

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко – технологічний факультет

УДК 629.3.012631.333:631.82

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-технологічного
факультету

професор, доктор технічних
наук _____ **Братишко В.В.**

"__" _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри сільськогосподарських машин
та системотехніки ім. академіка П.М. Василенка,

доцент, к.т.н.

_____ **Гуменюк Ю.О.**

"__" _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему **"Обґрунтування параметрів і режимів роботи пневмовідцентрових
розсіювальних робочих органів машин для внесення твердих мінеральних
добрив"**

Спеціальність 208 "Агроінженерія"

Магістерська програма освітньо–професійної спеціалізації - Оптимізація
процесів параметрів і режимів роботи сільськогосподарської техніки

Гарант освітньої програми:

Доктор технічних наук, професор _____ Вячеслав Братішко

(підпис)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи:

к.т.н., доцент _____ Борис Онищенко

Виконав _____ Андрій Жабенко

Київ - 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко – технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри сільськогосподарських машин
та системотехніки акад. П.М. Василенко

_____ **Гуменюк Ю.О.**
"_____" _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА

Жабенко Андрій Юрійович

Спеціальність 208 "Агроінженерія"

Магістерська програма освітньо-професійної спеціалізації - Оптимізація процесів параметрів і режимів роботи сільськогосподарської техніки

Тема роботи " Обґрунтування параметрів і режимів роботи пневмовідцентрових розсіювальних робочих органів машин для внесення твердих мінеральних добрив "

затвердженого наказом ректора від 07.12.2023 р. №2223 "С"

Кінцевий термін подання роботи студентом - 10.11.2024р.

3 Вихідні дані для виконання роботи: Технології та машини для внесення мінеральних добрив.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити).

1. Огляд технологій і технічних засобів для внесення мінеральних добрив.
2. Обґрунтування параметрів пневмовідцентрового розсіювального робочого органа
3. Техніка безпеки при роботі машин для внесення мінеральних добрив.
4. Економічна ефективність при застосуванні експериментальної машини.

Висновки, список використаних джерел і додатки.

5. Перелік аркушів графічного матеріалу:

Слайд 1: Титульна сторінка. Слайд 2. Мета роботи

Слайд 3: Технології. Слайд 4. Основний вид експериментальної машини.

Слайд 5, Слайд 6: Експериментальний робочий орган

Слайд 7. ,Слайд 8 Експериментальні дослідження .

Слайд 9: Слайд 10, 11. Техніка безпеки.

Слайд 12: Економічні показники. Слайд 13: Висновки.

5. Дата видачі завдання: 09.10.2023 р.

Науковий керівник магістерської роботи _____ Онищенко Б. В

Завдання прийняв _____ Жабенко А.Ю.

ЗМІСТ

Реферат	6
Вступ	14
1.Огляд вітчизняних та зарубіжних технологій і машин для внесення твердих мінеральних добрив	16
1.1 Аналіз технологій внесення твердих мінеральних добрив	16
1.2 Аналіз конструкцій робочих органів машин для внесення твердих мінеральних добрив	24
2.Технологічні передумови розробки пневмівідцентрового розсіювального робочого органу машин для внесення твердих мінеральних добрив	42
2.1 Фізико-механічні і агробіологічні властивості твердих мінеральних добрив	42
2.2 Агротехнічні і експлуатаційні вимоги до машин для внесення твердих мінеральних добрив	45
2.3 Обґрунтування конструкції та функціональної схеми пневмівідцентрового розсіювального робочого органу	47
3. Обґрунтування основних параметрів пневмівідцентрового розсіювального робочого органу	50
3.1 Обґрунтування технологічного процесу роботи пневмівідцентрового розсіювального робочого органу та визначення його основних параметрів	50
3.2 Енергетичний розрахунок пневмівідцентрового розсіювального робочого органу	55
4.Охорона праці та навколишнього середовища.....	65
5. Економічна ефективність застосування пневмівідцентрового РРО.....	73
Висновки та пропозиції	78
Список використаної літератури	79
Додатки.....	81

РЕФЕРАТ

Основний зміст проекту викладено на 84 сторінках друкованого тексту, відображено в 5 таблицях та проілюстровано 16 рисунками. Робота містить 13 слайдів ілюстративного матеріалу.

Метою роботи є підвищення показників якості роботи машин для внесення твердих мінеральних добрив шляхом удосконалення конструкції та вибору раціональних параметрів пневмодцентрового розсіювального робочого органа.

В роботі проведено огляд і аналіз технологій, машин та робочих органів для поверхневого внесення твердих мінеральних добрив і обґрунтовано актуальність теми.

Розроблено конструкцію та досліджено основні параметри пневмодцентрового розсіювального робочого органу.

Визначено, що робоча ширина захвату машини МВУ – 5, обладнаної таким робочим органом вища: на 27 – 30% при внесенні гранульованих добрив і 17 – 20% при внесенні дрібнокристалічних добрив, ніж в серійної машини і складає відповідно: 15 – 17 м та 8 – 10 м.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: машини, тверді мінеральні добрива, удосконалення конструкції, раціональні параметри, пневмодцентровий розсіювальний робочий орган.

ВСТУП

Одним з найважливіших факторів підвищення родючості ґрунту і отримання високих урожаїв сільськогосподарських культур є хімізація сільськогосподарського виробництва. За даними Міжнародного інституту прикладного системного аналізу (IIASA), споживання мінеральних добрив в світі в 2013р становило 306 млн.тон.

Але в зв'язку з кризовим станом в якому в даний час перебуває економіка України, дози внесення добрив і врожайність основних сільськогосподарських культур є значно нижчим, ніж у США, Японії, Німеччині, Нідерландах та деяких інших розвинених країнах.

Внесення добрив здійснюється як поверхневим так і локальним способами. Поверхневий спосіб внесення більш продуктивний, потребує менших затрат праці порівняно з локальним. В наш час близько 90% мінеральних добрив вносяться поверхневим способом. Для цієї операції використовуються, в основному, машини з відцентровими розсіювальними робочими органами. Але вони вносять добрива з нерівномірністю, що перевищує допустимі норми в 2...3 рази.

Проблема підвищення рівномірності внесення добрив набуває актуальності в умовах розширення об'ємів їх застосування, а також вирощування с.-г. культур за інтенсивними технологіями.

Мета і задачі дослідження. Метою роботи є підвищення показників якості роботи машин для внесення твердих мінеральних добрив шляхом удосконалення конструкції та вибору раціональних параметрів пневідцентрового розсіювального робочого органа.

Для досягнення мети поставлені такі **завдання**:

- провести аналіз технологічних процесів та робочих органів машин для внесення твердих мінеральних добрив та розробити конструктивно-технологічну схему пневідцентрового розсіювального робочого органа;
- теоретично обґрунтувати основні параметри пневідцентрового

розсіювального робочого органа машин для внесення твердих мінеральних добрив

- провести розрахунок економічної ефективності роботи машини з пневмодіцентричними розсіювальними робочими органами;

Об'єкт дослідження – технологічний процес внесення твердих мінеральних добрив пневмодіцентричними розсіювальними робочими органами.

Предмет дослідження – конструктивно-кінематичні параметри та показники якості роботи пневмодіцентричних розсіювальних робочих органів машин для внесення твердих мінеральних добрив.

1.ОГЛЯД ВІДЧИЗНЯНИХ ТА ЗАРУБІЖНИХ ТЕХНОЛОГІЙ І МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

1.1. Аналіз технологій внесення твердих мінеральних добрив

Розробники сучасної системи ведення рослинництва розуміли, що базою для розробки точного землеробства має стати новітня високоякісна сільськогосподарська техніка, яку не можна створити без використання останніх досягнень мехатроніки. Однак, використання уже перших експериментальних зразків сільськогосподарських машин з електронікою показали, що існуючі електронні пристрої для використання в польових умовах підвищеної запиленості середовища, вологості, а також високого рівня вібрації та перепаду температур досить складні і дорогі, вони потребують висококваліфікованого обслуговування і ремонту при дефіциті запасних частин. Але ці труднощі вдалося подолати і невдовзі було створено адаптовані до використання на сільськогосподарській техніці мікропроцесори, а також електронні, фотоелектричні, ємнісні, електромагнітні, п'єзоелектричні і електромеханічні датчики та інші електронні пристрої.

Значних успіхів у електронізації машин досягли фірми “Amazone” (Німеччина), що є світовим лідером з розробки машин для внесення добрив, а також “Diadem”, “Rotina”, “Lely”, та інші. Машини з відцентровими РРО цих фірм забезпечують незалежність дози внесення добрив від швидкості руху агрегату. Застосування електронних приладів на машинах для внесення добрив дало можливість значно підвищити рівномірність розподілу добрив по поверхні поля.

На сьогодні завершена спільна робота із застосування електроніки та мехатроніки на сільськогосподарській техніці фірм-виробників тракторів і сільськогосподарських машин. У результаті такої співпраці було визнано раціональним встановити один багатоканальний процесор на тракторі, а на

сільськогосподарській машині використовувати лише уніфіковані за функціями датчики. Прикладом співпраці виробників тракторів і сільськогосподарських машин має бути трактор іноземної фірми “Case” (Німеччина). На цьому тракторі встановлено багатофункціональний мікропроцесор, до якого можна підключити датчик регулювання глибини обробітку ґрунту ґрунтообробних машин фірми “Lands berg” та оптимізації оприскувачів фірми “Holder”, машин для внесення мінеральних добрив фірми “Rotina”, сівалок “Saxonia” та інших машин.

Цей мікропроцесор забезпечує не тільки контроль і регулювання технологічних процесів агрегованих сільськогосподарських машин, а й на його моніторі висвічується робоча швидкість агрегату. Обсяг виконання роботи, параметри роботи двигуна та питома витрата палива. Останній показник дає можливість оптимізувати роботу агрегату і економити до 12% пального.

Електронні прилади, що використовувались на тракторах і сільськогосподарських машинах, удосконалювались паралельно з розвитком електроніки взагалі. На перших порах головним приладом був мікропроцесор, пізніше ЕОМ, нині їх замінив комп'ютер. Сучасні комп'ютери створюють передумови для контролю, оптимізації робочих процесів найскладніших сільськогосподарських машин (зерно - і плодозбиральних комбайнів тощо), а також технологічних ліній із кількох машин або навіть усієї працюючої техніки господарства.

Використання високоякісної техніки в країнах з розвинутим землеробством забезпечило зростання урожайності зернових (до 80 ц/га) та вагомий економічний ефект. Разом із тим було помічено, що строкатість урожаю на ланах, оброблених цією технологією, в межах одного поля хоча і значно зменшилась, але залишилась, тобто таке землеробство ще не відповідало критеріям точного.

Агрохімічний аналіз ґрунту, взятий на ділянках з різною урожайністю, показав, що вміст N, P, K на них істотно відрізняються, хоча мінеральні добрива вносили з високою рівномірністю. Причиною цього явища виявилось те, що

рослини використовують поживні речовини не лише внесені при вирощуванні даної культури, а й ті, що раніше нагромаджувалися у ґрунті. А вміст у ґрунті внаслідок господарської діяльності людей основних поживних речовин варіює на різних ділянках навіть одного поля сівозміни в широких межах (у кілька разів). Тому при рівномірному розсіюванні мінеральних добрив сумарна кількість нагромадженого раніше і внесеного під дану культуру N, P, K виявляється на різних ділянках різною.

Забезпечення рослин на різних ділянках одного поля різною кількістю основних поживних речовин не тільки спричиняє зниження потенційно можливої урожайності та ефективності застосування добрив, а й ускладнює механізоване збирання урожаю через неодночасне дозрівання плодів різних рослин та зумовлює зниження якості вирощеної продукції. Для забезпечення усім рослинам різних умов живлення необхідно розсіювати мінеральні добрива не однаковими дозами по всьому полю, а вносити їх диференційовано на окремих його ділянках залежно від кількості раніше нагромаджених основних поживних речовин у ґрунті.

Тому технологія диференційованого удобрення ґрунту загалом має бути такою:

- а) попереднє взяття проб ґрунту поля, наприклад, на ділянках $10 \times 10 \text{ м}^2$, тобто через кожні 10 м;
- б) проведення агрохімічного аналізу взятих проб;
- в) розроблення картограми поживних речовин у ґрунті;
- г) розроблення картограми диференційованого удобрення ґрунту для забезпечення заданого рівня поживних речовин;
- д) диференційоване внесення мінеральних добрив відповідно до розробленої картограми.

Однак, запровадження такої технології з використанням існуючих технічних засобів пов'язане з великими трудовими і фінансовими витратами.

У зв'язку з цим у різних країнах розпочалися роботи зі створення приладів для спрощення і здешевлення агрохімічного аналізу ґрунту. Зокрема,

фахівці флагманів електронної промисловості – США і Японії у 1983 р. розпочали створення оптичних (безконтактних) датчиків для визначення за допомогою ЕОМ вмісту Р, N, К у ґрунті.

Крім того, розроблялися опосередковані шляхи, наприклад, через урожайність вирощуваної культури на окремих ділянках поля.

Для цього збиральні комбайни обладнуються електронними приладами для визначення урожайності культури, яка збирається, і її по координатного запису в бортовий комп'ютер. Картографування урожайності ланів дає змогу зменшити трудові та фінансові витрати на проведення агрохімічного аналізу для застосування диференційованого удобрення у кілька разів. Разом з тим необхідно зауважити, що застосування таких опосередкованих шляхів проведення агрохімічного аналізу ґрунту забезпечує лише часткове зниження масштабності проблеми, але не її розв'язання.

Одним із кардинальних рішень щодо аналізу ґрунту на Р, N, К є розробка англійської фірми “KRM”. За їхнім методом визначення вмісту азоту, фосфору, калію в ґрунті здійснюється шляхом фотографування полів у інфрачервоних променях на спеціальну плівку з літака або супутника Землі.

Досягли значних успіхів і розробники оптичного приладу для проведення агрохімічного аналізу ґрунту. Проблему, яку не вдавалося розв'язати американським і японським фахівцям, розв'язали англійські та китайські вчені. Прилад, відзначено золотою медаллю на Паризькій виставці у 1994 р., створила англійська фірма “Challenge Agriculture”. Це оптичний прилад, який шляхом порівняльного вимірювання у двох точках відбитого світла вибраної смуги спектру забезпечує визначення вмісту в ґрунті Р, N, К та інших елементів. Він може обробляти більше 30 параметрів і запам'ятовувати 50 значень. Через 4 роки прилад аналогічного призначення розробили і китайські фахівці. Він побудований на основі транзисторів, фото датчиків та інших електронних елементів.

Іншою складною проблемою, яку необхідно розв'язувати при застосуванні диференційованого удобрення, є прив'язка результатів

агрохімічного аналізу до координат місця взяття проб ґрунту та передача цих даних на агрегат для внесення добрив. Адже при диференційованому удобренні ґрунту на кожній конкретній ділянці поля необхідно внести встановлену для неї дозу добрив.

Для визначення координат агрегату можна використовувати ротаційні пристрої, вимірювальним елементом яких, переважно, виступає колесо агрегату (трактора або машини), а реєстром лінійних обертів, шкалу якого проградуйовано в метрах, при чому для підвищення точності вимірювання, використовують без приводні колеса. Даний пристрій забезпечує прийнятну точність (відхилення не перевищує ± 2 м) вимірювання, але у його застосуванні є певні складності з урахуванням поворотів агрегату.

Найсучасніші способи визначення розміщення агрегату на полі в будь-який час пов'язаний з використанням радіосистеми. Один із таких способів розробила німецька фірма "Claas". До радіосистеми цієї фірми входять комп'ютеризована базова радіостанція, розташована в офісі (приміщені) ферми, та приймально-передавальні прилади, встановлені на польових агрегатах.

Застосування цієї системи дає можливість для маякової радіостанції 200 агрегатів, що працюють у радіусі не більше 9 миль з точністю ± 10 м.

В іншій радіосистемі аналогічного призначення англійської компанії "Massey Ferguson" спеціальні радіоприймачі та глобальну супутникову мережу застосовують на агрегатах, до складу якої входять 18 штучних супутників Землі, виведених на стаціонарні орбіти. Ця система допомагає з прийнятною точністю визначати координати агрегату. Але вона досить складна і дорога, а також значно залежить від електромагнітних факторів (грозові розряди, магнітні бурі).

Перший експериментальний зразок дводискової відцентрової машини для диференційованого внесення одного виду мінеральних добрив поклала в 1994 р. на виставці "Smithfield Farm Tech" англійська фірма "KRM". Для визначення вмісту поживних речовин у ґрунті використовують інфрачервоне фотографування поля із супутника Землі і складають картограму поживних

речовин ґрунту (координати апарату визначає система “GPS”). Для безпосередньої зміни дози добрив, які вносяться у ґрунт, використовують електронний прилад “Calibrator 2002”, функціонально з’єднаний із системою “GPS” та комп’ютером на дискеті якого записана картограма ґрунту.

У 1995 р. німецька фірма “Amazone” першою почала серійний випуск відцентрових машин для диференційованого внесення добрив – ZA–M max, на яких використовують таку ж систему визначення вмісту поживних речовин у ґрунті та координат агрегату, як і в попередній. Значним недоліком машини ZA–M max є висока ціна її електронного обладнання (75 тис. фунтів стерлінгів), що становить близько 50% її загальної вартості.

Піонером у освоєнні точного землеробства є агропромислове виробництво Великобританії. Наприклад, на фермі, розташованій у графстві Сафольн, протягом 3-ох років здійснювалась картографування урожайності, проводився координатний аналіз ґрунту в аномальних зонах, а диференційоване внесення добрив виконувалось іншою відцентровою машиною фірми “Amazone” – M–Tronik. Цей варіант точного землеробства забезпечив річний економічний ефект, у середньому, по 17,2 фунтів стерлінгів на 1 га. порівняно з рівномірним внесенням добрив.

Вчені Росії уже понад 7 років інтенсивно працюють над розробкою системи точного землеробства. Для координації цієї роботи постановою президії РАСГН на базі Всеросійського інституту механізації (ВІН) створено центр координатного землеробства. Для координації цієї роботи постановою Президії РАСГН на базі Всеросійського інституту механізації (ВІМ) створено центр координатного землеробства. Крім (ВІМа), над цією проблемою працюють ВІДА, ВНДІМС, НД КПТІР, ВНДІКОМР та інші наукові установи. Керівником цієї проблеми призначено віце-президента РАСГН, академіка Л. П. Карнавського.

Комплексні дослідження питань точного землеробства, виконані в Росії фахівцями із землеробства, агрохімії, рослинництва, механізації та економіки свідчать, що застосування диференційованого удобрення ґрунтів допомагає

підвищити продуктивність мінеральних добрив у 2-2,5 рази і додатково зібрати в Росії 10-15 млн.т. зернових одиниць продукції рослинництва без збільшення обсягів застосування мінеральних добрив.

У нашій країні з питань точного землеробства з ініціативи науковців проводяться дослідження уже близько 5-ти років на договірних засадах.

Враховуючи певні напрацювання вчених у цій галузі, в 2000 р. була розроблена „Програма створення та впровадження технічних засобів для технологій точного землеробства”, схвалена міжгалузевою комісією при Кабінеті Міністрів України 31 жовтня 2000 р. Для забезпечення виконання вищезгаданої програми при Міністерстві Промислової Політики України в 2001 р. створено Координаційну раду, до складу якої увійшли 22 фахівці, причому усі технічного профілю.

Серед набуттів у галузі точного землеробства можна відзначити такі:

а) створення мобільної машини для механізованого взяття проб ґрунту на базі чотириколісного мотоцикла. (Український центр випробування та прогнозування техніки).

б) обладнання з радіосистемою для картографування урожайності до вітчизняного зернозбирального комбайна „Лан” (Український центр випробування та прогнозування техніки).

в) розробка радіосистеми для визначення координат працюючих сільськогосподарських агрегатів з використанням базової радіостанції (НДІ „квант-навігація”).

г) створення електромеханічної системи для картографування урожайності до зернозбирального комбайна „Нива”.

д) складання картограм урожайності зернових культур.

е) створення електромеханічних виконавчих приладів для зміни дози внесення добрив при диференційованому удобренні ґрунтів (ННЦ „ІМЕСГ” НААН України).

є) складання картограм урожайності зернових культур з використанням обладнаного необхідними пристроями комбайна „Домінатор” (НАУ).

З ініціативи науковців ННЦ „ІМЕСГ” розроблено двосистемну машину для диференційованого удобрення ґрунту одночасно азотними, фосфорними і калійними добривами. Така двосистемна машина складається із бункера, встановленого на колесах, з одним з яких з’єднано датчик для реєстрації його обертів. У бункері на днищі змонтовано пластинчато-прутковий транспортер, а також закріплено дві перегородки, що розділяють його на три відсіки. У кожному відсіку під транспортером встановлено дозувальні заслінки, обладнані виконавчими механізмами. У днищі біля перегородки вирізані вікна, прикриті зверху похилими щитками. Під транспортером закріплено транспортну дошку, біля заднього кінця якої встановлено змішувач і розсіювальний диск. На закріпленій до транспортера штанзі встановлено оптичний прилад для агрохімічного аналізу ґрунту, а в його кабіні вмонтовано бортовий комп’ютер. Датчики, виконавчий механізм і оптичний прилад функціонально з’єднані з комп’ютером за допомогою проводів.

Для забезпечення роботи машини за певною системою необхідно попередньо провести координатний агрохімічний аналіз ґрунту одним із вищезгаданих способів, розробити його картограму, записати її на дискету.

Під час роботи машини з дискети в комп’ютер безперервно надходить інформація про вміст азоту, фосфору і калію в ґрунті, а від датчика – інформація про пройдену агрегатом відстань (за числом обертів), тобто координати розміщення агрегату на полі. Комп’ютер на основі цих сигналів повністю формує відповідні команди, що подаються на виконавчі механізми, які або трохи відкривають, або прикривають дозуючі заслінки, збільшуючи чи зменшуючи дози азотних, фосфорних і калійних добрив, які виносяться транспортером із відсіків бункера, залежно від вмісту азоту, фосфору і калію у ґрунті. Ці добрива проходять між прутками транспортера і через вікна подаються на транспортну дошку, по якій подаються на змішувач, а утворена суміш диском розсівається по поверхні поля.

Робота машини за другою системою ведеться таким чином. Оптичний прилад перманентно веде агрохімічний аналіз ґрунту, результати якого

надходять до комп'ютера, який формує команди про збільшення або зменшення видачі азотних, фосфорних і калійних добрив залежно від змісту їх аналогів у ґрунті.

Першу систему розробленої машини можна використовувати уже зараз для проведення агрохіміками та рослинниками досліджень, спрямованих на визначення ефективності диференційованого удобрення різних ґрунтів при вирощуванні різних сільськогосподарських культур.

Другу систему можна буде застосовувати лише після надходження на ринок оптичних приладів для агрохімічного аналізу, розроблених англійськими або китайськими фахівцями.

Перевагами цього варіанту машини перед іншими існуючими аналогами є те, що, по-перше, вона за один прохід агрегату забезпечує комплексне диференційоване удобрення ґрунту азотними, фосфорними і калійними добривами, а, по-друге, для її використання не потрібно проводити трудомісткий координатний агрохімічний аналіз ґрунту та розробляти його картограму, а також застосовувати складне і дороге обладнання (супутникові системи, базові та мобільні радіостанції та приймачі) для визначення координат удобрювального агрегату на полі.

Автори переконані, що масове освоєння диференційованого удобрення ґрунту розпочнеться тільки після налагодження серійного виробництва удобрювальних машин з установленими на них оптичними або іншими приладами для агрохімічного аналізу ґрунту.

1.2 Аналіз конструкцій робочих органів машин для внесення твердих мінеральних добрив.

Конструктивні й технологічні особливості машин для поверхневого внесення твердих мінеральних добрив в значній мірі визначається конструкцією розсіювального робочого органу (РРО).

За технологічним принципом РРО можна поділити на дві основні групи: металеві та транспортуючі (рис. 1.1). До першої групи слід віднести РРО, в яких

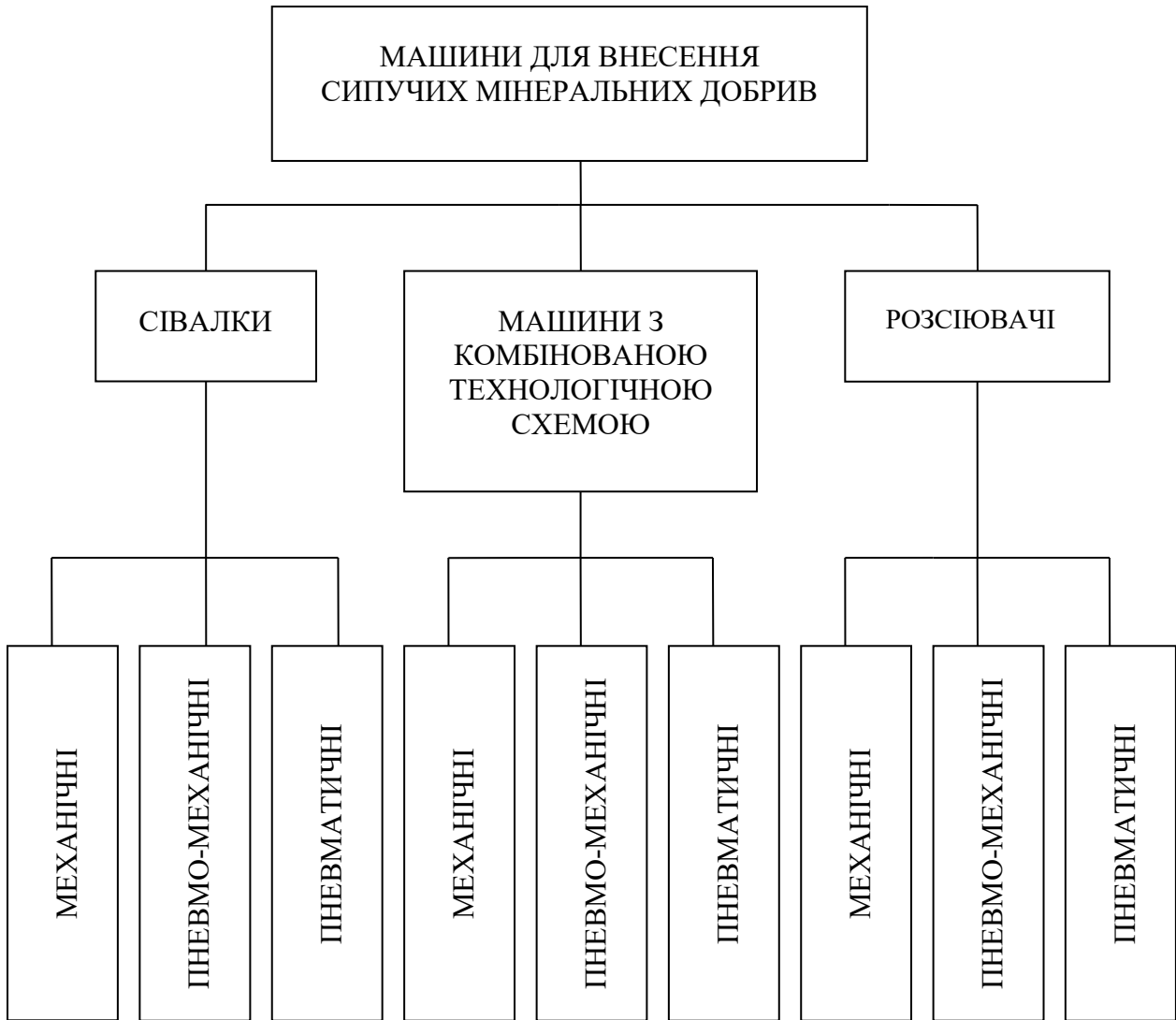


Рис. 1.1. Загальна класифікація машин для внесення сипких мінеральних добрив в ґрунт

конструктивна ширина машини менша, ніж її робоча ширина захвату в декілька разів. Внесення добрив по робочій ширині захвату вони здійснюють шляхом попереднього розгону частинок добрив з наступним викиданням їх в атмосферу. Після цього, добрива пролетівши певну відстань за рахунок кінетичної енергії, висіваються на поверхню поля суцільним шаром.

Другу групу складають машини, оснащені РРО штангового типу у них, конструктивна ширина захвату, приблизно рівна робочій ширині захвату машини. Добрива з кузова транспортуються конвеєром (або системою

конвеєрів) по робочій ширині захвату, а потім висіваються на поверхню поля. В транспортному положенні, конвеєри укладаються вздовж кузова машини.

Метальні РРО конструктивно прості, надійні в експлуатації. Істотним їх недоліком є підвищена нерівномірність внесення добрив, до 70%. Але, незважаючи на даний недолік, ці РРО широко застосовуються у багатьох машинах провідних фірм, які використовуються у сільськогосподарському виробництві ведучих країн світу.

За характером розгону добрив перед викиданням металеві РРО поділяються на відцентрові, пневматичні та пневмовідцентрові.

Відцентрові РРО найбільш розповсюджені, вони мають відносно просту конструкцію, характеризуються високою надійністю роботи.

Конструктивно відцентрові РРО можуть бути виконані у вигляді ротора, або диска з молотками.

В процесі роботи машин з маятниковим РРО добрива надходять з кузова в сопло. Сопло здійснює коливальні рухи в горизонтальній площині. Кут його повороту визначає сектор розсіювання. Сопло РРО під дією відцентрових сил розганяє добрива а потім вони вилітаючи в атмосферу, здійснюють вільний політ і висіваються на поверхню поля. Частоту коливань сопла вибирають з таким розрахунком, щоб не було незасіяних ділянок поля в процесі руху агрегату. Маятникові РРО отримали широке застосування в машинах фірм скандинавських країн.

Більш широку область застосування мають дискові РРО. В процесі роботи машини добрива дозуються і подаються на диски з лопатками, що обертаються, які і розсівають частинки добрив по робочій ширині захвату машини.

При внесенні добрив з підвищеною вологістю в дискових РРО відбувається налипання добрив на внутрішню поверхню лопатки, що суттєво впливає на якість розсівання добрив. Для усунення цього недоліку в Кубанському СГІ розроблені РРО з лопатками, що самоочищуються (рис. 1.2).

Поставлена мета досягається шляхом вібрації пружних лопаток, які в процесі роботи самоочищуються від налиплих добрив. Але, слід відмітити, що при

тривалій експлуатації РРО має місце налипання добрив на диски, при цьому лопатки втрачають пружність і не відгинаються.

В Білоруському політехнічному інституті розроблені РРО (рис. 1.3), в яких для очистки лопаток від добрив, що налипають, застосовують повітряний струмінь. В процесі роботи РРО від джерела повітряного потоку по трубопроводу повітря надходить в пневмокамеру, з якої воно спрямовується робочу поверхню лопаток.

Але й цей пристрій має недоліки. При внесенні вологих добрив, особливо підвищеними дозами, відбувається забивання вихідних отворів пневматичних трубопроводів.

Приведенні РРО мають складну конструкцію і низьку надійність роботи.

З метою підвищення якості розсіювання добрив по поверхні поля в УНДІМЕСТ розроблений РРО з удосконаленими лопатками (рис. 1.7), які оснащені радіальними пластинами [1]. Внутрішні кромки лопаток мають скос і довжина пластин зменшується від диска до периферії останніх.

В процесі роботи РРО диск приводиться в обертальний рух. Завдяки наявності радіальних пластин, добрива, що надходять на диск, заповнюють простір між пластинами по всій висоті лопаток. Під дією відцентрових сил добрива переміщуються до зовнішньої кромки лопатки і висіваються по поверхні поля.

Застосування такого РРО дає ефект при внесенні гранульованих добрив високої кондиції, в інших випадках лопатки залипають добривами.

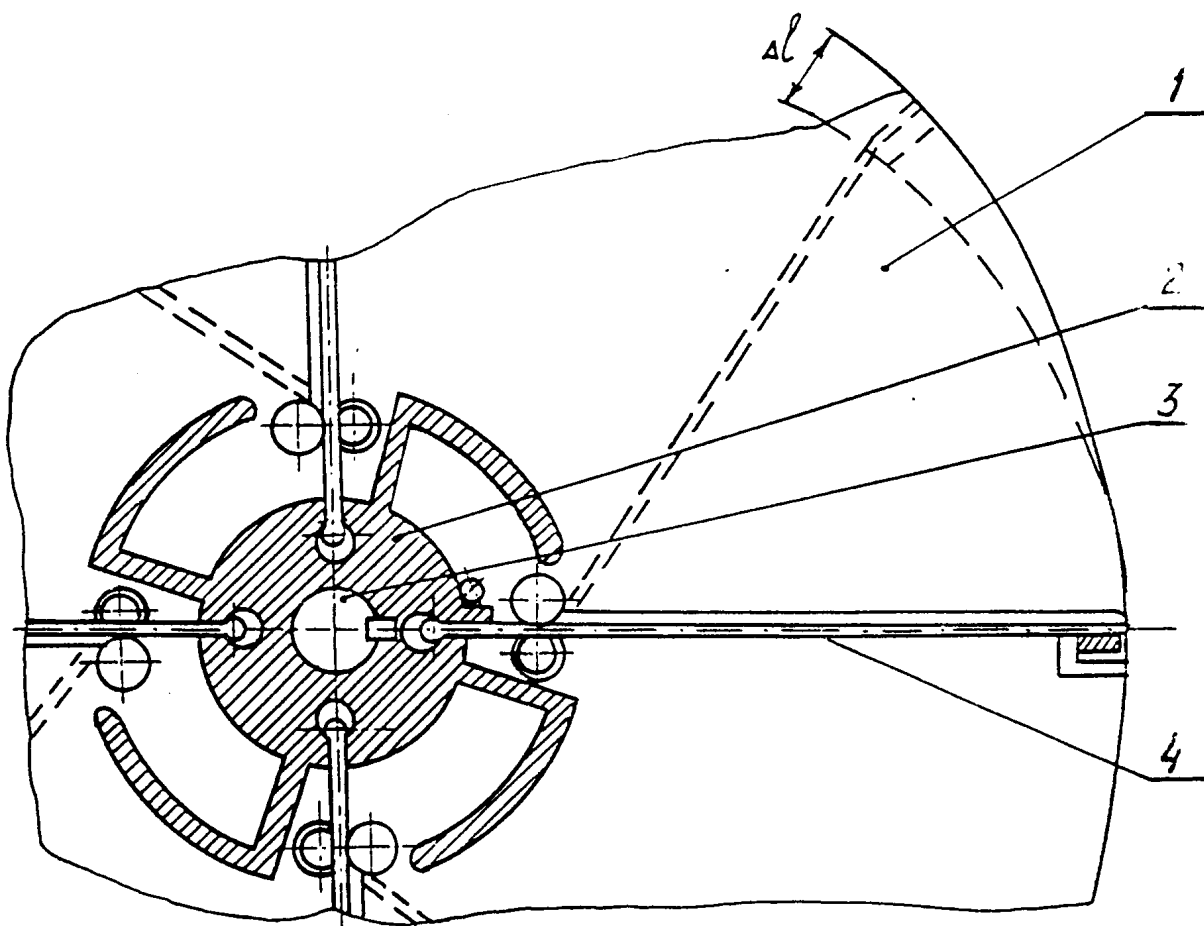


Рис. 1.2. Схема дискового РРО з лопатками, що самоочищуються Кубанського СГІ;

1 – диск, 2 – маточина, 3 – вал, 4 – лопатка.

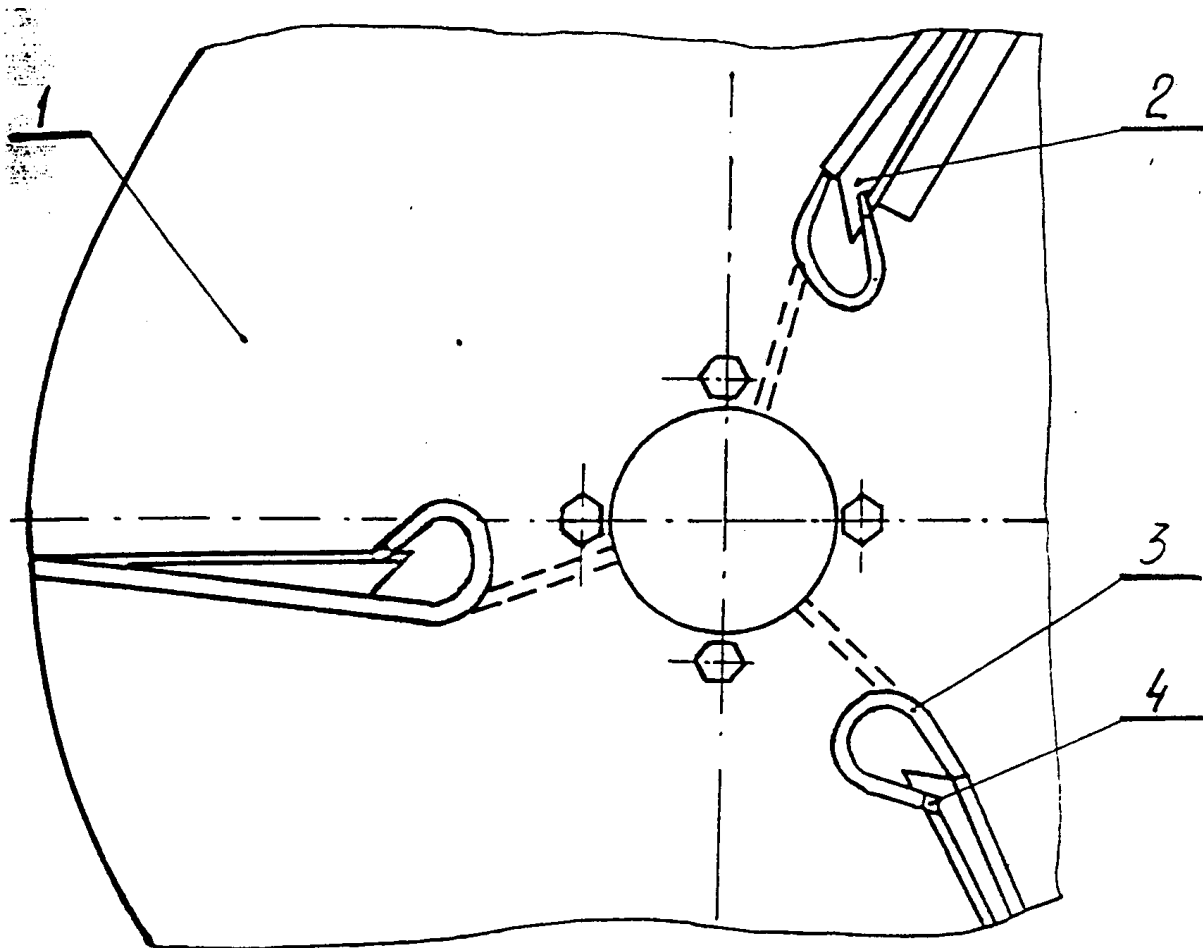


Рис. 1.3. Схема дискового РРО конструкції Білоруського політехнічного інституту;

1 – диск, 2 – лопатка, 3 – трубопровід, 4 – пневморозподільник.

В конструкціях РРО зарубіжних машин знаходить широке застосування кріплення лопаток з регульованим радіальним кутом, а також лопатками, що виступають за зовнішню кромку диска (подовжені лопатки). При цьому самі лопатки можуть бути різної форми виконання: з круглим перерізом, прямокутним, що звужується в напрямку до периферії, з загостреною верхньою кромкою. В окремих зарубіжних РРО застосовуються криволінійні лопатки. Вони можуть мати комбіновану форму: початкова ділянка лопатки пряма, а кінець її виконаний по формі гіперболічної спіралі. Дані технічні рішення не мають суттєвого впливу на нерівномірність внесення добрив.

Більш суттєвий вплив на розсіювання добрив здійснює форма виконання відцентрового диска [6]. Він може бути виконаний плоским, конусним або з відбортовного зовнішньої частини. Конструктивно плоскі диски більш прості, а конусні – більш складні, але останні забезпечують розсіювання добрив на більшу ширину захвату [1].

Відомі конструкції РРО, у яких диски виконані двоярусними або триярусними. Це дозволяє диференційовано вносити добрива: диски меншого діаметра засівають середню частину ширини захвату, а диск більшого діаметра - засіває периферію.

Відомі також РРО з комбінованою конусною поверхнею диска (рис. 1.4). З метою збільшення робочої ширини захвату зовнішній диск встановлений вершиною конуса вниз, а внутрішній диск – вершиною конуса вгору.

В процесі роботи РРО добрива надходять на лопатки внутрішнього радіуса, а потім сходять з них під дією відцентрових сил і поступають на внутрішні кромки лопаток зовнішнього диска. Після досягнення кінців лопаток, добрива розсіваються по поверхні поля.

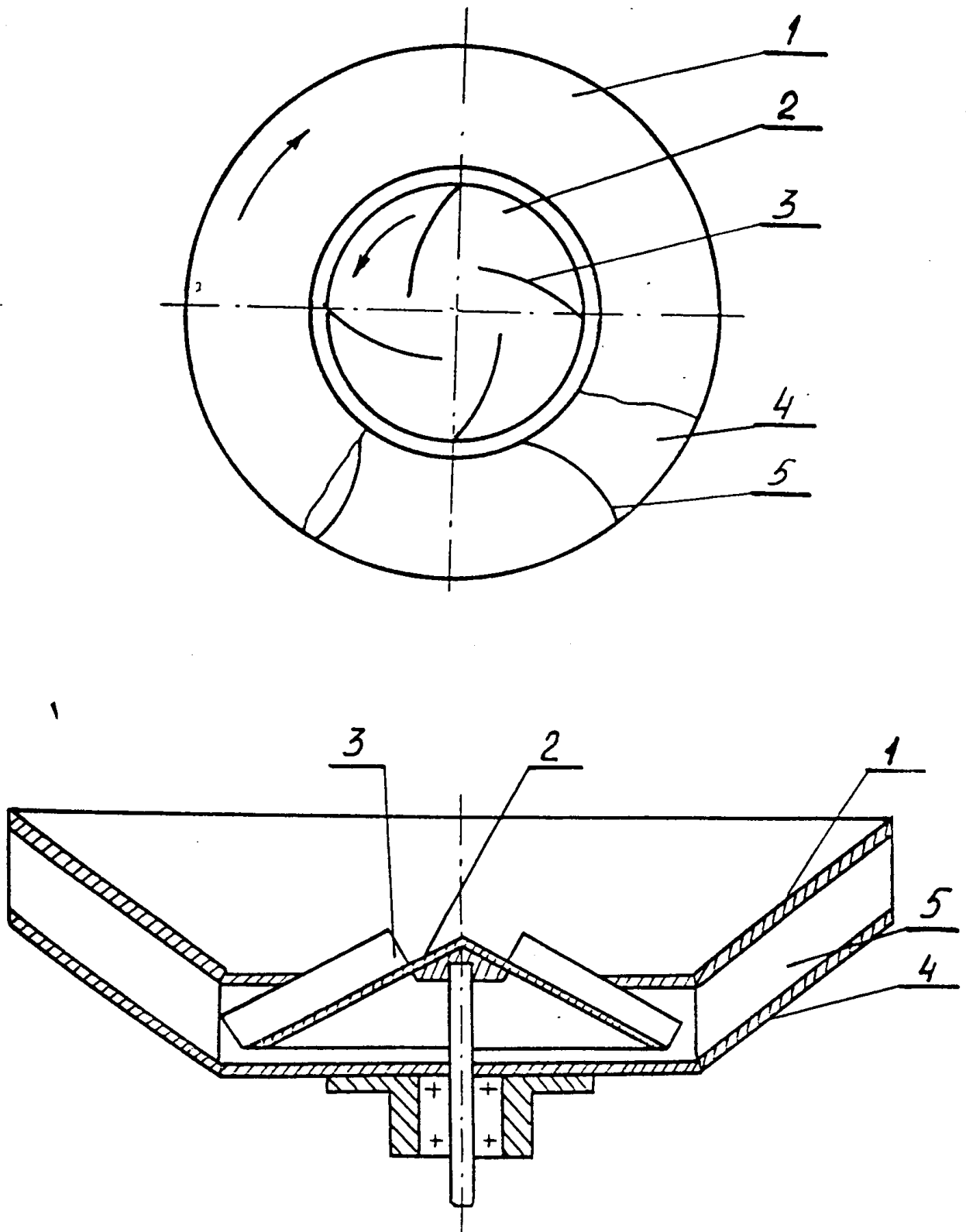


Рис. 1.4. Схема дискового РРО з комбінованою конусною поверхнею диска.

Виконано цілий ряд розробок, в яких збільшення ширини захвату досягають завдяки встановленню дискових РРО під кутом до горизонту. При цьому досягається ефект конусного диска. Але вказане рішення також має недоліки. По-перше, РРО конструктивно складні, по-друге, вони незадовільно працюють на внесенні великих доз добрив та вапна.

З метою збільшення робочої ширини захвату РРО встановлюють на відстані від кузова. В конструкції однієї з перших таких машин передбачене встановлення РРО над кузовом [1]. В процесі роботи машини добрива з кузова гвинтовим конвеєром подаються на диск, а він, обертаючись, розсіває їх по поверхні поля. Завдяки тому, що диск піднятий над землею, гранули добрив знаходяться в польоті більш тривалий час. Таким чином досягається збільшення робочої ширини захвату. Машина має складну конструкцію і низьку надійність роботи.

Конструктивно простіша машина аналогічного типу, в якій гвинтовий конвеєр встановлено горизонтально, а диски РРО віддалені один від одного на декілька метрів [1]. За рахунок того, що розсівання добрив дисками, що обертаються здійснюється з більш віддалених точок збільшується робоча ширина захвату на величину, рівну сумарній довжині гвинтових конвеєрів. Ця машина не отримала практичного застосування з двох причин: по-перше, вона має складну конструкцію; а по-друге, забезпечує низьку якість внесення добрив. Останнє має місце через те, що при внесенні добрив робоча ширина захвату кожного з дисків РРО складає 3...4 м – на внесенні порошкоподібних добрив (наприклад, калійної солі, вапна); 6...8 м – на внесенні гранульованих добрив. В зв'язку з цим розроблена машина з регульованою відстанню між дисками (рис. 1.5) [1]. Особливістю її конструкції є те, що дискові РРО встановлені з можливістю переміщення їх вздовж рами машини.

Машина United Kingdom (Великобританія) вимагає кузов (рис. 1.6), прикріплений до задньої навіски трактора, і переважно, два поперечних конвеєра: лівий і правий, на кінцях яких встановлені диски РРО. Можливе й

встановлення додаткового заднього конвеєра з РРО. Добрива з кузова подаються на поперечний і задній конвеєри, а потім на РРО.

Незважаючи на те, що віддалення дисків від кузова збільшують робочу ширину захвату, ці машини в наш час не можуть знайти практичного застосування в нашій країні. Вони мають складну конструкцію.

Відомі більш прості конструкції машин з віддаленням дисків РРО, встановлених на різній висоті, причому один з дисків зміщений відносно іншого перпендикулярно до напрямку руху машини. Враховуючи розміри кузовних машин, не важко зробити висновок, що зміщення дисків на відносно невеликі відстані не дає суттєвого ефекту. Загальним недоліком усіх відцентрових РРО є низька якість внесення добрив.

Пневматичні РРО менш розповсюджені ніж відцентрові. Вони знайшли застосування лише на окремих зразках машин, які були виготовлені на етапі науково-дослідних і дослідно-конструкторських робіт.

Особливістю конструкції пневматичних РРО є наявність вентилятора з повітропроводом, який оснащений розгінним соплом і живильником. Останній служить для подачі добрив з середовища з атмосферним тиском в сопло з надлишковим тиском. Пневматичні РРО, в основному, відрізняються між собою конструкцією живильника розгінного сопла, який може бути виконаний у вигляді шлюзового затвора або ежектора.

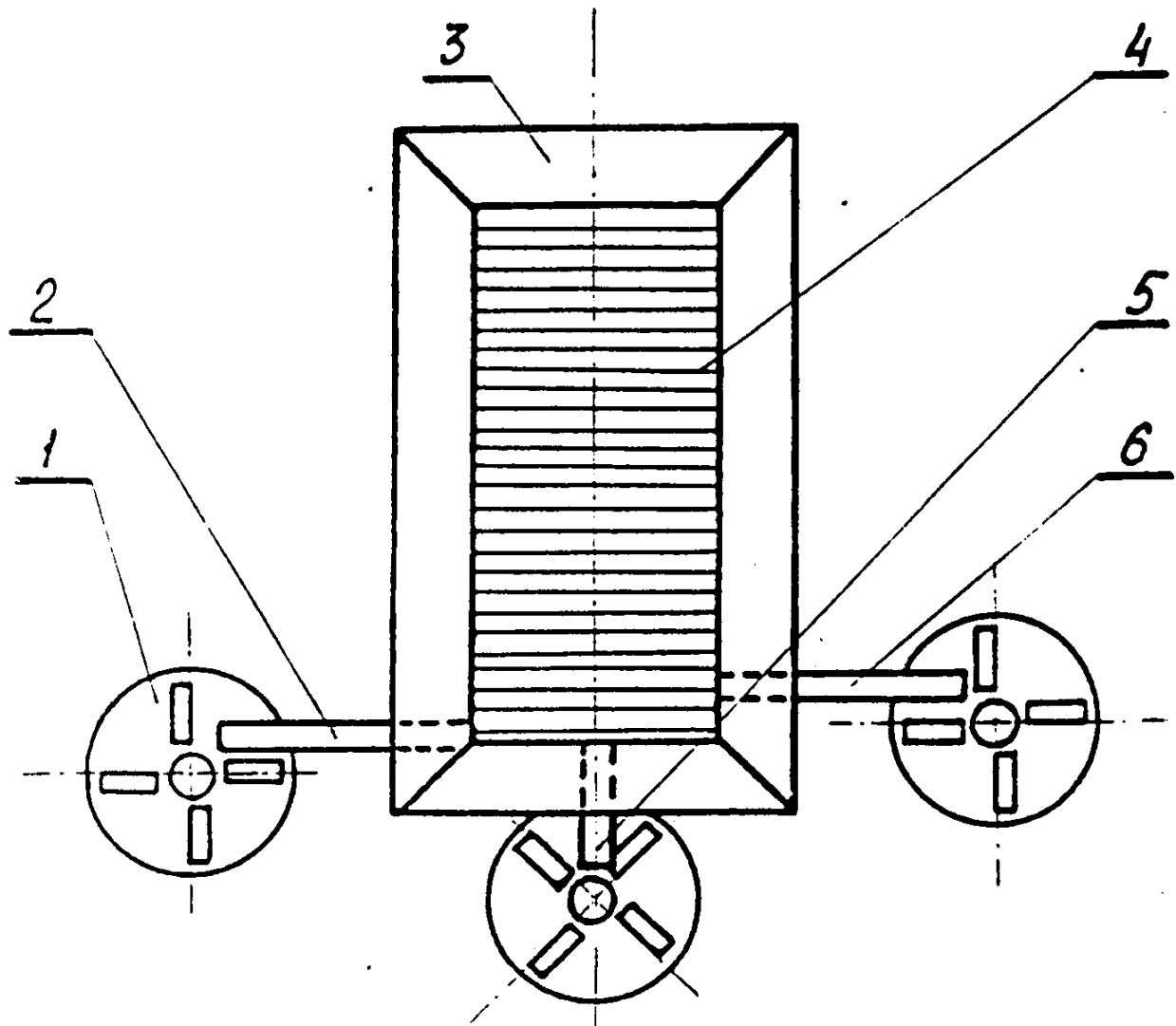


Рис. 1.5 Схема машини з віддаленими РРО фірми „United Kingdom”;

1 – РРО, 2, 5, 6 – конвеєри, 3 – кузов, 4 – транспортер.

В процесі роботи машин з пневматичним РРО вентилятор створює потік стисненого повітря, який по повітропроводі поступає в розгінне сопло. Одночасно з цим добрива з кузова подаються через вивантажувальне вікно в живильник, який спрямовує їх в сопло. В процесі руху вздовж сопла добрива розганяються повітрям, а потім рухаються в атмосферу разом з повітряним струменем в напрямку оброблюваної ділянки поля. Під час руху добрив в атмосфері повітряний потік супроводжує їх, завдяки чому зменшується ступінь гальмування їх повітрям. Даний ефект особливо суттєво проявляється при внесенні порошкоподібних добрив. Здійснивши політ в атмосферному повітрі

вздовж робочої ширини захвату, добрива висіваються на поверхню поля. Для підвищення рівномірності висіву кінець розгінного сопла оснащується різними направляючими пластинами або пальцями. Сопло може використовуватися коливальним в вертикальній або горизонтальній площинах.

Перший пневматичний РРО, виготовлений в УНДІМЕСТГ, був оснащений шлюзовим живильником [1]. В процесі його експлуатації було встановлено: наявність шлюзового живильника зменшує надійність технологічного процесу і ускладнює конструкцію. Більш ефективним виявилось застосування ежекторного живильника. Перевагою описаного РРО пневматичного типу є відсутність обертових деталей в зоні розгону добрив. Завдяки цьому знижується налипання вологих добрив на їх робочі поверхні, зменшується руйнування гранул.

Суттєвими недоліками пневматичного РРО, описаного вище, є складність конструкції, викликана наявністю вентилятора з індивідуальним приводом і довгого повітропроводу. Крім того, висів добрив вони здійснюють по чергово тільки в один бік. З метою усунення цього недоліку була розроблена машина з пневматичним РРО, що складається з декількох розгінних сопел (рис. 1.6). Це рішення також не отримало практично широкої реалізації через підвищену енергомісткість процесу розсіювання добрив.

Таким чином можна зробити висновок, що вказані недоліки не дозволяють пневматичним РРО знайти широке застосування. Крім того, слід особливо відмітити: пневматичні РРО непридатні для внесення вапнякових матеріалів, а при дозах внесення вище 1000 кг/га відбувається забивання розгінного сопла.

Пневмовідцентрові РРО здійснюють розгін добрив відцентровим способом, а в процесі їх викидання в атмосферу подають супутній струмінь стисненого повітря по напрямку руху частинок добрив. Вони мовби об'єднують переваги перших двох типів РРО. Розгін добрив здійснюється ефективно як відцентрові, а повітряний струмінь супроводжує частинки добрив, що летять, як у пневматичних РРО. В залежності від форми конструктивного виконання

пневмовідцентрові РРО можна поділити на вентиляторні та дисково-вентиляторні.

Вентиляторні РРО можуть мати різну форму конструктивного виконання. Так в РРО конструкції ВІСГОН (рис. 1.7) ротор заключений в кожусі [1]. На верхній поверхні його диска закріплені лопатки, а на нижній – лопаті. Кожух має завантажувальне вікно і вихідний патрубок, виконаний у вигляді зрізаного конуса.

В процесі роботи РРО частинки добрив через туконапрямник надходять на диск ротора, захоплюються верхніми лопатками і пересуваються до вихідного патрубку. Повітряний потік, що надходить через повітрязабірні отвори переміщує частинки з менш активної зони в більш активну (в бік периферії). Лопаті запобігають втраті добрив через зазор між диском і конусом, при цьому повітряний потік не лише ущільнює зазор, але й змушує частинки концентруватися і формувати струмінь сходу добрив. Суттєвими недоліками вказаного РРО є висів добрив не сектором, а вузьким струменем. Це призводить до зменшення робочої ширини захвату. Крім того, зазор між кожухом і торцем диска залипає добривами, що призводить до пошкодження РРО.

Більш ефективну схему мають дисково-вентиляторні РРО. Прикладом є РРО (рис. 1.7.), що включає обертальний диск з лопатками, під диском встановлене сопло, з'єднане з вентилятором і зорієнтоване в напрямі сходу частинок добрив [1]. Зверху над диском встановлений вітрозахисний пристрій.

В процесі роботи РРО добрива надходять на диск, який обертається і захоплює їх лопатками й розганяє. Під дією відцентрових сил добрива переміщуються вздовж лопаток до зовнішньої кромки диска й злітають з нього. Створений вентилятором повітряний потік поступає по повітропроводу і через сопла подається в вітрозахисний пристрій. В останньому частинки добрив змішуються з повітрям, утворюючи аеросуміш, яка, рухаючись в напрямку розсіювання, гальмується, а потім з неї висіваються частинки добрив на

поверхню ґрунту. Застосування піддуву підвищує рівномірність розсіювання добрив по поверхні поля.

Але і цей РРО має недолік, що заключається в підвищеній енергомосткості і обмеженій робочій ширині захвату.

Більш просту конструкцію має РРО без вітрозахисного пристрою (рис. 1.8). Повітря з сопла подається прямо під частинки добрив, що сходять з диска в бік периферійних ділянок робочої ширини захвату. Повітряний потік створюється спеціальним вентилятором з

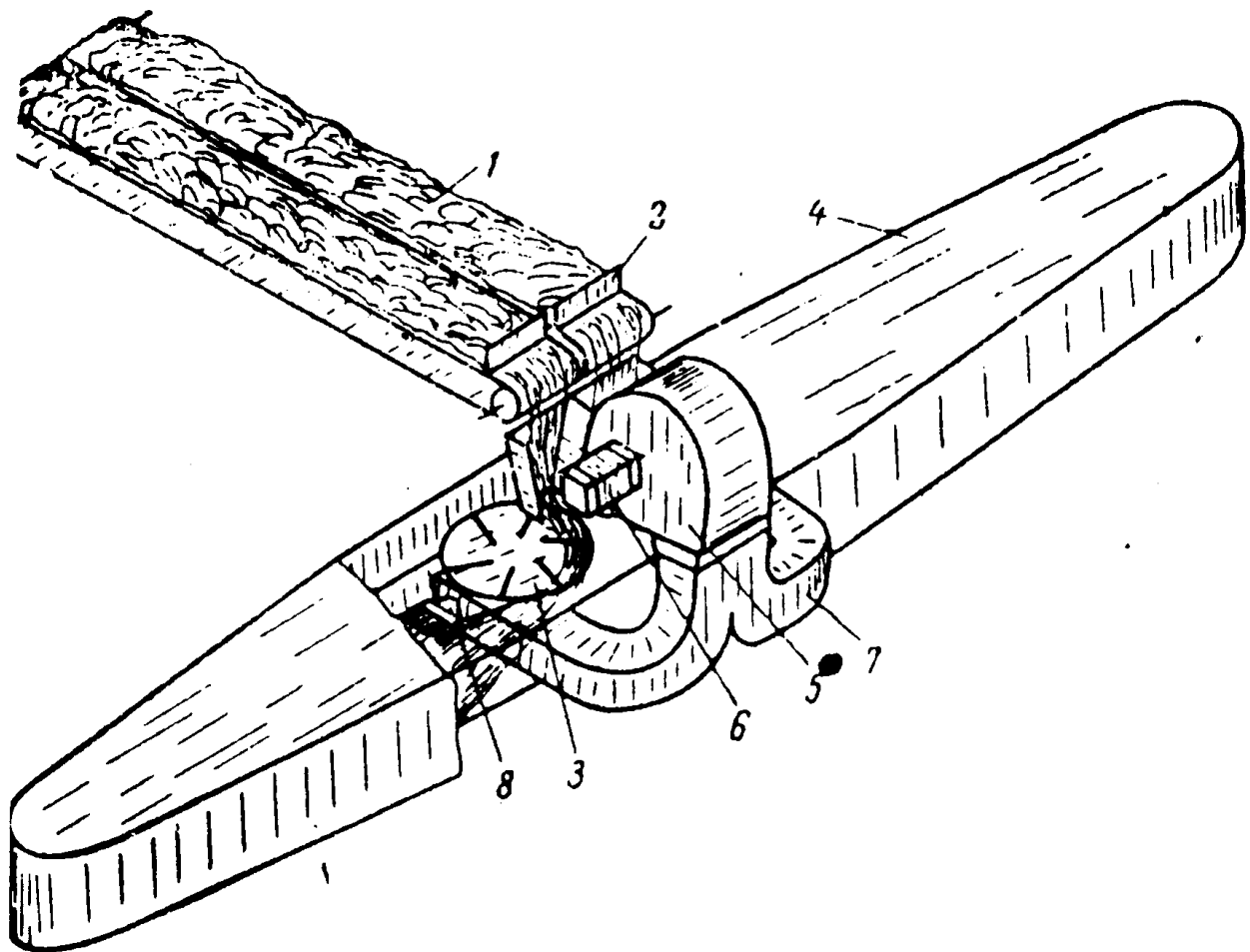


Рис. 1.7. Конструктивна схема машини з пневмовідцентровим РРО

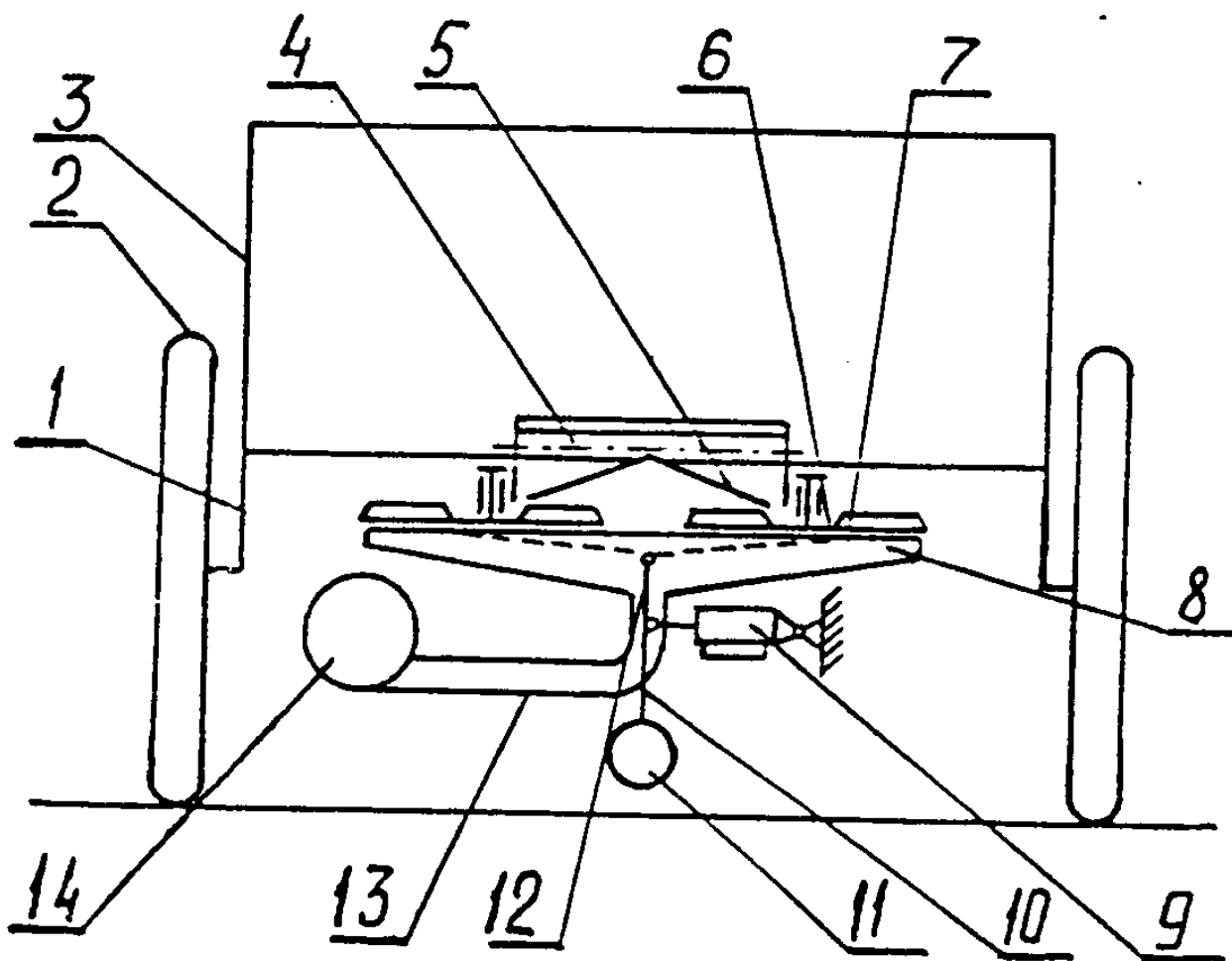


Рис. 1.8. Схема машини з пневмовідцентровим РРО дисково-вентиляторного типу.

індивідуальним приводом. Цей РРО має високий ступінь надійності технологічного процесу. Але йому, як і попереднім РРО властивий недолік: наявність вентилятора з приводом, довгого повітропроводу, а використання спеціальної камери під диском призводить до додаткового аеродинамічного опору.

Аналізуючи роботу пневмодцентрових РРО, можна зробити висновок: що вони більш досконалі, ніж металеві й вентиляторні. Поряд з цим їм властиві й недоліки пневматичних РРО: складна конструкція, висока енергоємність.

Транспортуючі РРО мають конструктивну ширину, рівну робочій ширині захвату машини, при цьому остання в кілька разів більша за ширину кузова (рис. 1.8). Транспортуючі РРО складаються з жолобів, виконаних у вигляді штанг, в середині яких встановлені транспортуючі механізми. Конструктивна форма виконання останніх може бути різною. В процесі роботи машини добрива з кузова подаються в жолоби РРО, потім їх захоплює транспортуючий механізм і переміщує вздовж жолобів по ширині захвату до місць внесення.

По конструктивному принципу транспортуючі РРО можна поділити на механічні і пневматичні (рис. 1.1). Транспортуючі механічні РРО мають транспортуючий механізм, який запозичений з механічних конвеєрів неперервної дії: стрічкових, скребкових, вібраційних, шнекових. Особливістю конструкції механічних РРО є наявність у днищі кожного жолоба висіваючі апаратів, які висівають добрива з жолобів на поверхню поля.

Переваги транспортуючих РРО заключаються в високому ступені рівномірності внесення добрив, яка практично не залежить від швидкості вітру і рельєфу поля.

Пневматичні транспортуючі РРО, на відміну від механічних базуються на пневматичних транспортуючих механізмах.

В процесі роботи такої машини живильники подають добрива з кузова в жолоби РРО, які транспортують їх на частину робочої ширини захвату, відповідної довжини кожного жолоба. Зовнішні кінці жолобів можуть додатково бути обладнані розсіювачами.

Транспортуючі РРО отримали застосування в машинах ведучих країн світу. В нашій країні були виготовлені дослідні партії машин, наприклад, РУМ-5-03, АВМ-8, ПШ-21,6. Тільки в сільськогосподарських підприємствах, які мають високий рівень ведення складного господарства, їх можливо застосовувати в наш час.

2. МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ РОЗРОБКИ ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВОГО РОЗСІЮВАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНА МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ.

2.1. Фізико-механічні і агробіологічні властивості твердих мінеральних добрив.

Технічні можливості машин для внесення твердих мінеральних добрив залежать як від конструктивних параметрів і режимів роботи РРО, так я в значній мірі від фізико-механічних властивостей добрив, що вносяться.

Дослідженням ряду авторів [7, 8, 17] встановлено, що найбільш визначним фактором при внесенні мінеральних добрив РРО металюного типу є швидкість вилітання гранул добрив. Менший вплив на процес внесення мінеральних добрив металюними робочими органами мають інші фізико-механічні властивості, наприклад, кут природного скоу, насипна густина, гігроскопічність, коефіцієнт зовнішнього і внутрішнього тертя, гранулометричний склад. Вони мають більш суттєвий вплив на роботу подаючих і дозуючих робочих органів [19].

Для тіл сферичної форми, що досить характерно для частинок більшості мінеральних добрив, особливо гранульованих, швидкість вилітання знаходиться за формулою [2.1]:

$$v_z = \frac{4d_{ср} \cdot \rho_m \cdot g}{3 \cdot \xi \cdot \rho_{п}} \quad [2.1]$$

де $d_{ср}$ - діаметр частинки, м;
 ρ_m - густина матеріалу, кг/м³;

$\rho_{п}$ - густина повітря, кг/м³;

ξ - коефіцієнт аеродинамічного опору;

g - прискорення вільного падіння, м/с²;

Основні фізико-механічні властивості добрив, що впливають на процес їх внесення пневмовідцентровими РРО наведені в таблиці 2.1 [9]. Як видно з таблиці 2.1 гранулометричний склад і густина мінеральних добрив знаходяться в широких межах. Слід також відмітити варіювання показників швидкості витання частинок від 0,1 до 17,5 м/с (таб. 2.2) [1]. Це призводить до сепарації сумішей в процесі їх внесення.

Аналізуючи показники таблиці 2.2 не важко зробити висновок про те, що для різних видів добрив швидкість витання частинок однакових фракцій знаходиться приблизно в однакових межах. Отже, різниця в густині добрив не значно впливає на їх аеродинамічні властивості. Останні залежать, від їх гранулометричного складу.

Таблиця 2.1-

Основні фізико-механічні властивості мінеральних добрив

Назва виду добрив	Вологість, %	Об'ємна вага, кг/м ³	Густина, кг/м ³	Середній діаметр частинок, мм	Процентний вміст фракцій розміром, мм						
					до 0,25	0,25 ... 0,5	0,5 ... 1	1 ... 2	2 ... 3	3 ... 5	більше 5
1. Суперфосфат порошкоподібний	7,54	840	2120	0,56	10,2	37,0	15,3	27,5	7,0	3,0	-
2.	2.82	1080	2180	2.30	-	-	2.5	24.5	58.0	10.5	4.5

Суперфосфат гранульований											
3. Суперфосфат подвійний	1.50	980	1830	2.55	-	-	-	17.3	59.3	80.4	3.0
4. Аміачна селітра	0.17	780	1500	1.34	-	-	13.1	83.5	3.4	-	-
5. Сечовина	0.13	700	1250	1.69	-	-	2.8	68.9	28.3	-	-
6. Калійна селітра	0.06	1050	1790	0.27	16.4	46.6	5.5	1.5	-	-	-
7. Хлористий калій	0.35	1140	1740	0.41	25.7	38.0	26.8	9.5	-	-	-
8. Калійна сіль	0.29	1230	1760	0.47	11.6	43.8	12.6	20.0	3.4	0.6	0.8
9. Нітроамофос	1.57	700	1700	2.49	-	-	-	23.7	53.7	16.9	5.7
10. Нітрофоска	1.5	1030	1780	2.28	-	-	1.9	32.3	56.9	8.1	0.8

Таблиця 2.2

Швидкість витання частинок мінеральних добрив, м/с

Найменування добрив	Розмір частинок, мм			
	0,5...1	1...2	2...3	3...5
1. Суперфосфат порошкоподібний	0,10-5,20	4,00-8,80	6,60-10,80	8,10-12,00
2. Суперфосфат гранульований	1.00-6.00	4.7-10.70	7.30-13.10	9.40-14.00
3. Суперфосфат подвійний	-	5.80-10.10	7.60-13.00	8.50-13.20
4. Аміачна селітра	2.20-4.90	4.10-7.90	5.60-8.30	-
5. Сечовина	2.70-4.10	3.60-8.70	5.60-9.4	-
6. Калійна селітра	0.30-2.90	-	-	-
7. Хлористий калій	1.00-6.00	3.50-7.500	-	-
8. Калійна сіль	0.60-6.00	3.50-9.80	7.30-11.40	9.30-12.30
9. Нітроамофос	-	6.00-11.00	7.30-13.10	9.60-15.10
10. Нітрофоска	3.00-6.40	6.10-10.40	7.00-12.90	9.60-13.60

2.2 Агротехнічні і експлуатаційні вимоги до машин для внесення твердих мінеральних добрив.

Одним з основних показників, що характеризують якість внесення твердих мінеральних добрив, є нерівномірність їх розподілення по поверхні поля. Результати досліджень [5, 9] підтверджують: при поверхневому способі внесення добрив найбільшу ефективність забезпечують технічні засоби, які розподіляють добрива з нерівномірністю до $\pm 20\%$.

Відомо, що розподілення азотних добрив з нерівномірністю 60...80% призводить до недобору врожаю зерна до 14,7% [5], а з урахуванням полягання рослин втрати можуть скласти 22,4% навіть при нерівномірності 30% [10]. Нерівномірне внесення добрив призводить до погіршення якості врожаю, забруднення навколишнього середовища. У зв'язку з цим створення високопродуктивних технологічних засобів для внесення добрив з вказаним вище ступенем нерівномірності розподілення є однією з першочергових проблем.

Важливим фактором підвищення ефективності внесення мінеральних добрив під різні сільськогосподарські культури є науково обґрунтовані дози їх внесення. Так, наприклад, збільшення дози внесення азотних добрив вище рекомендованої призводить: до полягання рослин зернових колосових, зменшення вмісту цукру в буряках, крохмалю – в картоплі, рослинної олії – в соняшнику; надмірного вмісту нітратів в овочах, картоплі, зелені масі кукурудзи [1]. Оптимальну дозу внесення добрив слід визначати за формулою [2.2];

$$Q_0 = [Q_1 - (0.01M_0 * K_1) + (0.1 * Q_p * B_0 * K_2)] * K_3 * K_4; \quad [2.2];$$

де Q_1 - рекомендована доза, кг/га;

M_0 - кількість мінеральних добрив, внесених під попередник, кг/га;

Q_p - кількість органічних добрив, внесених під попередник, кг/га;

B_0 - вміст поживних речовин в органічних добривах, %;

K_1 - коефіцієнт використання поживних речовин мінеральних добрив в перший рік післядії, %;

K_2 - коефіцієнт використання поживних речовин органічних добрив в перший рік післядії, %;

K_3 - коефіцієнт поправки на вміст рухомих поживних речовин в ґрунті;

K_4 - коефіцієнт, що враховує попередник;

Дані для визначення дози внесення добрив беруть із довідникової літератури.

За агрономічними вимогами машини для поверхневого внесення добрив повинні забезпечувати їх внесення дозами в межах 100...1000 кг/га з нерівномірністю розподілення по поверхні поля до 20%, а вапно дозами 1500...10000 кг/га при нерівномірності розподілення до 20%. Нерівномірність по ходу машини до 10%, відхилення доз внесення – до 5%. Машини повинні забезпечувати вказані показники при швидкості вітру до 3 м/с. Доза внесення добрив не повинна залежати від швидкості руху агрегату. РРО повинні забезпечувати відповідні показники якості внесення на полях, нахил яких не перевищує 8° при розсіюванні добрив, вміст масової долі води яких і гранулометричний склад відповідає вимогам державних стандартів [1].

Крім того, при роботі машини для внесення добрив на підживленні зернових РРО не повинні пошкоджувати рослин. Робоча ширина захвату повинна складати 18 м.

2.3. Обґрунтування конструкції та функціональної схеми пневмовідцентрового розсіювального робочого органу.

Виконаний раніше аналіз (див. розділ 1) конструкцій сучасних машин з різним РРО дозволяє зробити висновок про те, що при створенні технічних засобів для поверхневого внесення добрив, їх сумішей і вапна працездатними в умовах масового вітчизняного виробництва є металеві РРО відцентрового типу.

Машини з відцентровим РРО володіють рядом переваг: вони мають відносно просту конструкцію, характеризуються високою надійністю в роботі, навіть при внесенні вологих добрив. Цей факт суттєво важливий, враховуючи те, що в Україні сільськогосподарське виробництво ще мало має складних приміщень для збереження добрив, а значна їх частина має високу гігроскопічність.

Але цим машинам властивий недолік, що полягає в відносно високій нерівномірності внесення добрив. Машини з пневмовідцентровим РРО мають підвищену енергомісткість, забезпечують якісне внесення добрив малими дозами. Вказаних недоліків позбавлені дисково-вентиляторні РРО металевого типу, які суміщують в собі переваги відцентрових і пневматичних РРО.

В дисково-вентиляторних РРО розгін добрив здійснюється звичайним відцентровим способом з використанням диска, що обертається, а вентилятор служить для створення супутнього повітряного променя (струменя). Розробка таких конструкцій дозволить ліквідувати суттєвий недолік, властивий всім відцентровим РРО – відносно високу нерівномірність внесення добрив, та збільшити ширину захвату машин.

Застосування диференційованої подачі повітряного струменя під злітаючі з диска частинки добрив дозволить дещо зменшити різницю в дальності розсіювання крупних і дрібних гранул добрив, а також гранул, які при попередньому розгоні диском отримали відносно малу швидкість сходу. Тому є актуальною розробка дисково-вентиляторних пневмовідцентрових РРО. Такий робочий орган (див. лист 2,3 графічної частини) має диск, зверху на якому встановлено лопатки. Диск кріпиться до вала редуктора, а до нижньої поверхні диска підводиться а пневмопровід, який має напрямний козирок. Повітряний потік в пневмопроводі створює вентилятор, змонтований попереду бункера.

В процесі роботи машини добрива, що поступили на розсіювальний диск (див. лист графічної частини), розганяються лопатками. Під дією відцентрових сил вони переміщуються вздовж лопаток до зовнішньої кромки диска створюючи сектор сходу. Отримавши запас кінетичної енергії, добрива злітають з диску, шляхом відповідного регулювання подачі добрив на диск досягають підвищеного сходу з диска в зону периферійної ділянки ширини захвату. Одночасно під злетівші в атмосферу частинки добрив, подається стиснений повітряний струмінь. Таким чином, частина добрив, отримавши кінематичну енергію від лопаток диска, попадають в супутній повітряний струмінь і висівають на периферійні зони ширини захвату. Повітряний струмінь діє на

частинки добрив, що летять, на відстань 5...6 м від осі РРО, а далі вони летять виключно за рахунок запасу кінетичної енергії [1]. В процесі цього атмосферне повітря чинить добривам опір, їх частинки гальмуються, а потім висіваються на поверхню поля. Таким чином досягається диференційована подача струменя повітря під добрива, які вносяться на периферійні зони робочої ширини захвату. Інша частина добрив, що злітає з диска за межами козирка, висівається по центру ширини захвату виключно за рахунок попереднього розгону розсіювальними лопатками.

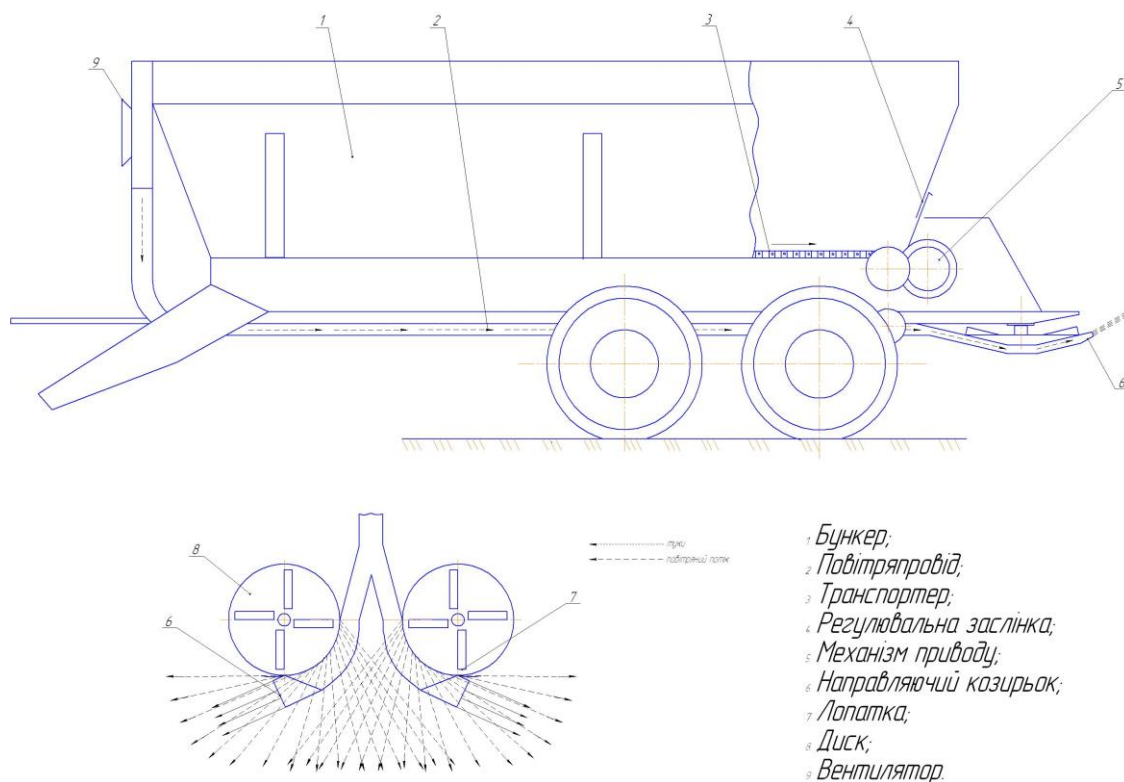


Рис.2.1. Схема машин з пневмовідцентровими РРО

3. ОБГРУНТУВАННЯ ОСНОВНИХ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВОГО РОЗСПІВАЛЬНОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ

3.1. Обґрунтування технологічного процесу роботи пневмовідцентрового РРО та визначення його основних параметрів.

Теоретичне дослідження процесу роботи було проведене в ІМЕСГ УААН України [1], тому наведемо лише деякі виведені формули, отримані залежності та результати.

В процесі внесення мінеральних добрив пневмовідцентровим РРО (рис. 3.1) добрива з диска, що обертається повинні сходити на ділянці дуги 1...2 (рис. 3.1.a). Враховуючи це, був виконаний аналіз впливу параметрів РРО і функціонально-механічних властивостей добрив на місце розташування зони подачі добрив на РРО.

Рівняння для визначення шляху, який пройде частинка по лопатці РРО має вигляд:

$$S = \frac{(b + \sqrt{b^2 + 1}) r_0}{2 \sqrt{b^2 + 1}} e^{(\sqrt{b+1}-b)\omega t} + \frac{(b - \sqrt{b^2 + 1}) r_0}{2 \sqrt{b^2 + 1}} e^{-(\sqrt{b+1}-b)\omega t} \quad (3.1)$$

де S – шлях, який пройде частинка по лопатці за час t , м;

b – коефіцієнт тертя добрив по матеріалу лопатки;

ω – кутова швидкість диска, рад/с;

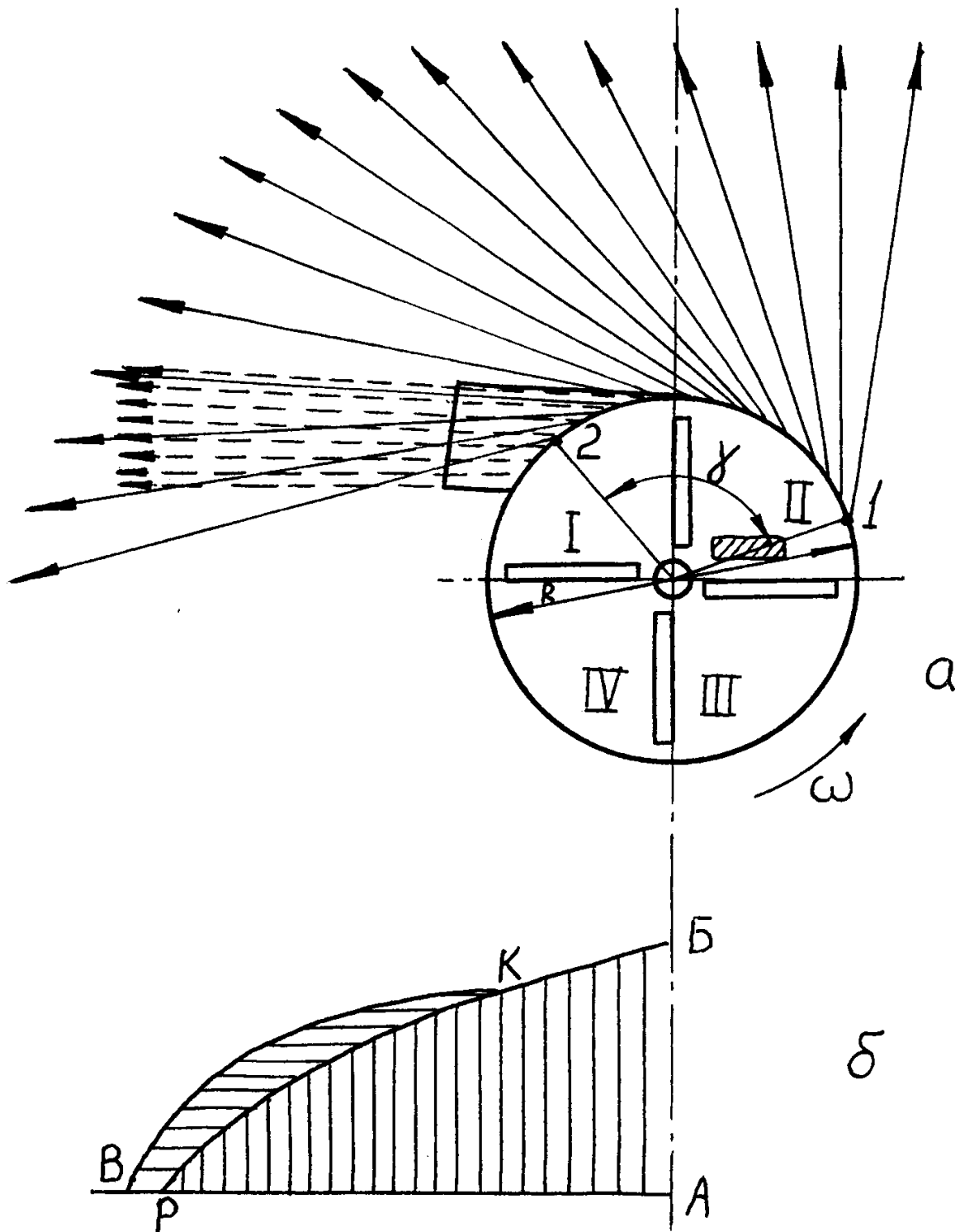


Рис. 3.1. Схема розподілу добрив пневмовідцентровим РРО;
 а – схема сходу частинок добрив з диска;
 б – епюра розподілу добрив по ширині захвату після проходу агрегату.

На рисунку 3.1.б показана епюра АРВКБ розподілу добрив по ширині захвату пневмовідцентровим РРО. Епюра ВКР – результат дії диференційованої подачі повітряного струменя.

Швидкість відносно руху частинки по лопаті рівна:

$$V_2 = \frac{dS}{dt} = \frac{r_0 \omega}{2\sqrt{b^2+1}} [e^{(\sqrt{b+1}-b)\omega t} - e^{-(\sqrt{b+1}+b)\omega t}] \quad (3.2)$$

З рівняння 3.1 час t :

$$t = \frac{1}{\omega(\sqrt{b^2+1}-b)} [\ln R - \ln \left(\frac{b+\sqrt{b^2+1}}{2\sqrt{b^2+1}} \right)] \quad (3.3)$$

де R – радіус диска, м;

r_0 – радіус подачі частинок добрив на диск, м.

Кут γ , за час проходження якого диском частинка, підхвачена лопаткою, досягає краю диска, називається кутом скидання або робочим кутом. Він рівний: $\gamma = \omega t$ (3.4)

Підставляючи час t з рівняння 3.3 в рівняння 3.4 отримуємо:

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{b^2+1}-b} [\ln R - \ln \left(\frac{b+\sqrt{b^2+1}}{2\sqrt{b^2+1}} r_0 \right)] \quad (3.5)$$

Як видно з рівняння 3.5, кут γ не залежить від частоти обертання диска і визначається коефіцієнтом тертя b , радіусом диска R і радіусом подачі добрив на диск r_0 .

3.3 Енергетичний розрахунок пневмодцентрового РРО.

Потужність, що витрачається на привод пневмодцентрового РРО, визначається наступним чином [1]:

$$N_{\text{заг}}=N_1+N_2+N_3+N_4; \quad (3.16)$$

N_1 – потужність, що витрачається на надання кінетичної енергії частинкам добрив, кВт;

N_2 – потужність, що витрачається на подолання сили опору, кВт;

N_3 – потужність, що необхідна для створення повітряного струменя, кВт;

N_4 – потужність, що витрачається на подолання енергії удару частинок добрив об лопатку, кВт;

Запишемо значення складових:

$$N_1 = \frac{0.049 \cdot B \cdot H \cdot V_a^2}{10^5 \text{ г}} \quad (3.17)$$

де B – робоча ширина захвату;

$H = 1000 \text{ кг/га}$ – максимально можлива доза внесення;

$V_a = \omega R = 80.3 \cdot 0.325 = 26.1 \text{ м/с}$ – абсолютна швидкість сходу частинок з лопатки;

$$N_2 = \frac{0.98 B H \cdot \pi n (l^2 - l_0^2) \cdot (b \cos \alpha + \sin \alpha) V_a}{10^6 \cdot \text{г} \cdot \text{л}} \quad (3.18)$$

де $l = 0.27 \text{ м}$ – повна довжина лопатки;

$l_0 = 0.03 \text{ м}$ – відстань від центра диска до частинки;

$b = 0.65 \text{ м}$ – кут тертя добрив по диску;

$$N_3 = \frac{Q H_T}{1000 \zeta} \quad (3.19)$$

де ζ – ККД вентилятора; $\zeta=0.55...0.6$, приймаємо $\zeta=0.57$;

H_T – сила вентилятора, Па;

$$H_T = \frac{\gamma_1}{g} \omega(r_2^2 - r_1^2) \quad (3.20)$$

де $\gamma_1=11.95\text{Н/м}^3$ – питома вага повітря;

$r_1=0.145\text{м}$ – внутрішній радіус колеса вентилятора;

$r_2=0.312\text{м}$ – зовнішній радіус колеса вентилятора;

$$H_T = \frac{11.95}{9.81} 80.3*(0.312^2-0.145^2)=7.9 \text{ Па} \quad (3.21)$$

$$N_4 = \frac{0.0098*B*N*\omega^2*r_3^2}{10^4 g}$$

де $r_3=0.04\text{м}$ – відстань від центра диска до початку лопатки;

Тоді потужність, що витрачається на привод пневмовідцентрового РРО буде;

$$N_{\text{заг}} = \frac{0.049BV}{\frac{a^2}{10^5 g}} + \frac{0.98BH*\pi n(l^2-l_0^2)(b\cos\alpha - \sin\alpha)V_a}{10^6 g l} + \frac{QH_T}{1000\zeta} + \frac{0.0098BH\omega^2*r_3^2}{10^4 g}$$

$$N_{\text{заг}} = 1.01\text{кВт}; \quad (3.22)$$

$\zeta_{\text{ш.м.}}=0.99...0.98$ – ККД шарнірної муфти, приймаємо $\zeta_{\text{ш.м.}}=0.98$

$n=6$ – кількість муфт

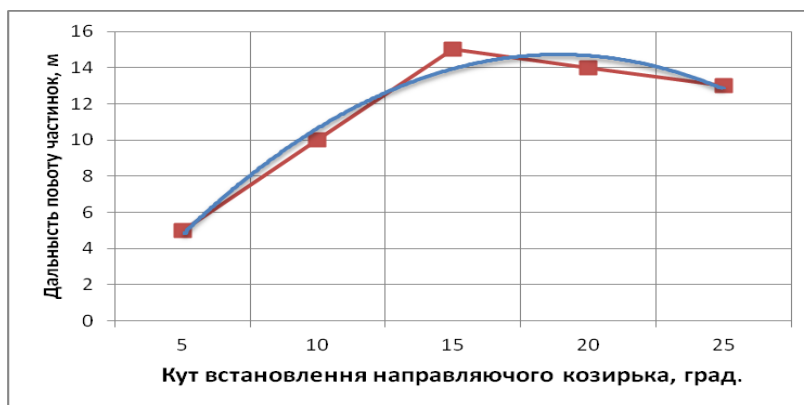


Рис.3.3. Залежність дальності польоту гранульованих добрив від кута установки направляючого козирька

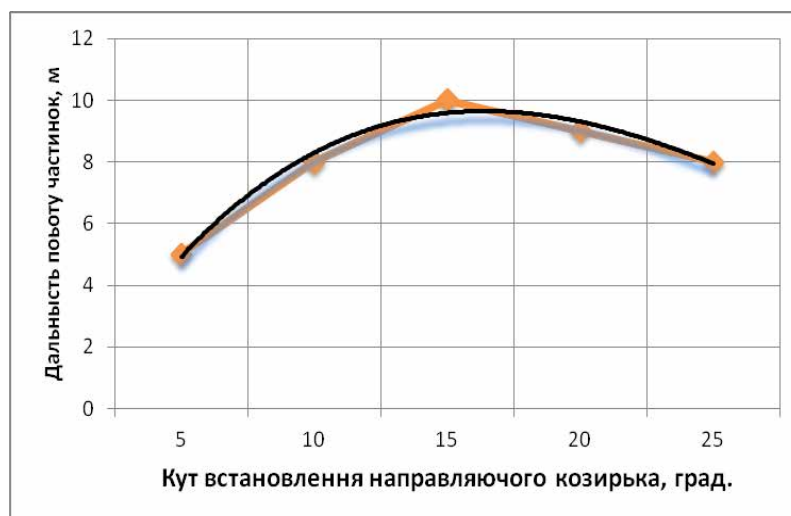


Рис.3.4. Залежність дальності польоту порошкоподібних добрив від кута установки направляючого козирька

4. ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Завантаження і вивантаження, приготування розчинів і сумішей, а також внесення добрив і пестицидів механізовані. Машина для хімічного захисту обслуговує один тракторист.

Найбільший контакт працюючих з мінеральними добривами спостерігається під час приготування розчинів, сумішей і виконання навантажувально-розвантажувальних операцій. На робочих операціях по внесенню мінеральних добрив пил у робочу зону трактористів практично не потрапляє, за винятком робіт з вапнування ґрунту. Застосовувані для цього порошкоподібні препарати при внесенні утворюють потужну хмару пилу, яка при неправильно обраному напрямку руху огортає трактор.

Для зменшення контакту працюючих з токсичними речовинами велике значення має технічна і технологічна надійність машини. У разі поломок, засмічування форсунок, поганого регулювання апаратури механізатор змушений контактувати з токсичними речовинами. Час і ступінь контакту з ними залежать від рівня організації робіт, підготовки і досвіду працюючих. Внаслідок дії мінеральних і організаційних добрив, пестицидів машини швидко кородують, що знижує їх надійність і надмірно збільшує зусилля на органи керування.

Всі машини обладнані уніфікованими регулювальними і перекриваючими вентилями та засувками, що підвищує безпеку робіт і виключає помилкові дії механізаторів.

Механізм навіски і зчіпка більшості машин зручні і безпечні. Переведення машини з транспортного положення у робоче, і навпаки, не викликає ускладнень. До експлуатації допускаються абсолютно справні, відрегульовані і перевірені машини, що пройшли відповідну обкатку, у тому числі і нові машини. Причіпні і начіпні машини заздалегідь перевіряють і агрегують лише з тим трактором, що зазначений в заводській інструкції машини.

До роботи на агрегатах допускаються фізично здорові, навчені за спеціальною програмою (наявність посвідчення про кваліфікацію) і проінструктовані механізатори. Залежно від виду

роботи, механізатори мають бути забезпечені відповідними засобами захисту і спецодягом. На місце роботи агрегатів не допускають сторонніх осіб, які не мають відношення до технологічного процесу. Механізовані роботи і рух агрегатів мають відповідати розробленим і затвердженим головним агрономом або керівником господарства технологіям та маршрутам руху агрегатів. Під час руху агрегату забороняється виконувати будь - які регулювання, усувати несправності, очищати робочі органи. Розрівнювати мінеральні добрива у ящиках можна спеціальними дерев'яними лопатками, очищати - чистиками.

Вимоги до транспортування, зберігання і застосування

пестицидів та агрохімікатів

Транспортування

Транспортування пестицидів та агрохімікатів повинно здійснюватися відповідно до підрозділу 4.5 ДНАОП 0.03-1.12-98 і ГОСТ 19433-88.

Не допускається перевозити одночасно з агрохімікатами людей, харчові продукти, питну воду, предмети домашнього вжитку.

Трактори і самохідні машини, які задіяні на транспортуванні і внесенні мінеральних добрив у ґрунт, повинні мати справні кабіни, які відповідають вимогам ГОСТ 12.2.120-88.

Кузов транспортного засобу для перевезення твердих мінеральних добрив повинен бути чистим і без щілин. Кожній транспортній одиниці виділяється брезент для накривання вантажу. При перевезенні аміачної селітри транспортний, засіб повинен бути укомплектований двома порошковими (ВП-5) та одним вуглекислотним (ВВК-7) вогнегасниками.

Доставка пилсподібних мінеральних добрив безпосередньо на поля з наступним їх внесенням у ґрунт проводиться транспортом, обладнаним устаткуванням для розвантаження. Кузов транспортного засобу повинен бути без щілин і покритий брезентом. Сумісне перевезення аміачної селітри з іншими мінеральними добривами не допускається.

Водій та інші особи під час навантаження мінеральних добрив не повинні знаходитися у кабіні і на підніжках, проводити техогляд і ремонт транспортного засобу.

Після закінчення робіт по перевезенню та внесенню твердих мінеральних добрив усі робочі органи і ємкості розкидачів та кузови автомашин повинні бути очищені від залишків добрив і промиті водою.

Чищення і миття машин та інвентарю необхідно проводити- на спеціально відведених майданчиках.

Зберігання

Склади для зберігання мінеральних добрив повинні відповідати типовим проектам, розробленим відповідно до ДБН 13.2.2-7-98, ВНТП 12/-1-89, ВНТП 2/2-89 та ВНТП 12/3-89.

Розміщення виробничих приміщень необхідно погоджувати з органами санітарно-епідеміологічної служби.

Приміщення для зберігання мінеральних добрив повинні бути обладнані механізмами для вантажно-розвантажувальних і транспортних робіт, а також засобами пожежогасіння.

Біля складів та інших місць, де проводяться роботи з мінеральними добривами, необхідно передбачати місця для відпочинку працівників.

Під час зберігання аміачної і натрієвої селітри необхідно додержуватися протипожежних вимог ДНАОП 0.01-1.01-95. Не дозволяється сумісне зберігання їх з іншими добривами.

Не дозволяється приймати на склади, зберігати й відпускати зі складу мінеральні добрива в тарі або агрегатному стані, які не відповідають вимогам державних стандартів і технічним умовам.

Не дозволяється використовувати для зберігання продуктів, фуражу, води тощо тару від мінеральних добрив навіть після знешкодження.

Вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони не повинен перевищувати граничнодопустимої концентрації, встановленої

ГОСТ 12.1.005-88, санітарно-гігієнічних норм "Допустимі рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водойм, ґрунті та доповнень до них.

Добові запаси мінеральних добрив допускається зберігати на тимчасових майданчиках за умови додержання вимог охорони навколишнього середовища й збереження ними фізико-хімічних властивостей.

Тимчасові майданчики для зберігання добрових запасів мінеральних добрив повинні бути розміщені на рівних і утрамбованих ділянках.

Тимчасове зберігання мінеральних добрив на період внесення їх у ґрунт допускається у пристосованих приміщеннях при додержанні вимог зберігання різних видів добрив і при погодженні із санітарно-епідеміологічною службою . пожежним наглядом.

Технологія зберігання мінеральних добрив на складах повинна відповідати вимогам ДНАОП 0.03-1.08-73. .

Надходження та видачу мінеральних добрив із складу необхідно реєструвати у прибутково-видатковому журналі.

Добрива які надходять на склад у незатареному вигляді (калійні, суперфосфат тощо), зберігаються насипом в окремих засіках. Висота насипу для добрив які злежуються - не вище 2 м, які не злежуються, - не вище 3 м.

Затарені добрива повинні зберігатися у штабелях на піддонах, які запобігають доступу вологи знизу.

Роботи під час підготовки мінеральних добрив до внесення у ґрунт необхідно проводити за допомогою механізмів, оснащених пристосуванням для зниження пилоутворення.

Перебування працівників на складі допускається тільки на час приймання й видачі препаратів, а також для виконання спеціальних робіт.

Під час перебування на складі мінеральних добрив не дозволяється:

- приймання їжі, пиття, паління;
- робота без спецодягу та інших ЗІЗ;

- присутність сторонніх осіб, не зайнятих безпосередньо роботою на складі.

Застосування

Застосування агрохімікатів повинно регламентуватися статтями Закону України "Про пестициди і агрохімікати" та проводитися під наглядом керівника робіт із додержанням вимог державних і галузевих стандартів, ДНАОП 0.03-1.08-73 та ДНАОП 0.03-1.12-98.

Можливі небезпеки та вимоги безпеки під час роботи з пестицидами й агрохімікатами

Отруєння розпорошуваними речовинами агрохімікатів під час роботи з машинами, й апаратурою для захисту рослин і внесення агрохімікатів.

Вимоги безпеки перед початком роботи:

Перевірте наявність, справність і комплектність засобів індивідуального захисту, для виконання технологічних робіт, визначених нарядом-допуском:

- костюм бавовняний з пілонепроникної тканини;
- рукавиці гумові; .
- окуляри захисні;
- чоботи гумові;
- фартух гумовий.

Упевніться в герметичності кабіни:

- скло не має тріщин та затемнень і забезпечує повний огляд робочих органів агрегату;
- склоочисники легко переміщуються, забезпечуючи повне очищення скла;
- чохли в місцях проходження важелів та педалей не пошкоджені, на підлозі кабіни постелено гумовий килим;
- сидіння, замки дверей справні, надійно фіксуються у відкритому й закритому положеннях.

Огляньте агрегат, звернувши увагу , на справність і герметичність посудини, контрольно-вимірювальних приладів, роботу запобіжного клапана та кріплення насоса-дозатора, розподільників, причіпного пристрою, розпилювачів, при необхідності почистіть їх. У штуцерах і ніпелях шлангових, трубопровідних та інших з'єднаннях не повинно бути підтікання робочих розчинів.

На машинах повинні бути написи, які попереджують про небезпечність роботи без засобів індивідуального захисту.

Вимоги безпеки під час виконання робіт

Не допускайте знаходження на агрегаті, а також на полі, де проводиться внесення мінеральних добрив, людей, які не беруть участі у виконанні технологічного процесує.

При засипанні сипучих мінеральних добрив у бункери надіньте рукавички, захисні окуляри і протипиловий респіратор та станьте з навітряного боку. Для запобігання потреби ручної очистки туковисівних апаратів, не допускайте заправку бункерів туковисівних апаратів не просіяними й вологими добривами.

При незначних поломках під , час роботи машини й апаратури зупиніться й проведіть ремонтні роботи в засобах індивідуального захисту; при значних поломках машини й апарати звільніть віддобрив, знешкодьте й доставте на пункт ремонту. Після ремонту перевірку проведіть в робочому режимі.

Нормативні акти України по охороні праці

1. ДНАОП 0.03-1.08-73: Санітарні правила зберігання, транспортування та застосування мінеральних добрив у сільському господарстві №1049-73 .

2. ДНАОП 0.03-1.41-87: Санітарні правила обладнання тракторів та сільськогосподарських машин № 4282-87

3. ДНАОП 0.05-3.03-81: Типові галузеві норми безкоштовної видачі спецодягу та інших засобів індивідуального захисту робітникам і службовцям скрізних професій та посад усіх галузей народного господарства і окремих виробництв

4. ДНАОП 0.05-5.01-83: Інструкція про порядок забезпечення робітників і службовців спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального

захисту.

5. НАОП 2.2.00-2.02-84 ОСТ 46.3.1.169-84: Застосування твердих та рідких мінеральних добрив. Вимоги безпеки.

6. НАОП 2.2.00-2.03-85 ОСТ 46.3.1.182-85 Знезараження та зберігання техніки , яка використовується для робіт з пестицидами і мінеральними добривами. Вимоги безпеки.

Таблиця 4.1

Небезпечні умови та ситуації і заходи з охорони праці

Назва виробничого процесу	Небезпечна умова	Небезпечна дія	Небезпечна ситуація	Можливі наслідки	Заходи по недопуску нещасного випадку
Внесення твердих мінеральн. добрив . Агрегат: МТЗ-82 + МВУ-5 з пневмовідцентровим РРО	1.Наявність в повітрі шкідливих речовин 2. Неполадки регулюван. „включен.-виключен.” валу відбору потужності 3.Відсутн. необхідн. контролю за станом с/г машини 4.Наявність сторонніх осіб в зоні обробітку	1. Робота без засобів індивідуал. захисту. 2. При наладці працюючий знаходився в зоні дії робочих органів 3. Непроведений контроль за станом с/г машини перед початком роботи 4. Рух агрегат.при наявності сторонніх осіб в небезпечн. зоні	1.Потраплення отруйних речовин в організм людини 2.Самовклучення ВВП 3.Послабл. кріплення Робочого органа 4. Наїзд агрегату на людину	1.Отруєння працівника 2.Травмування працівника 3.Травмування сторонніх осіб	1. Провести позапланов. інструктаж 2. Провести відповідне регулювання ВВП 3. Покласти обов'язки щоденного контролю за технічним станом с/г техніки та проведенням ЩТО на інженера по ТБ 4. Обладнати агрегат попередж. табличками, обмежити доступ сторонніх осіб до небезпечн. зони

5. ВИЗНАЧЕННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВОГО РРО.

В умовах сільськогосподарського виробництва машини для внесення твердих мінеральних добрив на протязі всього сезону використовуються на внесенні гранульованих і дрібнокристалічних добрив, а також вапна. В залежності від виду добрив, що вносяться, робоча ширина захвату машини може змінюватися в межах двох раз.

Ми будемо визначати економічну ефективність машини МВУ-5 обладнаної пневмовідцентровий РРО на внесенні гранульованих добрив порівняно з серійною машиною МВУ-5.

Базовий агрегат: трактор МТЗ-82 + машина МВУ-5.

Новий агрегат: трактор МТЗ-82 + машина МВУ-5 з пневмовідцентровим РРО.

Продуктивність агрегату за годину змінного часу визначаємо за формулою:

$$W=0.1B*V_a*T_z;$$

де $B=14\text{м}$ та 18м – робоча ширина захвату відповідно, базового і нового агрегату;

$V_a=10\text{км/год}$ – робоча швидкість агрегату;

$T_z=0.7$ – коефіцієнт використання часу зміни.

Базовий агрегат:

$$W_{\text{баз}}=0.1*14*10*0.7=9.8\text{га/год};$$

Новий агрегат:

$$W_{\text{нов}}=0.1*18*10*0.7=12.6\text{га/год};$$

Прямі експлуатаційні затрати в гривнях на одиницю обробленої площі визначаємо за формулою:

$$U_{num} = Z + A + R_p + П \quad (5.2)$$

де Z - заробітна плата обслуговуючого персоналу, грн/га;

A - затрати на реновацію, грн/га;

R_p - затрати на ремонт і планово технічне обслуговування, грн/га;

$П$ - затрати на паливно-мастильні матеріали, грн/га.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу:

$$Z = \frac{r_i}{W} \quad (5.3)$$

де r_i - тарифна ставка тракториста.

Заробітна плата обслуговуючого персоналу:

Базовий агрегат:

$$Z_{\text{баз}} = 150 / 9.8 = 10,53 \text{ грн/га};$$

Новий агрегат:

$$Z_{\text{нов}} = 150 / 12.6 = 10,19 \text{ грн/га};$$

Затрати на реновацію рівні:

$$A = \frac{B_T \cdot \frac{a_T}{T_m} \cdot T_M + B_M \cdot a_M}{T_M \cdot W}, \quad (5.4)$$

де $B_m = 67400$ грн, $B_M = 28900$ грн і 29200 грн - вартість відповідно трактора та машини серійного та нового варіанту;

$a_m = 0,11$, $a_M = 0,142$ - відрахування на реновацію відповідно трактора та машини;

$T_m = 1350$ год, $T_M = 850$ год - річне навантаження відповідно трактора та машини.

$$A = \frac{67400 \cdot \frac{0,11}{1350} \cdot 850 + 28900 \cdot 0,142}{850 \cdot 5,6} = 10,843 \text{ грн/га};$$

$$A = \frac{67400 \cdot \frac{0,11}{1350} \cdot 850 + 29200 \cdot 0,142}{850 \cdot 8,4} = 10,235 \text{ грн/га}$$

Затрати на капітальний, поточний ремонт і планово-технічне обслуговування агрегату:

$$R_p = \frac{B_T \cdot \frac{P_T}{T_E} \cdot T_M + B_M \cdot P_M}{T_M \cdot W}, \quad (5.5)$$

де $P_T=0,16$, $P_M=0,12$ - відрахування на ремонт і планово-технічне обслуговування відповідно трактора та машини.

$$R_{pb} = \frac{67400 \cdot \frac{0,16}{1350} \cdot 580 + 28900 \cdot 0,12}{850 \cdot 5,6} = 10,702 \text{ грн/га};$$

$$R_{pn} = \frac{67400 \cdot \frac{0,16}{1350} \cdot 580 + 29200 \cdot 0,12}{850 \cdot 8,4} = 10,140 \text{ грн/га}.$$

Прямі капіталовкладення по машині визначаємо за формулою:

$$K_{пит} = \frac{B_T \cdot \frac{T_M}{T_T} + B_M}{T_M \cdot W}; \quad (5.7)$$

$$K_{пит.б} = \frac{67400 \cdot \frac{850}{1350} + 28900}{850 \cdot 5,6} = 13,497 \text{ грн/га};$$

$$K_{пит.н} = \frac{67400 \cdot \frac{850}{1350} + 29200}{850 \cdot 8,4} = 10,876 \text{ грн/га}.$$

Затрати на паливо-мастильні матеріали:

$$\Pi = \frac{N_{\text{дв}} * g_{\text{м}} * g_{\text{т}} * U_{\text{т}}}{W} \quad (5.8)$$

Базовий агрегат:

$$\Pi_{\text{баз}} = 82 * 52 * 0.092 * 0.8 / 9.8 = 16,62 \text{ гр/га};$$

Новий агрегат:

$$\Pi_{\text{н}} = 82 * 52 * 0.092 * 0.8 / 12.6 = 12,93 \text{ гр/га};$$

Прямі питомі експлуатаційні витрати:

$$U_{\text{пит б}} = 1,53 + 1,843 + 1,70 + 16,62 = 210,70 \text{ грн/га}$$

$$U_{\text{пит н}} = 1,19 + 1,235 + 1,14 + 12,93 = 160,50 \text{ грн/га}$$

Приведені питомі витрати:

$$\Pi_{\text{пит}} = E * K_{\text{пит}} + U_{\text{пит}}$$

де

$E = 0,15$ – нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень

$$\Pi_{\text{пит б}} = 0,15 * 13,5 + 21,11 = 230,13 \text{ грн/га}$$

$$\Pi_{\text{пит н}} = 0,15 * 10,87 + 16,5 = 180,13 \text{ грн/га}$$

Річний економічний ефект від застосування машини МВУ-5, оснащеної пневмодцентровим РРО визначається за формулою:

$$E'_{\text{р}} = (\Pi_{\text{пит.баз}} - \Pi_{\text{пит.нов}}) W_{\text{н}} * T_{\text{м}};$$

$$E'_{\text{р}} = (23.13 - 18.13) * 12.6 * 210 = 132300,0 \text{ грн};$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю (див. таб. 5.1). З них видно, що машина МВУ-5 з пневмодцентровим РРО має менші прямі експлуатаційні затрати на 20%, приведені експлуатаційні затрати на 19.9%.

Річний економічний ефект від застосування машини складає 132300.00 грн.

Таблиця 5.1.

Техніко-економічні показники машини МВУ-5 з пневмовідцентровим РРО на внесенні гранульованих добрив.

Показники	МВУ-5	МВУ-5 з ПВРРО
Ширина захвату, м	14	18
Швидкість руху агрегату, км/год	10	10
Середня продуктивність, га/год.зм.часу	9.8	12.6
Прямі питомі економічні затрати	21,70	16,50
Прямі капіталовкладення, грн./га	13.497	10.876
Приведені питомі затрати, грн./га	23,13	18,13
Річний економічний ефект, грн	-	132300.00

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.

В результаті виконання магістерської роботи з'ясовано, що внесення основної дози гранульованих і порошкоподібних мінеральних добрив, раціонально здійснювати машинами кузовного типу з пневмовідцентровим РРО дисково-вентиляторного типу, що передбачають диференційовану подачу струменя повітря під частинки добрив, що вносяться на периферійні зони робочої ширини захвата.

Обґрунтовано основні конструктивні та технологічні параметри пневмовідцентрових РРО дисково-вентиляторного типу.

Встановлено, що застосування машини з пневмовідцентровим РРО дозволяє збільшити продуктивність агрегату за рахунок збільшення ширини захвату майже на 30% при внесенні гранульованих добрив і на 15-20% при внесенні порошкоподібних добрив.

Річний економічний ефект від застосування експериментальної машини складає 132300.00 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.

1. Адамчук В.В. Підсумки створення технологічних комплексів для застосування твердих мінеральних добрив і хіммеліорантів //Техніка АПК.-2000.-№3.- С.10-12.
2. Адамчук В.В. Обґрунтування моделі внесення мінеральних добрив // В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха.- ННЦ „ІМЕСГ” , -2002. Вип. 86.- с. 90-99.
3. Онищенко В.Б. „Обоснование процесса работы и параметров пневмоцентробежных рассеивающих рабочих органов машин для внесения твердых минеральных удобрений” – Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук – Киев, 1995 р. – 178 с.
4. Городній Н.М. „Система применения удобрений” – К: Вища школа, 1979 р. – 168 с.
5. Василенко П.М. „Об уравнениях транспортировки частиц в сопротивляющихся средах” – Доклады ВАСХНИЛ, 1970 р. – №4.
6. Вожик Ю.Г. „Об определении некоторых физико-механических свойств сыпучих минеральных удобрений” – Химия в сельском хозяйстве, – 1968 р. – №9.
7. Панников В.Д. „Пути повышения эффективности использования минеральных удобрений на современном этапе развития земледелия” – Химия в сельском хозяйстве, – 1976 р. – №10 3...9 с.
8. Войтюк Д.Г., Дацишин О.В., Колісник В.С., Барабан М.П., Сірій Г.С., Бистрий О.М. „Дипломне та курсове проектування” – К: Урожай, 1996 р. – 192 с.
9. Achorn Frank P., Kimbrough Homor L. Application of granular fertilizers.-Agr. Chem. 1970,25,N 1,30-33,35-36,49.
10. Bamlett.-effective 3ton fertilizer spreader for farmer whos interested in orofitability/ Power Farming, 1974, N 2,

- 11.Brubach Manfred. Fortschrittliche Mineraldüngung.-Schlepper und Landmasch., 1976,21, N 9, S.259-260,262-263.
- 12.Force-feed fertilizer spreader in action.-Power farming. 1969. May, 75,42.
- 13.Cahtch Horst. Düngung-und Pflanzenschutztechnik.-Grundlagen Landtechn, 1972,22, N 5, S.135-136.

ДОДАТКИ

УДК 631.17+62-52-631.3

*XI Міжнародна науково-практична конференція «Крамаровські читання»
лютий 2024р.*

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ
ПНЕВМОВІДЦЕНТРОВИХ
РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН ДЛЯ
ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ
МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

*Онищенко В. Б., Онищенко Б. В.,
Жабенко А. Ю., Адамчук О. В.*

Стор. 209-210

**Обґрунтування параметрів і режимів роботи
пневмодієцентричних розсівальних робочих органів машин
для внесення твердих мінеральних добрив**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ**

01.01.МР 2223 “С” 07.12.24.037

Жабенко Андрій Юрійович

2024

**Обґрунтування параметрів і режимів роботи
пневмодієцентричних розсівальних робочих органів машин
для внесення твердих мінеральних добрив**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ**

01.01.МР 2223 “С” 07.12.23.037

Жабенко Андрій Юрійович

2024

