

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО
Механіко-технологічний факультет**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри сільськогосподарських машин

д.т.н. _____ Олександр КАРАЄВ

“ _____ ” _____ 2021 р.

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
здобувача СВО Магістр

на тему: «Удосконалення відцентрового робочого органу
машини для внесення мінеральних добрив»

32СМД.088.000000ПЗ

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, 21 МБ АІЗ групи
зі спеціальності 208 Агроінженерія
за ОПП Агроінженерія

_____ Олександр КОРШИКОВ

Керівник, доц.

Консультант, проф. _____

Консультант, _____

Нормоконтроль, доц.

Рецензент, _____

Мелітополь – 2021 рік

ВСТУП

Як відомо, рівень технічного забезпечення АПК, в тому числі на базі вітчизняного сільськогосподарського машинобудування, низький у порівнянні з Європейськими країнами [1]. Розвиток і успішне функціонування сільського господарства нерозривно пов'язані з хімізацією землеробства. Тому, своєчасне внесення заданої дози мінеральних добрив значно підвищить ефективність їхньої дії, забезпечить екологічно чисте застосування, що є одним з основних важелів в підвищенні продуктивності рослинництва.

Науково обґрунтоване застосування добрив і інших засобів хімізації – надійний шлях підвищення родючості ґрунту, врожайності культур, збільшення виробництва продуктів харчування для населення і сільськогосподарської сировини для промисловості.

Використання мінеральних і органічних добрив становить основу хімізації землеробства. Ефективність мінеральних і органічних добрив багато в чому залежить від впровадження індустріальної технології вирощування сільськогосподарських культур, комплексної механізації, меліорації земель, використання досягнень науки, здійснення міжгосподарської кооперації та агропромислової інтеграції.

Родючість ґрунту значною мірою залежить від рівня застосування добрив. Внесення добрив може забезпечувати не тільки збереження родючості ґрунтів при зростанні врожайності сільськогосподарських культур але і його розширене відтворення. Правильне використання мінеральних добрив підвищує економічну ефективність сільськогосподарського виробництва, при відносно менших додаткових витратах засобів виробництва і праці в сільському господарстві, забезпечує отримання більшої кількості продукції з кожного гектара, знижує її собівартість. При цьому необхідно мати певний парк машин для внесення добрив, які доступні споживачам і якісно вносили б добрива в ґрунт.

Рівень механізації застосування добрив на сьогодні ще не в повній мірі відповідає сучасним вимогам сільськогосподарського виробництва за темпами збільшення продуктивності праці і якості внесення добрив. У майбутньому науковці

і конструктори сільськогосподарських машин повинні зосередити дослідження і розробку нових машин у напрямку підвищення продуктивності машин за рахунок збільшення швидкості їхнього руху, ширини захвату [2].

Крім того, у сучасних умовах при постійному подорожчанні добрив на фоні зростаючих вимог до якості виробленої продукції і застосування екологічно безпечних технологій обробки сільськогосподарських культур особливо гостро стає питання про вибір раціональних способів внесення добрив, розробки нових машин та агрегатів для внесення мінеральних добрив. Таким чином, на даний момент дуже актуальним питанням є розробка нових машин і удосконалення існуючих робочих органів для внесення мінеральних добрив.

1 СТАН ПИТАННЯ І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Добрива і їх види

Добрива – це органічні і неорганічні сполуки природного або промислового походження, що дають змогу поліпшувати живлення рослин та підвищувати родючість ґрунту. За характером дії на рослини вони поділяються на добрива **прямої і побічної дії**. Добрива прямої дії використовують для безпосереднього забезпечення рослин необхідними елементами живлення (азотні, фосфорні, калійні та ін.). Добрива побічної дії вносять у ґрунт для їх впливу на фізико-хімічні і мікробіологічні властивості (вапно, гіпс, цеоліт і т. д.) [3].

За походженням, добрива поділяють на мінеральні, органічні і органо-мінеральні. Виділяють також бактеріальні препарати. Мінеральні, або штучні, добрива – це спеціально виготовлені на хімічних підприємствах неорганічні речовини або природні поклади руд, переважно мінеральні солі. До них відносять і деякі органічні речовини, наприклад карбамід. Органічні добрива містять поживні елементи, головним чином у складі органічних сполук і є, як правило, продуктами природного походження – торф, солома, гній та ін. Органо-мінеральні добрива – це суміші органічних і мінеральних добрив. Бактеріальні препарати містять мікроорганізми, здатні нагромаджувати в ґрунті доступні форми поживних речовин.

Мінеральні добрива – це продукти промислового або природного походження, що містять поживні речовини в мінеральній формі. Інколи їх називають туками, а промисловість мінеральних добрив – туковою промисловістю. Мінеральні добрива поділяють за хімічним і фізичним станом, характером взаємодії з ґрунтом, способом виробництва.

Діюча речовина добрив визначає вміст у них основних елементів живлення. За видами поживних елементів мінеральні добрива поділяють на азотні, фосфорні (фосфатні), калійні (калієві), магнієві (або магнезіальні) і т. д.

Під сільськогосподарські культури добрива вносять у певних кількостях, що визначаються нормами і дозами. **Норма добрив** – це загальна кількість добрив, внесених під сільськогосподарські культури за період їх вирощування, а кількість добрив, внесених за один раз, називається **дозою добрив**.

1.2 Способи внесення мінеральних добрив

Розширене відтворення родючості ґрунтів і забезпечення сільськогосподарських культур елементами живлення відповідно до їх біологічних потреб у конкретних ґрунтово-кліматичних умовах потребує застосування різних способів внесення добрив. Способи внесення добрив – це прийоми застосування добрив під сільськогосподарські культури. За часом внесення добрив розрізняють такі способи внесення добрив [4]:

основне (допосівне, передпосівне) – внесення основної маси добрив у ґрунт до сівби або садіння;

припосівне – внесення добрив під час сівби або садіння;

підживлення – внесення добрив у період вегетації рослин.

Оскільки основним способом живлення рослин є кореневе живлення, то внесення добрив у ґрунт з метою його регулювання й оптимізації має першочергове значення.

Основне внесення добрив забезпечує живлення рослин протягом всього періоду вегетації. До сівби вносять гній та інші органічні добрива і, як правило, переважну більшість загальної дози мінеральних добрив. Основну заправку проводять восени або весною в залежності від ґрунтово-кліматичних умов, особливостей добрив, їх наявності та інших причин.

Основне внесення фосфорних і калійних добрив проводять переважно восени і загортають під зяблеву оранку, щоб добрива потрапили у постійно зволожений шар ґрунту, де розміщується основна маса коренів.

При сівбі вносять легкозасвоювані форми елементів живлення, які необхідні рослинам на самому початку росту [5]. Це переважно фосфорні добрива, так як перш за все фосфор потрібен рослинам на перших стадіях розвитку. При сівбі добрива завжди вносять локально, що значно підвищує ефективність їх використання. Так, коефіцієнт засвоєння фосфору з гранульованого суперфосфату зерновими підвищується до 40–60%, а врожайність підвищується на 1,5–3 ц/га при окупності 1 кг фосфору 12–15 кг зерна.

Після сівби добрива вносять, щоб підтримати рослини в період інтенсивного росту, коли вони засвоюють багато поживних речовин. Особливо ефективно

ранньовесняне підживлення озимих культур. Воно є обов'язковим і високоокупним елементом технології їх вирощування (12–15 кг зерна на 1 кг азоту)..

Підживлення необхідне, якщо до сівби добрива не вносили або вносили недостатньо. При високих дозах під просапні культури, особливо в умовах достатнього зволоження на легких ґрунтах, доцільно частину їх внести в підживлення [6]. При середніх дозах це не дає ефекту. При неглибокому загортанні в міжряддя ефективність підживлень залежить від вологості ґрунту протягом вегетації.

За характером розміщення мінеральних добрив під час їх внесення розрізняють поверхневе та внутрішньогрунтове внесення.

Поверхневе внесення – розсіювання добрив на поверхні ґрунту з наступним загортанням їх ґрунтообробними знаряддями або без загортання, коли добрива вносять на сінокосах, пасовищах або посівах сільськогосподарських культур.

Розкидне (суцільне) внесення – це суцільний розподіл добрив на поверхні ґрунту. Воно проводиться розкидачами добрив, сівалками та машинами для внесення рідких добрив. Добрива при цьому можуть залишатися на поверхні ґрунту або загортатися в нього ґрунтообробними знаряддями.

Внутрішньогрунтове внесення – це внесення добрив з одночасним загортанням їх у ґрунт. Здійснюється переважно локальним способом або в результаті суцільного перемішування добрив з певним об'ємом ґрунту комбінованими ґрунтообробними знаряддями.

1.3 Агротехнічні вимоги до внесення мінеральних добрив

Нині більшість машин для поверхневого внесення мінеральних добрив обладнано тарілчастими і дисковими відцентровими механізмами, які досить нерівномірно розподіляють добрива за шириною захвату агрегату. У виробничих умовах нерівномірність внесення добрив нерідко досягає 60–80%, що знижує їх ефективність: азотних – на 45–50%, фосфорних – на 15–20%, калійних і складних – на 36–40%. Лише при якісних добривах та кваліфікованій наладці механізмів нерівномірність внесення для машин з відцентровими робочими органами становить $\pm 25\%$, для машин точного внесення – $\pm 15\%$.

У добривах вологість і гранулометричний склад повинні відповідати встановленим вимогам, не мати домішок і грудочок діаметром понад 5 мм.

Для виготовлення однорідних за хімічним складом сумішей добрив вихідні компоненти повинні мати однаковий або близький гранулометричний склад; часточок розміром 1 – 4 мм має бути не менш як 95%, в тому числі 2–3 мм – понад 50% і менше 1 мм – не більш як 1%. Завантаження агрегатів різними видами добрив без попереднього змішування не допускається.

Оцінка якості основного удобрення. Контроль та оцінку якості робіт треба проводити під час наладки агрегатів (періодично), під час виконання роботи, приймання і здачі її після закінчення за такими показниками: дотримання заданих доз і співвідношення окремих елементів живлення, рівномірність розподілу добрив по полю, глибина їх загортання.

Під час руху агрегату тракторист повинен дотримуватися прямолінійності (викривлення шляху виправляється під час наступного проходу), вірно управляти агрегатом на поворотах (повороти агрегату і подача його назад здійснюється лише при відключених дозуючих пристроях і при піднятих робочих органах), дотримуватися постійної поступальної швидкості і рівномірного завантаження добрив. Суміжні проходи агрегату повинні дорівнювати робочій ширині його захвату. Перекриття суміжних проходів машин повинно становити не більш як 5% ширини їх захвату, або не більш як 10 см (машини для внутрішньогрунтового внесення добрив).

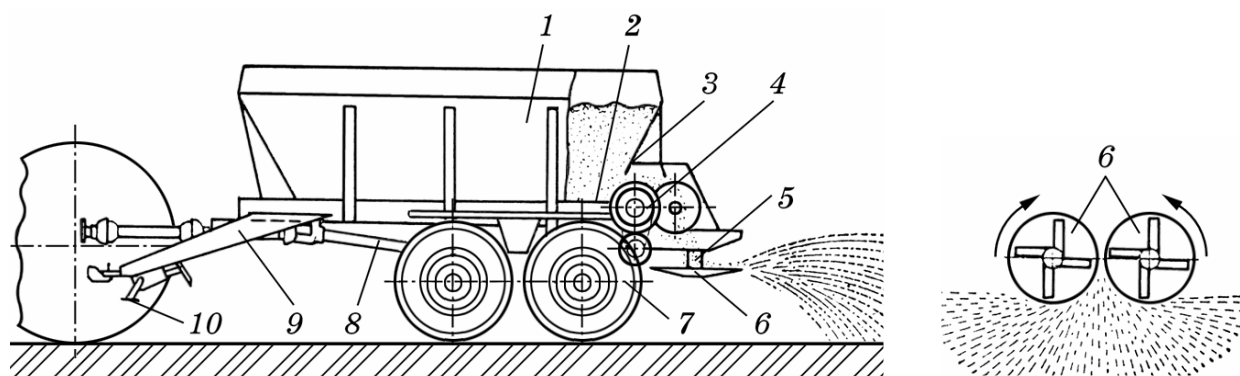
1.4 Машини для основного внесення мінеральних добрив

Типовими машинами для основного внесення мінеральних добрив є причіпний кузовний розкидач МВУ-8 (МРД-8), а також навісна машина МВД-0,5. Технологічний процес роботи інших машин аналогічний цим машинам.

Машина для внесення добрив МВУ-8 (МРД-8) (рис. 1.1) – це напівпричіп, що складається з кузова 1, ходової частини 7, конвеєра 2, приводу робочих органів 4, дозувальної заслінки 3, туконапрямляча 5, розсіювальних дисків 6, пневмогальмівної системи і електрообладнання.

Кузов машини є основою для кріплення робочих органів та допоміжних складальних одиниць. Задній борт має вікно для вивантаження добрив. У передньому борту кузова передбачено вікно для контролю за розвантаженням кузова. Днище кузова перед туконапрямлячем виконане у вигляді лотка, що запобігає пульсаціям при подаванні конвеєром малих доз добрив.

Конвеєр машини є замкненим нескінченним ланцюгом, що складається з окремих прутків і ланок-пластин, з'єднаних між собою. Нижні грані ланок скошені для утворення гострих кутів з днищем кузова і спрямовані за рухом конвеєра, що сприяє активному очищенню напрямних жолобків у днищі кузова. Конвеєр виносить добрива з кузова до дозувальної заслінки і далі на розсіювальні диски.



1 – кузов; 2 – конвеєр; 3 – дозувальна заслінка; 4 – привод робочих органів; 5 – туконапрямляч; 6 – розсіювальні диски; 7 – ходова частина; 8 – карданний вал; 9 – дишель; 10 – опора.

Рисунок 1.1 – Технологічний процес роботи машини МВУ-8

Кузов машини є основою для кріплення робочих органів та допоміжних складальних одиниць. Задній борт має вікно для вивантаження добрив. У передньому борту кузова передбачено вікно для контролю за розвантаженням кузова. Днище кузова перед туконапрямлячем виконане у вигляді лотка, що запобігає пульсаціям при подаванні конвеєром малих доз добрив.

Конвеєр машини є замкненим нескінченним ланцюгом, що складається з окремих прутків і ланок-пластин, з'єднаних між собою. Нижні грані ланок скошені для утворення гострих кутів з днищем кузова і спрямовані за рухом конвеєра, що сприяє активному очищенню напрямних жолобків у днищі кузова. Конвеєр виносить добрива з кузова до дозувальної заслінки і далі на розсіювальні диски.

Для розкидання туків призначені два горизонтальних диски з лопатками.

Робочі органи приводяться в рух від ВВП трактора і ходового колеса машини. Привод робочих органів складається з приводів розсіювального пристрою і конвеєра. Привод розсіювального пристрою надає дискам обертального руху і складається з телескопічного карданного вала, проміжних та приводних валів, двох клиноремінних передач і редукторів.

Конвеєр може приводитися в рух від правого заднього ходового колеса машини або від ВВП трактора.

Механізмом вмикання конвеєра керують за допомогою гідросистеми з кабіни трактора.

У разі внесення значних (понад 5000 кг/га) доз добрив і розвантаження си-пких матеріалів на місці передбачене переобладнання приводу конвеєра від ВВП трактора з'єднанням блока напівмуфти.

Ходова система є безресорним балансирним візком типу «тандем» і складається з двох балансирів, з'єднаних центральною віссю на підшипниках ковзання. Всі ходові колеса обладнані колодковими гальмами з пневматичним приводом від гальмівної магістралі трактора.

Машина працює так. Під час руху машини із завантаженими добривами і ввімкненим ВВП трактора полем розсіювальні диски обертаються. На ці диски конвеєром, що приводиться в дію від правого заднього ходового колеса машини, через дозувальну заслінку і туконапрямляч подаються добрива. Диски з лопатками розсіюють добрива віялоподібним потоком на поверхню ґрунту.

Машина агрегатується з тракторами тягового класу 3, обладнаними гідрогаком і приводом гальмівної системи. Обслуговує машину тракторист [7, 8].

Машина для внесення добрив МВД-0,5 (рис. 1.2) призначена для розсіювання по поверхні ґрунту мінеральних добрив на полях і в плодоносних садах, а також для розкидної сівби насіння трав (сидератів). Машину навішують на трактори Т-25А, ЮМЗ-6, МТЗ-80, МТЗ-82, МТЗ-100 і Т-40.

Розкидач складається з рами, бункера місткістю 500 дм³, дозувального пристрою, розкидального диску, механізму приводу (карданного вала та редуктора).

Добрива через дозувальну заслінку надходять на диск, який обертається зі швидкістю $n = 625...805$ об/хв, і розкидає добрива з шириною захвату до 18 м. [9].



Рисунок 1.2 – Машина для внесення добрив МВД-0,5

Висівання добрив (40...1000 кг/га) регулюють, змінюючи розмір висівного вікна переміщуючи заслінку за допомогою важеля. Норма висіву насіння трав 8...150 кг/га. Робоча швидкість машини близько 8-12 км/год, продуктивність не менш 9 га/год.

Аналогічними МВД-0,5 за будовою і принципом роботи є навісні машини МВД-0,7, МВУ-1000, МВУ-500, МВУ-900 та РДН-0,5.

1.5 Робочі органи машин для суцільного внесення мінеральних добрив

Більшість робочих органів машин для суцільного внесення добрив являють собою механізм кидального типу.

Найбільш розповсюджені – відцентровий диск з вертикальною віссю обертання, лопатевий ротор з горизонтальною віссю обертання, маятниковий розкидач, розкидач з гумовою стрічкою.

Розсіювальні робочі органи призначені для приймання добрив з подаючих механізмів та розподілу їх по робочій ширині захвату машини з заданою рівномірністю. Допустима нерівномірність внесення мінеральних добрив складає 25% [10].

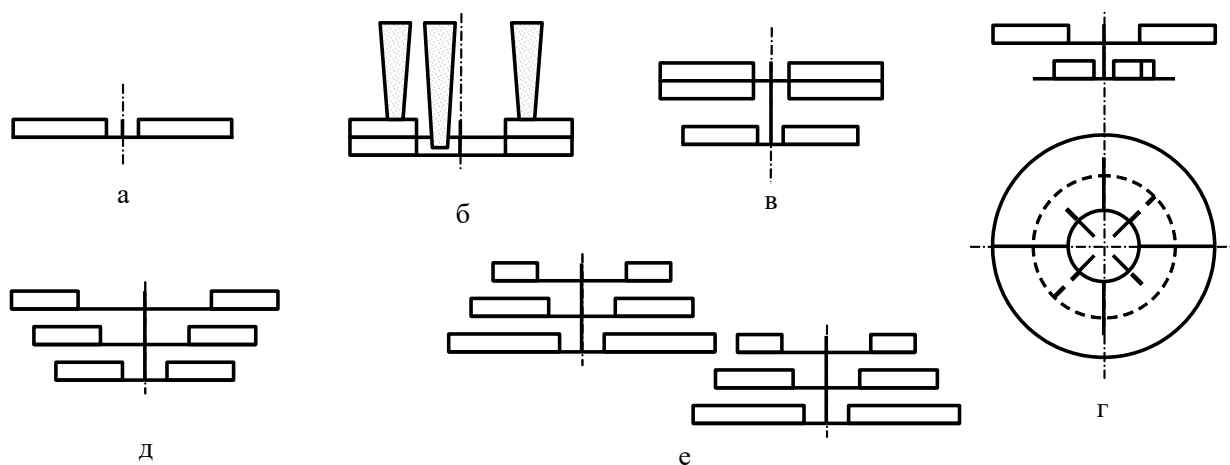
Найпоширенішим робочим органом є *відцентровий диск з вертикальною віссю обертання*. Технологічний процес роботи цього розкидаючого органу можна розбити на три основних взаємопов'язаних моменти: рух добрив по диску, політ частки добрив, скинутих з диску, розподіл добрив по поверхні поля.

Частки добрив, які потрапили на відцентрові диски, захоплюються лопатями й одержують певну швидкість вздовж останньої. При досягненні краю лопаті частки добрив залишають диск, причому, всі вони практично сходять під однаковим кутом по відношенню до поверхні поля. При роботі з добривами, розміри гранул яких однакові, дальність польоту часток буде практично однаковою. Це призводить до нерівномірного розподілу добрив по поверхні поля.

1.6 Особливості конструктивних рішень відцентрових робочих органів машин для внесення мінеральних добрив

Як вже зазначалося, найбільш поширеним робочим органом машин для суцільного внесення твердих мінеральних добрив є відцентровий диск з вертикальною віссю обертання. Кількість апаратів, що встановлюються на одній машині, може бути один, два і іноді три. Найбільшого поширення набув дводисковий розкидач мінеральних добрив. У порівнянні з однодисковим розкидачем він має ту перевагу, що при його роботі добрива розкидаються симетрично до поздовжньої осі агрегату і більш рівномірно розподіляються по поверхні поля [11]. Машина, яка обладнана трьома розкидаючими робочими органами, може забезпечити більш рівномірний розподіл добрив по полю, однак для цього машина повинна бути обладнана додатковими транспортуючими засобами для подачі добрив з кузова на кожен робочий орган.

Залежно від кількості дисків, що обертаються навколо однієї осі, відцентрові робочі органи можуть бути одноярусними і багатоярусними. Одноярусний диск (рис. 1.3, а), як основа всіх відцентрових робочих органів, не забезпечує високої якості розподілу мінеральних добрив по поверхні поля [12, 13]. З метою поліпшення якості розподілу добрив по поверхні поля на одній осі встановлюють не один, а кілька дисків, кожен з яких направляє певну кількість добрив в задану зону на поверхні поля. Багатоярусний варіант дає можливість використовувати на одній осі диски, які по конструкції відрізняються один від одного.



а – одноярусний; б, в, г – двох'ярусний; д, е – триярусний.

Рисунок 1.3 – Типи робочих органів за кількістю дисків на одній осі

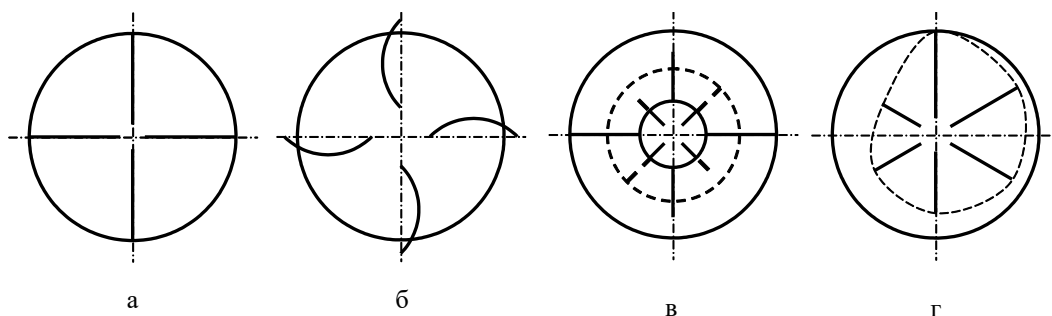
Прикладами багатоярусних дискових робочих органів є такі:

- 1) двох'ярусний диск з трьома точками подачі добрив на нього (одна точка подачі добрив на нижній диск і дві – на верхній) (рис. 1.3, б);
- 2) двох'ярусний робочий орган з дисками різних діаметрів (рис. 1.3, в), на яких можуть бути закріплені лопаті різної довжини (рис. 1.3, г);
- 3) триярусний робочий орган з дисками різних діаметрів, причому диски з меншим діаметром можуть бути встановлені як знизу (рис. 1.3, д), так і зверху (рис. 1.3, е).

Кількість лопатей на диску може бути найрізноманітнішою, але не менше двох, так як одна лопать на диску створює дисбаланс останнього. На практиці найбільшого поширення набули відцентрові диски, на яких закріплено від 2 до 6 лопатей [14]. Однак треба зазначити, що диск, на якому закріплено меншу кількість лопатей, рівномірніше розподіляє добрива по поверхні поля [13]. Погіршення рівномірності розподілу добрив при збільшенні кількості лопатей відбувається внаслідок збільшення подрібнення гранул.

Довжина лопатей на одному диску може бути різноманітною. Найбільшого поширення набули відцентрові робочі органи з лопатями однакової довжини. Зазвичай їх довжина обмежується радіусом диска (рис. 1.4, а). Однак є відцентрові робочі органи, довжина лопатей яких не обмежується обрізом диска. Зовнішній кінець лопаті може, як виходити за обріз диска (рис. 1.4, б) [15], так і не доходити до нього. Крім того, на одному диску можуть встановлюватися лопаті різної дов-

жини (рис. 1.4, в). Застосування робочих органів з лопатями різної довжини призводить до підвищення рівномірності розподілу добрив по поверхні поля, так як добрива, що злітають з лопатей різної довжини, отримують різну швидкість сходу з відцентрового апарату і летять на різні відстані від диска. Крім різної швидкості зльоту частки отримують різне спрямування польоту, так як частинки, які потрапили на довшу лопать, покинуть диск пізніше, ніж ті частки, які потрапили на коротшу. А за цей час диск повернеться на певний кут і напрямок викиду частинок добрив зміниться.

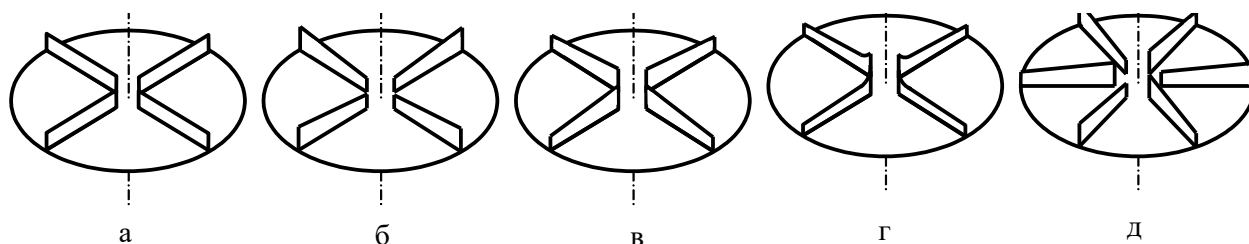


а – обмежені радіусом диска; б – що виходять за обріз диска; в – різної довжини; г – обмежені спіраллю.

Рисунок 1.4 – Типи робочих органів по довжині лопатей

Різновидом диска, в якого лопати неоднакової довжини, є робочий орган, зовнішні кінці лопатей якого розташовані по кривій, що має форму спіралі (рис. 1.4, г).

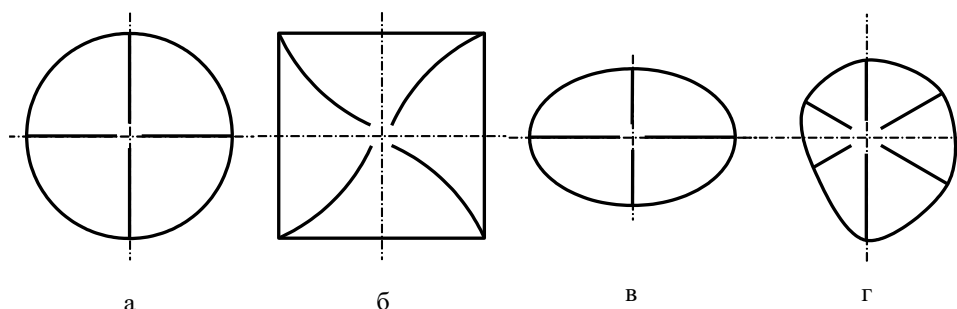
Висота лопатей розкидачів мінеральних добрив неоднакова. Так, наприклад, у розкидача «Титан» (Польща) вона дорівнює 24 мм, «Мастерспред» (Англія) – 27 мм, у розкидачів в Україні – 40 ... 50 мм, МВУ-30 і БІГ-2500А (США) – 72 мм [16]. Висота лопаті по всій її довжині може бути як постійна (рис. 1.5, а), так і змінна. Вона може як збільшуватися від центру диска до його периферії (рис. 1.5, б), так і зменшуватися (рис. 1.5, в, г). У той же час на диску може використовуватися комбінація з різних лопатей. Так, наприклад, на відцентровому робочому органі закріплено 6 лопатей зі змінною висотою. Висота трьох лопатей збільшується від центру до його периферії, а трьох інших – зменшується. Різні лопаті чергуються одна за одною (рис. 1.5, д).



а – з постійною висотою; б – зі зростаючою висотою від центру диска;
в, г – зі зменшуючою висотою від центру диска; д – з комбінованими лопатями.
Рисунок 1.5 – Типи робочих органів по висоті лопатей

Відцентрові робочі органи можуть мати різну конструкцію. Розглянемо їх, зупиняючись на деяких ознаках [17].

Форма контура диска. В Україні і в інших країнах в основному застосовуються диски круглої форми (рис. 1.6, а). Однак можна зустріти диски, що мають форму квадрата (рис. 1.6, б), овалу (рис. 1.6, в), а також виконані у вигляді площини, обмеженою спіраллю (рис. 1.6, г). Використання дисків у вигляді площини, що відрізняється від круглої, пояснюється тим, що різні частинки будуть перебувати на поверхні диска неоднаковий час, від якого залежать місце сходу з диска і напрямок польоту частки. З огляду на це, можна більш рівномірно розподіляти добрива по поверхні поля.

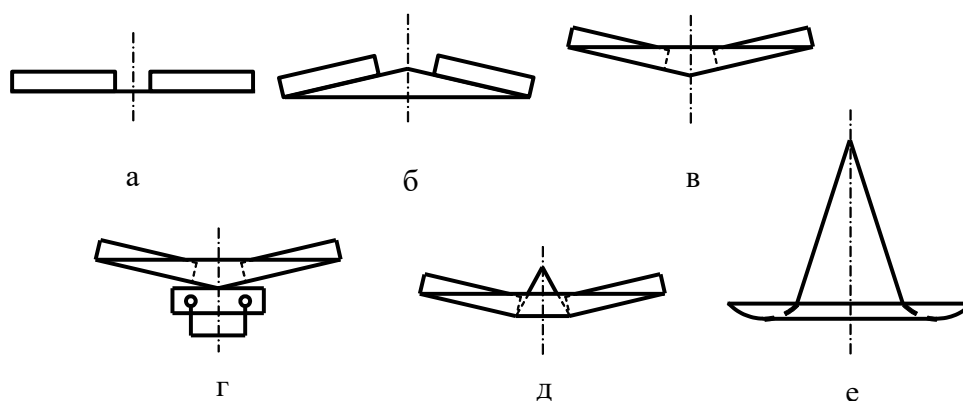


а – круглі; б – квадратні; в – овальні; г – зі спіральним контуром.

Рисунок 1.6 – Типи робочих органів за формою контура диска

Форма поверхні розкидаючого робочого органу. Поряд з плоскими дисками (рис. 1.7, а) зустрічаються розкидаючі робочі органи, які виконані у вигляді

конуса, а також псевдосфери. Конусні диски можуть бути виконані у вигляді конуса з вершиною зверненою вгору (рис. 1.7, б) і вниз (рис. 1.7, в), причому, кут конусності може регулюватися (рис. 1.7, г). Конусні диски з вершиною зверненою вниз, можуть бути забезпечені додатковим конусом, який виконує функції дільника потоку добрив, які надходять на диск (рис. 1.7, д) [18]. При роботі двоконусного робочого органу добрива, що надходять на внутрішній конус, отримують додаткову швидкість, що призводить до підвищення швидкості сходу частинок добрив з поверхні робочого органу і збільшення ширини захвату агрегату.

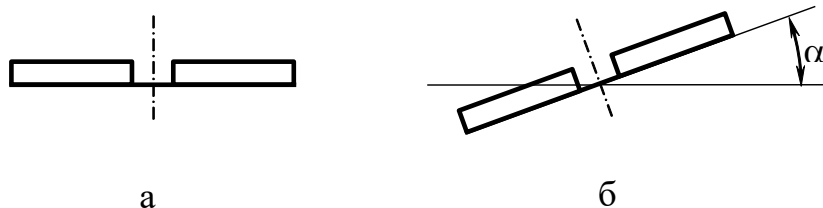


а – плоский; б – конусний з вершиною догори; в – конусний з вершиною вниз; г – з можливістю регулювання кута конусності; д – двоконусний; е – псевдосферичний.

Рисунок 1.7 – Типи робочих органів за формою поверхні

Для забезпечення плавного переходу добрив з поверхні внутрішнього конуса на поверхню основного конуса в Білоруської сільськогосподарської академії розроблений псевдосферичний відцентровий апарат для розсівання мінеральних добрив (рис. 1.7, е) [19].

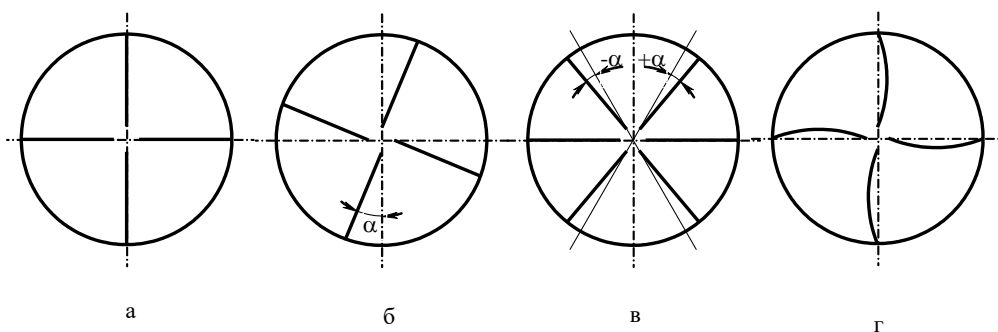
Розташування диска відносно горизонтальної площини. Зазвичай диски знаходяться в площині, паралельній поверхні ґрунту (рис. 1.8, а). Однак диски, поставлені під деяким кутом до поверхні ґрунту (рис. 1.8, б), забезпечують окремим порціям частинок початкові швидкості вільного руху, які розрізняються по величині і напрямку в вертикальній і горизонтальній площинах, що необхідно для досягнення більшої ширини захвату відцентрового розкидача і підвищення рівномірності розподілу мінеральних добрив [20]. Приклади машин з такими робочими органами – МВУ-30, а також БІГ-2500А (США).



а – паралельно; б – під кутом.

Рисунок 1.8 – Типи робочих органів по їх розташуванню відносно горизонтальної площини

Форма і розташування лопатей в площині диска. У площині диска лопаті можуть бути прямолінійними і криволінійними. Прямі лопаті на диску можуть закріплені радіально, з відхиленням від радіального напрямку по ходу обертання диска або проти нього, а також поєднуватися ті і інші (рис. 1.9, а, б, в). Застосування диска з лопатями, встановленими під різними кутами щодо його радіуса, дозволяє збільшити рівномірність розподілу добрив по поверхні поля, так як ті частки добрив, які сходять з лопатей, встановлених під кутом щодо радіуса диска вперед по ходу обертання і назад, матимуть різну швидкість зльоту з поверхні диска і величину сектора розсіву.



а – з радіальними; б – з відхиленими в один бік; в – з відхиленими в різні боки; г – з криволінійними лопатями.

Рисунок 1.9 – Типи робочих органів за формою і розташуванню лопатей в площині диска

Крім того, ще можна зустріти відцентрові диски з криволінійними лопатями (рис. 1.9, г) [15]. Застосування криволінійних лопатей забезпечує зменшення

руйнування висівного матеріалу при його подачі на швидкообертовий диск. Це має важливе значення, так як якість розподілу добрив по поверхні поля залежить від ряду факторів, у тому числі від їх гранулометричного складу. За даними дослідів в Німеччині, задовільний розподіл гранульованих добрив усіма типами розкидачів можна отримати при середніх розмірах гранул добрив від 2,8 до 3,2 мм [21].

1.7 Висновки по розділу і задачі досліджень

1. Мінеральні добрива є одним з основних джерел поповнення та підвищення родючості ґрунтів.

2. Близько 2/3 всіх наявних мінеральних добрив, а також більшу частину вапняних і гіпсовмістких матеріалів вносять в ґрунт суцільним способом.

3. Одним з основних агротехнічних вимог, щодо машин для внесення добрив, є рівномірний їх розподіл по поверхні поля. Від нерівномірного внесення добрив зниження врожаю зернових культур може досягати 10 ... 15%.

4. Основним засобом для суцільного внесення мінеральних добрив є кузовні машини з робочими органами кидального типу.

5. Найбільш простий і поширений апарат кидального типу – відцентровий диск з вертикальною віссю обертання. Процес внесення добрив відцентровим дисковим робочим органом є складний багатогранний процес.

6. Для більш рівномірного розподілу добрив по поверхні поля багатьма вченими пропонується цілий ряд конструкцій відцентрових робочих органів.

7. Більшість дослідників вважають, що бажаний розподіл добрив по ширині розкидання можна отримувати впливаючи на параметри зони розподілу. Найбільш зручно це можна здійснити шляхом регулювання кута розкидання і розподілу добрив по ньому.

У зв'язку з цим поставлені такі задачі досліджень:

1) визначитись з конструкцією відцентрового робочого органу, який забезпечить більш якісний розподіл мінеральних добрив по поверхні поля;

2) дослідити процес руху частки добрив на відцентровому диску у залежності від параметрів лопаті;

3) обґрунтувати раціональні параметри експериментального робочого органу розкидача мінеральних добрив;

4) встановити на основі порівняльних досліджень техніко-економічні показники роботи розкидача мінеральних добрив з експериментальним та серійним відцентровим робочим органом;

5) розробити рекомендації щодо застосування удосконаленого відцентрового робочого органу на серійних машинах для внесення добрив.

2 ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛІГІЧНОГО ПРОЦЕСУ РОБОТИ ВІДЦЕНТРОВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ

2.1 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми удосконаленого відцентрового робочого органу

З аналізу засобів для внесення мінеральних добрив видно, що найбільш раціональним є використання машини з відцентровими робочими органами, які розкидають добрива по полю. Переваги цих машин полягають у тому, що при великій конструктивній ширині машини, вони мають достатньо велику робочу ширину захвата агрегату. А це значить, що ці машини мають велику продуктивність. Але, як показала практика, ці машини не достатньо якісно розподіляють добрива по поверхні поля, тобто, вони мають великий показник нерівномірності розподілу добрив по ширині захвата агрегату. Крім того, при порушенні швидкісного режиму роботи розкидача спостерігається нерівномірність розподілу добрив і по ходу руху агрегату. Ці недоліки особливо характерні до однодискових розкидачів, тому що дводискові розкидачі мають симетричний розподіл добрив по ширині захвату. З цією метою пропонується удосконалити відцентровий робочий орган машини для внесення мінеральних добрив МВД-0,7 (рис. 2.1) і визначити раціональні параметри його конструкції з метою більш рівномірного розподілу добрив по поверхні поля не зменшуючи робочу ширину захвату агрегату .

Для вирішення цієї задачі визначимо причини нерівномірного розподілу добрив по ширині захвату і у повздовжньому напрямку. При роботі відцентрового робочого органу частки добрив сходять з лопатей зі швидкістю у залежності від радіуса лопаті, частоти обертання диска і точки подачі добрив на диск. Як що всі частки добрив будуть розподілятися на однаковій відстані від диска у вигляді концентричних кілець (дуг), то по ширині захвату буде спостерігатись нерівномірність розподілу добрив. Тому для рівномірного розподілу добрив треба щоб одні частки рухались з однією швидкістю і у певному напрямку, а інші – з іншою швидкістю і у іншому напрямку відносно диску.



Рисунок 2.1 – Машина для внесення мінеральних добрив МВД-0,7

В той же час при концентричних кільцях (дугах) спостерігається нерівномірність розподілу добрив по ходу агрегату. Ця нерівномірність залежить від кутової швидкості диска, кількості лопатей і швидкості руху агрегату. Тому пропонується визначити параметри диска, які забезпечать рівномірність розсіву добрив у повздовжньому напрямку і удосконалити конструкцію робочого органа, який забезпечать рівномірний розподіл добрив у поперечному напрямку.

Встановлено, що найбільш рівномірний розподіл добрив спостерігається у тому випадку, коли розрив між порціями розкидних добрив суміжними лопатями диска по ходу агрегату становитиме 3-6 см [22]. Тому, кількість лопатей на диску z , яка б могла забезпечити рівномірний розподіл добрив по ходу агрегату при певному режимі роботи машини, можна визначити за формулою:

$$z = \frac{60 \cdot V_m}{n \cdot S_c}, \quad (2.1)$$

де V_m – робоча швидкість агрегату, м/с;

n – частота обертання диска, хв⁻¹;

S_c – відстань між смугами на полі, м.

$$z_{min} = \frac{60 \cdot 3,3}{1000 \cdot 0,06} = 3,3 \text{ шт.}$$

$$z_{max} = \frac{60 \cdot 3,3}{1000 \cdot 0,03} = 6,6 \text{ шт.}$$

Таким чином, при робочій швидкості агрегату 12 км/год (3,3 м/с) і частоті обертання диска $n = 1000$ об/хв на диску повинно бути 3...6 лопатей.

Тому для експериментального диска приймаємо чотири лопаті, а не дві, як на серійному диску. Частота обертання експериментального диска як і у серійного $n = 1000$ об/хв. Серійний робочий орган машини МВД-0,7 являє собою конусний диск діаметром $d = 0,45$ м з кутом конусності $\gamma = 3^\circ$, на якому радіально встановлено дві плоскі лопаті, зовнішній край яких виходить за межі поверхні диска на 2 см. [23]. Але для збільшення рівномірності розподілу добрив по ширині захвату робочий орган повинен мати лопаті, з яких добрива сходять під різними кутами до горизонту і у різних секторах сходу з диска. Для цього замість диска діаметром 0,45 м, який встановлений на серійній машині, ставиться плоский диск діаметром 0,4 м з чотирма лопатями, дві з яких короткі, а дві інші – більш довгі і на кінцях яких закріплені подовжувачі лопатей з можливістю регулювання кута нахилу траєкторії польоту часток до горизонту (рис. 2.2). Крім того, є можливість провертати лопаті відносно радіуса диска. При цьому ті частки добрив, які захоплюються більш довгими лопатями, будуть довше переміщатись вздовж лопаті і пізніше залишати диск і летіти на більшу відстань від диска, забезпечуючи певну ширину захвата агрегату, а ті частки добрив, які захоплюються короткими лопатями, будуть розподілятися в середній зоні розподілу добрив на меншу відстань від диску. Таким чином, очікується більша ширина захвату агрегату, тобто проду-

$$\Delta B_n = \frac{0,113 - 0,081}{0,113} \cdot 100 = 28,3 \% .$$

де B_{n1} – витрати праці при експлуатації базової моделі, грн/га;

B_{n2} – витрати праці при експлуатації проєктної моделі, грн/га.

Зниження експлуатаційних витрат

$$\Delta \Pi_B = \frac{\Pi_{B1} - \Pi_{B2}}{\Pi_{B1}} \cdot 100 \% , \quad (5.11)$$

де Π_{B1} – прямі експлуатаційні витрати при експлуатації базової моделі, грн/га;

Π_{B2} – прямі експлуатаційні витрати при експлуатації проєктної моделі, грн/га.

$$\Delta \Pi_B = \frac{42,859 - 31,072}{42,859} \cdot 100 = 27,5 \% .$$

Економія експлуатаційних витрат

$$E_{EB} = (\Pi_{B1} - \Pi_{B2}) \cdot W \cdot T , \quad (5.12)$$

$$E_{EB} = (42,859 - 31,072) \cdot 12,36 \cdot 450 = 65559 \text{ грн/рік.}$$

Річний економічний ефект

$$E_p = (\Pi_{ПВ1} - \Pi_{ПВ2}) \cdot W \cdot T , \quad (5.13)$$

де $\Pi_{ПВ1}$ – приведені питомі витрати при експлуатації базової моделі, грн/га;

$\Pi_{ПВ2}$ – приведені питомі витрати при експлуатації проєктної моделі, грн/га.

$$E_p = (42,859 - 31,072) \cdot 12,36 \cdot 450 = 74642 \text{ грн/рік.}$$

Термін окупності додаткових вкладень

$$C_{ок} = \frac{B_2 - B_1}{E_p}, \quad (5.14)$$

$$C_{ок} = \frac{22200 - 18100}{74642} = 0,6 \text{ року.}$$

Результати проведеного аналізу наведені у таблиці 6.2 та винесені на лист графічної частини дипломної роботи.

Висновок: приведені розрахунки показали, що робота машини для внесення добрив МВД-0,7 з удосконаленням відцентровим робочим органом економічно доцільна. Термін окупності удосконаленої машини МВД-0,7 складає 0,6 року.

Таблиця 5.2 – Показники економічної ефективності від використання агрегату

| Показники | Базова модель | Проектна |
|---|---------------|----------|
| Витрати праці, люд.·год/га | 0,113 | 0,081 |
| Прямі експлуатаційні витрати, грн/га | 42,859 | 31,072 |
| в т.ч. | | |
| відрахування на реновацію, грн/га | 5,495 | 4,095 |
| відрахування на капітальний ремонт, грн/га | 1,468 | 1,055 |
| відрахування на поточний ремонт, ТО та зберігання, грн/га | 8,892 | 6,521 |
| витрати на заробітну платню, грн/га | 3,288 | 2,362 |
| питомі витрати на паливно-мастильні матеріали, грн/га | 23,716 | 17,039 |
| Питомі капіталовкладення, грн/га | 41,242 | 30,366 |
| Приведені питомі витрати, грн/га | 49,05 | 35,63 |
| Зниження витрат праці, % | 28,3 | |
| Зниження експлуатаційних витрат, % | 27,5 | |
| Економія експлуатаційних витрат, грн | 65559 | |
| Річний економічний ефект, грн | 74642 | |
| Термін окупності додаткових вкладень, років | 0,6 | |

ВИСНОВКИ

У дипломному проекті запропонована конструкція розкидуючого робочого органу з лопатками різної довжини, з різними кутами відхилення від радіуса диска і з регульованим напрямком польоту часток до горизонту, отримані значення швидкості сходу часток добрива з диска і дальності їх польоту. Проведене компонування нового розкидуючого робочого органу з існуючою машиною МВУ-700.

Аналіз результатів при виконанні дипломної роботи дозволяє зробити такі висновки:

1. Добрива мають велике значення при вирощуванні сільськогосподарських культур. Найбільш розповсюдженими машинами для внесення мінеральних добрив при їх основному внесенні є кузовні причіпні і бункерні начіпні машини.

2. Однією з основних агротехнічних вимог, щодо машин для внесення добрив, є рівномірний їх розподіл по поверхні поля. Від нерівномірного внесення добрив зниження врожаю зернових культур може досягати 10 ... 15%.

3. Аналіз машин показує, що більш ніж 70% з них мають в якості розкидуючого робочого органу – відцентровий диск, що доказує доцільність удосконалення саме відцентрового розкидуючого робочого органу.

4. Для більш рівномірного розподілу добрив по поверхні поля багатьма вченими пропонується цілий ряд конструкцій відцентрових робочих органів.

5. Більшість дослідників вважають, що бажаний розподіл добрив по ширині розкидання можна отримувати впливаючи на параметри зони розподілу. Найбільш зручно це можна здійснити шляхом регулювання кута розкидання і розподілу добрив по ньому.

6. Робочий орган, що удосконалюється, має 4 лопаті різної довжини і різні кути сходу часток добрив до горизонтальної поверхні. Така конструкція забезпечить схід добрив з одного диску у вигляді двох секторів, які зі зміщенням накладаються один на одного, при цьому зменшується нерівномірність розподілу добрив по поверхні поля і збільшується робоча ширина захвата і продуктивність агрегату на 40 % .

7. Складена логіко-імітаційна модель виникнення травм і аварій і її знання сприятиме зменшенню ймовірності виникнення травм при роботі агрегату для внесення мінеральних добрив.

8. Розрахунки показників економічної ефективності застосування нового робочого органа на машині МВД-0,7 показали, що експлуатаційні витрати на роботу нового варіанта машини на 27 % менші у порівнянні з базовою машиною. Річний економічний ефект від впровадження нового робочого органу складає 74642 грн., експлуатація машини для внесення мінеральних добрив з новим робочим органом економічно доцільна.