

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проєкту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Удосконалення механізації внесення добрив з розробкою
розбріскувача КАС**

Виконав: студент 3 курсу,
спеціальності 208 «Агроінженерія»

_____ Федаш Ростислав Володимирович

Керівник: _____ Кобець Олександр Миколайович

Рецензент: _____

Дніпро – 2025

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Теслюк Г. В.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 2025 р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Федашу Ростиславу Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення механізації внесення добрив з розробкою розбріскувача КАС

керівник роботи Кобець Олександр Миколайович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«7» травня 2025 року № 964.

2. Строк подання студентом роботи 10.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проєкту Агротехнічні вимоги до внесення рідких добрив (КАС); Технічні характеристики базових моделей обприскувачів та систем дозування; Фізико-хімічні властивості КАС та їх вплив на конструкцію розбріскувача; Нормативна та методична документація щодо проектування сільськогосподарської техніки; Патентний пошук аналогів та аналіз сучасних технічних рішень.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз стану та перспектив механізації внесення рідких добрив. 2. Огляд існуючих конструкцій обприскувачів для КАС.

3. Обґрунтування конструктивних параметрів і розробка розбрискувача КАС. 4. Розробка заходів з охорони праці під час експлуатації техніки. 5. Техніко-економічна оцінка ефективності розробленої конструкції. Висновки та пропозиції. Бібліографічний список.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Патентний огляд та класифікація існуючих обприскувачів. 2. Схема роботи агрегату з розбрискувачем КАС. 3. Складальне креслення розбрискувача. 4. Робочі креслення деталей розбрискувача. 5. Техніко-економічні показники розробленої конструкції.

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділи 1-5	Кобець О.М., доцент		
нормоконтроль	Бойко В.Б., доцент		

7. Дата видачі завдання: 07.05.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Теоретичний аналіз і патентний огляд	07.05.2025	
2	Розробка конструкції розбрискувача КАС	12.05.2025	
3	Інженерні розрахунки та підбір параметрів	16.05.2025	
4	Розробка графічної частини	23.05.2025	
5	Оформлення розділу з охорони праці	30.05.2025	
6	Економічна оцінка ефективності розробки	04.06.2025	
7	Узагальнення матеріалу, висновки, редагування записки	10.06.2025	

Студент

(підпис)

Федаш Р.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Кобець О.М.

(прізвище та ініціали)

№	Формат	Позначення	Найменування	К-сть аркушів	Номер аркуша	Примітка
			Текстові документи			
1	A4	52ДП.044.000.000.ПЗ	Пояснювальна записка	79		
			Графічні матеріали			
2	A1	52ДП.044.000.000	Патентний аналіз	1	1	
3	A1	52ДП.044.000. ВЗ	Загальний вид оприскувача ОПШ-2000	1	2	
4	A2	52ДП.044.000.СК	Складальне креслення вузла розпилювача	1	3	
5	A2	52ДП.044.005	Корпус	1	3	
6	A4	52ДП.044.001	Дефлектор	1	3	
7	A4	52ДП.044.002	Корпус розпилювача	1	3	
8	A4	52ДП.044.003	Втулка	1	3	
9	A4	52ДП.044.006	Гайка	1	4	
10	A4	52ДП.044.007	Корпус відсічного клапана	1	4	
11	A4	52ДП.044.010	Пружина	1	4	
12	A1	52ДП.044.000.ПЕ	Економічні показники проекту	1	5	

					52ДП.044.000.000			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Федаш Р.В.			Удосконалення механізації внесення добрив з розробкою розбріскувача КАС	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		Кобець О.М.						
Консультант						ДДАЕУ		
Н. контр.		Бойко В.Б.						
Затвердив		Теслюк Г.В.						

АНОТАЦІЯ

Федаш Р.В. Удосконалення механізації внесення добрив з розробкою розбріскувача КАС / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2025.

У дипломному проєкті розглянуто питання підвищення ефективності механізованого внесення рідких мінеральних добрив, зокрема карбамідно-аміачної суміші (КАС), шляхом розробки удосконаленого розбріскувача. Проведено аналіз існуючих конструкцій та патентний огляд сучасних технічних рішень.

Розроблено конструкцію розбріскувача з урахуванням фізико-хімічних властивостей КАС та агротехнічних вимог до рівномірності внесення. Виконано інженерні розрахунки, представлено схему роботи та креслення пристрою.

Проєкт доповнено розділами з охорони праці та техніко-економічного обґрунтування доцільності використання запропонованої конструкції у сільськогосподарському виробництві.

Ключові слова: КАС, добрива, розбріскувач, механізація, сільське господарство.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ВНЕСЕННЯ КАРБАМІДО-АМІАЧНОЇ СУМІШІ.....	8
1.1. Характеристика КАС	8
1.2 Хімічний склад КАС	10
1.3 Технічні засоби для внесення КАС	13
2. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СУЧАСНИХ ОБПРИСКУВАЧІВ ТА РОЗБРИСКУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ.....	22
2.1 Аналіз конструктивних схем існуючих обприскувачів.....	22
2.2 Агротехнічні вимоги до роботи обприскувачів.....	37
2.3 Аналіз існуючих розпилюючих та розбризкуючих пристроїв та їх особливостей роботи	38
3. ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТОЇ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТА ПАРАМЕТРІВ РОЗБРИСКУЮЧОГО ПРИСТРОЮ.....	49
3.1 Обґрунтування конструктивної схеми розбризкувача	49
3.2 Обґрунтування параметрів та режимів роботи розбризкуючого пристрою.	51
3.3 Вплив розміру краплин на ефективність обприскування та визначення оптимального ступеня дисперсності.....	54
3.4 Розрахунок параметрів розбризкуючих пристроїв.....	60
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	63
4.1 Захист довкілля під час використання гербіцидів та методи їх нейтралізації	64
4.2 Вимоги охорони праці при роботі з пестицидами.....	65
4.3 Вимоги до засобів індивідуального захисту	68
5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ОБПРИ- СКУВАЧА, ОБЛАДНАНОГО КОМБІНОВАНИМ РОЗБРИСКУВАЧЕМ	69
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	75
ЛІТЕРАТУРА.....	77

ВСТУП

Мінеральні добрива відіграють ключову роль у підвищенні врожайності сільськогосподарських культур. Сучасні технології вимагають точного та ефективного внесення рідких добрив, таких як карбамідно-аміачна суміш (КАС). Механізація цього процесу дозволяє не лише підвищити продуктивність праці, але й зменшити витрати ресурсів та знизити негативний вплив на навколишнє середовище.

На сьогодні існуючі засоби внесення КАС мають низку недоліків, що знижує ефективність і збільшує собівартість агротехнологічних операцій. Одним із перспективних напрямів удосконалення є розробка розбризкувачів із покращеними характеристиками розпилення та економічного використання добрив.

Метою дипломного проєкту є удосконалення механізації внесення добрив шляхом розробки ефективного розбризкувача КАС, що відповідає сучасним вимогам сільськогосподарського виробництва.

Для досягнення мети поставлено такі завдання:

- проаналізувати сучасний стан техніки для внесення КАС;
- розробити конструкцію нового розбризкувача;
- виконати інженерні розрахунки;
- оцінити техніко-економічні показники впровадження;
- розробити рекомендації щодо охорони праці при експлуатації.

1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ВНЕСЕННЯ КАРБАМІДО-АМІАЧНОЇ СУМІШІ

1.1 Характеристика КАС.

Карбамідо-аміачна суміш – це мінеральне азотне добриво, що застосовується в нашій країні з кінця 80-х років ХХ століття і є розчинами аміачної селітри і карбаміду, змішані в певній пропорції. КАС є рідким азотним добривом пролонгованої дії, що забезпечує тривале живлення рослин. Це підтверджується даними таблиці 1.1, з яких видно, що серед поширених азотних добрив саме КАС-32 містить усі три форми азоту. Завдяки поступовому переходу цих форм одна в одну, добриво забезпечує рівномірне та послідовне надходження поживних речовин до рослин протягом тривалого періоду.

Таблиця 1.1

Технічні характеристики та властивості азотних добрив

Найбільш поширені азотні добрива	Форми азоту		
	Нітратна – NO_3^- 8%	Амонійна – H_4^+ 8%	Амідна – NH_2^- 16%
	Негайний ефект, легко рухається в ґрунті. А тому при надлишку вологи легко змивається	Доступна для рослин, але має більш тривалий ефект в результаті адсорбції на ґрунтових частинках. Потім потроху звільняється і засвоюється рослинами.	Ця форма недоступна через кореневе живлення. Найкраща форма для позакореневого харчування (листового). В результаті діяльності ґрунтових мікроорганізмів швидко перетворюється в іншу спочатку амонійну, а потім в нітратну форму
Аміак		+	
Аміачна селітра	+	+	
Добриво азотно-вапняне	+	+	
Сульфат амонію		+	
Карбамід			+
Карбамідо-аміачна суміш (КАС)	+	+	+

Таблиця 1.2

Поглинання рослинами азотних форм

NH_2 	NH_4	NH_4 	NO_3
2°C	- 4 дні	5°C	- 6 тижнів
10°C	- 2 дні	8°C	- 4 тижні
20°C	- 1 день	10°C	- 2 тижні
		20°C	- 1 тиждень

Температура навколишнього середовища суттєво впливає на швидкість перетворення різних форм азоту, оскільки ці процеси регулюються активністю ґрунтових мікроорганізмів. Як показано в таблиці 1.2, з підвищенням температури інтенсивність таких перетворень зростає.

Нітратна форма азоту швидко і повноцінно засвоюється коренями рослин, тоді як амонійна (NH_4^+) і амідна потребують участі мікроорганізмів та сприятливих температурних умов для свого переходу у доступну для рослин форму.

Інгібітори уреаз — це допоміжні компоненти, які пригнічують дію ферменту уреаз, знижуючи швидкість перетворення амідного азоту в аміак. Їх додають до рідких добрив, які містять амідну форму азоту, з метою зменшення втрат поживних речовин.

Таким чином, завдяки присутності кількох форм азоту в карбамідно-аміачній суміші (КАС), добриво забезпечує поступове і тривале живлення рослин.

Однак у випадку внесення аміачної селітри за умов надлишкової вологості — наприклад, у весняний період — значна частина нітратного азоту може вимиватися з вологою нижче кореневої зони, що робить його недоступним для рослин.

КАС є ідеальним варіантом для одночасного застосування з пестицидами, водорозчинними мікроелементами (зокрема рідкою сіркою), біологічними препаратами та іншими мінеральними добривами. Його рідка форма дає змогу легко змішувати КАС з розчинами інших агрохімікатів, що

дозволяє проводити комбіновані обробки та знижувати витрати на використання техніки.

Однією з головних переваг КАС є рівномірний розподіл азоту по полю, що суттєво спрощує контроль якості внесення добрив.

1.2 Хімічний склад КАС

Рідкі мінеральні добрива типу КАС (карбамідно-аміачна суміш) представляють собою водний розчин, що складається з аміачної селітри та карбаміду у пропорції 1:1. Завдяки відсутності вільного аміаку ці добрива мають технологічні переваги порівняно з твердими формами азотних добрив.

На сьогоднішній день випускаються три основні марки КАС: КАС-28, КАС-30 та КАС-32, що містять відповідно 28%, 30% і 32% азоту за масою. КАС-32 починає кристалізуватися при температурі 0 °С, КАС-30 – при 9 °С, а КАС-28 – при 17 °С. Тому в умовах зниження температури доцільніше використовувати КАС-28.

Замерзання розчинів будь-якої з марок не відбувається до -26 °С. Якщо ж у ємностях для зберігання все ж утворюються кристали або відбувається короткочасне замерзання, це не погіршує властивості добрива: після повернення до позитивних температур кристали повністю розчиняються, і КАС знову стає придатним до використання.

Різновиди КАС та їх характеристики

Таблиця 1.3

Основні технічні характеристики КАС

Основні показники	Норма для марки	
	КАС-28	КАС-30
Зовнішній вигляд	Безбарвна або злегка забарвлена рідина	
Сумарна масова частка азоту, %, у межах	27,7-28,3	29,7-30,3
Масове співвідношення між карбамідом і аміачною селітрою	0,74-0,80	0,74-0,80
Лужність у перерахунку на вільний аміак, %, у межах	0,02-0,1	0,02-0,1

Оптимальним вважається використання КАС-28. Цей склад ідеально підходить для холодних умов та типів ґрунту в подібних кліматичних умовах. Також існує КАС-32, який доцільно застосовувати переважно в регіонах із теплим кліматом. Щоб зрозуміти різницю, варто розглянути типи добрив окремо.

Таблиця 1.4

Склад та рецептура КАС

Клас, (% N)	28	30	32
Аміачна селітра (%)	40	42	45
Сечовина (%)	30	33	35
Вода (%)	30	25	20
Питома вага при 16°C	1,283	1,303	1,320
Температура випадання солі	-18	-10	-2

- КАС-28 – має щільність 1,25-1,27 кг/л. До його складу входить: аміачна селітра у кількості – 37-41%, карбамід – 29,5-30,5% та вода – 29-31%. При цьому температура замерзання такого складу становить -18°C.

- КАС-32 та КАС-30 дуже схожі за своїм складом. До нього входить суміш карбаміду – 35,4%, аміачної селітри – 44,3%, води – 19,4%. Також додається аміачна вода – 0,5%. Щільність КАС-32 становить 1,34 кг/л. Температура замерзання цього складу становить -2°C.

У зв'язку з цим рекомендується заповнювати ємності при перевезенні та зберіганні добрива не повністю, залишаючи вільним 20% обсягу.

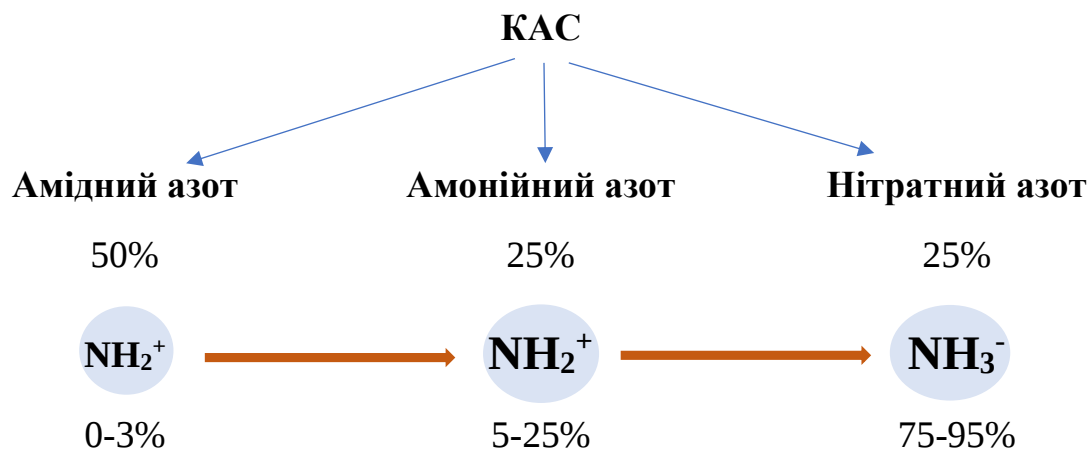


Рис. 1.1. Хімічний склад КАС та трансформація складових

Всі форми азота трансформуються в нітрати.

Як видно зі складу, амідна частина представлена тут карбамідом, а нітратна та аміачна частини – селітрою та аміачною водою. Аміак у такій суміші знаходиться лише у зв'язаному стані. Це означає, що вона не випаровується під час внесення чи зберігання добрива.

Нітратний азот – відразу всмоктується кореневою системою та дозволяє отримати швидкий доступ до харчування, що сприяє здоровому розвитку культури.

Амонійний азот – не може засвоюватися ні корінням, ні листям, він зберігається в ґрунті, а надалі переробляється в нітратну форму під дією температури та мікроорганізмів. Не схильний до вимивання, що дуже актуально в районах з високим рівнем ґрунтових вод, а також допускає додавання КАС ранньою весною.

Амідний азот – чудово засвоюється листям, але не через коріння, тому що для цього під впливом ґрунтових мікроорганізмів і тепла він повинен спочатку перетворитися на амонійний, а потім уже на нітратний. Що тепліше, то швидше йде цей процес. Саме ця властивість трансформації дає можливість тривалого впливу і тим самим досягається пролонгований ефект.

Таблиця 1.5

Переваги та недоліки добрива КАС

ПЕРЕВАГИ	НЕДОЛІКИ
Відзначається висока результативність використання у різних кліматичних умовах, включаючи посушливі регіони.	Ризик опіків рослин, обумовлений нормою внесення, фазою і особливістю вегетації культури, погодними умовами.
Більш рівномірне внесення, точне дозування розподілу площею.	Необхідні спеціальні умови транспортування, зберігання.
Можливість використання різних стадій вегетації.	Потреба у використанні спеціалізованої техніки для внесення.
Швидке вбирання в ґрунт без потреби обов'язкового загортання (за винятком лужних ґрунтів), що забезпечує кращу сумісність із технологіями mini-till і no-till.	
Тривалий період ефективного впливу.	
Зменшення витрат на технологічні операції завдяки здатності КАС застосовуватись як у вигляді рідких добрив, так і в суміші з пестицидами та іншими рідкими	

мінеральними компонентами, зокрема мікроелементами.	
Низька собівартість однієї одиниці активної речовини порівняно з твердими гранульованими добривами.	
Відсутність біурету в складі.	

1.3 Технічні засоби для внесення КАС



Рис.1.2. Загальний вид обприскувача фірми CASE при внесенні КАС

Багато господарств сумніваються у своїх можливостях застосування КАС-32, припускаючи, що для переходу на КАС потрібні спеціальні машини для його внесення.

Звичайні обприскувачі та культиватори цілком можливо адаптувати для внесення КАС без значних фінансових витрат.

Фактично, будь-який обприскувач можна переобладнати для роботи з КАС. Щоб уникнути передчасного зношування обладнання під впливом карбаміду-аміачної суміші, слід дотримуватись кількох важливих рекомендацій:

Замінити всі елементи з кольорових металів на деталі, виготовлені з нержавіючої сталі або хімістійкого пластику.

Для першого позакореневого підживлення замість щілинних форсунок слід використовувати дефлекторні форсунки (з розміром краплі близько 400

мікрон). Вони утворюють великі краплі, які не затримуються на листках, а стікають по них, забезпечуючи ефективне змочування.

При другому та третьому підживленні, коли до КАС додаються мікроелементи або ВРУ, доцільно застосовувати щілинні форсунки з меншим розміром краплі – близько 200 мікрон. Це дозволяє краще покривати рослину.

У вітряну погоду для просапних культур (кукурудза, соняшник, цукровий буряк тощо) рекомендується використовувати подовжувачі – гнучкі шланги довжиною близько 1 метра з обтяжувачами. Вони дають змогу вносити КАС безпосередньо в міжряддя, мінімізуючи ризик опіків на листі. Культиватори, наприклад, поширені КРН (культиватор рослин навісний) і УСМК (універсальна система машин культиватор), легко можна обладнати живильником для внесення КАС-32.



Рис.1.3. Загальний вид культиватора обладнаного для внесення КАС

Комплект живильника монтується на будь-яке ґрунтообробне знаряддя (як причіпне, так і навісне) або сівалку, і включає:

- ємність нержавіючу або пластикову, яка ставиться на ґрунтообробний агрегат;

- Насос, який працює від вала відбору потужності (ВВП) трактора або за допомогою гідромотора. Гідромотор підключається до гідросистеми трактора через рукави високого тиску.

- Система регулювання подачі, що дозволяє точно дозувати робочу рідину в межах 50–450 л/га, а також фільтр для очищення.

- Трубопровідна система, яка подає КАС до робочих органів культиватора під лапу та до розпилювачів.

Використання КАС у сільському господарстві

КАС-32 може застосовуватися різними способами:

- позакореневе підживлення (листоове);
- прикореневе підживлення;
- як основне внесення під оранку та передпосівну культивацію.

1. Внесення КАС-32 під час проведення основного обробітку ґрунту.

Багато землеробів, коли готують ґрунт в осінній період через оранку, встановлюють на плуги спеціальні трубки – живильники, і через живильники проливають КАС на глибину ріллі.



Рис.1.4. Культиватор для внесення КАС при основному обробітку ґрунту

При внесенні КАС-32 місці з оранкою його слід застосовувати нерозбавленим. Дозування КАС-32 при внесенні під оранку може бути дуже різним – норма внесення азоту коливається від 30 до 70 кг і більше на гектар –

точне значення залежить від типу культури, характеристик ґрунту та інших агрономічних факторів.

Внесення КАС обприскувачами



Рис.1.5. Підготовка та заправка причіпного обприскувача для роботи з КАС

Особливо часто застосовується у пізніх фазах розвитку. Чим старша фаза розвитку рослини, тим більша ймовірність опіків КАСом. Тому при роботі в пізніх фазах розвитку, наприклад, на просапних культурах, на кукурудзі, коли вже викинуто волоть, концентрацію розчину КАС обов'язково потрібно робити дуже низьку, тобто 2-5%. За більш високої концентрації обов'язково будуть опіки листового апарату.

Внесення КАС з поливом – дощовими установками.



Рис.1.6. Дощувальна установка для внесення КАС з поливом

Дощувальна установка устатковується ємністю для зберігання концентрованого розчину КАС та труба на подачу до живильної магістралі. Концентрація розчину КАС у цьому випадку також має бути дуже невисокою. Максимум 2%, а краще нижче – щоб не було опіків і так як рослина може споживати солі в концентрації трохи більше 1-2 %.

Внесення КАС32 культиватором у міжряддя на просапних культурах.



Рис.1.7. Культиватор-підживлювач для внесення КАС на просапних культурах.

Використовується концентрований КАС-32 без розбавлення у нормі 30-60 кг діючої речовини (азоту) на гектар, що відповідає приблизно 70-150 літрам КАС-32 на гектар. Ґрунт одночасно розпушується і подається КАС саме на ту глибину, де знаходиться волога. Це дуже важливо! КАС має подаватися саме на глибину вологої землі! Тільки в цьому випадку ефект буде повним і правильним. Наприклад, якщо посушлива погода та ґрунт висувився на глибину 7-8 см, то обробка має бути 10 см. Тільки коли амідний азот зв'язується з вологою – виходить амонійна форма, що засвоюється рослинами. Застосування КАС за допомогою культиватора-підживлювача забезпечує комплексний ефект: покращується аерація ґрунту, знищуються бур'яни та здійснюється ефективне живлення рослин у прикореневій зоні.



Рис.1.8. Культиватор для внесення рідких добрив КАС на моркві

Рідке добриво КАС можна вносити двома основними способами – кореневим та позакореневим.



Рис.1.9. Внесення КАС на поверхню ґрунту технікою John Deere

Кореневе підживлення рекомендується здійснювати ранньою весною перед початком культивації та сівби. Для цього добриво КАС відповідно до інструкції щодо застосування рівномірно розподіляють по площі ділянки, що обробляється.

Незважаючи на те, що ця суміш не містить вільного аміаку, все ж рекомендується провести мінімальне загортання всередину ґрунту. Особливо це необхідно при спекотній та сухій погоді.



Рис.1.10. Загальний вид роботи розбріскувачів

Позакореневе підживлення шляхом зрошення листя насаджень має бути зроблено в період вегетації. Також її застосування виправдане в умовах неможливості вносити добриво безпосередньо в ґрунт, наприклад, при заморозках на ґрунті.



Рис.1.11 Загальний вигляд розбріскувачів для внесення КАС

Процедуру рекомендовано здійснювати рано вранці та пізно ввечері при мінімальній активності сонця. Погода для цього має бути прохолодною. Не можна здійснювати обприскування листя тоді, коли на них є волога – краплі роси чи дощу.

У яких випадках потрібне позакореневе внесення КАС-32

Добриво КАС-32 – популярний вид карбамідо-аміачної суміші, у складі якої є 32% азоту. Він найбільш необхідний рослинам у фазі вегетації, коли відбувається їхнє інтенсивне зростання. При цьому добрива можна вносити як у формі концентрату, так і розвести водою залежно від необхідності.

Підживлення КАС-32 шляхом зрошення зеленої частини рослин необхідно у таких ситуаціях:

- посуха та дефіцит вологи;
- різкі стрибки температури повітря;
- поява заморозків на ґрунті;
- зниження засвоєння азоту, спричинене повільною роботою кореневої системи насаджень.

Температурні зміни та нестача вологи у ґрунті – не рідкість на будь-якому етапі розвитку сільськогосподарських культур. Такі несприятливі зовнішні умови неодмінно позначаються на кількості та якості одержуваного у майбутньому врожаю.

Агрономи встановили, що під час формування колосків зернові культури відчують велику нестачу важливих для них елементів, у тому числі й азоту. У цей період відбувається інтенсивний набір об'єму маси рослин, тому речовин, що містяться у ґрунті, виявляється недостатньо. Їх потрібно вносити штучним шляхом.

Ці проблеми успішно вирішує внесення КАС. Це добриво здатне підвищувати засвоюваність рослинами корисних мікро- та макроелементів, забезпечуючи тим самим необхідне живлення. При цьому при позакореному підживленні отримують кращі результати, ніж при внесенні добрива безпосередньо в ґрунт.

Основною метою даного проекту є покращення економічної ефективності, експлуатаційних характеристик і екологічної безпечності обприскувача ОП-2000 шляхом впровадження розпилювальних пристроїв для внесення карбамідно-аміачної суміші (КАС), які відповідають сучасним агротехнічним вимогам.

Для досягнення цієї мети необхідно вирішити наступні завдання:

- проаналізувати поточний стан та перспективи розвитку технічних засобів і технологій для внесення КАС;
- обґрунтувати вибір конструктивної схеми та основних параметрів розбризкувального пристрою;
- провести оцінку економічної доцільності та надійності роботи запропонованого розпилювача в складі обприскувача ОП-2000.

2. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СУЧАСНИХ ОБПРИСКУВАЧІВ ТА РОЗБРИСКУЮЧИХ ПРИСТРОЇВ

2.1. Аналіз конструктивних схем існуючих обприскувачів.

В даний час замість довгострокового застосовуваних технічних засобів виробництва ВАТ «Львовагрохіммаш» (Україна) налагоджено масовий випуск розроблених вітчизняними фахівцями обприскувачів [2]. При цьому більше 90% всього обсягу їх виробництва складають малооб'ємні штангові обприскувачі. За способом агрегування з енергетичними засобами вони можуть бути самохідними, монтованими, начіпними, напівпричіпними і причіпними.

У монтованих обприскувачах бак, робочі комунікації і штанга встановлюються безпосередньо на трактор, начіпні являють собою конструкцію, змонтовану на спеціальній рамі, навішувану на стандартну трьохточкову начіпну систему трактора. Напівпричіпні і причіпні обприскувачі виконуються у вигляді одноосного причепа, на якому змонтовані основні вузли машини [4].

Напівпричіпні і начіпні обприскувачі складають основну частину парку, а самохідні і монтовані – менше 1% від загальної кількості машин.

Аналіз конструкцій вітчизняних штангових обприскувачів показує, що у них немає принципових відмінностей в технологічному процесі.

Серед вітчизняних машин для захисту рослин найбільш істотні зміни відзначені в конструкції польових штангових обприскувачів, бурхливе зростання номенклатури яких спостерігається в останні роки.

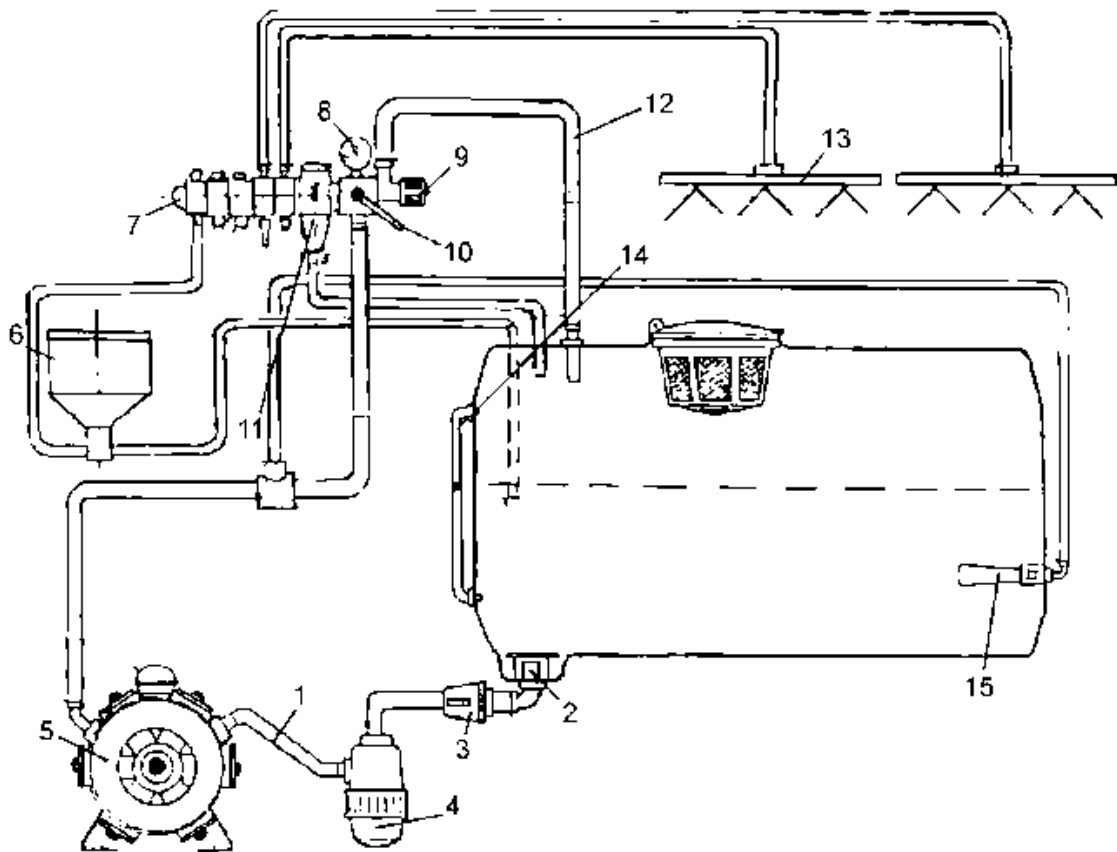


Рис. 2.1. Принципова гідралічна схема розташування основних вузлів і елементів обприскувача

1 - бак для робочого розчину; 2 - пристрій забірний; 3 - двоходовий кран; 4 - фільтр всмоктуючий; 5 - насос; 6 - екоміксер (опція); 7 - регулятор-розподільник; 8 - манометр; 9 - маховик регулювання тиску; 10 - рукоятка керування потоком; 11 - фільтр напірний з самоочищенням; 12 - шланг зливу зайвої робочої рідини; 13 - робочий колектор; 14 - рівнемір; 15 – гідро змішувач.

Від ВВП трактора крутний момент через карданний вал передається на вал насоса 5 (рис.2.1). Заправним засобом через горловину з фільтром в бак 1 заливають розчин робочої рідини, який засмоктується насосом через усмоктувальну комунікацію і фільтр 4. Далі розчин насосом подається по нагнітальному каналі з фільтром 11 в регулятор-розподільник 7 і рукояткою управління потоком 10 направляється в робочий колектор 13 і гідрозмішувач 15 або на перелив через шланг 12 в бак для приготування робочого розчину, а

також його інтенсивного перемішування. При обприскуванні (внесення) основний об'єм розчину по нагнітальному каналі під тиском, що регулюється маховиком 9 і контролюється по манометру 8, по окремих шлангах надходить в секції колектора 13 і через розпилювачі потрапляє на об'єкти, які оброблюються. Частина розчину через один з клапанних перемикачів направляється в гідрозмішувач 15. Надлишки рідини з регулятора-розподільника 7 по шлангу 12 зливаються в бак, що також сприяє додатковому перемішуванню робочого розчину.

Важливою тенденцією розвитку обприскувачів є підвищення їх екологічної безпеки [4]. Це забезпечується сукупною дією різних факторів, серед яких підвищення якості розпилу розчину отрутохімікатів, зниження пошкоджуваності рослин і ущільнення ґрунту ходовими колесами машин, використання нових екологічно безпечних технологій обприскування та ін.

В даний час в країні сформувалося власне виробництво сучасних обприскувачів. Переважний розвиток серед них отримали малооб'ємні напівпричіпні і навісні штангові обприскувачі. У практику вітчизняного машинобудування почали активно впроваджуватися самохідні моделі на базі вітчизняних (ГАЗ-66, УАЗ-3303) і зарубіжних («Ніссан-Атлас», «Тойота-Хайс» та ін.) автомобілів, що забезпечують менший питомий тиск на ґрунт і кращу прохідність і дозволяють суттєво збільшити продуктивність обприскувачів. Аналіз основних технічних даних показує, що ширина захвату обприскувачів досягає 30 м, максимальна місткість робочого бака – 3,2-6 тис.л, продуктивність – 27-30 га/год (у самохідних – 75 га/год), норма витрати робочої рідини для більшості обприскувачів становить 75-300, ультрамалооб'ємного – 5-10 л/га.

У порівнянні з обприскувачами попередніх поколінь, сучасні моделі мають удосконалену конструкцію, яка включає низку інноваційних рішень, спрямованих на підвищення ефективності їх роботи. До таких удосконалень належать:

- використання нових, більш надійних і продуктивних насосних систем та регуляторів тиску, здебільшого іноземного виробництва;
- застосування розпилювачів з покращеними характеристиками, як вітчизняного, так і закордонного виготовлення;
- впровадження високоякісних систем фільтрації робочого розчину, які включають додаткові фільтри, розміщені на окремих ділянках трубопроводів, а також індивідуальні фільтри для кожного розпилювача;
- удосконалена ходова частина, яка дозволяє регулювати ширину колії, оснащена шинами зі зниженим тиском на ґрунт і забезпечує рух у колії трактора;
- штанги, що мають захист від пошкоджень при зіткненні з перешкодами та можуть включатися в роботу по секціях;
- робочі баки виготовляються з матеріалів, стійких до дії агресивних хімічних речовин, і обладнуються гідравлічними або ежекторними мішалками для підтримання однорідності розчину.[5].

Обов'язковим оснащенням вітчизняних моделей стають додаткові баки для промивальної води, в ряді моделей є ємності для приготування робочого розчину.

Для зарубіжних обприскувачів характерні ті ж тенденції, що і для вітчизняних: триває подальше збільшення ширини захвату, місткості робочих баків і продуктивності; велика увага приділяється підвищенню якості обробки при дотриманні діючих норм екологічної безпеки; розширюється впровадження систем автоматичного контролю і управління, що розробляються не тільки для регулювання норми витрати робочої рідини обприскувачами, але і для стабілізації положення штанги, а також систем промивки обприскувачів після закінчення роботи і стабілізації руху по полю.

Фірма «John Deere» (США) пропонує сучасні моделі причіпних серії 800 і самохідних обприскувачів. Новий причіпний обприскувач серії 840 призначений для невеликих полів і середніх обсягів робіт. Особливостями його конструкції є нова підвіска з електронною системою стабілізації

положення штанги, вакуумна система автоматичного заповнення трубопроводів, автоматичний зчіпний пристрій, що дозволяє обприскувачу копіювати колію трактора (рис. 2.2).



Рис. 2.2. Причіпний обприскувач мод. 840 фірми «John Deere» (США)

Обприскувач оснащений баком місткістю до 4 тис.л, штангою з шириною захвату від 24 до 39 м (потрійне складання), насосом продуктивністю від 280 до 460 л/хв, необхідна потужність 80 к.с. Маса обприскувача в заправленому стані 7880 кг. Обприскувачі серії 800 відрізняються наявністю системи примусової подачі повітря у форсунку «Twin Fluid» з утворенням повітряно-крапельної суміші, що забезпечує більш якісне обприскування завдяки кращому утримуванню краплин на поверхні рослин, збільшеною шириною захвату і місткості робочих баків, можливістю вибіркового відключення секцій штанги, а також подвійним або потрійним складанням штанги при транспортуванні, наявністю електронного контролю процесу обприскування та системи моніторингу «GreenStar».



Рис. 2.3. Самохідний обприскувач моделі 4720 фірми «John Deere»

Самохідні моделі 4710 і 4720 оснащені шумоізолюваною кабіною з поліпшеною оглядовістю, гідравлічною системою регулювання ширини колії, ударобезпечними крайніми секціями штанги, що складаються при зустрічі з перешкодами. Сучасні обприскувачі обладнані автоматизованою системою контролю норми витрати пестицидів, яка дозволяє задавати та вибирати одну з трьох запрограмованих доз у межах від 15 до 356 л/хв.

Для подальшого аналізу даних система автоматично фіксує площу обробленої ділянки, обсяг використаного хімікату та загальний час роботи.

Вбудована система діагностики безперервно відстежує ключові робочі параметри обприскувача, зокрема частоту обертання колінчастого валу двигуна, що забезпечує точне дотримання встановленої норми внесення отрутохімкатів.

Заслуговують на увагу і самохідні обприскувачі SPRA-COUPЕ 4460/4660 фірми «Challenger» (США), які оснащені двигуном потужністю 125 к.с., баком місткістю 1575 л, штангою з шириною захвату 18,3 або 24,4 м (рис. 2.4). Дорожній просвіт обприскувачів до 122 см, ширина колії задніх коліс регулюється від 1,84 до 2,75 м. Маса обприскувачів становить 6278 і 6383 кг.



Рис. 2.4. Самохідний обприскувач «SPRA-COUPE4460»

Фірмою «Agrifac» (Голландія) виготовляється самохідний обприскувач «Condor» має ширину захвату штанги до 51 м, місткість резервуара до 4 тис.л, автоматично регульовану ширину колії в діапазоні 150-225 см і дорожній просвіт до 110 см (рис. 2.5). Він оснащений комп'ютерною системою управління двигуном і обприскуванням, що дозволяє скоротити витрату пестицидів на 10% і палива – на 30%. Робоча швидкість 50 км/год, потрібна потужність двигуна 190 к.с.



Рис. 2.5. Самохідний обприскувач «Condor»

Фірмою «Berthoud» (Франція) випускається сучасний самохідний обприскувач «Raptor», оснащений двигуном потужністю 200 к.с., баком місткістю 4,2 тис.л, алюмінієвої штангою (ширина захвату від 36 до 44 м), відцентровим двотурбінним насосом продуктивністю 550 л/хв, гідростатичною трансмісією з єдиним важелем керування (рис. 2.6).

Фірма «Ag-Chem» (США) корпорації «Agco» пропонує самохідні обприскувачі серій «Rogator» і «Spra-Cou». Повнопривідні самохідні обприскувачі «Rogator» оснащені двигуном з електронним керуванням, турбокомпресором і примусовим повітряним охолодженням; регульованою ресорною підвіскою з газовими амортизаторами; кабіною з трьохточковою підвіскою і гумовою ізоляцією, панорамним вітровим склом з оглядом 360°, радіоприймачем і холодильником; системою автоматичної стабілізації штанг; колесами з широкопрофільними шинами і регульованою шириною колії (3048-3860 мм), електронними системами управління Falcon II і Raven SCS 661.



Рис. 2.6. Самохідний обприскувач «Raptor»

Фірма «Amazon» (Німеччина) пропонує на вітчизняному ринку серію причіпних UX і начіпних UF обприскувачів (рис. 2.7).



Рис. 2.7. Обприскувачі фірми «Amazon»: причіпний серії UX;
начіпний серії UF

Обприскувачі серії UX відрізняються компактним робочим баком оригінальної форми, що виключає застосування розсікачів, з низько розташованим центром ваги; системою паралелограмної підвіски штанг з багаторазовою амортизацією; стабільним підресореним дишлом; електронною системою Trailtron, що забезпечує точне слідування обприскувача по колії трактора; наявністю бака змішувача з інжектором для швидкої подачі великої кількості засобів захисту або промивання каністр і баку з чистою водою з безступінчатим перемиканням для розбавлення залишків або для чистки систем обприскувача навіть при повному робочому баку; безступінчатою системою перемикання Vario як з напірної сторони для обприскування, внутрішньої і зовнішньої очистки, приготування маточного розчину, так і з боку всмоктування для обприскування, промивки, заправки; примусової циркуляційної систем DUS, що дозволяє за допомогою системи регулювання тиску забезпечувати постійну циркуляцію робочої рідини, в тому числі і при відключенні окремої лінії, при кожному розвороті і під час транспортування, широкою номенклатурою різних штанг.

З новим причіпним обприскувачем UX фірма «Amazon» завершує наявну програму розробки причіпних обприскувачів, які відрізняються

місткістю баків. Можливе виконання з баками місткістю від 3,6 тис. л (UX 3200), 4,45 тис. (UX 4200) до 5,46 тис. л (UX 5200). Бак зі сприятливим розташуванням центру тяжіння і абсолютно гладкими стінками забезпечує швидку і легку очистку.

Обприскувачі UX оснащуються штангами Super-S шириною захвату від 15 до 28 м. Діапазон ширини захвату штанг від 24 до 40 м дозволяє збільшити нові штанги Super-L, які складаються до надвузкої транспортної ширини - 2,6 м. Розміщуються штанги з боків від бака.

Навісні обприскувачі серії UF оснащуються баками місткістю від 1050 до 1980 л, з оптимальним розташуванням центру тяжіння, системою перемикачів Vario, циркуляційної системи DUS, різними типами штанг, можуть бути дообладнані гнучкими шлангами для локального внесення рідких мінеральних добрив і металевими трубами, що захищають розпилювачі у зовнішній області або по всій робочій ширині. Широкозахватні штанги (до 28 м) компактно складаються в транспортне положення (2,4 м).

Причіпні високопродуктивні обприскувачі з баками місткістю до 4 тис. л і шириною захвату штанг 18-36 м пропонує фірма «Rau» (Німеччина). Вони обладнані маятниковим механізмом, що дозволяє витримувати відстань в 50 см між розпилювачами і оброблюваною поверхнею як на рівнині, так і на схилі.

Ці обприскувачі мають регульовану ширину колії від 1,5 до 2,1 м, високу точність дозування, пінні маркери, можливість забору води з відкритих водойм, вдосконалену систему управління промиванням і заповненням бака, оснащені системою Telemat для управління обприскувачем з кабіни трактора (рис.2.8).



Рис. 2.8. Причіпний обприскувач «Explorer B-28» фірми «Rau»

Фірма «Lemken» (Німеччина) організувала виробництво нової серії начіпних обприскувачів з баками місткістю 1,6-1,9 тис. л (рис. 2.9). Вони відрізняються наявністю алюмінієвих штанг шириною захвату від 15 до 24 м і системою контролю норми внесення пестицидів Easyspray. Серед сучасних причіпних обприскувачів домінують моделі з шириною захвату 27 м і робочими баками місткістю 2-2,5 тис. л, максимальні значення цих параметрів досягають відповідно 42 м і 13 тис. л. У більшості конструкцій насоси безпосередньо приводяться в дію за допомогою карданного валу від ВВП трактора. Якщо гідросистема трактора досить потужна, то насос обприскувача може працювати безпосередньо від неї.



Рис. 2.9. Начіпний обприскувач фірми «Lemken»

Підвищенню якості обробки, зменшенню знесення дрібних крапель сприяє використання широко поширених в ряді країн (Данія, Німеччина, США, Франція, Великобританія, Ізраїль та ін) в останні роки штанг з повітряною завісою. Для цього на центральній секції штанги встановлюють осьовий вентилятор з системою повітрепроводів у вигляді еластичних рукавів, які кріпляться на секціях штанги паралельно колекторам з розпилювачами. Повітря, що надходить від вентилятора в повітроводи, виходить з них через вузьку щілину уздовж штанги, утворюючи завісу, що знижує знос, а також частково подрібнює і направляє на об'єкт краплини робочої рідини (рис. 2.10).



Рис. 2.10. Обприскувач «Advance 3000 Vortex» фірми «Jacto» (Бразилія)

Аналогічний обприскувач «Alpha 2500 Twin Force» з шириною захвату штанги до 36 м випускає і фірма «Hardi» (Данія) (рис. 2.11).



Рис. 2.11. Самохідний обприскувач мод. «Alpha 2500 Twin Force»

Система подачі повітряного потоку на розпилювачі дозволяє на 10-15% скоротити норму витрати пестицидів без втрати їх біологічної ефективності за рахунок повного покриття рослин як з верхньої, так і з

нижньої сторони листа; більш ніж в 2 рази підвищити продуктивність обприскувача за рахунок збільшення швидкості руху агрегату при обробці до 10-15 км/год; розширити можливості проведення захисних заходів у вітряну погоду, дозволяючи проводити обробки при швидкості вітру до 7 м/с без знесення краплин і зниження ефективності препаратів; направлений повітряний потік дозволяє проникати пестицидам крізь густий стеблостій зернових колосових культур при обробках, що особливо важливо при обробках фунгіцидами та інсектицидами (рис. 2.12).



Рис. 2.12. Технологічна схема подачі робочого розчину в прикореневу частину зернових колосових культур

В даний час над створенням техніки для хімічного захисту в рослинництві працює більш 40 фірм Західної Європи і Північної Америки. Машини, що постачаються ними на західноєвропейський ринок, значно відрізняються за своїми функціональними і експлуатаційними можливостями, конструктивними і технічними характеристиками (додаток 1). В Україні ведучим підприємством цієї галузі є ВАТ Львівагромашпроект (м. Львів).



Рис. 2.13. Обприскувач ОП-2000.

Базовою моделлю обприскувача, який виробляє це товариство є машина ОП-2000 (рис. 2.13). Цей обприскувач має робочу ширину захвату 24 м, місткість бака – 2000 л, робочу швидкість до 10 км/год та забезпечує внесення робочих рідин з витратою 75-300 л/га.

Сучасний рівень розвитку машин для хімічного захисту рослин характеризується невпинно зростаючими вимогами до параметрів і конструкцій машин, якості виконання технологічного процесу обприскування, поліпшення умов праці оператора, зниження забруднення навколишнього середовища токсичними препаратами.

Так на щорічному семінарі відділу землеробства Національного центру сільського господарства Великобританії, що відбувся у 2007 році, були сформульовані наступні найбільш важливі вимоги до польових обприскувачів:

- їхні штанги повинні мати підвищену міцність та жорсткість, мати просторову стабільність у процесі руху агрегату;
- пристосування, що використовуються, повинні забезпечувати спостереження за роботою агрегату в цілому і калібрування його розпилюючих органів, а обприскувачі - легке очищення і заправлення місткостей;

- обприскувачі варто забезпечувати більш чіткими і зрозумілими для споживача посібниками з раціональної експлуатації і догляду;
- стандартні розпилювачі повинні мати більш прості і зрозумілі позначення.

2.2 Агротехнічні вимоги до роботи обприскувачів.

1) Під час роботи обприскувачі мають забезпечувати рівномірне розпилення робочої рідини з краплями однакового розміру. Максимально допустимі розміри крапель:

при стандартному обприскуванні — 150–300 мкм;

при аерозольному та малооб'ємному — до 50 мкм;

при ультрамалооб'ємному — до 10 мкм.

2) Обприскувачі повинні точно дотримуватись заданої норми витрати хімікатів на оброблювану площу. Відхилення допустиме лише в межах $\pm 10\%$.

3) Робоча рідина має повністю й рівномірно покривати поверхню листя з усіх боків, як ззовні крони, так і всередині. Ступінь покриття повинен становити 80–100%, при цьому співвідношення між покриттям верхньої та нижньої сторін листа має бути не менше 1,5:1.

4) Допустимий рівень нерівномірності покриття рослин рідиною:

по ширині захвату машини — не більше 50%;

у напрямку її руху — не більше 20%.

5) Потрібно передбачити можливість точного дозування робочої рідини, а також просте регулювання її витрати в широкому діапазоні — від мінімальної до максимальної норми на площу.

6) Коливання концентрації компонентів у робочій рідині не повинні перевищувати $\pm 5\%$.

7) При обробці садів потік повітря, який переносить краплі рідини, повинен мати достатню енергію, щоб досягати вершин дерев (до 8 м) і

проникати вглиб крони. При цьому швидкість повітря, яке входить у крону, не повинна перевищувати 30 м/с.

- 8) Розпилювальні пристрої повинні працювати без засмічення, не спричиняючи тривалих зупинок машини на очищення.
- 9) Конструкція обприскувача має дозволяти швидке очищення від залишків хімікатів та ефективне промивання резервуару й гідросистеми.
- 10) Обприскування заборонено проводити за таких погодних умов: вітер понад 4–5 м/с; температура повітря вище 25 °С; під час інтенсивної роси або дощу.[5]

2.3. Аналіз існуючих розпилюючих та розбризкуючих пристроїв та їх особливостей роботи.

Розпилюючі наконечники (рис. 2.14) створюють струмінь рідини у вигляді суцільного або порожнистого конуса, віяла чи суцільної плівки. Вони є одними з найважливіших елементів обприскувача, адже правильний вибір розпилювачів визначає рівномірність покриття рослин засобами захисту.

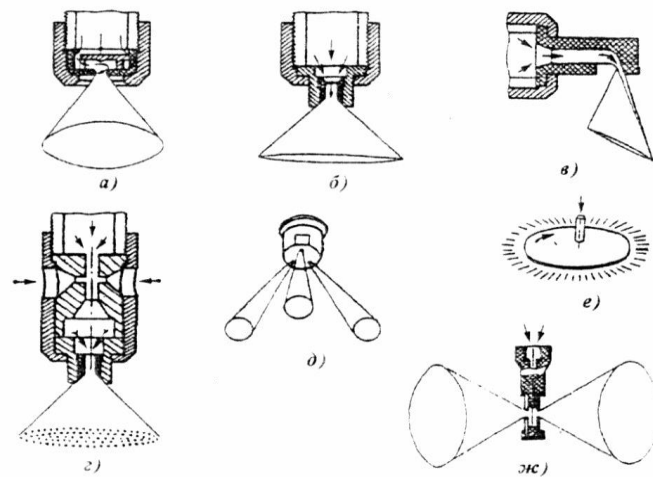


Рис. 2.14 Типи та схеми дії деяких розпилювачів

а – центробіжний (вихровий), б – щілинного типу, в – дефлекторного типу, г – ежеційного типу, д – багатоструменевий, е – дисковий, ж – двосторонній центробіжний.

Сьогодні існує велика різноманітність розпилювачів, тому важливим стає вибір найбільш придатного варіанту для конкретних умов експлуатації. У більшості сучасних обприскувачів використовуються гідравлічні розпилювачі, які поділяються на кілька типів.

Щілинні розпилювачі призначені для застосування у польових умовах під час внесення засобів захисту рослин та регуляторів росту. Вони забезпечують високу ефективність обробки за оптимальних погодних умов — температури до +20 °С, відносної вологості понад 60–65% і швидкості вітру до 3–4 м/с. У менш сприятливих умовах значна частина робочого розчину втрачається через випаровування і знесення.

У конструкції щілинного розпилювача потік рідини розподіляється після проходження через сопло. Розмір і розподіл крапель суттєво залежать від тиску — при його підвищенні збільшується частка дрібних і дуже дрібних крапель. Теоретично це добре, оскільки дозволяє рівномірно покривати листову поверхню, що особливо важливо при використанні контактних препаратів. Проте на практиці, особливо в умовах низької вологості повітря, як це характерно для нашого регіону, це призводить до значних втрат рідини внаслідок випаровування та вітрового знесення.

На рисунку 2.15 зображено типовий щілинний розпилювач із пластиковим корпусом та вставкою, виготовленою з полімеру, корозійностійкої сталі або кераміки. На вході встановлений фільтр. Дисперсність крапель, кут розпилення та витрата рідини залежать від форми та розмірів щілини розпилювача.

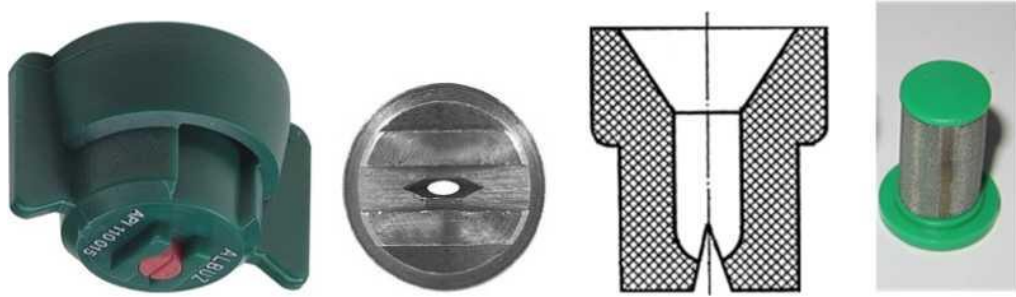


Рис.2.15. Зовнішній вигляд і будова (конструктивна схема) щілинного розпилювача разом із фільтром

Інжекторний розпилювач типу ID рекомендується використовувати переважно для внесення засобів захисту рослин у менш сприятливих погодних умовах — при температурі до 25 °C (оптимально — до 20 °C) і відносній вологості повітря понад 60–65%. Аббревіатура ID походить від німецького *Injektor Düse*, що означає «інжекторний розпилювач».

Особливістю такого розпилювача є велика камера змішування, яка забезпечує утворення переважно великих крапель із відносно рівномірним розподілом. Ці краплі рухаються з високою швидкістю, що сприяє глибшому проникненню в рослинну масу та зменшує ризик випаровування через короткий час перебування у повітрі. Завдяки великому розміру та швидкості крапель також зменшується ймовірність знесення препарату вітром.

Крім того, деякі краплі в спектрі містять повітряні бульбашки, які, потрапляючи на лист, лопаються, розбризкуючи робочий розчин по поверхні й навіть під листову пластинку. При зіткненні з поверхнею краплі з великою швидкістю буквально "вибухають", рівномірно розподіляючи засіб у різні боки. Для порівняння: у звичайних щілинних розпилювачів краплі набагато дрібніші та не мають достатньої кінетичної енергії для досягнення такого ефекту.



Рис. 2.16. Розпилювач інжекторного типу ID.

Дефлекторний розпилювач для рідких мінеральних добрив — це спеціалізоване обладнання, призначене для внесення добрив у рідкій формі в широкому діапазоні об'ємів — від мінімальних до дуже високих. Завдяки горизонтальному напрямку розпилення забезпечується рівномірне покриття поверхні.

Основні характеристики дефлекторного розпилювача з горизонтальним факелом:

Доступні типорозміри: 04, 05, 06, 08, 10, 15, 20

Робочий тиск: від 0,15 до 0,5 МПа

Висока стійкість до зношування

Рекомендована висота штанги: 50–70 см

Крок встановлення: 50 см

Переваги використання дефлекторних розпилювачів:

Завдяки горизонтальному струменю досягається надзвичайно рівномірне нанесення рідких добрив

Великий розмір крапель мінімізує ризик опіків рослин

Оптимальний розподіл по ширині захвату штанги запобігає появі смуг пошкоджень

Менша схильність до засмічення порівняно з багатоструменевими варіантами

Ці особливості роблять дефлекторні розпилювачі ефективними та надійними для точного та безпечного внесення добрив.

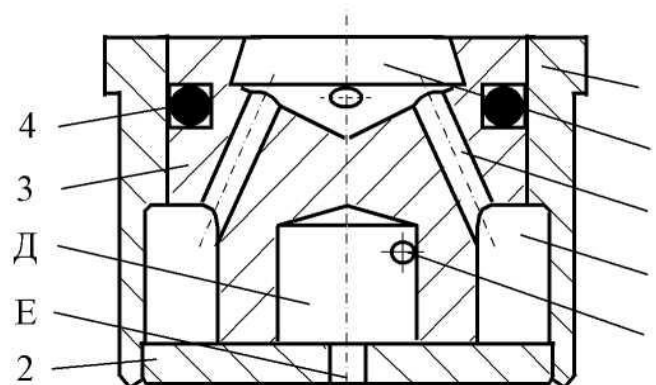


Рис.2.17. Дефлекторний розпилювач

Відцентровий розпилювач. На рис.2.18 показано загальний вигляд і конструктивну схему розпилювача. Складовими розпилювача є корпус 1, сопло 2, завихрювач 3 і гумове кільце 4.



(а)



(б)

Рис.2.18. Загальний вигляд (а) і конструктивна схема (б) відцентрового розпилювача: А – розподільник; Б – канали; В – кільцевий колектор; Г – вхідні канали; Д – камера закручування; Е – сопловий отвір; 1 – корпус; 2 – сопло; 3 – завихрювач; 4 – гумове кільце

Рідина з розподільника А каналами Б потрапляє до кільцевого колектора В і через дотичні вхідні канали Г перетікає до камери закручування Д. Тут вона набуває обертового руху і формує сталу вихрову структуру, що складається з

вихрових ниток, які у подальшому визначають розміри краплин. Після виходу з соплового отвору Е, вихрові нитки діляться на краплини з утворенням конічного факела. Корпус та сопло розпилювачів виготовляються з корозійностійкої сталі, завихрювач з латуні.

У більш складному за конструкцією відцентровому розпилювачі забезпечується управління рухом рідини та домішок в ній, дисперсністю, примусовим осаджуванням розпиленої рідини, гідрогомогенізація пестициду безпосередньо в розпилювачі, покращуються експлуатаційні та техніко-економічні показники обприскування, сопловий отвір не засмічується і не зношується.

Витрата рідини, згідно з вимогами європейських норм ЕП 12761-2, не повинна мати відхилення більше ніж на $\pm 10\%$ від табличного значення, вказаного виробником і при цьому не перевищувати середню витрату у комплекті розпилювачів більш ніж на $\pm 5\%$. Технічні умови ТУ У 29.3-31177688-002:2006 передбачають контроль усіх виготовлених розпилювачів за витратою рідини. У комплекті розпилювачів, що поставляються до обприскувача, відхилення витрати рідини від середньої не перевищує 4% для Р.03.0.3; $3,5\%$ для Р.03.0.6; $1,75\%$. До кожного комплекту розпилювачів видається паспорт із зазначенням середньої витрати рідини в комплекті.

Виробник щілинних розпилювачів Teejet попереджає [23] споживачів своєї продукції стосовно необхідності контролювання сопла на зношення та про збитки, які виникають через застосування розпилювачів зі зношеним соплом.

Сопло відцентрового розпилювача не зношується, витратна та дисперсна характеристика залишається незмінною за весь період експлуатації обприскувача і контролю витрати рідини не потребує.

Номінальний тиск робочої рідини для розпилювачів становить $0,3\text{ МПа}$ з рекомендованими межами відхилення $\pm 0,05\text{ МПа}$.

Допускається короткочасна робота розпилювача з тиском $0,4\text{ МПа}$ та з тиском зниженим до $0,2\text{ МПа}$.

Кут розпилення $\sim 90^\circ$, який залишається незмінним у діапазоні тиску від 0,2 до 0,4 Мпа. Цим забезпечується стабільна ширина смуги покриття розпиленою рідиною. Щілинному ж розпилювачу властива зміна кута розпилення в залежності від тиску і, як наслідок, ширини смуги покриття. Наприклад, у розпилювача 11002 кут розпилення при підвищенні тиску з 0,1 Мпа до 0,28 Мпа зростає з 90° до 110° , а ширина полоси на відстані 0,46 м збільшується з 0,92 до 1,31 м.

Розміри краплин. Ураження рослин і шкідників під час обприскування є наслідком порушення метаболізму клітин молекулами пестициду. Тому ідеальним є обприскування безпосередньо молекулами пестициду. Але подрібнення рідини до молекул потребує значних затрат енергії. Наприклад, вода розпадається на молекули за умови критичної температури 374°C та тиску 22 Мпа. На практиці обприскування, як правило, здійснюється краплинами води, що містять пестицид. При цьому розміри краплин мають бути мінімальними, але достатніми для осаджування на оброблювану поверхню з допустимими втратами через випаровування і знесення вітром. Для зменшення втрат пестициду через випаровування, знесення та запобігання забрудненню довкілля за європейськими нормами ЕП 12761-2 частка краплин, які мають діаметр менший за 115 мкм, не повинна перевищувати 10 % об'єму розпиленої рідини. Цій нормі відповідає щілинний розпилювач з кутом розкриття факелу 110° і витратою рідини 0,72 л/хв при 0,25 Мпа. Норма не розповсюджується на обприскувачі обладнані стримуванням знесення (пневматичні та екранові). Повітря, що всмоктує факел розпилювача, примусово осаджує розпилену рідину, перешкоджаючи випаровуванню, стримуючи знесення та дозволяє збільшити частку осаджених дрібних краплин.

В таблиці 2.2 порівнюються діаметри краплин з частками 10, 50 і 90% об'єму розпиленої рідини відцентрових розпилювачів та щілинних з співставимою витратою.

Таблиця 2.2.

Розподіл діаметрів краплин

Розпилювач	Тиск, Мпа	Витрата, л/хв	Діаметр краплин в мкм з об'ємом у % меншим за			Об'ємно- поверхневий діаметр d
			10%	50%	90%	
			Dv0.1	Dv0.5	Dv0.9	
Роса Р.03.0.6	0,3	0,6	70	131	238	115
Lechler IDK 120-015			137	367	839	282
Tee Jet XR 110015			93	200	330	
Tee Jet TT 110015			158	296	563	
Lechler LU 120-02		0,78	88	183	314	164
Роса Ф.03.1.0		1,0	77	150	264	137
Tee Jet XR 11003		10	121	241	386	
Tee Jet TT 11003			189	373	723	
Hardi ISO F 110 03			144	274	422	228
Hardi ISO Injet 110 03			324	537	689	465

У порівнянні зі щілинними, відцентрові розпилювачі забезпечують краще подрібнення рідини — їхній об'ємно-медіанний діаметр крапель у 1,5 раза менший, а максимальний не перевищує 350 мкм. Покращення дисперсності розпилу відіграє ключову роль у підвищенні ефективності обробки

Надійність роботи. Щілинні розпилювачі схильні до засмічення, оскільки механічні домішки спрямовуються до центру щілини, де найчастіше відбуваються закупорки, особливо у крайових зонах. Для запобігання цьому застосовується багатоступенева фільтрація — індивідуальні фільтри з отворами у 3 рази меншими за ширину щілини. Проте при їх засміченні зростає гідравлічний опір, падає тиск і зменшується витрата рідини. Чищення фільтрів [45] щітками з м'якою щетиною рекомендоване, бо навіть дерев'яні зубочистки можуть пошкодити тонкі краї. Обслуговування таких розпилювачів небезпечне, оскільки вимагає контакту з пестицидами. Відцентрові розпилювачі, завдяки особливій конструкції, мають високу стійкість до засмічення. Рідина, що обертається, відкидає частинки домішок

до стінок, де вони накопичуються у кільцевому колекторі, зношуються і виводяться з потоком. Сопло додатково захищене завихрювальною камерою. Такий дизайн забезпечує стабільну роботу навіть за умов одноступеневої фільтрації (сітка 300 мкм), без відмов.

Зносостійкість та ресурс

Щілинні розпилювачі зношуються по краях щілини, що призводить до збільшення витрати, кута розпилення і погіршення якості обробки. Якщо витрата перевищує табличну більш ніж на 10%, пристрій вважається непридатним. За даними досліджень SGS UK LTD Saint-Gobain (Франція), термін служби щілинного розпилювача за тиску 0,275 МПа та 2,5% каоліну у воді складає:

латунь — до 10 годин,
 нержавіюча сталь — до 30 годин,
 полівінілденфторид — до 40 годин,
 поліацетал — 50 годин (збільшення витрати на 8%),
 кераміка — 50 годин (збільшення на 5%)[19].

Натомість ресурс відцентрового розпилювача становить щонайменше 7000 годин, що забезпечує стабільну роботу протягом п'яти сезонів.

Матеріали та вплив умов експлуатації

Розпилювачі виготовляються з полімерів, кераміки, нержавіючої сталі та латуні. Теоретичний ресурс:

полімер — до 10 000 га,
 кераміка — до 100 000 га.:

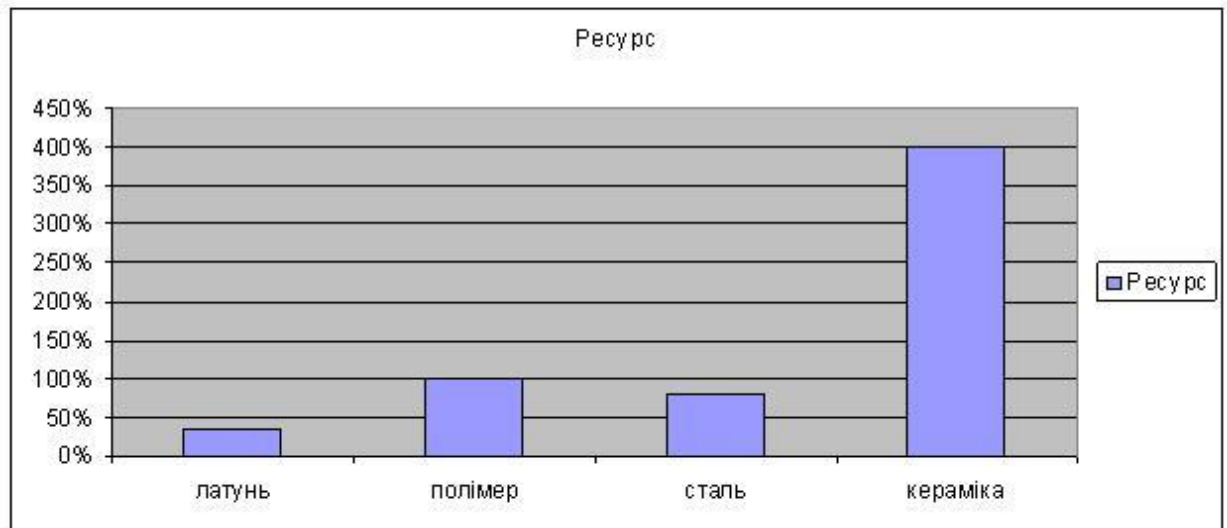


Рис.2.19. Діаграма ресурсу розпилювачів.

Проте реальний термін служби залежить від багатьох факторів: тиску, абразивності розчину, наявності осаду, а також регулярності очищення. У польових умовах рідко здійснюється щоденне промивання лужними розчинами, тому наліт кристалізується, пошкоджуючи матеріал і змінюючи геометрію камери. Це обмежує фактичний ресурс до 50 годин. При зношенні розпилювачів порушується рівномірність внесення розчину — візуально це непомітно, тому для перевірки використовуються спеціалізовані стенди.

Висновки

1. У ході дослідження узагальнено теоретичні відомості щодо хімічного захисту сільськогосподарських культур від шкідників і хвороб, а також особливості внесення рідких мінеральних добрив, зокрема карбамідно-аміачної суміші (КАС). Проаналізовано типи та класифікацію сучасних обприскувачів і їхніх робочих органів, що дозволило впорядкувати наявні технологічні рішення у цій сфері.

2. Основними недоліками традиційних типів розпилювачів (щілинних та відцентрових) під час внесення КАС є підвищена витрата робочого розчину, обмежений ресурс експлуатації, надмірна дрібнодисперсність та висока ймовірність засмічення каналів. У зв'язку з цим для обробки рідкими мінеральними добривами доцільніше використовувати дифлекторні

розбрыскувачі. Вони забезпечують стабільну та якісну подачу добрив при дотриманні агротехнічних вимог, працюють на більших розмірах крапель (понад 350 мкм), споживаючи вдвічі менше енергії, та дозволяють ефективно здійснювати позакореневе підживлення без значного ризику втрат або пошкоджень культури.

3. ОБГРУНТУВАННЯ ПРИЙНЯТОЇ СХЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ТА ПАРАМЕТРІВ РОЗБРИСКУЮЧОГО ПРИСТРОЮ

3.1. Обґрунтування конструктивної схеми розбризкувача.

На основі аналізу сучасних тенденцій у розвитку техніки для хімічного захисту рослин і відповідно до агротехнічних вимог, нами запропоновано використовувати на дослідних ділянках новий тип дефлекторного розпилювача, який монтується на обприскувач ОП-2000. Агрегатування обприскувача здійснюється з тракторами тягового класу 14 кН, такими як МТЗ-80, МТЗ-82 і ЮМЗ-6Л. Подавання робочої рідини до розпилювачів відбувається за рахунок тиску у напірній системі штанг, а привід насоса забезпечується від валу відбору потужності трактора. Для виконання дослідних робіт обрано саме цей тип обприскувача, оскільки він є одним із найсучасніших, найбільш поширених і відповідає усім агротехнічним нормам.

Основна мета застосування запропонованого розпилювального пристрою — підвищення його універсальності для адаптації до різних умов експлуатації.

Досягнення бажаного технічного результату забезпечується завдяки можливості роботи пристрою у двох режимах: як стандартний дефлекторний розпилювач та як розпилювач з боковими отворами визначеного діаметра на поверхні циліндричного ковпачка.

Відмінною ознакою запропонованого розбризкувача є те, запропонована конструкція розширює функціональні можливості пристрою, які реалізуються в залежності від умов роботи.

Конструктивна схема запропонованого розбризкувача наведена на рис.

3.1.

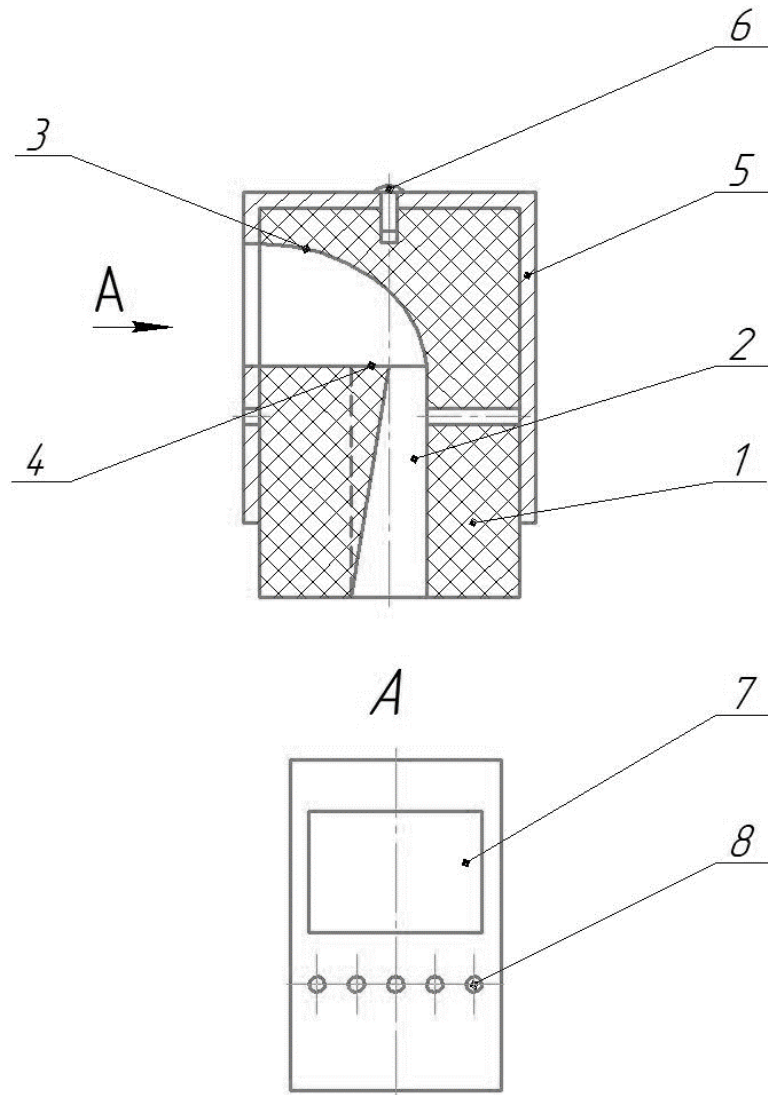


Рис 3.1. Комбінований розбискувач:

1 – корпус; 2 – канал; 3 – дефлектор; 4 – виступ; 5 – циліндричний ковпачок; 6 – гвинт; 7 – отвір прямокутний; 8 – отвори круглі;

Розбискувач складається з корпуса 1, де з однієї сторони розташований отвір 2 для роботи розбизкувача, як дефлекторного, а з іншої отвори 3 для роботи, як струменевого. Для переключення між різними типами розбискувачів зверху робочої частини корпуса 1 встановлюється ковпачок який має аналогічні отвори 2 та 3, проте вони розташовані з однієї сторони ковпачка. Використання розробленого комбінованого розбискувача надасть змогу підвищити ефективність застосування КАС у сільському господарстві. Завдяки гнучкості налаштувань можна адаптувати розбискувач під різні

умови, що забезпечить економію добрив та покращить їх засвоєння рослинами.

3.2 Обґрунтування параметрів та режимів роботи розбріскуючого пристрою.

3.2.2. Розрахунок товщини стінки бака

Вихідні дані. У місткість заливають розчини, суспензії і емульсії отруйних та агресивних до металів речовин.

Температура експлуатації +5...+60°C. Найвищий тиск у баці 0,4 МПа .

При заданих робочих параметрах визначаємо товщину стінок, кришки і днища бака.

Розрахунок товщини стінок обичайки бака визначаємо за формулою:

$$S = \frac{pD}{2\varphi\sigma - p}, \quad (3.1)$$

де : p - розрахунковий тиск, МПа;

D - внутрішній діаметр бака, м;

φ - коефіцієнт міцності повздовжнього зварювального з'єднання обичайки,

$$\varphi = 0,5;$$

σ - допустиме напруження, МПа;

$$\sigma = \eta \cdot \sigma_0,$$

де: η - поправочний коефіцієнт, який враховує роботу бака, приймаємо

$$\eta = 0,9;$$

$[\sigma]$ - нормативно допустиме напруження, МПа, $\sigma_0=130$ МПа [8].

Для виготовлення бака вибираємо полістерол.

$$S = \frac{0,6 \cdot 1,2}{2 \cdot 0,5 \cdot 117 - 0,6} = 0,006 \text{ м.}$$

Приймаємо $S=6$ мм [7].

Розрахунок товщини стінки днища і кришки.

Приймаємо для днища і кришки форму еліпсоїда.

$$S_1 = \frac{D \cdot R}{2 \cdot \phi \cdot g - 0,5 \delta}, \quad (3.2)$$

де: R - радіус кривизни днища кришки, м.

$$R = D/2$$

Отже:

$$S_1 = \frac{0,6 \cdot 0,6}{2 \cdot 0,5 \cdot 117 - 0,5 \cdot 0,6} = 0,003 \text{ м.}$$

Приймаємо $S_I = 3 \text{ мм}$

3.2.3. Розрахунок пружини запобіжного клапана.

Вихідні дані:

- навантаження пружини при попередній деформації $P_1 = 3 \text{ Н}$;
- навантаження пружини при робочій деформації $P_2 = 10 \text{ Н}$;
- навантаження пружини при максимальній деформації $P_3 = 13,2 \text{ Н}$;
- робочий хід пружини $l = 10 \text{ мм}$;
- зовнішній діаметр пружини $D = 7 \text{ мм}$.
- Максимальна швидкість руху вільного кінця пружини під час

процесів навантаження та розвантаження становить значення $Y_0 = 4 \frac{M}{c}$, при якому показник витривалості дорівнює $H = 1/10$. Відповідно до цього значення, пружину можна класифікувати як таку, що належить до I класу.

Враховуючи прийнятий діаметр і вимогу забезпечення найвищої швидкості, отримано відповідні результати:

$$P_3 = 13,2 \text{ Н}, d = 0,8 \text{ мм}, D = 7 \text{ мм},$$

$$\phi = 2,940 \text{ мм}, z = 4,49 \times 10^3 \text{ Н/м.}$$

Враховуючи, що для пружини першого класу $\tau = 0,3\beta$, знаходимо $\tau_3 = 0,3 \times 2100 = 630 \text{ МПа}$ належність до першого класу перевіряємо методом визначення відношення $y_0 / y_{кр}$. Для цього попередньо знаходимо критичну швидкість за формулою:

$$U_{кр} = \frac{\tau_3(1 - \frac{P_2}{P_3})}{35,8} = \frac{630 \times 0,25}{35,8} = 4,4 \text{ м/с.} \quad (3.3)$$

Отримане значення свідчить про те, що витки пружини не контактують один з одним за критичного навантаження, отже, обрана пружина відповідає початковим вимогам.

Визначаємо інші параметри пружини:

Жорсткість:

$$Z = \frac{P_2 - P_1}{n} = \frac{10 - 3}{0,01} = 700 \text{ Н/м.} \quad (3.4)$$

Число робочих витків пружини:

$$n = \frac{Z_1}{Z} = \frac{4490}{700} = 6,4 = 6. \quad (3.5)$$

Дійсна жорсткість:

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

При двох неробочих витках (n_2) повне число витків:

$$n_1 = n + n_2 = 6 + 2 = 8 \quad (3.6)$$

середній діаметр пружини:

$$D_0 = 7 - 0,8 = 6,2 \text{ мм}$$

Попередня деформація:

$$F_1 = \frac{P_1}{Z} = \frac{3}{748} = 0,004 \text{ м} \quad (3.7)$$

Робоча деформація :

$$F_2 = \frac{P_2}{Z} = \frac{10}{748} = 0,013 \text{ м} \quad (3.8)$$

Максимальна деформація:

$$F_3 = \frac{P_3}{Z} = \frac{13,2}{748} = 0,018 \text{ м} \quad (3.9)$$

Висота пружини при максимальній деформації:

$$H_3 = (P_1 + 1 - n_3) d \quad (3.10)$$

$$H_3 = (8 + 1 - 2) \times 0,8 = 5,6 \text{ мм} = 0,0056 \text{ м}$$

Висота пружини у вільному стані:

$$H_0 = H_3 + F_3 = 0,0056 + 0,018 = 0,0236 \text{ м} \quad (3.11)$$

Висота пружини при попередній деформації:

$$L_1 = H_0 - F_1 = 0,0236 - 0,004 = 0,0196 \text{ м} \quad (3.12)$$

Висота пружини при робочій деформації:

$$L_2 = H_0 - F_2 = 0,0236 - 0,013 = 0,0106 \text{ м} \quad (3.13)$$

Крок пружини:

$$t = f + d = 2,94 + 0,8 = 3,74 \text{ мм} \quad (3.14)$$

3.3 Вплив розміру крапель на ефективність обприскування та визначення оптимального ступеня дисперсності.

Різні методи розпилення формують краплі неоднакового розміру: або з широким спектром (полідисперсні системи), або з чітко визначеним розміром (монодисперсні), у межах від 25 до 350 мкм. Частинки одного й того самого препарату, залежно від свого розміру, проявляють різний рівень токсичності. Великі краплі гірше утримуються на поверхні рослин, мають знижену токсичну дію на шкідників, а також можуть спричиняти опіки на листках культурних рослин. Натомість дрібні краплі при однаковій нормі витрати пестициду забезпечують більш рівномірне й повне покриття оброблюваної поверхні, краще закріплюються на листках і мають підвищену стійкість до змивання опадами. Отже, зі зростанням дисперсності підвищується ефективність дії препарату.

Для кількісної оцінки ступеня дисперсності використовується поняття середнього діаметра крапель. Визначити його можна шляхом збору крапель на спеціальні приймальні поверхні — предметні скельця, оброблений папір або інші матеріали, на яких краплі залишають характерні сліди. За формою й розміром цих слідів можна обчислити діаметр крапель.

$$d_{кр} = \frac{d_{сл}}{\sqrt[3]{4 \sin^3 \alpha / (2 + \cos^3 \alpha - 3 \cos \alpha)}}, \quad (3.15)$$

$d_{кр}$ — діаметр краплини; $d_{сл}$ — заміряний діаметр сліду краплини;
 α — кут між дотичною до сфери краплини в точці її перерізу
 оброблюваною поверхнею і самою поверхнею.

Враховуючи коефіцієнт розтікання, що визначається характеристиками поверхні, діаметр сліду краплі можна обчислити за наступною формулою (залежністю).

$$k = \frac{d_{сл}}{\sqrt[3]{h(h^2 + \frac{3}{4}d_{сл}^2)}}, \quad (3.16)$$

k — коефіцієнт розтікання рідини краплини по даній поверхні; h — висота краплини.

Оскільки різні способи розпилення та типи розпилювачів формують краплі з полідисперсним складом, для узагальненої оцінки їхньої роботи використовується поняття середнього діаметра. До таких характеристик належать: середньоарифметичний, медіанно-масовий, об'ємно-поверхневий діаметри тощо.

Середньоарифметичний діаметр крапель розраховується за наступною формулою:

$$d_{an} = \frac{\sum_{i=1}^n n_i d_i}{\sum_{i=1}^n n_i}, \quad (3.17)$$

де d_{an} — середньоарифметичний діаметр, мкм; n_i — кількість краплин кожного розміру, мкм; d_i — діаметр краплин певного розміру, мкм.

Більш об'єктивним показником дисперсності розпилення є медіанно-масовий діаметр крапель. Він визначається як такий діаметр, при якому половина загального об'єму рідини з розпилюваного спектра міститься в краплях, менших за цей діаметр, а інша половина — у краплях, що перевищують його.

$$\sum_{i=1}^m n_i d_i^3 = \sum_{i=m+1}^n n_i d_i^3. \quad (3.18)$$

Середній об'ємно-поверхневий діаметр крапель, відомий також як середній діаметр за Заутером, обчислюється як відношення загального об'єму всіх крапель у спектрі розпилення до їхньої сумарної поверхні.

$$d_s = \frac{\sum_{i=1}^k n_i d_i^3}{\sum_{i=1}^k n_i d_i^2}, \quad (3.19)$$

де n_i — кількість краплин певного розміру d_i ; k — кількість розрядів, на які розбито спектр краплин.

Одним із ключових показників ефективності роботи обприскувачів, що визначається рівнем дисперсності, є ступінь покриття оброблюваної поверхні краплями, виражений у відсотках.

$$M = \frac{100\pi}{4f_0} (n_1 d_1^2 + \dots + n_n d_n^2) = \frac{25\pi}{f_0} \sum_{i=1}^n n_i d_i^2, \quad (3.20)$$

де $d_1, d_2, \dots, d_n$ — діаметри слідів краплин, мкм; $n_1, n_2, \dots, n_n$ — кількість краплин кожного розміру; f_0 — досліджувана площа, мкм².

Дослідження показали, що при дрібнокраплинному обприскуванні ефективність дії препарату вища навіть за умов меншого ступеня покриття визначеного за формулою (7.6), ніж при використанні крупнокраплинного розпилення. Це пояснюється тим, що препарат виявляє активність не лише в місці безпосереднього осідання краплі, а й у певному радіусі навколо неї, тобто має зону біоцидної дії. Для кількісної оцінки цього ефекту вводиться коефіцієнт ефективної дії краплі, який визначають як відношення площі загального впливу препарату до площі, яку займає слід самої краплі (рис. 3.2).

$$S_{сл} \frac{\pi d_{сл}^2}{4}. \quad (3.21)$$

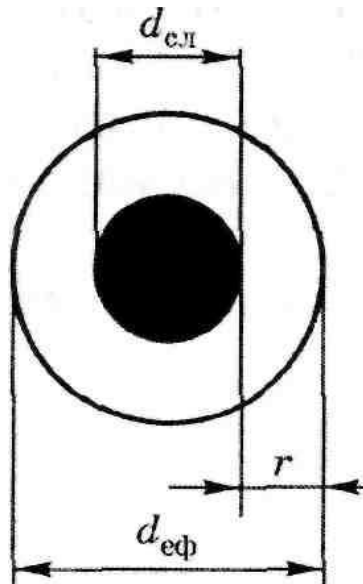


Рис. 3.2. Площа сліду краплини і ефективної дії препарату

Площа ефективної біоцидної дії препарату

$$S_{эф} = \frac{\pi}{4} (d_{сл} + 2r)^2. \quad (3.22)$$

Зона біоцидної дії r змінюється в межах 100...200 мкм.

Коефіцієнт ефективної дії краплини

$$k_{эф} = \frac{S_{эф}}{S_{сл}} = \frac{(d_{сл} + 2r)^2}{d_{сл}^2}.$$

Таким чином, зі зменшенням розміру крапель підвищується коефіцієнт їхньої ефективної дії. У зв'язку з цим, для більш коректної оцінки якості покриття при дрібнокраплинному обприскуванні доцільно використовувати показник «ступінь ефективного покриття», який розраховується за відповідною формулою.

$$M_{эф} = Mk_{эф}. \quad (3.23)$$

Різні способи розпилення та типи розпилювачів забезпечують отримання робочої рідини з різним рівнем дисперсності. У випадку звичайного обприскування для досягнення необхідної щільності крапель на одиниці площі оброблюваної поверхні цілком допустимим є використання

грубодисперсного розпилення ($d_{сл}=250...300$ мкм), Для досягнення необхідної густоти покриття при малооб'ємному та ультра-малооб'ємному обприскуванні потрібне тонкодисперсне розпилення з розміром крапель у межах 50...150 мкм. Варто зазначити, що при зменшенні діаметра крапель у 2, 3, 4 і більше разів кількість крапель збільшується в геометричній прогресії — у 8, 27, 64 рази відповідно, тобто за кубічною залежністю.

Як показали спеціальні токсикологічні дослідження, фактична витрата робочої рідини на одиницю площі зазвичай у кілька, а іноді й у кілька десятків разів перевищує мінімально необхідну для досягнення повного захисного ефекту. Проте слід враховувати, що не вся рідина, яка розпилюється, осідає на цільову поверхню. Причому чим вищий ступінь дисперсності, тим менше крапель фактично досягають об'єкта обробки.

Цей ефект можна пояснити, проаналізувавши поведінку крапель у потоці повітря (рис. 3.3). Крапля, що виходить із розпилювача — штангового чи вентиляторного — перебуває на певній висоті H над поверхнею, яка обробляється. У горизонтальному напрямку вона рухається під впливом повітряного потоку зі швидкістю v , а у вертикальному — опускається під дією сили тяжіння зі швидкістю w , яку можна обчислити за формулою Стокса.

$$u = \frac{2gr^2(\varphi_k - \varphi_n)}{9\eta}, \quad (3.24)$$

де u — швидкість краплини під дією сили тяжіння; g — прискорення вільного падіння; r — радіус краплини; φ_k — щільність рідини краплини; φ_n — щільність повітря; η — кінематична в'язкість повітря.

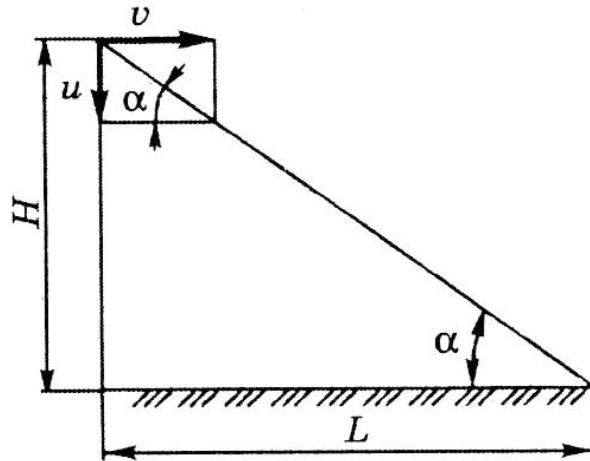


Рис. 3.3. Схема руху краплини в повітряному потоці

Абсолютна швидкість краплини спрямовуватиметься під кутом α до горизонту

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{u}{v}. \quad (3.25)$$

Тоді, у першому наближенні, можна вважати, що відстань, на яку буде віднесено краплю до моменту її досягнення оброблюваної поверхні, становить:

$$L = \frac{H}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{Hv}{u}, \quad (3.26)$$

де L — відстань, на яку переноситься крапля; H — висота, з якої крапля починає падіння над оброблюваною поверхнею; v — початкова горизонтальна швидкість краплі.

З формули (3.10) видно, що ймовірність значного зносу краплі зростає прямо пропорційно висоті її початкового положення над цільовою поверхнею та швидкості вітру, а також зменшується обернено пропорційно до швидкості її осідання під дією сили тяжіння. Крім того, згідно з виразом (3.9), при лінійному зменшенні діаметра краплі її швидкість осідання знижується за квадратичною залежністю. Цей висновок підтверджується й експериментальними результатами:

Розмір краплини, мкм	500	250	100	50	10
Швидкість осідання, м/с	2,8	0,94	0,27	0,07	0,003

Окрім цього, необхідно враховувати вплив випаровування крапель під час їх переміщення у повітряному потоці. Тому при визначенні оптимального ступеня дисперсності розпилення слід зважати на метод обприскування (традиційне, малооб'ємне, ультрамалооб'ємне), характер шкідливих об'єктів (комахи, хвороби, бур'яни тощо), тип робочої рідини (водні розчини, емульсії, масляні суміші тощо) та її схильність до випаровування.

Для обробки бур'янів доцільно застосовувати грубодисперсне розпилення, яке зменшує ризик перенесення гербіцидів на сусідні посіви. У боротьбі з шкідливими комахами та хворобами ефективнішим виявляється дрібнодисперсне розпилення, оскільки воно забезпечує краще покриття. Однак для запобігання знесенню дрібних крапель на значну відстань слід використовувати методи примусового осадження, додавати до робочого розчину речовини, що знижують інтенсивність випаровування, або застосовувати зв'язані аерозолі.

3.4 Розрахунок параметрів розбрыскующих пристроїв.

Розпилювальні пристрої призначені для перетворення заданої кількості робочої рідини на дрібні краплі та її перенесення до цільових об'єктів обробки. Витрату робочого розчину опрыскувачем за одну хвилину, у літрах на хвилину, відповідно до обраних технологічних параметрів, визначають за такою формулою:

$$q = \frac{QBv}{600}, \quad (3.27)$$

де Q — норма витрати робочої рідини, л/га; B — робоча ширина захвату

машини, м; v — робоча швидкість агрегату, км/год.

$$q = \frac{200 \cdot 21,6 \cdot 12}{600} = 86,4 \text{ л/хв.}$$

Розрахована витрата робочої рідини за одну хвилину завжди повинна бути меншою за продуктивність насоса обприскувача. $Q = Q_n$. У разі невиконання цієї умови слід скоригувати технологічні параметри, зокрема змінити швидкість руху агрегату або ширину захвату B , якщо застосовується вентиляторний розпилювальний пристрій.

Кількість розпилювальних наконечників і витрата робочої рідини одним розпилювачем за хвилину (л/хв) визначаються з урахуванням типу пристрою (штанговий чи вентиляторний), обраної схеми обробки (суцільне чи стрічкове обприскування), а також бажаного ступеня дисперсності: дрібнодисперсного — для захисту від шкідників і хвороб, грубодисперсного — для боротьби з бур'янами.

$$q_1 = \frac{Q}{n}, \quad (3.28)$$

де Q — витрата рідини за 1 хв через всі розпилювачі, л/хв; n — вибрана кількість розбризкувачів, шт.

$$q_1 = \frac{86,4}{42} = 2,05 \text{ л/хв}$$

Потрібна кількість робочої рідини, що проходить за одну хвилину через один розпилювач, визначається площею поперечного перерізу вихідного отвору сопла та швидкістю витікання рідини з нього. У загальному вигляді витрату рідини через один розпилювач за одну хвилину можна розрахувати за такою формулою:

$$q_1 = 0,06 \mu S \sqrt{2gp}, \quad (3.29)$$

де μ — коефіцієнт витрати, який залежить від типу розбризкувача;

S — площа вихідного отвору розбризкувача, мм²; g - вільного падіння, м/с²;

p — тиск робочої рідини на вході в розбризкувач, м вод. ст.

Зазвичай у технічних інструкціях до обприскувачів містяться таблиці з попередньо розрахованими значеннями витрати робочої рідини через один

розпилювач за одну хвилину. За цими даними можна легко визначити відповідний діаметр вихідного отвору розпилювача та необхідний тиск робочої рідини.

З метою забезпечення безпеки при обслуговуванні та використанні обприскувача виконаємо розрахунок бака на руйнування стінок і розрахунок пружини запобіжного клапану.

Висновок:

1. У результаті проведеного аналізу сучасних методів внесення агрохімікатів та технічних засобів, що застосовуються для цього, було прийнято рішення про створення комбінованого розпилювального пристрою, який би відповідав актуальним агротехнічним вимогам.

2. Розроблено конструктивну модель комбінованого розпилювача та обґрунтовано його основні технічні параметри. При цьому враховано можливість використання вузлів, агрегатів і обладнання з уже наявних технічних засобів, що дозволяє ефективно комплектувати комбіновані розпилювачі.

3. В даному розділі були розраховані такі показники, як об'єм бака обприскувача, товщина стінок бака, розрахована пружина запобіжного клапана, розраховані параметри мішалок та розрахована витрата рідини удосконаленим розбризкувачем. Також в цьому розділі були приведені розрахунки по впливу розмірів краплин на ефективність розбризкування.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці — це сукупність правових, соціально-економічних, організаційних, технічних, санітарних і гігієнічних заходів, що мають на меті забезпечити збереження здоров'я та працездатності працівника в процесі виконання ним трудових обов'язків.

Обприскування є одним з основних методів застосування пестицидів. Його суть полягає в нанесенні на оброблювану поверхню розчину, емульсії або суспензії пестициду у вигляді дрібних крапель рідини.

Розмір крапель є ключовим фактором, що впливає на ефективність обприскування. Саме він визначає кількість робочого розчину, що осідає на поверхні. Чим менші краплі, тим більше ймовірність того, що вони будуть підхоплені повітряними потоками і не потраплять на цільовий об'єкт. Натомість більші краплі мають достатню вагу, щоб вийти з повітряного потоку і осісти на листя. Практика показала, що оптимальний розмір крапель для досягнення максимальної ефективності обробки становить 200–300 мікрометрів, що забезпечує високу швидкість їх осідання.[23].

Штангове наземне обприскування має низку важливих переваг, серед яких — висока рівномірність покриття поверхні препаратом та мінімальні втрати робочого розчину [23] внаслідок знесення крапель. Одним із пріоритетів сучасного застосування засобів захисту рослин є економне використання препаратів, що забезпечує ефективну обробку за знижених норм витрати, зменшує витрати праці та знижує фінансові затрати. Особливо актуальним стає застосування малооб'ємного обприскування при вирощуванні зернових культур у системах з постійними технологічними коліями.

Обприскувач ОП-2000 призначений для рівномірного нанесення на поверхню робочих розчинів пестицидів і рідких мінеральних добрив, як із додаванням мікроелементів, так і без них.

Під час обприскування необхідно використовувати робочі рідини, приготовані на основі окремих гербіцидів (наприклад: атразин, агелон, арезир, бетонал, далапон, діален, енкор, нитазин, прометин, симазин, тетрол, трефлон, фіалат, трихлорацетат натрію, ерадикан, епатам, а також 2,4-Д і 2М-4Х тощо), фунгіцидів (апілат, каликсон, каптал, полікарбоцин, фталан, цинеб, цирам тощо), а також рідких мінеральних добрив (РМД), включаючи рідкі комплексні добрива (РКД), розчини карбаміду та аміачної селітри (КАС).

Робочі рідини мають бути у вигляді водних розчинів, стійких емульсій або суспензій пестицидів (виняток становлять бордоська рідина, суспензії на основі мідного купоросу чи хлороокису міді), а також водні розчини базових компонентів РКД і КАС. При цьому концентрація розчинів РКД і КАС у воді не повинна перевищувати 35%. [23].

4.1 Захист довкілля під час використання гербіцидів та методи їх нейтралізації

Пестициди, зокрема гербіциди, є біологічно активними речовинами, які можуть негативно впливати на екосистеми. Для запобігання шкідливому впливу на довкілля необхідно суворо дотримуватися регламентів щодо дозування, строків і методів їх застосування.

Одним із ключових аспектів безпечного використання гербіцидів є контроль за вмістом залишків препаратів у сільськогосподарській продукції, ґрунті, воді та робочому середовищі. Дотримання гранично допустимих концентрацій дозволяє уникнути загроз для здоров'я працівників, споживачів продукції з оброблених ділянок, а також зменшує ризик переміщення пестицидів із зон з високим рівнем забруднення до чистіших ділянок.

Особлива увага приділяється контролю залишкових кількостей гербіцидів не лише у сировині рослинного походження, а й у продуктах її переробки — таких як борошно, олія, цукор, молоко, яйця, тютюнові вироби тощо.

Важливе значення має також виконання вимог "Інструкції з техніки безпеки під час зберігання, транспортування та застосування пестицидів у

сільському господарстві". Цей документ регламентує правила перевезення препаратів, вимоги до складів для їх зберігання, допустимі відстані до населених пунктів і ферм, а також встановлює правила створення захисних зон при обприскуванні — як наземним, так і авіаційним способом. Ширина таких зон може коливатися від 300 метрів до 2 кілометрів залежно від об'єкта, який необхідно захистити (водойми, чутливі культури тощо) [23].

Гербіциди, як і інші пестициди, можуть чинити вплив не лише на цільові об'єкти — бур'яни, шкідників або патогени — а й на інші живі організми. Деякі з них мають додаткові властивості: фунгіцидні чи інсектицидні. Окрім рослин і ґрунтової мікрофлори, ці речовини можуть завдавати шкоди мешканцям водойм, теплокровним тваринам і навіть людині. Через потенційну шкоду пестицидів здійснюється постійний моніторинг їх дії, ведуться дослідження негативних наслідків та розробляються ефективні способи нейтралізації й зменшення ризиків.

4.2. Вимоги охорони праці при роботі з пестицидами

1. Загальні вимоги

1.1. Інструкція розроблена для працівників, які у своїй професійній діяльності застосовують пестициди (далі — препарати) для обробки сільськогосподарських угідь.

1.2. Для обробки земельних ділянок використовується розчин, приготований згідно з інструкцією із застосування, наданою виробником.

1.3. Препарат, нанесений у вигляді розчину на листову поверхню, поглинається рослиною протягом 4–6 годин. Його дія призводить до порушення синтезу амінокислот, що спричиняє загибель рослини. Перші симптоми впливу препарату стають помітними через 5–10 днів після обробки, а повне відмирання бур'янів зазвичай настає через 2–3 тижні.

1.4. Робочий розчин слід використовувати у день його приготування.

1.5. Обробку необхідно здійснювати за сухих погодних умов, коли відсутній вітер і на рослинах немає роси чи залишків дощової вологи.

2. Заходи безпеки перед початком роботи:

2.1. Перед проведенням обприскування необхідно провести налаштування та перевірку обладнання, використовуючи для цього чисту воду.

2.2. Потрібно вдягнути спеціальний захисний одяг, а також підготувати індивідуальні засоби захисту рук, очей і органів дихання.

3. Заходи безпеки під час роботи:

3.1. Під час обробки трав'яного покриву обов'язково враховуйте напрямок вітру, щоб уникнути потрапляння розчину на інших працівників.

3.2. Для захисту органів дихання слід користуватись респіратором типу «Лепесток» або іншим відповідним засобом.

3.3. Для запобігання контакту препарату зі шкірою та очима необхідно використовувати гумові рукавички та захисні окуляри.

3.4. Під час роботи забороняється їсти, пити воду або інші напої.

3.5. Куріння під час обробки категорично заборонене.

4. Дії у випадку аварійних ситуацій:

4.1. Якщо препарат потрапив до організму, потрібно негайно викликати блювоту, прийняти розчин гіркої солі, активоване вугілля або розчин марганцівки для виведення токсинів.

4.2. У разі потрапляння засобу в очі — ретельно промити їх великою кількістю чистої води.

4.3. Якщо препарат потрапив на шкіру — промити уражене місце водою.

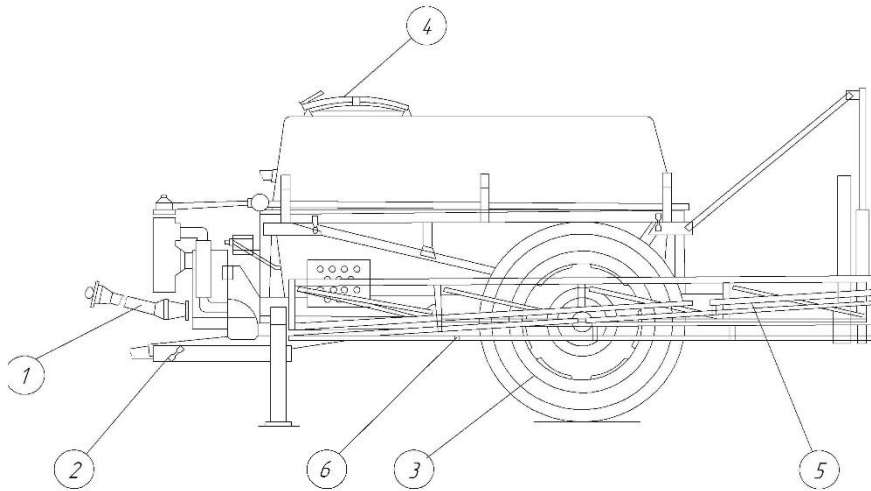
5. Заходи безпеки після завершення роботи:

5.1. Ретельно промити обприскувач водою.

5.2. Непридатні залишки препарату необхідно нейтралізувати розчином вапна, після чого утилізувати шляхом закопування в ґрунт.

У результаті аналізу впливу пестицидів на людину була створена карта безпеки праці для обприскувача ОП-2000 (рис. 4.1). У цій карті вказано основні зони підвищеної небезпеки та наведено заходи для запобігання травматичним ситуаціям. Для наочності були розроблені спеціальні

маркування небезпечних ділянок, які встановлюються безпосередньо на самому обприскувачі.



Зона	Небезпечний фактор	Знак чи символ небезпеки	Заходи по запобіганню травматизму
1	Деталі передач, що обертаються		Не допускається експлуатація агрегату без захисних кожухів
2	Агрегат, що рухається		Забороняється знаходитися ближче 5 м від агрегату, що рухається
3	Колеса машини		При зупинці агрегату встановити противідкатні колодки
4	Небезпечна висота		Забороняється знаходитися на агрегаті під час роботи
5	Хімічні речовини		Обов'язкове використання засобів індивідуального захисту при роботі з отрутохімікатами
6	Розпилювачі		При заміні або очистці розпилювачів обов'язкове використання рукавиць та спеціального знімача для розбирання розпилювача

Рис. 4.1. Карта безпеки праці для обприскувача ОП-2000

4.3. Вимоги до засобів індивідуального захисту

Для захисту рук під час роботи з рідкими пестицидами використовують гумові рукавички. У випадку застосування пилоподібних отрутохімікатів слід використовувати бавовняні рукавиці з плівковим покриттям і кислотозахисним просоченням (типу КР) або комбіновані варіанти рукавиць.

Як спеціальне взуття для роботи з порошковими препаратами використовують брезентові бахіли або гумові чоботи, тоді як при обприскуванні застосовують виключно гумові чоботи.

Знезараження техніки, тари, приміщень і спецодягу проводиться відповідно до вимог «Інструкції з охорони праці та правил безпеки при зберіганні, транспортуванні та використанні пестицидів у сільському господарстві».

Висновки

1. Хоча пестициди складають лише 2–3% серед усіх шкідливих речовин, що забруднюють довкілля, за рівнем небезпеки для живих організмів вони мають один із найсильніших негативних впливів. Це пов'язано з тим, що пестициди є хімічно синтезованими речовинами, які є чужорідними для біосистем, на відміну від, наприклад, оксидів, важких металів чи нітратів.

2. Основними причинами забруднення ґрунтів, води та сільськогосподарської продукції пестицидами є: недотримання правил їх застосування, втрати під час транспортування й зберігання, використання застарілої або неефективної техніки для внесення препаратів, а також відсутність належного контролю при роботі з ними.

3. Розроблено комплекс заходів із безпеки праці при роботі з пестицидами. Зокрема, створено карту безпеки праці для обприскувача ОП-2000, в якій визначено зони підвищеної небезпеки та вказано відповідні заходи для запобігання травматизму.

5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ ОБПРИСКУВАЧА, ОБЛАДНАНОГО КОМБІНОВАНОГО РОЗБРИСКУВАЧА

Метою розрахунку економічної ефективності є визначення ключових показників, зокрема річного економічного прибутку та строку окупності модернізованої машини. Запропонована у [44] методика дає змогу оцінити доцільність впровадження удосконалення у виробничий процес.

Таблиця 5.1 - Вихідні дані до розрахунку

Показники	Варіанти	
	Базовий	Проектний
Вид роботи, що виконується	Обприскування	
Склад агрегату	Беларус-82.1+ ОПШ-2000	Беларус-82.1+ ОПШ-2000М
Обсяг роботи, га	2000	2000
Продуктивність агрегату за годину робочої зміни, га/год.	17,2	21,5
Балансова вартість агрегату, грн.: трактора обприскувача Всього:	175000 146300 321300	175000 148000 323000
Тривалість зміни, год.	6	6
Кількість обслуговуючого персоналу, осіб	1	1
Вартість палива, грн/кг	50	50

Для проведення економічної оцінки проекту необхідно визначити такі показники:

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

$$W_{зм.} = W_{зод.} \cdot 6;$$

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

$$W_{зм}^n = 21,5 \cdot 6 = 129$$

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

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

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

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

3. Нормативне завантаження агрегату (T_n), га:

$$T_n = \frac{Q}{W_{зод}},$$

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

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

4. Нормативні витрати на ТО, ПР, КР, зберігання:

$$H_{рем} = \frac{B \cdot 0,097 \cdot W_{зод.}}{T_n},$$

$$H_{рем}^{\delta} = \frac{321300 \cdot 0,097 \cdot 17,2}{116,28} = 4610,05$$

$$H_{рем}^n = \frac{323000 \cdot 0,097 \cdot 21,5}{93,02} = 7241,63$$

Для розрахунку економічної ефективності визначаємо показники наведені в таблиці 6.2.

Таблиця 5.2 - Розрахункові показники впровадження проекту

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

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

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

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

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

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

1,2 – коефіцієнт, що враховує додаткову доплату;

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

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

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

- амортизація основних засобів, грн./га:

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

де B - балансова вартість, грн.;

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

Q – обсяг робіт, га або т;

для трактора Беларус-82.1:

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

для обприскувача:

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

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

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

- витрати на ПММ, грн./га:

$$B_{пмм} = H_{пмм} \cdot Ц_k,$$

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

$Ц_k$ - комплексна ціна 1 кг ПММ, грн. ($Ц_k = 50$ грн.);

$$B_{пмм}^{\delta} = 0,6 \cdot 50 = 30,$$

$$B_{пмм}^n = 0,4 \cdot 50 = 20.$$

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

$$B_{рем} = \frac{K \cdot H_{рем}}{W_{год}},$$

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

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

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

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

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

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

$$IB = (3\Pi + A + B_{\text{нм.м.}} + B_{\text{рем}}) \cdot 3 / 100,$$

$$IB^{\text{б}} = \frac{(1,06 + 25,3 + 30 + 0,5) \cdot 3}{100} = 1,7(\text{грн/га})$$

$$IB^{\text{п}} = \frac{(0,85 + 25,8 + 20 + 0,4) \cdot 3}{100} = 1,4(\text{грн/га})$$

Отже експлуатаційні витрати будуть дорівнювати:

$$EB^{\text{б}} = 1,06 + 25,3 + 30 + 0,5 + 1,7 = 58,5(\text{грн/га})$$

$$EB^{\text{п}} = 0,85 + 25,8 + 20 + 0,4 + 1,4 = 48,4(\text{грн/га})$$

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

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

для трактора:

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

для обприскувача:

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

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

Всього $KB^{\text{б}} = 160,65$ грн/га та $KB^{\text{п}} = 161,5$ грн/га.

7. Приведені витрати на 1 га, грн.:

$$PB = EB + 0,15 \cdot KB,$$

$$PB^{\text{б}} = 58,5 + 0,15 \cdot 160,6 = 82,5,$$

$$PB^{\text{п}} = 48,4 + 0,15 \cdot 161,5 = 72,6.$$

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

$$PB_Q = PB \cdot Q,$$

$$PB_Q^{\text{б}} = 82,5 \cdot 2000 = 165000,$$

$$PB_Q^{\text{п}} = 72,6 \cdot 2000 = 145200.$$

9. Річний економічний ефект, грн.:

$$E_p = [PB_Q^{\text{б}} - PB_Q^{\text{п}}] = [165000 - 145200] = 19800 (\text{грн/рік})$$

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

$$T_o = \frac{\Delta KB}{E_p} = \frac{1700}{19800} = 0,085 \text{ року,}$$

де ΔKB – розмір додаткових капітальних вкладень по проекту, який визначається по різниці капітальних вкладень.

Результати розрахунків заносимо в таблицю 5.3.

Таблиця 5.3 - Техніко – економічні показники впроваджуваного проекту

Показники	Варіанти	
	базовий	проектний
Обсяг роботи, га	2000	2000
Годинна продуктивність, га/год.	17,2	21,5
Витрати палива на 1 га, кг	0,6	0,4
Балансова вартість агрегату, грн.:		
трактора	175000	175000
обприскувача	146300	148000
Всього:	321300	323000
Нормативне навантаження, год.	116,28	93,02
Експлуатаційні витрати на 1 га, грн. всього: в т.ч.	36,74	34,24
заробітна плата з нарахуваннями, грн.	1,06	0,85
амортизаційні відрахування, грн.	25,3	25,8
вартість ПММ, грн.	30	20
витрати на ТО, ПР, КР, зберігання, грн.	0,5	0,4
інші витрати.	1,38	1,12
Капітальні вкладення на 1 га, грн.	160,7	161,5
Приведені витрати на 1 га, грн.	82,5	72,6
Річний економічний ефект, грн.	-	19800
Термін окупності додаткових капітальних вкладень, років	-	0,085

Висновок: Отримані результати підтверджують економічну доцільність використання комбінованих обприскувачів для внесення робочих розчинів пестицидів. Це обґрунтовується досягненням річного економічного ефекту на рівні близько 20 тис. грн і поверненням додаткових капіталовкладень уже протягом одного сезону роботи.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У ході дослідження узагальнено теоретичні відомості щодо хімічного захисту сільськогосподарських культур від шкідників і хвороб, а також особливості внесення рідких мінеральних добрив, зокрема карбамідно-аміачної суміші (КАС). Проаналізовано типи та класифікацію сучасних обприскувачів і їхніх робочих органів, що дозволило впорядкувати наявні технологічні рішення у цій сфері.

2. Основними недоліками традиційних типів розпилювачів (щілинних та відцентрових) під час внесення КАС є підвищена витрата робочого розчину, обмежений ресурс експлуатації, надмірна дрібнодисперсність та висока ймовірність засмічення каналів. У зв'язку з цим для обробки рідкими мінеральними добривами доцільніше використовувати дифлекторні розбризкувачі. Вони забезпечують стабільну та якісну подачу добрив при дотриманні агротехнічних вимог, працюють на більших розмірах крапель (понад 350 мкм), споживаючи вдвічі менше енергії, та дозволяють ефективно здійснювати позакореневе підживлення без значного ризику втрат або пошкоджень культури.

3. Хоча пестициди складають лише 2–3% серед усіх шкідливих речовин, що забруднюють довкілля, за рівнем небезпеки для живих організмів вони мають один із найсильніших негативних впливів. Це пов'язано з тим, що пестициди є хімічно синтезованими речовинами, які є чужорідними для біосистем, на відміну від, наприклад, оксидів, важких металів чи нітратів.

4. Розроблено комплекс заходів із безпеки праці при роботі з пестицидами. Зокрема, створено карту безпеки праці для обприскувача ОП-2000, в якій визначено зони підвищеної небезпеки та вказано відповідні заходи для запобігання травматизму

5. Отримані результати підтверджують економічну доцільність використання комбінованих обприскувачів для внесення робочих розчинів пестицидів. Це обґрунтовується досягненням річного економічного ефекту на

рівні близько 20 тис. грн і поверненням додаткових капіталовкладень уже протягом одного сезону роботи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Безуглов В. Техника и технология внесения пестицидов / В. Безуглов // Международный сельскохозяйственный журнал. - 2003. - №1. - С. 55-59.
2. Белецкий, И.Н. Комплекс машин для применения пестицидов / И.Н. Белецкий // Защита растений. 1983. - №7. - С. 32-34.
3. Белецкий И.Н. Регулировка опрыскивателя / И.Н. Белецкий // Защита растений. - 1989. - №5. - С. 3 6-37.
4. Белецкий И.Н. Технология внесения гербицидов / И.Н. Белецкий. - Л.: Агропромиздат, Ленинградское отделение, 1989. - 176 с.
5. Веретенников Ю.М. Как отрегулировать опрыскиватель, проверить качество опрыскивания? Способ один - подбирайте распылители, считайте капли! / Ю.М. Веретенников, А.К. Лысов // Защита растений. - 1993. - №9. - С. 48-51.
6. Веретенников Ю.М. Регулировка штанговых опрыскивателей ОПШ-15-01, ОП-2000-2-01 и ОМ-630-2 на рациональный экологически безопасный режим работы / Ю.М. Веретенников, А. К. Лысов // Защита и карантин растений. - 1994. - №4. - С. 29-31.
7. Голоцуцких В.И. Методика определения качества работы распылителей / В. И. Голоцуцких, В. В. Олешицкий // Достижения науки и техники в АПК. - 2006. - №6. - С. 42-43 .
8. Дунский В.Ф. Монодисперсные вращающиеся распылители / В.Ф. Дунский, Н.В. Никитин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1981. - №8. - С. 11-14.
9. Дунский В.Ф. Пестицидные аэрозоли / В.Ф. Дунский, Н.В. Никитин, М.С. Соколов - М. : Наука, 1982. - 288 с.
10. Захаренко А. В. Совершенствование технологии внесения гербицидов / А. В. Захаренко // Агро XXI. - 2001. - №4. - С. 6-7.
11. Как выбрать нужный распылитель // Защита и карантин растений. - 2006. - №6. - С. 40-42.

12. Каспаров В.А. Применение пестицидов за рубежом / В.А. Каспаров, В.К Промоненков. - М. : Агро- промиздат, 1990. - 224 с.
13. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные машины / Н.И. Кленин, В.А. Сакур. - М.: Колос, 1980. - 671 с.
14. Кобылко Б.Г. Расчет распылителей щелевого типа / Б.Г. Кобылко, М.И. Незбрицкий, Л.Н. Козин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1983. - №10. - С. 19-20.
15. Лысов А.К. Аэрозольные технологии в защите растений / А.К. Лысов // Защита и карантин растений. - 2002. - №4. - С. 39-40.
16. Лысов А.К. Внесение пестицидов: из века минувшего в век нынешний / А.К.Лысов, Ю.М. Веретенников, Н.Н. Краховецкий // Защита и карантин растений. 2004. - №12. - С. 10-12.
17. Малообъемное опрыскивание гербицидами / Ю. Я. Спиридонов, М. С. Раскин, Н.В. Никитин, В.В. Поляков, В.А. Абубикеров. // Защита и карантин растений. - 2001. - №7. - С. 28-30.
18. Мартыненко В.И. К истории применения пестицидов в СССР / В.И. Мартыненко, А.Б. Фраткин // Защита растений. - 1984. - №6. - С. 22-24.
19. Масло И. П. Правила применения пестицидов / И.П. Масло, А.С. Барановский, С.П. Тимошенко // Земледелие. - 1987. - №9. - С. 53-55.
20. Машины для защиты растений / В.Ф. Федоренко, Ю.Ф. Лачуга, Л.С. Орси́к, Д.С. Баклагин и др. // Тенденции развития сельскохозяйственной техники за рубежом. - М., 2004. - С. 40-47.
21. Никитин Н.В. Технология внесения гербицидов / Н.В. Никитин, В.А. Абубикеров // Защита и карантин растений. - 2002. - №3. - С. 47-50.
22. Обладнання для захисту рослин: обприскувачі. ч.1. Методи випробування насадок для розприскування (ISO 5682-1: 1996, IDT) ДСТУ ISO 5682-1: 2005
23. Охорона праці при вирощуванні сільськогосподарських культур: Навчальний посібник / М.М.Сакур, В.Ф.Нагорнюк; Одеський державний

аграрний університет/. Кафедра безпеки життєдіяльності.— Одеса «Видавництво», 2009.-184с.

24. Попов С.Я. Основы защиты растений / С. Я. Попов, Л.А. Дорожкина, В. А. Калинин. - М. : Арт.- Лион, 2003. - 208 с.

25. Рабинович Е.З. Гидравлика / Е.З. Рабинович.- М.: Наука, 1980.- 278 с.

26. Ролдугин Н.И. Совершенствовать технологию внесения гербицидов / Н.И. Ролдугин, Л.А. Матюха, А.В. Ополонин // Кукуруза и сорго. - 1985. - №5. - С. 38-39.

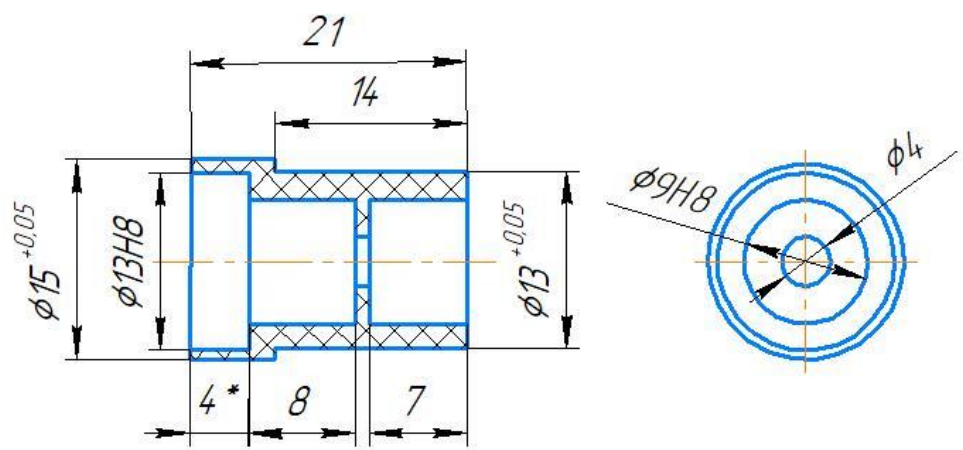
27. Хорошие распылители - высокий эффект обработок // Защита и карантин растений. - 2006. - №5. - С. 44-45.

28. Методичні вказівки до написання розділу «Охорона праці» в дипломних роботах магістрів інженерно-технологічного факультету. /Дніпро. держ. агр. ун-т. Дніпро, 2018 – 23 с.

29. Методичні рекомендації по економічному обґрунтуванню дипломних проектів для студентів факультету МСГ, що захищають диплом на кафедрі СГМ/Дніпропетр. держ. агр. ун-т. Дніпропетровськ, 2011, 20 с.

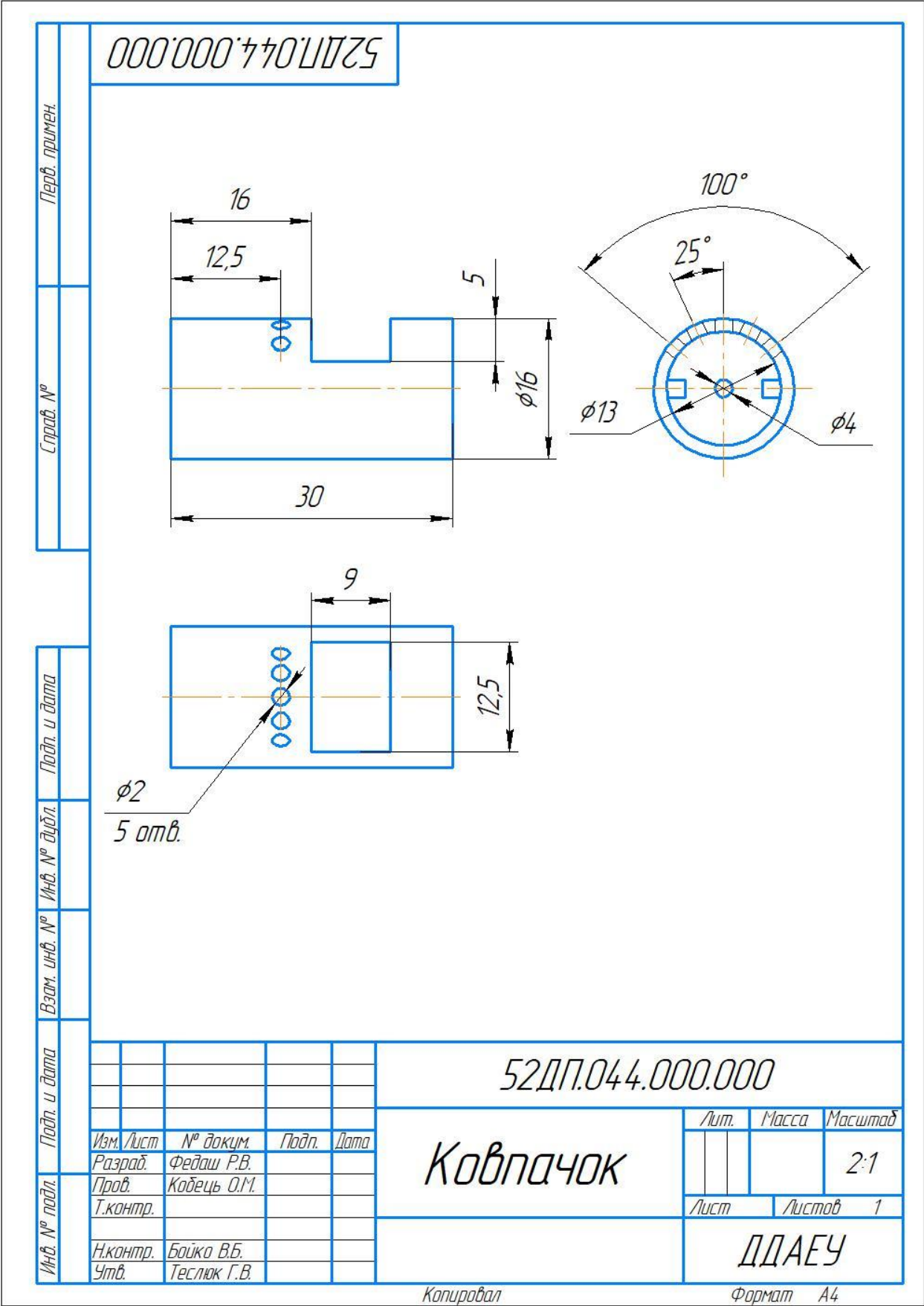
30. Teejet. Produkte fur Mobilsystem. Katalog 49A-D [Text] / Spraying Systems Co. - 2010. - 176 s.

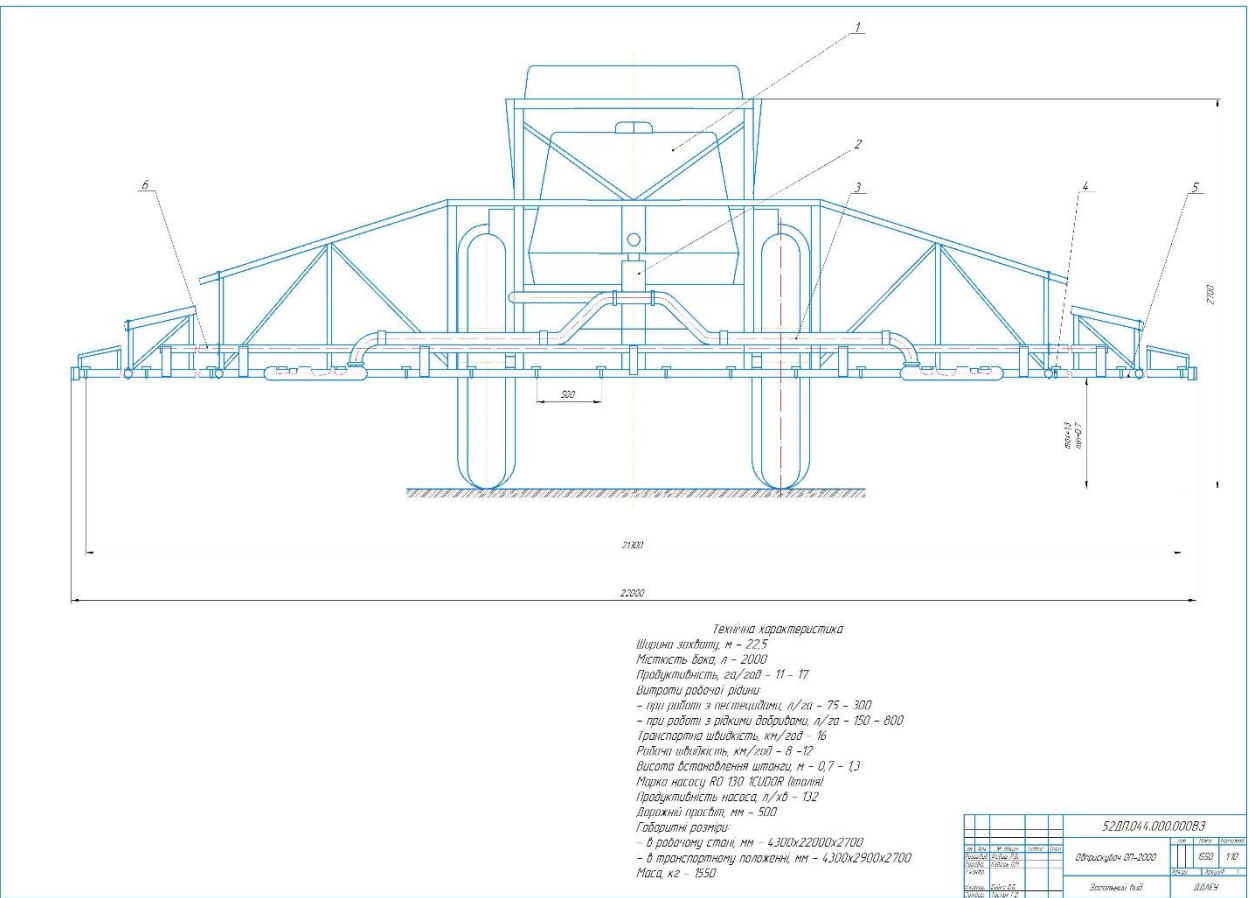
ДОДАТКИ

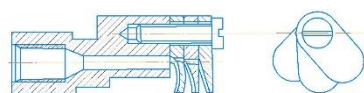


- 1. Невказані граничні відхилення розмірів $\pm \frac{t_2}{2}$.
- 2. Радіуси скруглень 2 мм тах.
- 3. * Розміри для довідок.

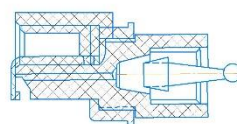
					52ДП.044.004.007			
					Корпус відсічного клапана	Літ.	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			0,02	2:1
Розробив		Федаш Р.В.				Аркуш	Аркушів	1
Перевір.		Кадець О.М.						
Т.контр.								
Н.контр.		Бойко В.Б.			ПЗВД ГОСТ 16337-77	ДДАЕУ		
Затвер.		Теслюк Г.В.						



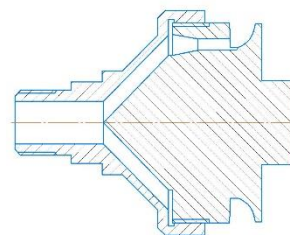




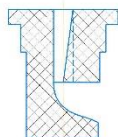
Патент №650589



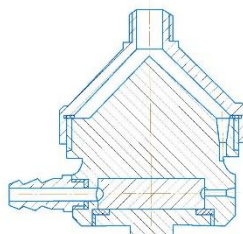
Патент №735227



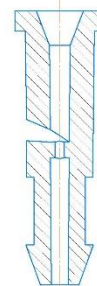
Патент №884647



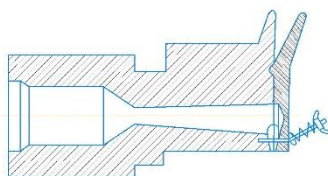
Патент №1050623



Пациент №118681



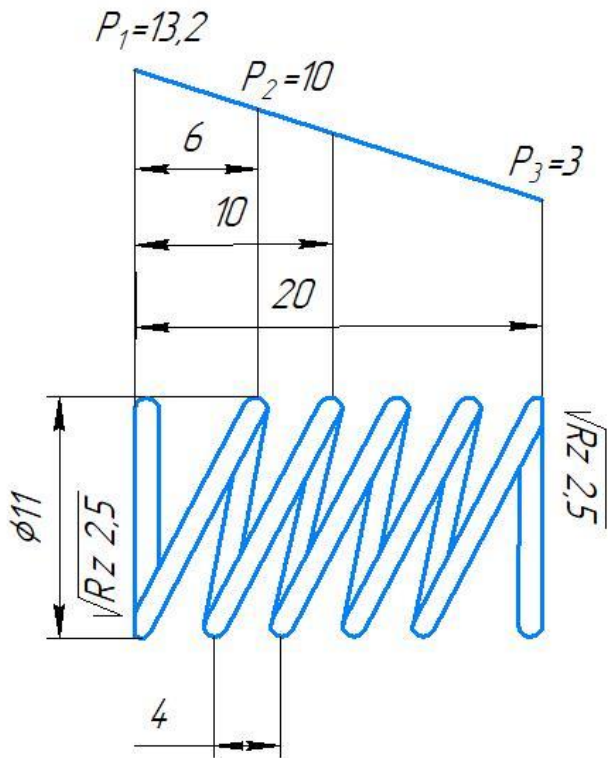
Патент №1480793



Патент №2012421

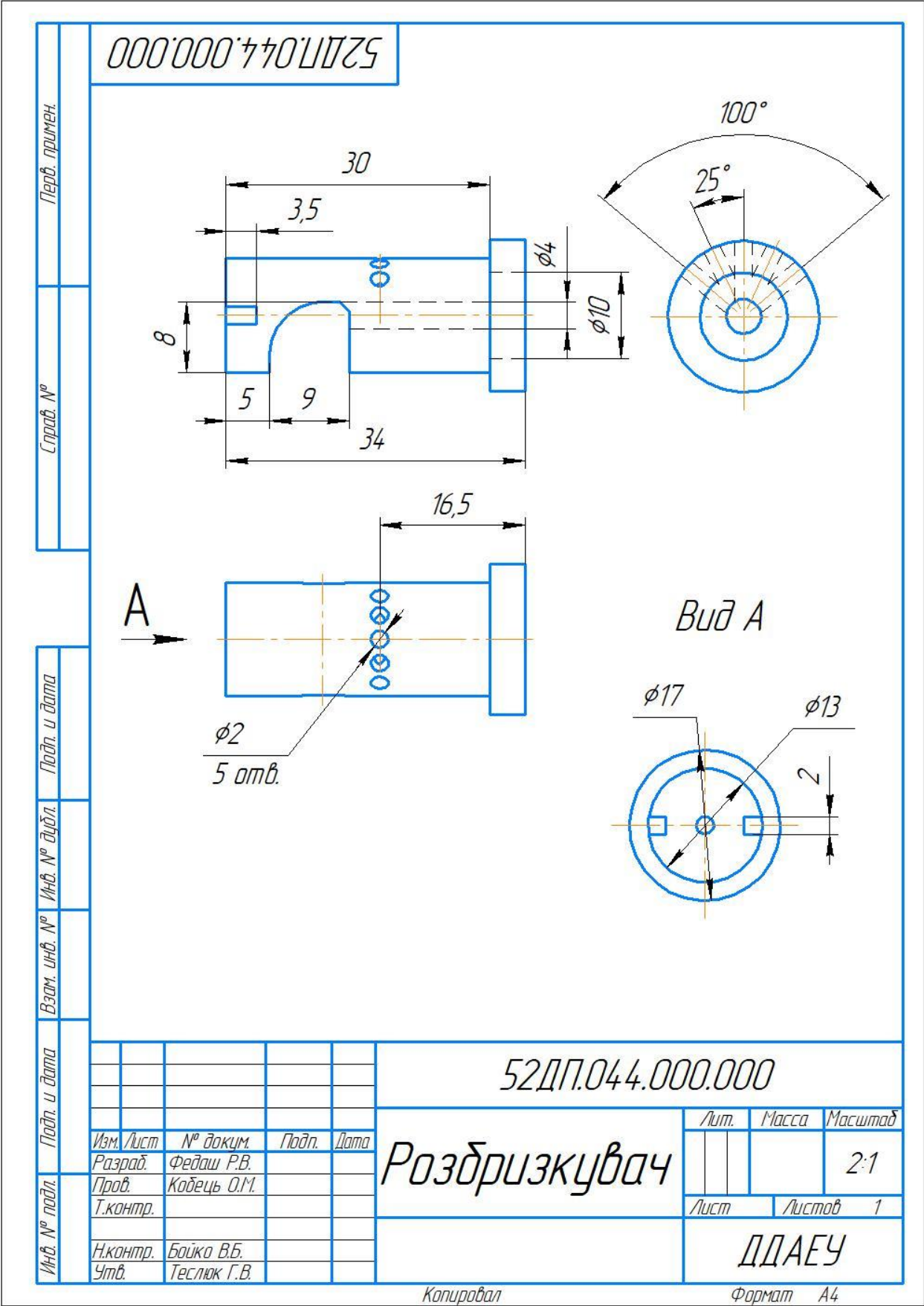
[illegible]

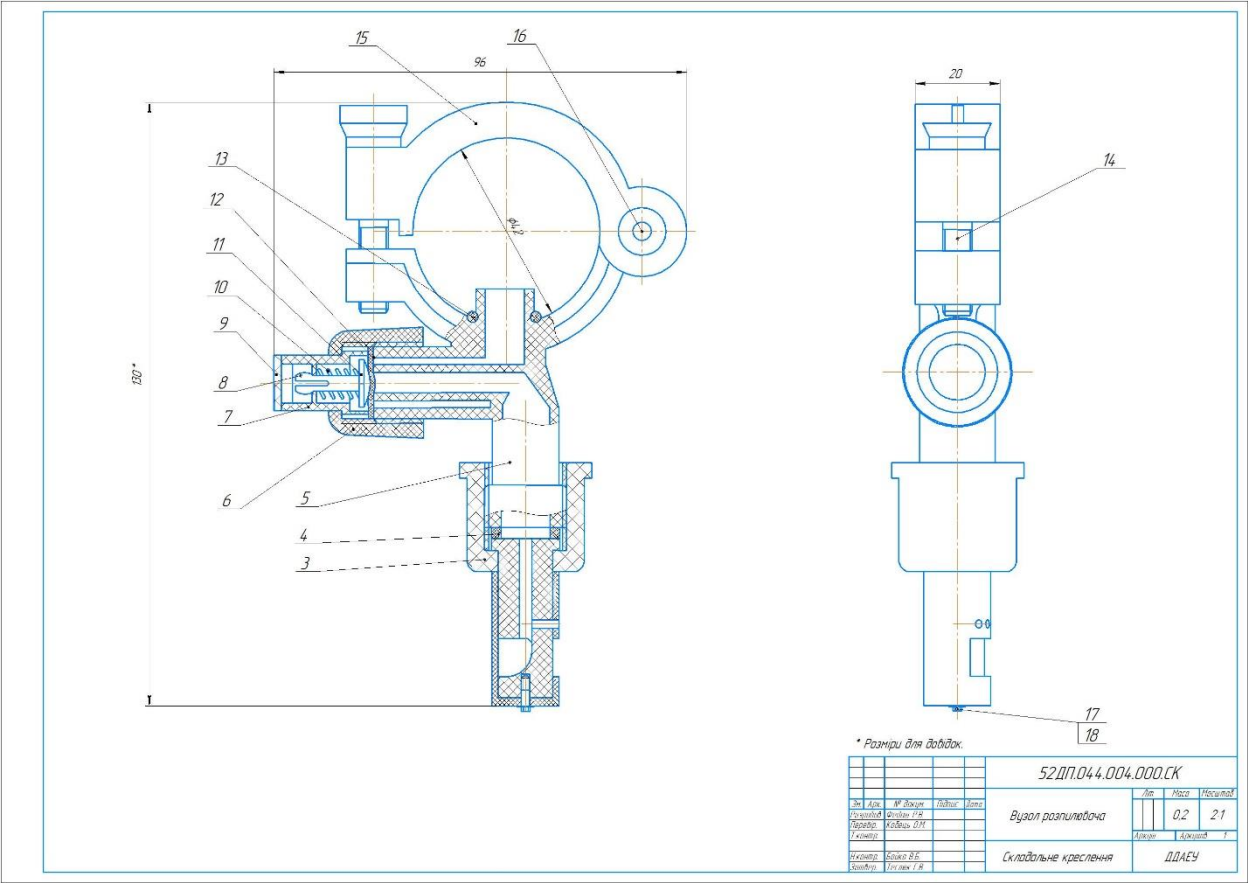
✓ (V)



- | | |
|-----------------------|--------|
| 1. Число витків | 5 |
| 2. Повне число витків | 6 |
| 3. Напрямок витків | Правий |
| 4. Твердість | HRC 45 |

					52ДП.044.004.010			
					Пружина	Літ.	Маса	Масштаб
Зм. Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				0,01	2:1
Розробив	Федаш Р.В.							
Перевір.	Кадець О.М.							
Т.контр.						Аркуш	Аркушів	1
Н.контр.	Бойко В.Б.				Дріт Б-1,0-ГОСТ 9389-75		ДДАЕУ	
Затвер.	Теслюк Г.В.							





[illegible]

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

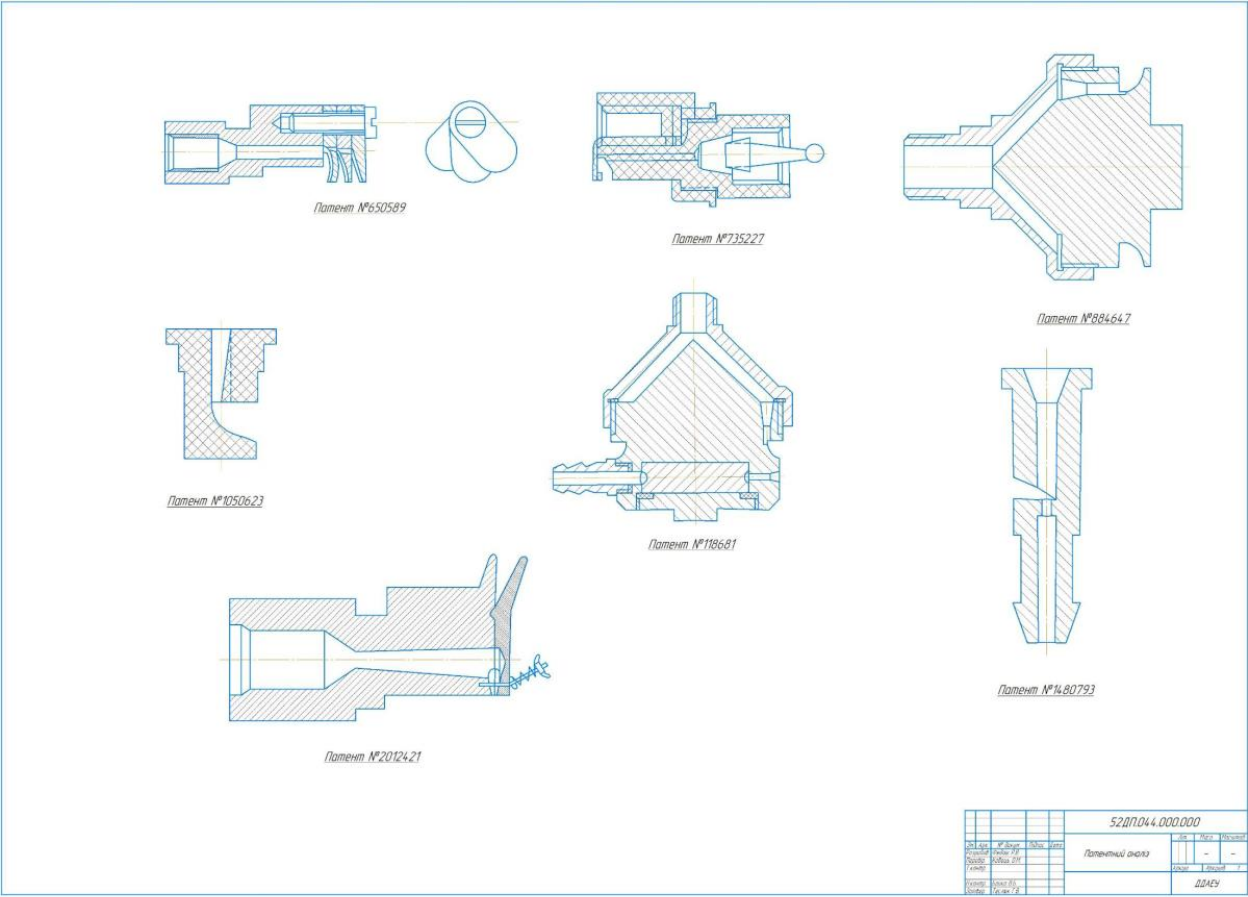
УДОСКОНАЛЕННЯ МЕХАНІЗАЦІЇ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ З РОЗРОБКОЮ
РОЗБРИСКУВАЧА КАС

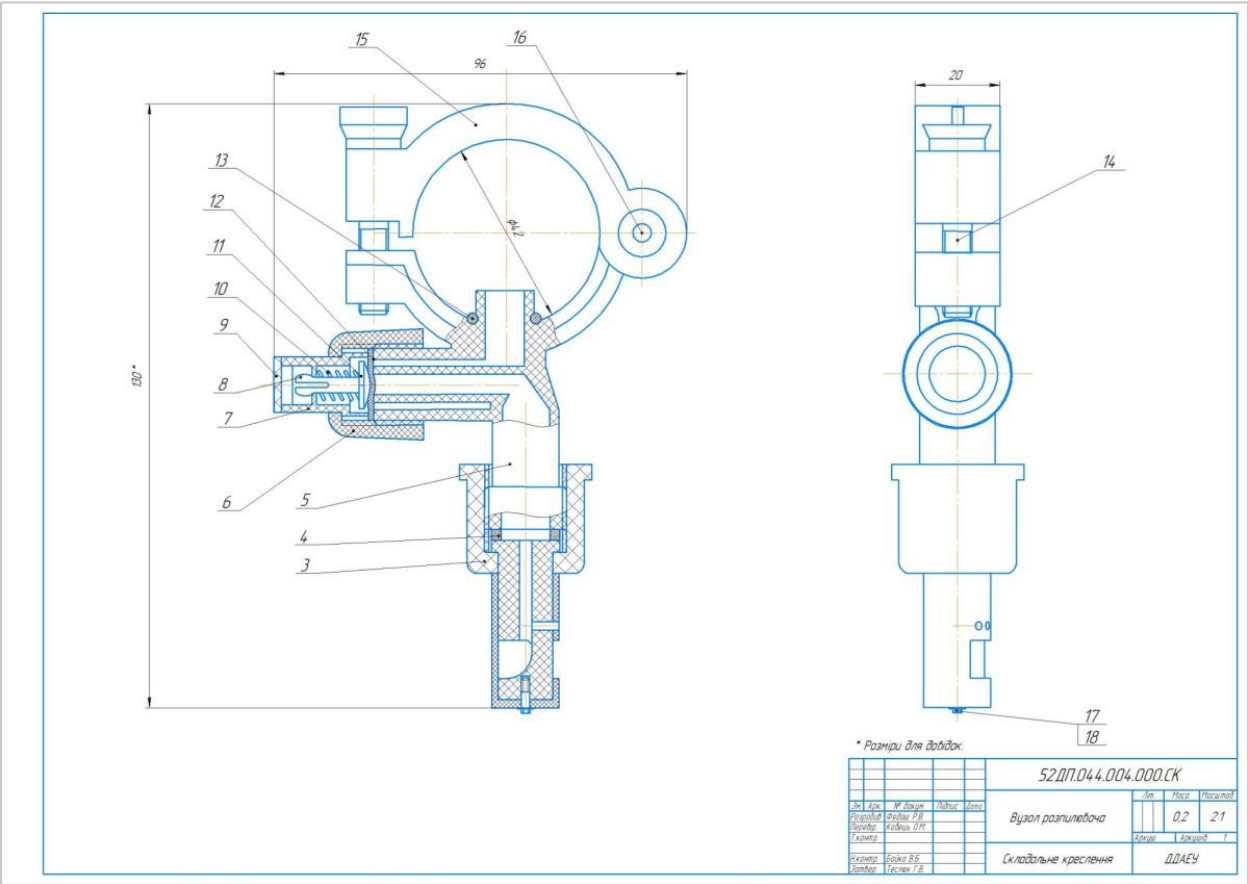
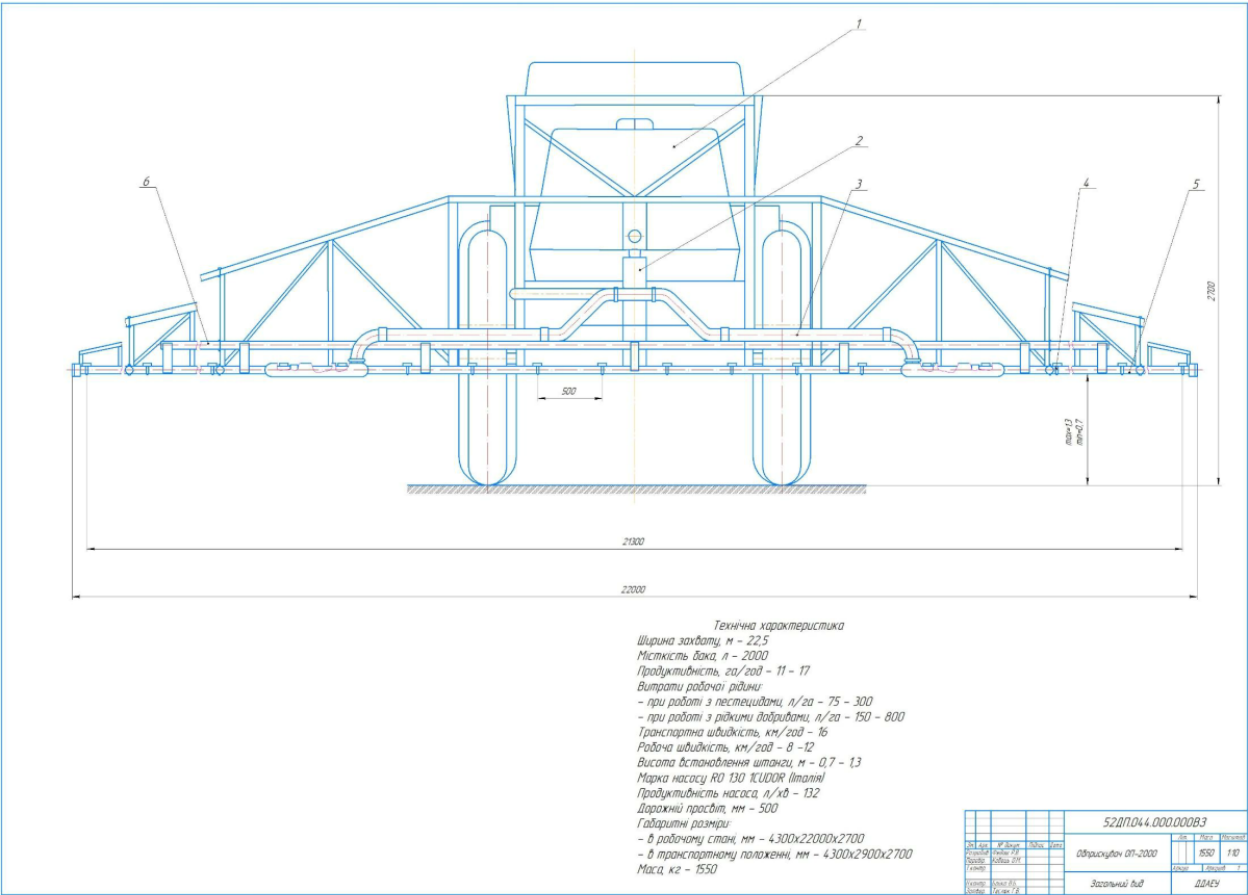
демонстраційний матеріал до дипломного проекту освітнього ступеня «Бакалавр»

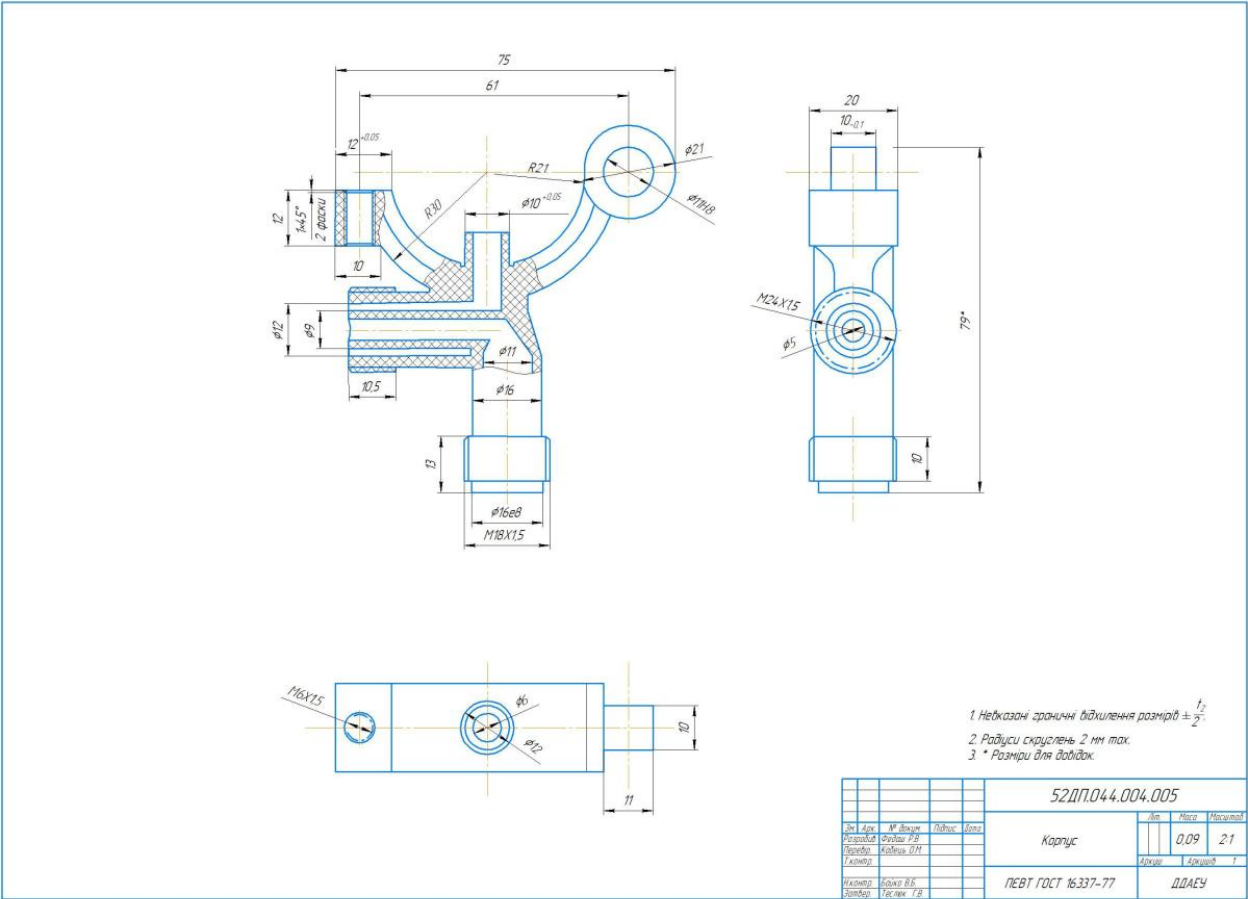
Виконав: студент 3 курсу
Федаш Ростислав Володимирович

Керівник: доцент
Кобець Олександр Миколайович

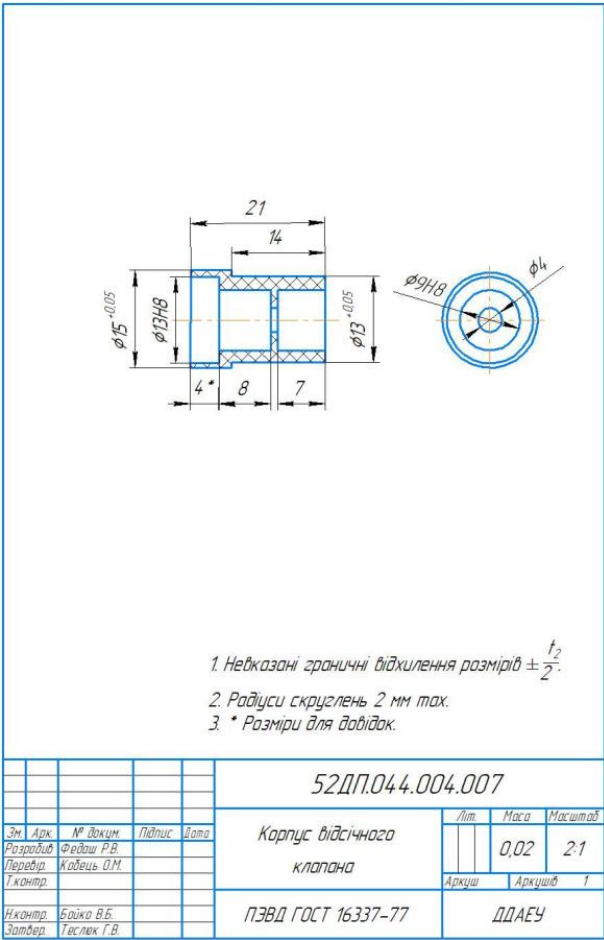
Дніпро-2025



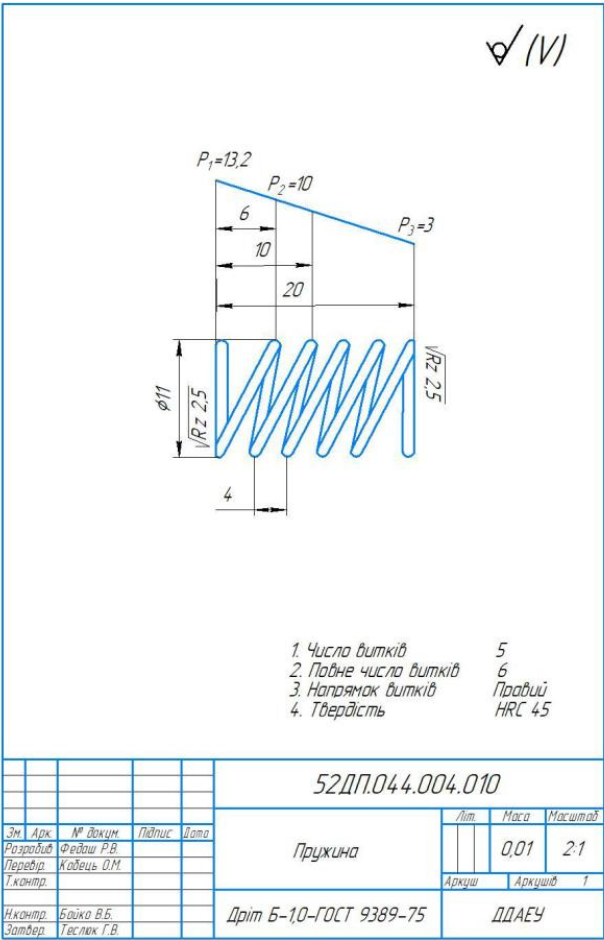




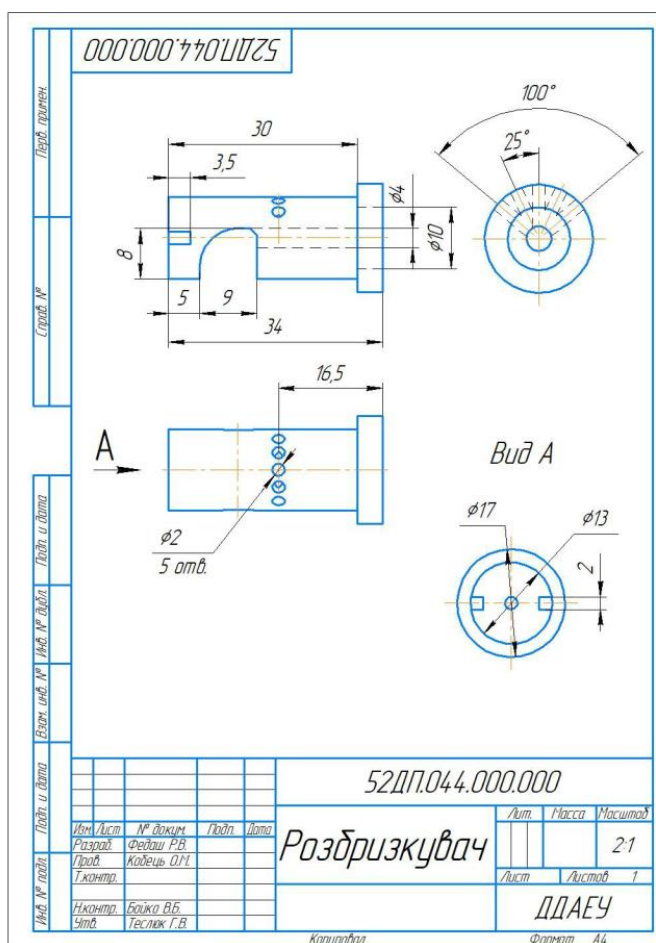
				52ДП.044.004.005		
Экз.	Арх.	№ докум.	Подпис.	Дата	Лист	Масштаб
Разработ.	Федосов Р.В.				0,09	2:1
Передпр.	Кабачек О.М.				Архив	Архив
Г.контр.						
Исполн.	Бойко В.Б.				ПЗВТ ГОСТ 16337-77	
Затвер.	Тесляк Г.В.				ДДАЕУ	



				52ДП.044.004.007		
Экз.	Арх.	№ докум.	Подпис.	Дата	Лист	Масштаб
Разработ.	Федосов Р.В.				0,02	2:1
Передпр.	Кабачек О.М.				Архив	Архив
Г.контр.						
Исполн.	Бойко В.Б.				ПЗВТ ГОСТ 16337-77	
Затвер.	Тесляк Г.В.				ДДАЕУ	



				52ДП.044.004.010		
Экз.	Арх.	№ докум.	Подпис.	Дата	Лист	Масштаб
Разработ.	Федосов Р.В.				0,01	2:1
Передпр.	Кабачек О.М.				Архив	Архив
Г.контр.						
Исполн.	Бойко В.Б.				ДрПт Б-10-ГОСТ 9389-75	
Затвер.	Тесляк Г.В.				ДДАЕУ	



№	ПОКАЗНИКИ	ВАРІАНТ	
		Базовий	Проект
1	Вид роботи	обприскування	
2	Об'єм роботи, га	2000	2000
3	Склад агрегату: тракто машина	МТЗ-82.1 ОПШ-2000	МТЗ-82.1 ОПШ-2000
4	Продуктивність, га/ год	17,2	21,5
5	Кількість нормо-годин у обсязі робіт	97,2	64,8
6	Кількість обслуговуючого персоналу -трактористів-машиністів -допоміжних працівників	1 -	1 -
7	Норма витрати пального, кг/ га	0,6	0,4
8	Комплексна ціна ПММ, грн/кг	30	20
9	Балансова вартість, грн -трактора -машини	175000 146300	175000 148000
10	Експлуатаційні витрати, всього грн	284231,5	276566,5
11	Капітальні вкладення, грн/ га	4165,71	4217,14
12	Приведені затрати, грн/га На весь обсяг роботи, грн	1436,94 502931	1422,76 497966
13	Річний економічний ефект, грн	-	19800
14	Строк окупності, років	-	0.085

ДОПОВІДЬ ЗАКІНЧЕНО, ДЯКУЮ ЗА УВАГУ