовано оптимальну їх дисперсність.

Малогабаритний обприскувач рекомендовано використовувати на невеликих за площею ділянках дослідних станцій, що займаються вирощуванням нових сортів сільськогосподарських рослин, випробування препаратів для хімзахисту культурних рослин, а також у господарствах, які мають поля невеликі за площею.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Автухов І.В., Гряник Г.М. Охорона праці в сільському господарстві. К.: Вища школа, 1970. 216 с.
2. Андрейків О.Є., Лисак А.Р., Штаюра Н.С., Бабій А.В. Оцінювання залишкового ресурсу тонкостінних елементів конструкцій з короткими корозійно-втомними тріщинами // Фізико-хімічна механіка матеріалів. 2017, №4. С. 84-90.
3. Бабій А.В. Аналіз причин травмування зернового матеріалу при збиранні та транспортуванні / Бабій А.В., Бабій М.В., Кучвара І.М. // Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів», Харків. № 11.2018. С. 27-34.
4. Бабій А.В., Коноваленко С.І., Бабій М.В., Хомик Н.І. Причіпний пристрій широкозахватної машини. Деклараційний патент на корисну модель 138418 А01В 59/06 (2006.01). Заявлено 22.05.2019, u201905538 опубліковано 25.11.2019, бюл. № 22.
5. Войтюк Д.Г., Адамчук І.В., Гаврилюк Г.Р., Марченко О.С. Механізація сільськогосподарського виробництва і захисту рослин. К.: Вища школа, 1993. 512 с.
6. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник /Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. К.: Вища освіта, 2005. 464 с.
7. Гапоненко В.С., Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. К.: Урожай, 1988. 384 с.
8. Гевко Р.Б., Хомик Н.І., Жаровський О.С., Довбуш Т.А Деталі машин та основи автоматизованого конструювання: навчальний посібник до лабораторних робіт Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 256 с.
9. Гогіташвілі Г.Г., Лапін В.М. Основи охорони праці. Львів: Новий світ, 2000. 230 с.

10. Диденко Н.К. Эксплуатация машинно-тракторного парка. К.: Вища школа, 1997. 220 с.
11. Довбуш А.Д. Опір матеріалів: навчально-методичний посібник до виконання курсової роботи / А.Д. Довбуш, Н.І. Хомик. Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2014. 191 с.
12. Довбуш А.Д., Прикладна механіка і основи конструювання: навчально-методичний посібник до розрахунково-графічної роботи / А.Д. Довбуш, Н.І. Хомик, Т.А. Довбуш, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 116 с.
13. Довбуш Т.А. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування /Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.
14. Журнал «Захист рослин». Київ, 1998-2010 рр.
15. Журнал «Нова техніка АПК», № 1-12 за 2001-2005 рр.
16. Заводські інструкції до обприкувачів ПОМ-630, ОП-2000, QF-1,8.
17. Звіти лабораторії захисту рослин ІЗГ УААН за 1998-2004 роки.
18. Ільченко В.Ю. Практикум з використання машин у рослинництві. Дніпропетровськ, 2002.
19. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. Львів: ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2000. 188 с.
20. Опір матеріалів /Під заг. ред. акад. АН УРСР Г.С. Писаренко. К.: Вища школа, 1986. 775с.
21. Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні. К.: «Юнівест маркетинг». Офіційні видання за 2003–2006 рр.
22. Рекламні проспекти по новій техніці для внесення пестицидів.
23. Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. Навч. посібник. Тернопіль, 2002. 332 с.
24. Санін В.А. Малообъемное и ультрамалообъемное опрыскивание. К.: Урожай, 1978. 144 с.

25. Сисолін П.В. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Кн.1: Машини для рільництва /П.В. Сисолін, Т.І. Рибак, В.М. Кропівний; За ред. М.І. Черновола. К.: Урожай, 2001. 382 с.
26. Хомик Н.І. Деталі машин. Курс лекцій для студентів заочної форми навчання. / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш., О.П. Цьонь. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 160 с.
27. Хомик Н.І. Методичний посібник до виконання дипломної роботи для здобуття освітнього ступеня «магістр» для спеціальності 133 Галузеве машинобудування / Н.І. Хомик, М.Я. Сташків, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2018. 164 с.
28. Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) / Н.І. Хомик, Г.Б. Цьонь, Т.А. Довбуш, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.
29. Хомик Н.І., Цьонь Г.Б., Довбуш Т.А., Антончак Н.А. Основи агрономії: навчальний посібник до практичних занять та самостійної роботи Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 320 с.
30. Хомик Н.І. Технологія виробництва і переробки сільськогосподарської продукції: курс лекцій / Н.І. Хомик, Н.Б. Гаврон, Н.А. Рубінець. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2016. 248 с.
31. Хомик Н.І. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник (курс лекцій). Частина перша / Н. І. Хомик, А. Д. Довбуш, В. П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 240 с.
32. Хомик Н.І. Машини та обладнання для тваринництва: навчальний посібник (курс лекцій). Частина друга / Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш, В.П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2021. 246 с.
33. Цивільна оборона. Підручник /За редакцією В.С. Франчука. Київ: Знання, 2001. 256 с.
34. Циков В.С., Матюха Л.А. Индустриальная технология возделывания кукурузы. М.: Колос, 1988.
35. Циков В.С. Кукуруза: семена, гибриды, технологии. Днепропетровск: 2004.

36. Andreikiv, O.E., Babii, A.V., Dolinska, I.Y. *et al.* Determination of the Residual Life of the Spraying Boom of a Field Sprinkler in the Maneuvering Loading Mode. *Mater Sci* **56**, 112–118 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00404-2>
37. Andreikiv, O.E., Babii, A.V. & Dolinska, I.Y. Influence of the Working Media and Maneuvering Loading Mode on the Service Life of Spraying Booms of Field Sprinklers. *Mater Sci* **56**, 166–173 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11003-020-00411-3>
38. Babii, A. Dovbush T., Khomuk N., Dovbush A., Tson A., Oleksyuk V. Mathematical model of a loaded supporting frame of a solid fertilizers distributor *Procedia Structural Integrity* **36**, 203-210. <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2022.01.025>
39. Rybak, T.I., Babii, A.V., Bortnyk, I.M. *et al.* Evaluation of the Service Life of the Frames of Sections of Boom Field Sprayers. *Mater Sci* **55**, 374–380 (2019). <https://doi.org/10.1007/s11003-019-00312-0>
40. Alexander Nanka, Ivan Morozov, Vladimir Morozov, Mykola Krekot, Anatolii Poliakov, Ivan Kiralhazi, Mykhailo Lohvynenko, Konstantin Sharai, Andriy Babiy, Mykola Stashkiv. Improving the efficiency of a sowing technology based on the improved structural parameters for colters. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. Vol. 4. No. 1 (100) (2019) Engineering Technological Systems. P. 33 – 45.
41. Глухий С., Дмитрук Б. Аналіз проблематики підвищення ефективності роблоти обприскувачів // Матеріали V Міжнародної студентської науково-технічної конференції «Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання». Тернопіль: ТНТУ, 2022. С. 8-9.
42. Бабій А.В. Аналіз параметрів штангового обприскувача з метою збільшення його продуктивності. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine, 2019. Vol. 10. No 4. P. 51–55.

ДОДАТКИ