

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ІМ. ПРОФ. СЕМКОВИЧА О.Д.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

на тему: **„ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ
ДОБРІВ ПІД БАГАТОРІЧНІ НАСАДЖЕННЯ З
ВИКОРИСТАННЯМ УДОСКОНАЛЕНОЇ МАШИНИ МВД-900”**

Виконав: студент 4 курсу групи Аін-41
спеціальності 208 „Агроінженерія”
(шифр і назва)

Сенчук Сергій Олегович
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент Семен Я.В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент: к.т.н., доцент Паславський Р.І.
(прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

УДК 631.3 – 635.21

Підвищення ефективності внесення мінеральних добрив під багаторічні насадження з використанням удосконаленої машини МВД-900. Сенчук С.О. –Дипломний проект. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. Семковича О.Д. –Дубляни, Львівський НУЦ, 2023.

55 с. текст. част., 7 рис., 25 джерел, 6 арк. графіч. част. формату А1.

Проаналізовано способи, технології та засоби для механізації робіт з внесення мінеральних добрив у садах.

Запроектована операційна технологія внесення мінеральних добрив у садах з використанням удосконаленої машини МВД-900, розроблена операційна схема внесення мінеральних добрив та структурна схема виробництва яблук.

Розроблено пристосування до машини МВД-900, що забезпечує внесення мінеральних добрив безпосередньо у пристовбурову зону багаторічних насаджень.

Розроблено питання охорони праці з визначенням травмонебезпечних місць і зон на МТА для внесення мінеральних добрив у садах. Проаналізовано стан екологічної безпеки виробництва.

Виконане економічне обґрунтування ефективності роботи удосконаленої машини для внесення мінеральних добрив у садах в порівнянні з базовим агрегатом показує збільшення додаткових грошових надходжень завдяки приросту валової продукції на 137700 грн.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ	7
1.1 Аналіз технологій та способів внесення добрив.....	7
1.2 Огляд конструкцій машин для внесення добрив у садах.....	9
1.3 Робочі органи машин для внесення мінеральних добрив.....	12
Висновки.....	14
2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ У САДАХ	15
2.1 Агробіологічні особливості та агротехнічні вимоги до виконання операції.....	15
2.2 Організація й технологія виконання операції.....	16
2.3 Розрахунок операції внесення мінеральних добрив	17
2.4 Технологічна наладка агрегату.....	27
Висновки.....	28
3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ У САДАХ	29
3.1 Обґрунтування конструкційної розробки.....	29
3.2 Розрахунок запропонованого удосконалення.....	30
3.2.1 Розрахунок параметрів розпилювального пристрою.....	31
3.2.2 Розрахунок ланцюгової передачі.....	34
Висновки.....	39
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	40
4.1 Окреслення чинників можливих травм та аварій під час внесення добрив у садах.....	40
4.2 Розроблення моделі травмонебезпечних та аварійних ситуацій під час внесення добрив у саду.....	43
4.3 Розрахунок стійкості роботи МТА.....	43
4.4 Техніка безпеки під час роботи на МТА для підживлення багаторічних насаджень.....	44

Висновки.....	45
5 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ.....	46
5.1 Основні чинники негативного впливу на довкілля під вирощування яблук.....	46
5.2 Збереження і використання нафтопродуктів.....	47
5.3 Шляхи зниження негативної дії на довкілля об'єкту дослідження.....	47
Висновки.....	48
6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО РОЗКИДАЧА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ У САДАХ.....	49
Висновки.....	51
ВИСНОВКИ	52
СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	54

ВСТУП

Плоди та ягоди в свіжому вигляді, а також продукція з них – невід’ємний елемент життєдіяльності людини, що повноцінно збагачує її організм різноманітними мікроелементами, органічними кислотами, вітамінами мінеральними солями, пектиновими та іншими речовинами. З плодів та ягід виготовляють різноманітні соки, джеми, сухофрукти, повидло, варення тощо [7, 8, 17].

На сьогоднішній день в Україні почали більше уваги приділяти садівництву і виноградарству, оскільки середньорічне споживання плодів та ягід на одну особу в країні залишається доволі низьке і в 2020 р. воно становило всього 73,1% від мінімально обґрунтованої норми. Це можна пояснити низьким рівнем механізації окремих технологічних операцій під час догляду за багаторічними насадженнями і збиранню врожаю, що вимагають значних затрат праці та ресурсів [7, 8, 14].

Особливо ретельної уваги вимагають операції з обробітку міжрядь та розподілу мінеральних добрив у при стовбурових зонах багаторічних насаджень. Існуючі на сьогоднішній день агрегати вносять мінеральні добрива переважно смуговим розподілом, розподіляючи добрива поверхнею міжряддя, що утруднює рівномірність та якість їх розподілу, особливо у пристовбуровій зоні дерев.

В таких умовах доцільніше було б застосовувати малогабаритні та високоманевренні агрегати із змінною шириною захвату, здатних рівномірно вносити добрива безпосередньо у пристовбурову зону плодкових насаджень.

Тому метою дипломного проекту є проведення аналізу технологій і засобів для внесення мінеральних добрив в цілому і під багаторічні насадження зокрема, розробка операційної технології на механізоване внесення мінеральних добрив у міжряддях яблуневого саду з конструктивним удосконаленням машини для внесення мінеральних добрив з метою адаптації її роботи у садах з різноманітною схемою садіння, розробка заходів з безпечної роботи удосконаленого агрегату без надмірної шкоди довкіллю та економічного обґрунтування проектних рішень.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ

1.1 Аналіз технологій та способів внесення добрив

Технологічний процес внесення добрив охоплює операції з їх підготовки до внесення і безпосереднього внесення в ґрунт. Основним сукупним завданням усіх технологічних операцій приготування та внесення добрив є, передовсім, правильна організація механізованих робіт, пов'язаних із безпосереднім застосуванням мінеральних та органічних добрив. Це стосується також і скорочення кількості й їх перевезень, зменшення або повна відсутність зайвих перевалок (перевантажень) під час внесення добрив на поля чи у садах, забезпечення максимальної продуктивності агрегатів з найменшими енергетичними затратами та без шкідливої дії на довкілля [4-6, 12, 16, 20].

Під час підготовки добрив до внесення проводять їх розвантаження, подрібнення та змішування, а також завантаження у транспортні засоби, перевезення до місця внесення та перевантаження у розкидний агрегат.

Самі добрива мають різне призначення, тому застосовувати їх потрібно дотримуючись відповідних рекомендацій, способів та технологій, використовуючи при цьому певний комплекс машин та агрегатів, адаптований до рівня агротехніки, сільськогосподарської культури та самих добрив. Виконання поставлених вимог та завдань базується на умовах раціональності щодо відповідного рівня технологій комплексу машин, які забезпечують високу якість виконаних робіт та найбільшу продуктивність машинно-тракторних агрегатів.

Традиційно, способи внесення усіх видів добрив визначаються агротехнікою вирощування окремих сільськогосподарських культур. В залежності від періоду внесення розрізняють передпосівний, припосівний та післяпосівний способи внесення мінодобрив.

Передпосівний спосіб застосовують переважно для внесення основної маси мінодобрив, мікродобрив, меліорантів та органічних добрив переважно методом поверхневого розкидання, одразу загортаючи їх у ґрунт на глибину 10...20 см, а

під технічні культури під час зяблевої оранки на глибину до 30 см, робочими органами плугів або культиваторів [4-6, 12, 16, 20].

Припосівний спосіб застосовують переважно для внесення міндобрив одночасно з посівом с.-г. культур, вносячи їх у ґрунт вперемішку з насінням або поблизу нього.

Післяпосівний спосіб, або підживлення проводять в залежності від виду та біологічних особливостей вирощування сільськогосподарської культури. Так, для просапних культур добрива вносять культиваторами-рослинопідживлювачами, вносячи добрива в прикореневу систему рослин; під культури суцільного висіву (зернові, зернобобові, вави, сіножаті, пасовище тощо) добрива вносять наземними агрегатами, що рухаються полем чи утвореними на ньому технологічними коліями або малою авіацією. При цьому добрива вносять суцільною смугою за шириною захвату агрегату. На сьогоднішній день для цих операцій застосовують також дрони.

Зараз дуже часто застосовують передпосівне (стрічкове, рядкове, гніздове) внутрішньогрунтове внесення добрив, які потрібно розміщувати у верхньому вологозабезпеченому шарі ґрунту. Дуже часто для таких операцій застосовують рідкі добрива – карбідно-амінні суміші (КАС), що дозволяє ефективніше використовувати самі добрива за менших норм їх внесення. Такі технології дозволяють керувати розвитком рослин від потрапляння насіння в ґрунт до повного дозрівання врожаю.

Для високоефективного внесення всіх видів добрив та механізації окремих технологічних операцій процесу застосовують прямо струминну (прямоточну), перевантажувальну та перевалочну технології.

Під час прямоструминної технології мінеральні або органічні добрива завантажують (завантажують з одночасним змішуванням) на складі в причіп-розкидач, який транспортує їх до поля і тут же вносить у ґрунт поверхневим розподілом на полі. За перевантажувальної технології добрива завантажують із одночасним змішуванням у транспортні засоби, які вивозять їх у поле, де працює

агрегат, що тільки вносить добрива або посівний комбінований агрегат, у який і перевантажують добрива для подальшого їх внесення у ґрунт [4-6, 14].

За перевалочної технології добрива навантажують у транспортні засоби і вивозять у поле, формуючи з них купи чи кагати. Вносять їх у ґрунт у відповідні агротехнічні терміни, навантажуючи їх у розкидачі, що вносять їх у ґрунт. Такі технології застосовують переважно для внесення органічних добрив.

Для підживлення багаторічних насаджень переважно застосовують бункерні малогабаритні агрегати, які вносять добрива методом поверхневого розкидання за шириною його захвату.

1.2 Огляд конструкцій машин для внесення добрив у садах

Продуктивність багаторічних насаджень підтримують на належному рівні шляхом поверхневого їх підживлення за допомогою ґрунтообробних знарядь, обладнаних робочими органами для обробітку міжрядь з одночасним внесенням мінеральних добрив.

Якщо застосовують комбінований обробіток, то спочатку вносять поверхневим розкиданням добрива, а потім їх загортають робочими органами борін. Для таких умов, а особливо для садів, розміщених на схилах до 12 град. застосовують бункерний розкидач РМС-6, начеплений на енергетичний засіб класу 0,6 або 1,4. Її робочі органи у вигляді двох розкидних дисків, змонтованих під бункером розкидають мінеральні добрива на поверхню поля на ширину до 8 м, що для міжрядь у садах є занадто багато і це призводить до надмірної перевитрати технологічного матеріалу, який може налипати на листя дерев.

Одразу після внесення добрива заробляють у ґрунт робочими органами борін, таких як ЗБСС-1,0; БСО-4 або БЛШ-4. Найбільш ефективніше в цьому випадку працюють ножі різного перерізу, які встановлені на лугових боронах. Борони, обладнані зубами чи голками, що жорстко чи шарнірно закріплені на її рамі працюють ефективно тільки за відсутності рослинності у міжряддях саду. В іншому випадку вони забиваються рослинними рештками і якість їх роботи погіршується.

Суть існуючої технології полягає в тому, що попередньо внесені мінеральні добрива потрапляють у розпушений зубами борін верхній шар і частково загортаються. У залишені робочими органами борін порізи, розриви кореневищ рослин скеровується повітря і волога, поживні речовини, які накопичуються в ґрунті і рівномірним потоком живлять кореневу систему дерев, відновлюючи продуктивність багаторічних насаджень.

Для роботи на рівнинних ділянках полів та у садах, розміщених на схилах до 14 град. застосовують розкидачі РН-0,8 (РН-0,5), які агрегатуються тракторами класу 1,4 і мають робочу ширину захвату 14-24 м. Через це їх застосування у плодкових садах, що мають схему садіння 3×5 м, обмежене або не доцільне взагалі [4-6, 12].

Розкидач мінеральних добрив МВУ-0,5А (рисунок 1.1) призначений для внесення методом поверхневого розсіювання мінеральних добрив на рівнинних полях і в плодоносних садах. Його можна також використовувати для розкидної сівби (підсіву) зернових та насіння трав (сидератів). Розкидач агрегатують з тракторами класів 0,6; 0,9 та 1,4 [4, 6].

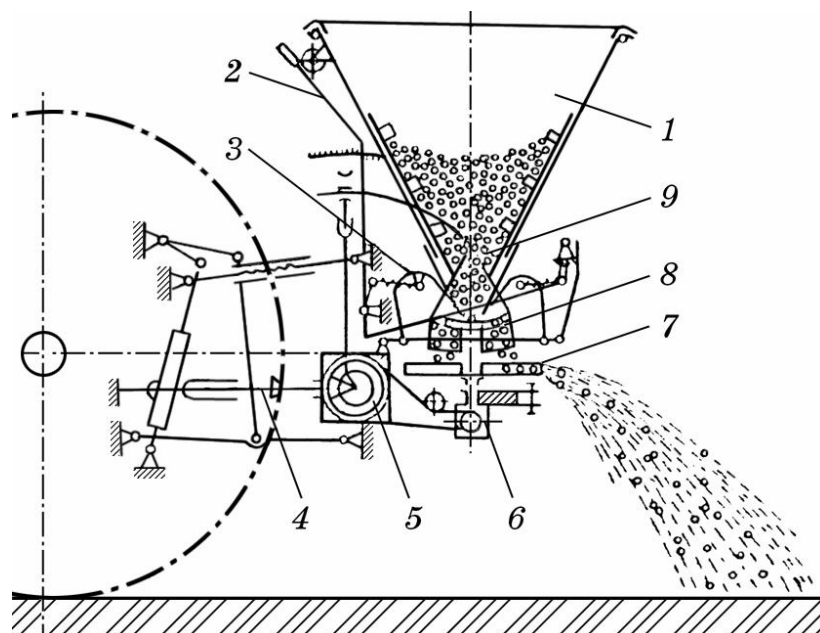


Рисунок 1.1 Конструктивно-технологічна схема розкидача міндобрив МВУ-0,5А:

- 1 – бункер; 2 – регулятор висіву; 3 – поворотний клапан; 4 – карданний вал; 5 і 6 – редуктори;
7 – розкидний диск; 8 – висівна планка; 9 – ворущилка

Машина має бункер 1, дозувальний пристрій, два розкидних диски 7 та механізм приводу, що містить карданний вал 4 і редуктори 5 та 6). Для роботи у вітряну погоду машину обладнують вітрозахисним пристроєм.

Дозувальний пристрій складається з двох поворотних клапанів 3, якими змінюють розмір висівної щілини та зигзагоподібну висівну планку 8, яка виштовхує добрива активними вирізами з передньої та задньої щілин на коливальні ворушилки 9. Міндобрива по лотках скеровуються на розкидні диски 7, які обертаються в різні боки та вносять їх суцільною смугою, ширина якої сягає до 12 м [4, 6, 20].

Подібними за будовою та принципом роботи є розкидачі МВД-900 (рисунок 1.2), МВД-1000, МВД-1200 та РДН-0,5. Вказані машини використовують для поверхневого внесення мінерального удобрення в твердому, гранульованому і кристалоподібному стані на поля і сади. Їх також застосовують для внесення пісково-соляних сумішей, для підсіву сидератів (зернових, зернобобових і трав'яних культур) на полях та в садах з подальшим їх загортанням ґрунтообробними агрегатами [15].

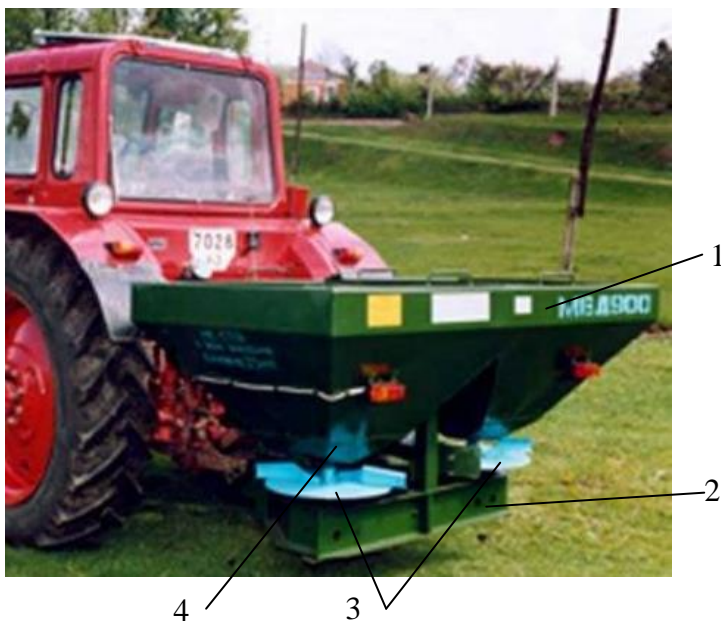


Рисунок 1.2 Загальний вигляд машини МВД-900:
1 – бункер; 2 – рама; 3 – розкидні диски; 4 – дозувальний пристрій.

Розкидач МВД-900 має раму 2 на якій змонтовано два бункери 1 під яким розміщено дозувальні щілини 4 і два розкидні диски 3 з регульованими вручну лопатками.

Принцип роботи машини полягає у скерування добрив через дозувальні щілини до дисків, що обертаються, які і розподіляють добрива за шириною її захвату, яка може досягати 14 м.

Серед закордонних аналогів вітчизняних розкидачів можна виділити подібні машини ZA-F фірми «Amazon». Це малогабаритні розкидачі відцентрового типу, мають широке застосування для внесення добрив у невеликих і середніх за розмірами сільськогосподарських підприємствах різних форм власності. Їх особливістю є спеціальна лійкоподібна форма кузова під якою змонтовано пару обертових дисків, які розподіляють добрива за шириною захвату від 9 до 15 м [20].

1.3 Робочі органи машин для внесення мінеральних добрив

Робочі органи машин для безпосереднього дозування і внесення добрив поділяють на механічні, пневматичні й гідравлічні. Найпоширенішими механічними дозаторами є катушково-штифтові, дискові, роторні, а також конвеєрні (рисунок 1.3) [4, 6, 20].

Відцентрові розкидні пристрої складаються з одного чи двох дисків, вісь обертання яких лежить в горизонтальній площині. На поверхні диска закріплені плоскі або криволінійні лопатки, добрива на які потрапляють через напрямні лотки тукорозподільників. Добрива захоплюються лопатками дисків, переміщуються від їх центрів до периферії й розподіляються в горизонтальній площині, потрапляючи безпосередньо на поверхню поля. Такі розкидні робочі органи (пристрої) переважно використовують на розкидачах, що вносять великі дози мінеральних добрив методом суцільного поверхневого розподілу на поверхні поля.

Катушково-штифтовий (див. рисунок 1.3, а) розподільний пристрій застосовують як туковисівний апарат на зернових, зернотрав'яних та льонових сівалках. Робочими елементами апарату є катушки з розміщеними у два ряди штифтами на поверхні, які обертаються на привідному валу. Під час внесення добрива самопливом надходять з тукового ящика в корпус туковисівного апарату, вигрібаються штифтами обертової катушки і спрямовуються в тукопровід.

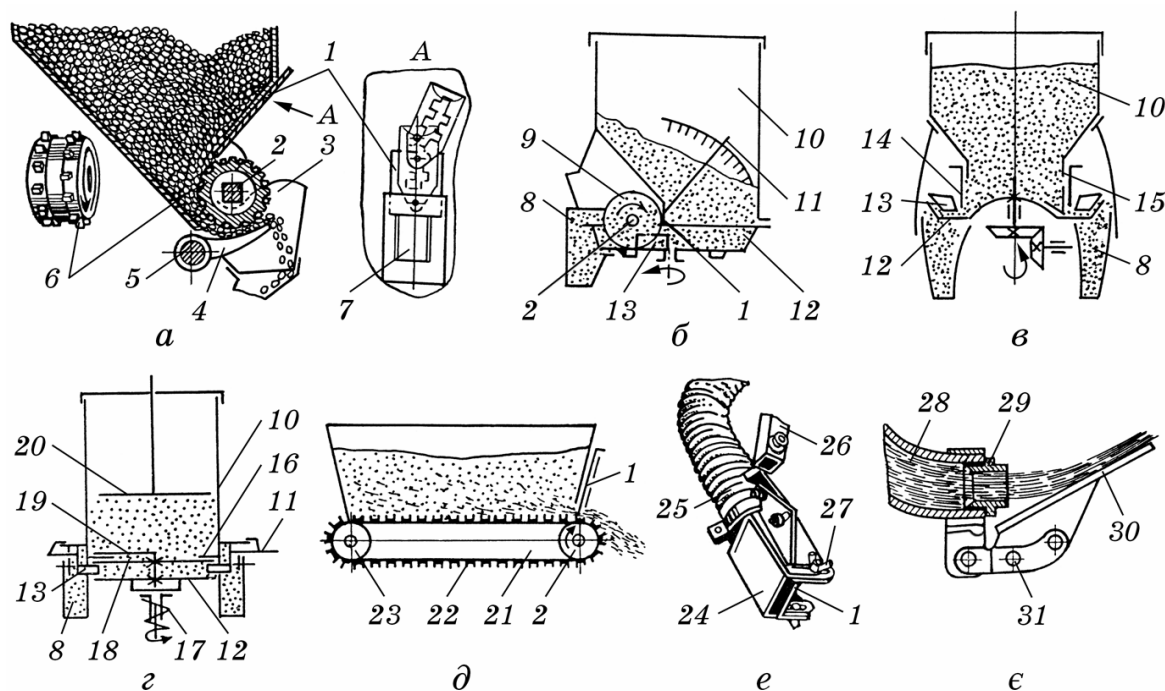


Рисунок 1.3 Розподільні пристрої для внесення мінеральних добрив:

а – котушково-штифтовий; б – тарілчасто-дисковий; в – тарілчасто-скребковий; г – дисковий; д – конвеєрний; е – пневматичний; є – гідравлічний; 1 – заслінка; 2 – вал; 3 – корпус; 4 – днище; 5 – вал механізму випорожнення; 6 – штифтова котушка; 7 – вікно; 8 – лійка; 9 – дисковий розкидач; 10 – банка; 11 і 26 – важелі; 12 – тарілка (диск); 13 – скребко-напрямяч; 14 – регулювальний циліндр; 15 – ніж; 16 – козирок; 17 – запобіжна муфта; 18 – ворушилка; 19 – палець; 20 – показчик рівня добрив; 21 – конвеєр; 22 – пруток (планка, скребок); 23 – натяжний вал; 24 – наконечник; 25 – рукав; 27 – гайка; 28 – патрубок; 29 – насадка (сопло); 30 – щит-відбивач (дефлектор); 31 – регулювальний вузол.

Тарілчасто-дисковий (див. рисунок 1.3, б) розподільний пристрій містить банку (ємність) 10 та тарілку 12, одна частина якої змонтована під банкою, а інша за межею банки. Дискові (скребкові) розподільники змонтовані діаметрально протилежно відносно боковини тарілки 12. Шар міндобрив виноситься з ємності врегульовану щілину, яка розміщена між заслінкою 1 та дном тарілки 12. Розкидачі 9, які обертаються, скеровують добрива двома потоками в роздільну лійку 8.

Тарілчасто-скребковий (див. рисунок 1.3, в) апарат використовують переважно на культиваторах-рослинопідживлювачах і сівалках. Дном банки є тарілка, між якими є кільцева щілина, що регулюється. Крізь неї туки виносяться тарілкою, підводяться скребком та надходять до туконапрямячів (тукопроводів).

Пневматичний розподільний пристрій (див. рисунок 1.3, е) застосовують на агрегатах, які вносять пилоподібні добрива суцільним потоком. Робочий орган

виготовлений у вигляді розпилювального наконечника 24 коробчастого перерізу з регулювальною заслінкою 1, що розташована на гнучкому армованому рукаві. В горизонтальній площині наконечник можна повертати пневмокерувальним важелем 26, а у вертикальній він зміщується на овальних отворах.

Гідравлічні (див. рисунок 1.3, є) дозувальні пристрої застосовуються під час внесення в ґрунт рідких добрив. Пристрій містить жорсткий або гнучкий патрубки (штанги) із змінними насадками (можуть використовуватися сопла 29 або жиклери). Для кращого розподілу рідких мінеральних добрив на шляху потоків струменів монтують додатково щити-відбивачі (дефлектори) 30.

Висновки

1. Для внесення мінеральних добрив у садах застосовують технології, що передбачають суцільне розсівання технологічного матеріалу за шириною захвату машини.
2. Серед відомих машин для внесення мінеральних добрив у садах переважно застосовують малогабаритні бункерні розкидачі, обладнані розкидними пристроями відцентрового типу.
3. Основний недолік відомих розкидачів добрив – відсутність спрямованого внесення добрив у при стовбурову зону дерев.

2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИКОНАННЯ ОПЕРАЦІЇ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ У САДАХ

2.1 Агробіологічні особливості та агротехнічні вимоги до виконання операції

Однією з основних технологічних операцій під час вирощування плодоовочевої продукції вважається внесення добрив, головним завданням якого є оптимальний розподіл технологічного матеріалу в міжрядді плодкових насаджень або в прикореневій (при стовбуровій) зоні дерев.

Відомо, що мінеральні добрива бувають тверді, пилоподібні, кристалоподібні, гранульовані, рідкі та рідкий (обезводнений) аміак. Для відновлення кислотного балансу ґрунту застосовують хімічні меліоранти – вапнякові матеріали – на кислих ґрунтах та гіпсові матеріали – на солонцюватих ґрунтах. Важливим елементом живлення плодкових дерев є мікродобрива.

Щільність мінеральних добрив коливається в доволі широких межах – 0,6...2,0 т/м³. Але найбільш поширені з них мають доволі низькі значення щільності, а саме: гранульований суперфосфат – 1,0...1,2 т/м³; аміачна селітра – 0,8...1,0 т/м³; хлорид калію та калійні солі – 0,9...1,0 т/м³ [4-6, 12, 16, 20].

Розміри гранул мінеральних добрив як правило коливаються в межах від 1 до 5 мм. Вважається, що із збільшенням розмірів гранули втрачають міцність і руйнуються, що призводить до погіршення якості і рівномірності їх внесення. Важливим показником є також коефіцієнт тертя (ковзання) добрив об різні матеріали, з яких виготовляють бункери чи кузови машин для їх внесення. Так для сталі він становить від 0,47 (хлорид калію) до 0,6 (аміачна селітра), коефіцієнт тертя (ковзання) добрив об дерево сягає 0,5...0,58 (суперфосфат), а об пластмасові матеріали – змінюється в межах 0,42...0,5 [4-6, 12, 16, 20].

Ще одним показником, який впливає на рівномірність розподілу добрив під час їх відокремлення від робочих органів машин є їх критична швидкість. Вона залежить в основному від розміру їх частинок та може коливатися в доволі широких межах – від 3,7 до 11,3 м/с. Окрім того, мінеральні добрива, через малі розмі-

ри, мають також невелику парусність. Якщо розмір гранул збільшується, то і зменшується їх парусність. Так, коефіцієнт парусності більш крупного суперфосфату становить 0,07, а мілкового – 0,73 [12].

Важливим показником є також липкість добрив. Вона залежить від їх щільності, вологості та наявності в них гумусних часточок – із їх одночасним збільшенням липкість добрив також зростає. Найбільша липкість мінеральних добрив спостерігається за вологості 80...84 % [12, 14].

Добрива перед використанням обов'язково потрібно подрібнити та просіяти. Розмір окремих частинок після подрібнення не повинен перевищувати п'яти міліметрів, вміст частинок менш одного міліметра допускається до 6 % [4, 12].

Під час змішування добрив вологість окремих компонентів не повинна відрізнятися від стандартної більш ніж на 25 %. Відхилення від заданого співвідношення окремих поживних елементів в тукових сумішах допускається не більш як $\pm 5\%$, а неоднорідність суміші міндобрив – не більш $\pm 10\%$ [6, 12].

2.2 Організація й технологія виконання операції

Особливість внесення добрив у садах полягає у необхідності їх прикореневого розподілу, а у міжряддях саду слід роботи розпушення. Для внесення мінеральних добрив у садах використовуємо машинно-тракторний агрегат, сформований на базі розкидача МВД-900, начепленого на енергетичний засіб класу 1,4, що забезпечує досить високу маневреність у міжряддях саду та розвороти у кінці загінок.

Під час роботи в міжряддях плодоносних насаджень МТА, що вносить мінеральні добрива, повинен рухатись вздовж рядів дерев човниковим способом, обробляючи одночасно два сусідні ряди дерев з наступним розворотом у кінці ряду (кварталу). Дозаправку агрегату добривами здійснюють на поворотних смугах у кінці кожного ряду, але переважно з однієї сторони саду.

У вітряну погоду агрегат необхідно обладнати додатковим вітрозахисним брезентом, накинути поверх секцій, які безпосередньо розподіляють технологіч-

ний матеріал в міжрядді. При цьому необхідно слідкувати за розподільними пристроями (насадками), щоб уникнути їх забивання добривами.

2.3 Розрахунок операції внесення мінеральних добрив

Для виконання технологічної операції внесення мінеральних добрив у саду вибираємо трактор Беларусь-982 та начіпну машину МВД-900, привід робочих органів якої здійснюється від ВВП енергетичного засобу.

Відповідно до технологічно-допустимої швидкості на виконання операції внесення добрив у міжряддях саду вибираємо третю робочу передачу трактора, для якої теоретична швидкість V_m становить 7,2 км/год, а гакове зусилля на цій передачі – $P_z=14,0$ кН [25].

Визначаємо опір агрегату за формулою:

$$R_{agr} = G_{np} \cdot f_{np} + \frac{0,159 \cdot N_{ВВП} \cdot i_{mp} \cdot \eta_{ВВП}}{r_k \cdot n_n \cdot \eta_{mp}}, \quad (2.1)$$

де f_{mp} – коефіцієнт опору кочення розкидача;

i_{mp} – передаточне число трансмісії трактора;

$\eta_{вен}, \eta_{mp}$ – відповідно коефіцієнт корисної дії валу відбору потужності і трансмісії трактора;

$N_{вен}$ – потужність, що затрачається на привід робочих органів машини для внесення добрива, кВт;

n_n – номінальна частота обертання колінчастого вала двигуна, s^{-1} ;

r_k – динамічний радіус колеса, м;

G_{np} – вага кузовного розкидача з добривами, кН.

$$G_{np} = G_{np.x} + V_k \cdot \rho \cdot \gamma, \quad (2.2)$$

$G_{np.x}$ – вага розкидача без добрив, кН;

V_k – об'єм бункера, m^3 ;

ρ – щільність вантажу, t/m^3 ;

γ – коефіцієнт використання об'єму бункера розкидача.

$$G_{np} = 0,7 + 0,9 \cdot 1,2 \cdot 0,85 = 1,62 \text{ кН.}$$

Тоді, згідно формули (2.1) отримаємо:

$$R_{aep} = 0,2 \cdot 1,62 + \frac{0,159 \cdot 8,2 \cdot 62 \cdot 0,95}{0,742 \cdot 29,2 \cdot 0,55} = 6,22 \text{ кН.}$$

Коефіцієнт використання гакового зусилля трактора визначаємо за формулою

$$\eta = \frac{R_{aep}}{P_z}, \quad (2.3)$$

$$\eta = \frac{6,22}{14,0} = 0,44.$$

Коефіцієнт використання потужності двигуна трактора визначаємо за формулою

$$\eta = \frac{N_{\text{вн}} + N_{\text{зак}}}{N_e}, \quad (2.4)$$

де $N_{\text{зак}}$, N_e – гакова і ефективна потужність двигуна, відповідно, кВт.

$$N_{\text{зак}} = R_{aep} V_p, \quad (2.5)$$

V_p – робоча швидкість агрегату для внесення добрив, м/с;

$$V_p = V_m \cdot (1 - \delta); \quad (2.6)$$

$$V_p = 2,0 \cdot (1 - 0,15) = 1,70 \text{ м/с.}$$

Тоді, згідно (2.5) $N_{\text{зак}} = 6,22 \cdot 1,7 = 10,57$ кВт.

Підставляємо отримані значення у формулу (2.4) і отримуємо остаточне значення коефіцієнта використання потужності трактора:

$$\eta = \frac{10,57 + 8,2}{66,0} = 0,29.$$

Як видно з розрахунків значення коефіцієнтів використання гакового зусилля і потужності двигуна трактора знаходяться на доволі низькому показнику,

а це вказує на те, що є доволі великий запас потужності та гакового зусилля в скомплектованому агрегаті.

Після комплектування агрегат потрібно підготувати до роботи, виконавши послідовно певні етапи з підготовки енергетичного засобу, розкидача добрив як окремих машин, так і начепивши розкидач на начіпку трактора.

Для трактора необхідно перевірити його комплектність, забезпечити тиск в шинах задніх (0,1 МПа), передніх – (0,17 МПа) коліс, встановити систему начіпки на тракторі та відрегулювати довжину центральної тяги для розміщення розкидного пристрою розкидача в горизонтальній площині, встановити карданну передачу для з'єднання ВВП трактора і редуктора приводу розкидача. Перевірити наявність і за необхідності долити технічні рідини трактора. За необхідності провести чергове ТО трактора, перевірити справність гальм, електрообладнання, освітлення, систем сигналізації, щільності електроліту в акумуляторній батареї.

Перевірити комплектність машини для внесення мінеральних добрив, справність, правильність складання, технічний стан усіх вузлів, деталей, кріпильних елементів, робочих органів, підшипникових опор.

При підготовці до роботи машини для внесення добрив особливу увагу приділяють стану підсівної щілини, вентилятора, бункера. Перевіряється надійність кріплення та встановлюють у відповідне положення кривошипа приводу підсівної щілини. Перевіряють стан редукторів, карданних передач та механізмів приводу робочих органів розкидача, надійності їх кріплення, наявності мастила в підшипниках і редукторах, стан розподільних елементів (гнучких шлангів) та штанг і розпилювальних наконечників.

Регулюють норму внесення технологічних матеріалів, користуючись таблицями. Вибирають орієнтовну швидкість руху МТА та величину висівної щілини і амплітуду їх коливання. Встановлюють (регулюють) ширину штанги у відповідності з схемою садіння яблунь.

Після комплектування МТА виконуємо підготовку поля до роботи.

Сад, призначений для внесення добрив очищають від гілок, що можуть перешкоджати руху агрегату, вказують квартали і початок (місце в'їзду) і виїзду з

міжряддя, забирають з міжрядь контейнери, зрізують кущі в міжрядді та прибирають інші сторонні предмети, які створюють перешкоди і вимагають обов'язкового об'їзду. Квартал саду повинен бути правильною переважно прямокутної форми. До кожного кварталу саду повинні бути прокладені під'їзні дороги з твердим покриттям. В кінці або на початку ряду розміщують агрегати для заправки агрегату додатковими добривами після їх внесення. Передбачаємо застосування гонового човникового способу руху агрегату для внесення мінеральних добрив вздовж ряду насаджень з петлевим розворотом у кінці ряду, повертаючи за годинниковою стрілкою.

Встановлюємо кінематичні параметри агрегату для внесення добрив. Першочергово визначаємо мінімальну ширину поворотної смуги для його розвороту в кінці ряду дерев, скориставшись формулою

$$E_{\min} = 1,1R + L_{\kappa} + D_{\kappa}, \quad (2.8)$$

де: R – радіус повороту агрегату для внесення мінеральних добрив, м;

L_{κ} – кінематична довжина агрегату для внесення мінеральних добрив, м;

D_{κ} – кінематична ширина захвату агрегату для внесення мінеральних добрив, м.

Радіус повороту агрегату для внесення мінеральних добрив визначаємо за формулою

$$R = 1,1B_{\kappa}, \quad (2.9)$$

де B_{κ} – конструктивна ширина захвату агрегату, м;

$$R = 1,1 \cdot 4 = 4,4 \text{ м.}$$

Кінематичну довжину агрегату (L_{κ} , м) визначаємо, як суму кінематичних довжин трактора (L_{mp}) і розкидача мінеральних добрив ($L_{маи}$), а саме:

$$L_{\kappa} = L_{mp} + L_{маи}, \quad (2.10)$$

$$L_{\kappa} = 1,4 + 1,8 = 3,2 \text{ м.}$$

Кінематичну ширину агрегату для внесення мінеральних добрив визначаємо за формулою

$$D_{\kappa} = B_{\kappa} + \frac{L_{\kappa.mp}}{2}; \quad (2.11)$$

де $L_{к.тр}$ – ширина колії енергетичного засобу, м.

$$D_{к} = 4,0 + \frac{1,4}{2} = 4,7 \text{ м.}$$

Підставивши значення у формулу (2.8) будемо мати:

$$E_{min} = 1,1 \cdot 4,4 + 3,2 + 4,7 = 12,74 \text{ м.}$$

Знаходимо кратність ходів агрегату для внесення мінеральних добрив для встановлення фактичної поворотної смуги:

$$Z = \frac{E_{min}}{2B_p}, \quad (2.12)$$

$$Z = \frac{12,74}{2 \cdot 4,0} = 1,59.$$

Приймаємо $Z = 2$, тоді фактична ширина поворотної смуги для агрегату, що вносить мінеральні добрива в саду становить:

$$E_{\phi} = 2 B_z \cdot Z \quad (2.13)$$

$$E_{\phi} = 2 \cdot 4 \cdot 2 = 16 \text{ м.}$$

Для роботи у міжрядді саду і розвороту в кінці кварталу слід залишити поворотні смуги, які розділяють окремі квартали. На них і буде розвертатися агрегат для внесення добрив. Тому ширину поворотної смуги можна зменшити вдвічі, тобто $E_{\phi} = 8$ м.

Для правильної організації роботи МТА в саду необхідно визначити коефіцієнти робочих ходів.

Робоча довжина заїмки буде відповідати протяжності ряду дерев саду:

$$L_{\phi} = L - 2E_{\phi}; \quad (2.14)$$

де L – довжина ряду (кварталу) дерев, м;

$$L_{\phi} = 700 - 2 \cdot 8 = 684 \text{ м.}$$

Визначаємо кількість робочих ходів в саду:

$$n_p = \frac{C}{B \cdot \beta}, \quad (2.15)$$

де C – ширина кварталу багаторічних насаджень, м;

B – міжряддя багаторічних насаджень, м;

β – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату;

$$n_p = \frac{400}{5 \cdot 1} = 80.$$

Визначаємо довжину одного петлевого повороту (розвороту) агрегату в кінці ряду дерев (кварталу), скориставшись формулою

$$L_{xx} = 4R_0 + 2l, \quad (2.16)$$

$$L_{xx} = 4 \cdot 4,4 + 2 \cdot 7,0 = 30,4 \text{ м.}$$

Визначаємо кількість петлевих поворотів (холостих ходів) у кварталі багаторічних насаджень:

$$n_{xx} = \frac{C}{B \cdot \beta} - 1 \quad (2.17)$$

$$n_{xx} = \frac{400}{5 \cdot 1} - 1 = 79.$$

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів агрегату для внесення мінеральних добрив під багаторічні насадження, скориставшись формулою

$$\varphi = \frac{L_p \cdot n_p}{L_p \cdot n_p + L_{xx} \cdot n_{xx}}, \quad (2.18)$$

$$\varphi = \frac{684 \cdot 80}{684 \cdot 80 + 79 \cdot 30,4} = 0,83.$$

Визначаємо змінну продуктивність агрегату за формулою:

$$W = 0,1B_p V_p \tau T_{зм}; \quad (2.19)$$

де τ – коефіцієнт використання часу зміни, який визначається із залежності

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}}. \quad (2.20)$$

Чистий робочий час агрегату в міжрядді саду:

$$T_p = \varphi (T_{зм} - T_{зуп}), \quad (2.21)$$

де $T_{зм}$, $T_{зуп}$ – тривалість зміни та зупинок агрегату з працюючим двигуном трактора, відповідно, год.;

$$T_{зуп} = 0,12 \cdot T_{зм}, \quad (2.22)$$

$$T_{зуп} = 0,12 \cdot 7 = 0,84 \text{ год.}$$

Тоді чистий робочий час (формула (2.21)) становить:

$$T_p = 0,83 (7 - 0,84) = 5,11 \text{ год.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни (формула (2.20)) становить:

$$\tau = \frac{5,11}{7} = 0,73.$$

Підставляючи отримані значення в формулу (2.19) визначимо змінну продуктивність агрегату, а саме:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 4 \cdot 6,12 \cdot 0,73 \cdot 7 = 12,60 \text{ га/зм.}$$

Продуктивність МТА для внесення міндобрив за годину визначається із залежності:

$$W_{год} = W_{зм} / 7; \quad (2.26)$$

$$W_{год} = 12,60 / 7 = 1,80 \text{ га/год.}$$

Затрати праці на одиницю виконаної роботи МТА визначаємо за формулою

$$Z_{пр} = \frac{m_{осн} \cdot T_{осн} + m_{доп} \cdot T_{доп}}{W_{зм}}, \quad (2.27)$$

де $m_{осн}$, $m_{доп}$ – відповідно кількість основних та допоміжних працівників;

$T_{осн}$, $T_{доп}$ – відповідно чистий час роботи основних та допоміжних працівників, год.

$$Z_{пр} = \frac{1 \cdot 7 + 1 \cdot 7}{12,60} = 1,11 \text{ люд.} \cdot \text{год} / \text{га.}$$

Визначаємо прямі питомі експлуатаційні затрати на роботу МТА для внесення мінеральних добрив у садах за формулою [20, 22]:

$$B_e = Z_{зн} + Z_{зб} + Z_{ам} + Z_{рто} + Z_{нал}; \quad (2.28)$$

де $Z_{зн}$ – сума затрат на заробітну плату основних і допоміжних працівників, грн/га;

$Z_{ам}$ – сума амортизаційних відрахувань для всіх елементів МТА, грн/га;

$Z_{рто}$ – сума відрахувань на ремонт і технічне обслуговування для всіх елементів МТА, грн/га;

$Z_{нал}$ – грошові затрати на ПММ, грн/га;

$Z_{зб}$ – затрати на зберігання для всіх елементів МТА, грн/га.

Затрати на зарплату основних та допоміжних працівників визначаємо за формулою

$$Z_{зп} = \frac{n_{мех} P_{мех} + n_{доп} P_{доп}}{W_{год}}, \quad (2.29)$$

де $P_{мех}$, $P_{доп}$ – погодинна оплата праці основних та допоміжних працівників, грн./год.

$$Z_{зп} = \frac{1 \cdot 120 + 1 \cdot 100}{1,8} = 122,22 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на амортизацію, ремонт та ТО проводимо з врахуванням балансової вартості усіх елементів МТА.

Балансова вартість враховує ціну виробника (C , грн.) та торгово націнка (в межах 7...20%) до цієї ціни, що визначається з умови:

$$B = C + (0,07 \dots 0,2)C; \quad (2.30)$$

трактора: $B_{тр} = 1056000 + 0,1 \cdot 1056000 = 1161600$ грн.;

розкидача: $B_p = 88100 + 0,1 \cdot 88100 = 96800$ грн.

Визначаємо амортизаційні відрахування для всіх елементів МТА:

$$Z_{ам} = \frac{B_{тр} \alpha_{рентр}}{100 W_e t_{трф}} + \frac{n_m B_m \alpha_{рем}}{100 W_e t_{мф}}, \quad (2.31)$$

де $B_{тр}$, B_m – балансова вартість трактора та розкидача відповідно, грн.;

$\alpha_{рентр}$, $\alpha_{рем}$ – коефіцієнт відрахувань на відновлення (реновацію, амортизацію) трактора та розкидача відповідно, %;

n_m – можлива кількість машин в МТА;

$t_{трф}$, $t_{мф}$ – тривалість фактичного річного використання трактора та розкидача відповідно, год.

$$Z_{ам} = \frac{1161600 \cdot 12,5}{100 \cdot 1,8 \cdot 1800} + \frac{96800 \cdot 12,5}{100 \cdot 1,8 \cdot 200} = 85,14 \text{ грн./га.}$$

Визначаємо відрахування на ремонт і ТО усіх елементів МТА за формулою

$$Z_{рто} = \frac{B_{тр} (\alpha_{кртр} + \alpha_{ртопр})}{100 W_e t_{пртр}} + \frac{n_m B_m \alpha_{ртом}}{100 W_e t_{прм}}, \quad (2.32)$$

де $\alpha_{кртр}$ – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт трактора, %;

$\alpha_{ртамр}, \alpha_{ртом}$ – норма відрахувань на поточний ремонт та ТО трактора і розкидача відповідно, %;

$t_{нртр}, t_{нрм}$ – нормативне річне завантаження трактора і розкидача відповідно, год.

$$Z_{пто} = \frac{1161600 \cdot (4 + 22)}{100 \cdot 1,8 \cdot 1800} + \frac{96800 \cdot 17}{100 \cdot 1,8 \cdot 200} = 138,92 \text{ грн./га.}$$

Затрати на ПММ визначаємо із залежності

$$Z_{нм} = Q C_k, \quad (2.33)$$

де C_k – комплексна ціна нафтопродуктів, грн./кг.

Q – максимальна експлуатаційна витрата палива, кг/га.

$$Q = \frac{G_{зм}}{W_{зм}} = \frac{G_p T_p + G_x T_x + G_z T_z}{0,1 B_p V_p T_{зм} \tau}, \quad (2.34)$$

де $G_{зм}$ – змінна витрата палива, кг/зм,

G_p, G_x, G_z – годинна витрата палива двигуном відповідно при роботі з навантаженням, на холостому ході та роботі двигуна на зупинках, кг/год.,

T_p, T_x, T_z – час роботи агрегату, який визначають в залежності від умов його роботи, год.

$$Q = \frac{18,0 \cdot 5,11 + 11,2 \cdot 1,05 + 1,3 \cdot 0,84}{12,60} = 8,65 \text{ кг/га.}$$

Отже, згідно формули (2.30) отримаємо:

$$Z_{нм} = 8,65 \cdot 50,0 = 432,5 \text{ грн/га.}$$

Витрати на зберігання усіх елементів агрегату для внесення мінеральних добрив у садах можна визначити з умови:

$$Z_{зб} = 0,065 Z_{пто}, \quad (2.35)$$

$$Z_{зб} = 0,065 \cdot 138,92 = 9,03 \text{ грн./га.}$$

Підставивши отримані значення формулу (2.28) будемо мати:

$$B_e = 122,22 + 85,14 + 138,92 + 432,5 + 9,03 = 787,71 \text{ грн/га.}$$

Таким чином, прямі питомі експлуатаційні затрати на внесення мінеральних добрив у саду зі схемою садіння дерев 3×5 МГА, до складу якого входять трактор Баларусь 982 та удосконалений розкидач мінеральних добрив МВД-900 становлять 787,71 грн/га.

Розраховуємо необхідну кількість допоміжних агрегатів для обслуговування машини для внесення мінеральних добрив, скориставшись формулою

$$n_{mp} = \frac{W_{зод} m_{аз} t_p Q}{G_{mp} \gamma_{\epsilon}}, \quad (2.36)$$

де $m_{аз}$ – кількість одночасно працюючих у саду агрегатів;

t_p – час рейсу транспортного засобу, год (час пробігу транспортного засобу з вантажем і без вантажу, час навантаження і розвантаження, заправки розкидача добривами), час оформлення документів;

Q – норма внесення мінеральних добрив, т/га;

G_{mp} – вантажопідйомність транспортного засобу, т;

γ_{ϵ} – коефіцієнт використання вантажопідйомності транспортного засобу ($\gamma_{\epsilon} = 0,8 \dots 0,9$).

Тривалість рейсу визначаємо за формулою:

$$t_p = t_{pв} + t_{pбв} + t_{np} + t_o = \frac{S}{V_{\epsilon}} + \frac{S}{V_{бв}} + t_{np} + t_o \quad (2.37)$$

де $t_{pв}$ – тривалість руху МТА з вантажем, год;

$t_{pбв}$ – тривалість руху МТА без вантажу, год;

t_{np} – тривалість навантаження, год;

t_o – організаційний час, год.

$$t_p = \frac{5}{22} + \frac{5}{12} + \frac{10}{60} + \frac{3}{10} = 1,11 \text{ год.}$$

Тоді
$$n_{mp} = \frac{1,59 \cdot 1 \cdot 1,11 \cdot 0,2}{4 \cdot 0,85} = 0,1, \text{ приймаємо } n_{mp} = 1.$$

Визначаємо шлях, що пройде агрегат для внесення добрив до повного вивантаження бункера (внесення добрив) за формулою:

$$L_s = \frac{10^4 B_c \gamma}{B_c Q}, \quad (2.38)$$

де $B_c = V_c \cdot \rho_n$ – місткість бункера розкидача, т;

V_c, ρ_n – відповідно об'єм бункера (м^3) і щільність добрив, т/м^3 ;

γ – коефіцієнт використання місткості бункера ($\gamma = 0,8 \dots 0,85$);

B_c – ширина захвату агрегату, м.

$$L_3 = \frac{10^4 \cdot 0,9 \cdot 0,85}{5 \cdot 0,20} = 7650 \text{ м.}$$

Визначаємо орієнтовні місця заправок агрегату добривами, виходячи з розмірів поля й запасу ходу до повного випорожнення бункера:

$$z_l = \frac{L_3}{L_p}, \quad (2.39)$$

$$z_l = \frac{7650}{684} = 11,18, \text{ приймаємо } z_l = 10, \text{ тобто будемо заправляти агрегат з од-}$$

нієї сторони поля після кожних десяти проходів.

2.4 Технологічна наладка агрегату

- Технологічна наладка агрегату для внесення мінеральних добрив у садах передбачає послідовне виконання операцій з підготовки енергетичного засобу та окремих агрегатів, вузлів і робочих органів розкидача до роботи.

На першому етапі провести зовнішній огляд машини. Перевірити її комплектність, справність, технічний стан і якість кріплення всіх вузлів. При потребі усунути всі несправності і довести тиск у шинах до 0,25 МПа. Колеса трактора встановити на ширину колії 1400 – 1600 мм. Тиск у шинах передніх коліс встановити 170, задніх – 100 кПа. Начіпну систему трактора переобладнати для роботи з начіпними машинами. Начепити розкидач на систему начіпки трактора. Встановити карданну передачу, з'єднавши ВВП трактора із кінцем вала редуктора машини МВД-900.

На машині МВД-900 необхідно перевірити стан вентилятора, підсівної щілини та механізму їх приводу, штанги з розпилювальними наконечниками і гнучкими шлангами.

На другому етапі встановлюють розкидач на задані параметри роботи. Для регулювання норми внесення мінеральних добрив користуються таблицями, згідно яких встановлюють величину підсівної щілини, змінюючи її розмір за допомогою важеля з пружинним фіксатором. Розмір щілини замірюють лінійкою. Крім

того регулюють величину (амплітуду) коливання підсівної щілини. Перевіряють величину дозувальної заслінки та величину повітряного потоку вентилятора. Розставляють штангу на відповідну ширину захвату.

Перед виїздом в поле перевіряють наявність і за необхідності доливають оливи в редуктор машини для внесення добрив, проводять мащення підшипників. Включають двигун і на холостих обертах перевіряють роботу всіх вузлів та механізмів машини, перевіряють справність роботи гідросистеми та пневмосистеми розкидача.

Перевірка роботи машини в полі полягає у правильності регулювання норми внесення добрив. Для цього роблять прохід до повного звільнення бункера від добрив (місткість його 900 кг) і заміряють оброблену площу. Аналітично визначають можливу площу внесення добрив і перевіряють з дійсною. Можливе відхилення усувають зміною положення дозувальної заслінки.

Висновки

1. Продуктивність удосконаленого агрегату для внесення мінеральних добрив у саду становить 12,60 га/зм;
2. Затрати праці на одиницю роботи МТА для внесення мінеральних добрив у саду складають 1,11 люд·год/га;
3. Прямі експлуатаційні затрати під час внесення добрив у саду агрегатом на базі машини МВД-900 становлять 787,71 грн./га.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ДОБРИВ У САДАХ

3.1 Обґрунтування конструктивної розробки

Для умов більшості господарств, що мають плодоносні сади зі схемою садіння 3 x 5 м найбільш придатною є технологія покращення (відновлення) родючості багаторічних плодкових насаджень з використанням машини МВД-900. Але конструкцією машини передбачено внесення мінеральних добрив методом їх поверхневого розсіювання суцільним потоком за шириною захвату агрегату. Таким чином, засівається зона позаду агрегату, а при стовбурові простори дерев обробляється досить нерівномірно навіть у випадку використання спеціальних фартухів чи захисних кожухів для роботи у вітряну погоду.

Саме тому пропонується вказану модель розкидача обладнати розподільним пристроєм для роботи у садах з різною схемою садіння дерев. Він складається з вентилятора, закріпленого на рамі розкидача та розподільної головки, до якої кріпляться тукопроводи, які завершуються насадками.

Окрім цього, на рамі розкидача монтуємо телескопічну штангу, розміщену горизонтально. Сама штанга містить одну центральну та дві бокові секції (див. арк. 3 та 4 графічної частини). Передбачено також можливість зміни ширини встановлення бокових секцій у відповідності із відстанню між рядами дерев (схемою садіння). Для цього на фермах секцій змонтовані ролики та встановлені фіксатори переміщень рами. Під час переїздів агрегату штанги потрібно складати досередини розкидача, зменшуючи його габарити.

Самі розпилювальні наконечники також можуть зміщуватися по штангах і забезпечувати внесення добрив не тільки у при стовбурову зону дерев, але й позаду руху агрегату.

Принцип роботи удосконаленого агрегату наступний: під час руху мінеральні добрива через дозувальну заслінку скеровуються до вентилятора, привід якого здійснюється від центрального редуктора і ланцюгову передачу. Вентиля-

тор створює повітряний потік, який захоплює добрива і транспортує їх через розподільну головку і гнучкі тукопроводи до розподільних наконечників, закріплених на штангах, через які добрива скеровуються у чітко визначену пристовбурову зону плодкових дерев.

3.2 Розрахунок запропонованого удосконалення

3.2.1 Розрахунок параметрів розпилювального пристрою

Мета розрахунку – визначити основні технологічні параметри розпилювального пристрою удосконаленого розкидача добрив для роботи у садах.

Щоб створити повітряний потік спрямованої дії до пристовбурової частини плодкових дерев, обладнуємо машину для внесення добрив відцентровими вентилятором.

Витрату технологічного матеріалу (гранульований суперфосфат) за 1 хв., відповідно до вибраних умов насаджень визначаємо за формулою [5, 19]

$$g = \frac{B_p V_p Q}{600}, \quad (3.1)$$

де Q – задана норма внесення мінеральних добрив, кг/га;

$$g = \frac{5 \cdot 5,44 \cdot 300}{600} = 13,6 \text{ кг/хв.}$$

Отримане значення є орієнтовним для вибору вентилятора, подача якого має бути завжди вищою. Якщо ця умова не виконується, потрібно змінити швидкість руху МТА або ширину його захвату. В іншому разі використання вентиляторного розпилювального пристрою є недоцільним.

Визначаємо кількість розпилювальних наконечників (виходячи з умови, що на кожній стороні штанги монтуємо по чотири розпилювальні наконечники) та розраховуємо хвилинну витрату мінеральних добрив через один розпилювач, скориставшись наступною формулою:

$$q_1 = g / n \quad (3.2)$$

$$q_1 = 13,6 / 8 = 1,7 \text{ кг/хв.}$$

Повітряний потік, що виходить із горловини вентилятора (аналогічно зі сопла розпилювального наконечника) має вигляд вільного захопленого струменя (рисунок 3.1).

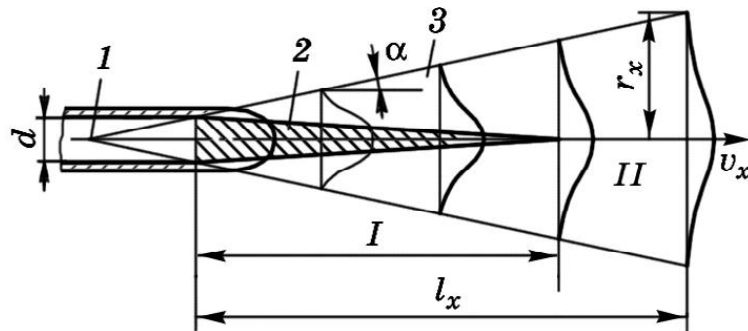


Рисунок 3.1 Схема вільного захопленого струменя повітря:

I – полюс струменя; *2* – ядро потоку; *3* – перехідний переріз; *I* – початковий проміжок струменя; *II* – основний проміжок струменя.

У безвітряну погоду струмінь розширюється пропорційно відстані від горловини вентилятора. При цьому до струменя в подальшому його переміщенні залучаються додатково часточки навколишнього повітря, а тому швидкість його зменшується за певною залежністю з врахуванням відстані на якій проводяться заміри цього повітряного потоку (струменя).

В будь-якому поперечному перерізі (див. рисунок 3.1) за межами ядра *2* потоку в міру віддалення від умовної осьової лінії швидкість повітряного потоку зменшується до повної його відсутності на межі основного проміжку. На цьому проміжку (*II*) осьова швидкість зменшується й може визначатися за наведеною нижче емпіричною залежністю [5]:

$$V_x = 0,48 \frac{V_0}{\frac{ax}{d} + 0,145}, \quad (3.3)$$

де V_x – швидкість повітряного потоку на відстані x від вихідного сопла, м/с;

V_0 – швидкість повітряного потоку на виході із сопла (розпилювача), м/с;

$a = 0,07 \dots 0,14$ – коефіцієнт турбулентності струменя;

x – відстань від сопла (розпилювача), м;

d – діаметр сопла (вихідного отвору розпилювального наконечника), м.

Якщо мінеральні добрива, захоплені повітряним потоком будуть потрапляти безпосередньо на листки плодкових дерев, то за швидкості повітряного потоку 5,5...6,5 м/с листки можуть повністю відхилитися й займати стійке положення, повернувшись навколо черешка; якщо швидкість перевищуватиме 35 м/с листки плодкових дерев починають пошкоджуватись. З цих міркувань приймаємо швидкість повітряного потоку (потоку міндобрив) на виході з розпилювального наконечника не більше 10 м/с. за таких умов листочки не пошкоджуватимуться, а добрива зможуть проникнути до пристовбурової частини плодкових дерева.

З формули (3.3) визначаємо початкову швидкість (V_0 , м/с) повітряного потоку на виході з розпилювального наконечника

$$V_0 = \frac{V_x}{0,48} \left(\frac{ax}{d} + 0,145 \right), \quad (3.4)$$

$$V_0 = \frac{10}{0,48} \left(\frac{0,1 \cdot 0,5}{0,03} + 0,145 \right) = 36,75 \text{ м/с.}$$

Продуктивність вентилятора визначаємо за формулою:

$$Q_v = SV_0, \quad (3.5)$$

де S – площа вихідного отвору горловини (сопла) розпилювального наконечника,

$$Q_v = 0,005 \cdot 37,75 = 0,20 \text{ м}^3/\text{с.}$$

Виконані розрахунки вказують на те, що швидкість повітряного потоку на виході з розпилювального наконечника $V_0 = 36,75$ м/с, а продуктивність вентилятора не повинна бути меншою за $0,20 \text{ м}^3/\text{с}$.

3.2.2 Розрахунок ланцюгової передачі

Мета розрахунку – визначити параметри ланцюгової передачі приводу вентилятора та основні конструктивні розміри окремих її складових.

Потужність, яка необхідна для приводу вала вентилятора становить 4,30 кВт. Визначаємо крутний момент на вихідному валу приводу вентилятора за формулою

$$T_2 = \frac{N}{\omega}, \quad (3.6)$$

де P – потужність приводу, кВт.

$$T_2 = \frac{4,30 \cdot 10^3}{19,0} = 0,226 \cdot 10^3 \text{ Н мм.}$$

Крутний момент на ведучій і веденій зірочці становить

$$T_1 = T_2 = 0,226 \cdot 10^3 \text{ Н мм.}$$

Діаметр вихідного кінця вала становить 35 мм. Виходячи з попередніх умов вибираємо передаточне число від ведучої зірочки до веденої $i = 1$ і режим роботи в одну зміну, мащення ланцюга і регулювання натягу періодичне, розміщення ланцюга під кутом (рисунок 3.2).

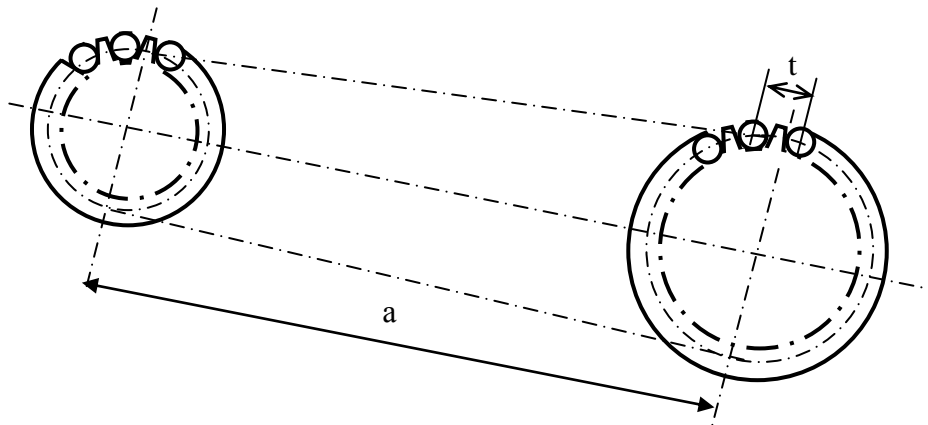


Рисунок 3.2 Схема ланцюгової передачі

Згідно [18] вибираємо приводний ланцюг роликів однорядний.

Крок ланцюга визначається за формулою:

$$t = 280 \cdot \sqrt[3]{\frac{N_1 k_e}{z_1 \omega_1 [p] m_p}} \quad (3.7)$$

де k_e – коефіцієнт експлуатації, що визначається з умови:

$$k_e = k_\partial \cdot k_{рег} \cdot k_n \cdot k_{см} \cdot k_{реж} \cdot k_a, \quad (3.8)$$

де k_∂ – коефіцієнт характеру навантажень, $k_\partial = 1,25$;

$k_{рег}$ – коефіцієнт, що залежить від способу регулювання провисання ланцюга,

$$k_{рег} = 1,0;$$

k_n – коефіцієнт, що враховує величину натягу ланцюга, $k_n=1,0$;

k_{cm} – коефіцієнт, що враховує характер мащення ланцюга, $k_{cm}=1,0$;

$k_{реж}$ – коефіцієнт, що враховує тривалість роботи, $k_{реж}=1,0$;

k_a – коефіцієнт довжини ланцюга, $k_a=1,0$.

Отже, $k_e=1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0=1,25$;

z_1 – число зубів веденої зірочки (приймаємо $z_1=15$);

ω_1 – кутова швидкість вала ведучої зірочки, рад/с.

$[p]$ – допустимий питомий тиск в шарнірах, $[p]=24$ МПа.

m_p – коефіцієнт рядності.

Згідно формули (3.13) маємо

$$t = 280^3 \sqrt{\frac{4,30 \cdot 10^3 \cdot 1,25}{15 \cdot 19,0 \cdot 1 \cdot 24}} = 12,21 \text{ мм.}$$

Приймаємо ланцюг ПР-19,05-3180 ГОСТ 13568-75. Параметри ланцюга: $t=19,05$, $v_1=12,7$ мм, $d=11,91$ мм, $P_t=22,78$ мм, $v_4=26,9$ мм, погонна маса ланцюга $q=1,9$ т/м; $Q=31,8$ кН.

Визначаємо число зубів веденої зірочки:

$$z_2 = z_1 \cdot U \leq z_{2 \max} \quad (3.9)$$

де $z_{2 \max}$ – максимальне число зубів веденої зірочки, $z_{2 \max}=120$.

Отже $z_2 = 15 \cdot 3 = 45 < 120$.

Визначаємо міжосьову відстань за формулою

$$a = a_t \cdot t \quad (3.10)$$

де a_t – міжосьова відстань в кроках, $a_t=21,35$.

t – крок ланцюга, мм.

$$a = 21,35 \cdot 19,05 = 406,71 \text{ мм.}$$

Необхідна довжина ланцюга в кроках:

$$L_t = 2a_1 + a_1 + (v/a_1) \quad (3.11)$$

де $a_1 = (z_1 + z_2)/2 = (15 + 45)/2 = 30$;

$$v = \left(\frac{z_1 - z_2}{2\pi} \right)^2 = \left(\frac{45 - 15}{2 \cdot 3,14} \right)^2 = 22,82.$$

Таким чином $L_t = 2 \cdot 21,35 + 30 + (22,82/21,35) = 73,77$; приймаємо $L_t=74$ кроки.

Уточнюємо величину міжосьової відстані за формулою:

$$a = \frac{t}{4} (L_t - a_t + \sqrt{(L_t - a_t)^2 - 8 \cdot e}) \quad (3.12)$$

$$a = \frac{19,05}{4} (74,0 - 30 + \sqrt{(74,0 - 30)^2 - 8 \cdot 22,82}) = 408,97 \text{ мм.}$$

Для забезпечення провисання ланцюга міжосьову відстань зменшимо на величину $(0,002 - 0,004)a$, тобто $\Delta = 0,003 \cdot 408,97 = 1,22$ мм.

Після уточнення отримаємо: $a = 408,97 - 1,22 = 407,75$ мм.

Визначаємо число ударів ланки об зуб зірочки за секунду:

$$v = \frac{2 \cdot z_1 \cdot \omega_1}{\pi L_t} \leq [v], \quad (3.13)$$

$$v = \frac{2 \cdot 15 \cdot 19,0}{3,14 \cdot 74} = 2,31 \leq [35].$$

Визначаємо сили, що діють у вітках ланцюга і сили тиску на вали.

Колова сила:
$$F_t = \frac{1000 N_1}{V_{\lambda}} \quad (3.14)$$

де V_{λ} – швидкість ланцюга, м/с.

$$V_{\lambda} = \frac{z_1 \cdot t \cdot \omega_1}{2000 \cdot \pi} \quad (3.15)$$

$$V_{\lambda} = \frac{15 \cdot 19,05 \cdot 19,0}{2000 \cdot 3,14} = 0,86 \text{ м/с.}$$

Тоді
$$F_t = \frac{1000 \cdot 4,3}{0,86} = 5116,27 \text{ Н.}$$

Сила натягу ланцюга від провисання:

$$F_q = k_f \cdot q \cdot a \cdot g \quad (3.16)$$

де k_f – коефіцієнт провисання, $k_f = 6,0$.

$$F_q = 6,0 \cdot 1,9 \cdot 0,407 \cdot 9,8 = 45,47 \text{ Н.}$$

Сила натягу ланцюга від відцентрових сил

$$F_y = q \cdot V_{\lambda}^2, \quad (3.17)$$

$$F_y = 1,9 \cdot 0,86^2 = 1,41 \text{ Н.}$$

Загальне зусилля у ведучій вітці ланцюга:

$$F_{заг1} = F_t \cdot k_\delta + F_q + F_u. \quad (3.18)$$

$$F_{заг1} = 5116,27 \cdot 1,25 + 45,47 + 1,41 = 6442,61 \text{ Н.}$$

Загальне зусилля у веденій вітці ланцюга:

$$F_{заг2} = F_q + F_u \quad (3.19)$$

$$F_{заг2} = 45,47 + 1,41 = 46,88 \text{ Н.}$$

Зусилля, що діє на вали ведучої та веденої зірочки:

$$F_\delta = F_t \cdot k_\delta + 2F_q \quad (3.20)$$

$$F_\delta = 5116,27 \cdot 1,25 + 2 \cdot 45,47 = 6486,28 \text{ Н.}$$

Перевіряємо ланцюг на питомий тиск в шарнірах за формулою

$$p = \frac{F_t \cdot k_e}{S \cdot m_p \cdot 10^2} \leq [p], \quad (3.21)$$

де S – проекція опорної поверхні шарніра;

$[p]$ – допустимий питомий тиск, $[p]=24$ МПа.

$$p = \frac{5116,27 \cdot 1,25}{3,05 \cdot 1 \cdot 10^2} = 10,36 \leq [24] \text{ МПа.}$$

Запас міцності вибраного ланцюга:

$$n = \frac{Q}{F_{заг1}} \geq [n] \quad (3.22)$$

$$n = \frac{31800}{6442,61} = 4,94 \geq [4,3].$$

Отже, ланцюг вибрано правильно.

Визначаємо основні геометричні і конструктивні розміри ведучої та веденої зірочок.

Діаметр ділильного кола:

$$d_o = \frac{t}{\sin \frac{180}{z}}. \quad (3.23)$$

Ведуча зірочка:
$$d_o = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{15}} = 91,62 \text{ мм.}$$

Ведена зірочка:
$$d_o = \frac{19,05}{\sin \frac{180}{45}} = 273,09 \text{ мм.}$$

Діаметр зовнішніх кіл:

$$d_{amin} = d + 0,5d_1 \quad (3.24)$$

$$d_{amax} = d + 1,25t - d_1 \quad (3.25)$$

Ведуча зірочка: $d_{amin} = 91,62 + 0,5 \cdot 11,91 = 97,50 \text{ мм,}$

$$d_{amax} = 91,62 + 1,25 \cdot 19,05 - 11,91 = 103,52 \text{ мм.}$$

Ведена зірочка: $d_{amin} = 273,09 + 0,5 \cdot 11,91 = 279,04 \text{ мм,}$

$$d_{amax} = 273,09 + 1,25 \cdot 19,05 - 11,91 = 296,90 \text{ мм.}$$

Радіус впадин:

$$r_{imin} = 0,505 \cdot d_1 \quad (3.26)$$

$$r_{imax} = 0,505 \cdot d_1 + 0,069 \cdot \sqrt[3]{d_1} \quad (3.27)$$

Ведуча зірочка: $r_{imin} = 0,505 \cdot 11,91 = 6,01 \text{ мм,}$

$$r_{imax} = 0,505 \cdot 11,91 + 0,069 \cdot \sqrt[3]{11,91} = 6,17 \text{ мм.}$$

Радіус впадин веденої зірочки вибираємо аналогічний.

Діаметр кола впадин:

$$d_f = d - 2 \cdot r_1 \quad (3.28)$$

Ведуча зірочка: $d_f = 91,62 - 2 \cdot 6,01 = 79,6 \text{ мм,}$

Ведена зірочка: $d_f = 273,09 - 2 \cdot 6,01 = 261,07 \text{ мм.}$

Радіус спряжень:

$$r_{lmin} = 0,12 \cdot d_1 (z + \alpha) \quad (3.29)$$

$$r_{lmin} = 0,008 \cdot d_1 (z^2 + 180) \quad (3.30)$$

Ведуча зірочка: $r_{lmin} = 0,12 \cdot 11,91 \cdot (15 + 2) = 24,29 \text{ мм,}$

$$r_{lmin} = 0,008 \cdot 11,91 \cdot (15^2 + 180) = 38,58 \text{ мм.}$$

Ведена зірочка: $r_{lmin} = 0,12 \cdot 11,91 \cdot (45 + 2) = 67,17$ мм,
 $r_{lmin} = 0,008 \cdot 11,91 \cdot (45^2 + 180) = 210,09$ мм.

Кут спряження:

$$\alpha_{min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{z}; \quad (3.31)$$

$$\alpha_{max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{z}. \quad (3.32)$$

Ведуча зірочка: $\alpha_{min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{15} = 114^\circ$;

$$\alpha_{max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{15} = 134^\circ.$$

Ведена зірочка: $\alpha_{min} = 120^\circ - \frac{90^\circ}{45} = 118^\circ$.

$$\alpha_{max} = 140^\circ - \frac{90^\circ}{45} = 138^\circ$$

Радіус заокруглень ведучої та веденої зірочок:

$$r_x = 1,5 \cdot d_1 = 1,5 \cdot 11,91 = 17,86 \text{ мм.}$$

Ширина зуба:

$$b_{f1} = 0,93 \cdot b_1 = 0,93 \cdot 12,7 = 11,81 \text{ мм.}$$

Визначаємо розміри зірочки:

$$\text{Ступиця зірочки } d_{cm} = 1,6 \cdot d_e, \quad (3.31)$$

де d_u - діаметр вала, мм; $d_u = 30$ мм.

$$d_{cm} = 1,6 \cdot 30 = 48 \text{ мм.}$$

Довжина ступиці:

$$l_{cm} = (1,2 \div 1,5) \cdot d_e, \quad (3.32)$$

$$l_{cm} = (1,2 \div 1,5) \cdot 30 = 36,0 \div 45,0 \text{ мм,}$$

Приймаємо $l_{cm} = 45$ мм.

Товщина диска зірочки

$$b_1 = 0,93 \cdot B_{вн}. \quad (3.33)$$

$$b_1 = 0.93 \cdot 12,7 = 11,8 \text{ мм}$$

Розміри ведучої зірочки

$$d_{cm} = 1,6 \cdot d_6$$

$$d_{cm} = 1,6 \cdot 30 = 48 \text{ мм}$$

Довжина ступиці

$$l_{cm} = (1,2 \div 1,5) \cdot d_6,$$

$$l_{cm} = (1,2 \div 1,5) \cdot 30 = 36,0 \div 45,0,$$

приймаємо $l_{cm} = 45 \text{ мм}$.

Висновки

1. Для ефективної роботи удосконаленого агрегату його необхідно обладнати розкидним пристроєм з пневматичним розподілом технологічного матеріалу.
2. Для вказаного пристрою вибираємо відцентровий (діаметральний) вентилятор, продуктивністю не менше $0,20 \text{ м}^3/\text{с}$.
3. Для приводу вала вентилятора необхідно використати приводний ланцюг ПР-19,05-3180 ГОСТ 13568-75, що має такі параметри: $t=19,05$, $v_1=12,7$ мм, $d=11,91$ мм, $P_t= 22,78$ мм, $v_4=26,9$ мм, погонна маса ланцюга $q=1,9$ т/м; $Q=31,8$ кН.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Окреслення чинників можливих травм та аварій під час внесення добрив у садах

Внесення мінеральних добрив у садах проводиться МТА, що складається з трактора Беларусь 982 та удосконаленого розкидача МВД-900, робочі органи якого приводяться в дію від валу відбору потужності трактора.

Серед основних можливих чинників отримання травм та виникнення аварій необхідно виділити постійно небезпечні зони (рисунок 4.1).

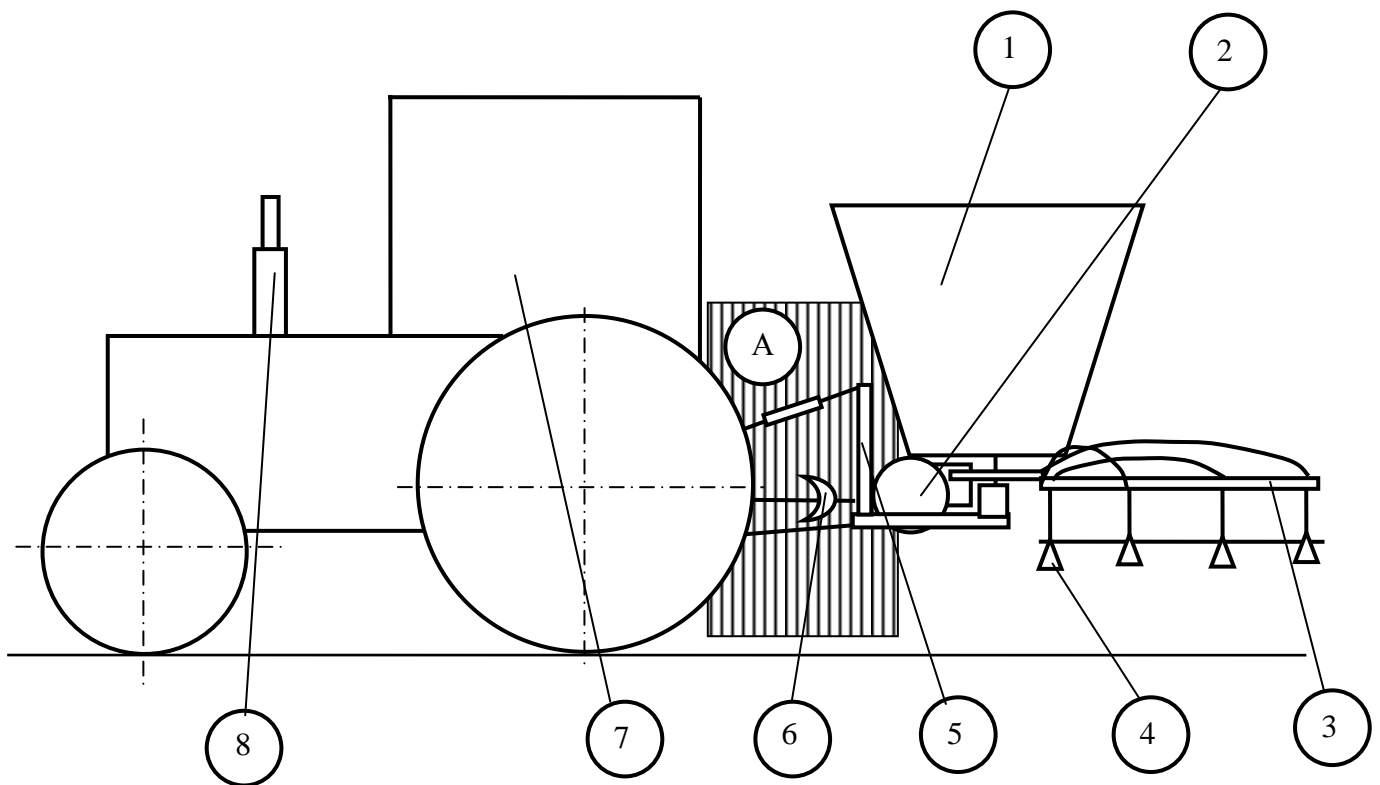


Рисунок 4.1 Схема розміщення постійних травмонебезпечних зон на агрегаті для внесення мінеральних добрив у саду в складі трактора Беларусь 982 і розкидача МВД-900:

1 – бункер розкидача мінеральних добрив; 2 – вентилятор; 3 – штанга; 4 – розпилувач; 5 – механізм націпки трактора; 6 – карданна передача; 7 – кабіна механізатора; 8 – відпрацьовані гази.

Особливо небезпечною є зона А між розкидачем мінеральних добрив та енергетичним засобом (заштрихована ділянка), що характеризується наявністю

великої кількості активних робочих органів та механізмів їх переведення у робоче і транспортне положення та регулювання.

Місце 5 приєднання розкидача до трактора і сам енергетичний засіб розглядаються також як елемент, в яких за певних умов можуть виникати поломки чи пошкодження, що призведуть до аварій. Система начіпки має бути справною, а начеплена машина надійно закріплена напівавтоматичній зчипці. Необхідно також слідкувати за справністю та надійністю гідromуфт, що з'єднують рукави гідросистеми трактора. Крім того, у вказаній зоні знаходиться ще й карданна передача 6, яка становить певну небезпеку через постійне обертання під час роботи.

Енергетичний засіб повинен рухатися з певною швидкістю, особливо на поворотах та при роботі на схилах. Кабіна 7 трактора теж вимагає до себе уваги, оскільки в ній повинен забезпечуватися певний мікроклімат, освітленість робочого місця, відсутність угарних (відпрацьованих) газів 8. За відсутності даних вимог механізатор може зазнати травм, пошкоджень або захворювань.

Наступним травмонебезпечним місцем є розкидач мінеральних добрив, а особливо бункер 2, закритий кришкою. Необхідно слідкувати за її положенням, особливо під час заповнення ємкості добривами. У задній частині агрегату розміщена штанга 3. Перебувати на ній під час руху агрегату забороняється.

Ще одним небезпечним місцем є вентилятор 2, який отримує привод від центрального редуктора через ланцюгову передачу. Вказані вузли мають бути надійно захищені (закриті кожухами чи щитами). Проводити будь-які регулювання чи усунення неполадок у вказаній зоні категорично забороняється без повної зупинки двигуна.

Штанга 3 розподільного пристрою, разом із закріпленими на ній розпилювальними наконечниками 4 становить певну небезпеку для допоміжних працівників, що можуть бути в зоні розпилювання мінеральних добрив. За вказаними робочими органами необхідно слідкувати під час поворотів (розворотів), щоб не зачепити сторонніх осіб чи дерев.

Таким чином, на посівному агрегаті можна виділити дев'ять постійних травмонебезпечних зон та місць.

4.2 Розроблення моделі травмонебезпечних та аварійних ситуацій під час внесення добрив у саду

Під час сівби внесення мінеральних добрив у саду можуть виникати чисельні аварійні та травмонебезпечні ситуації. Тому необхідно чітко визначити небезпечні умови і вживати заходів для їх усунення [3, 10].

Особливо небезпечним є рух агрегату під час його повороту (розвороту) в кінці кварталу насаджень. Робочі органи при цьому знаходяться в піднятому стані, а тому проаналізуємо можливість виникнення аварій внаслідок використання трактора зі спрацьованими понад норму ґрунтозачепами на шинах (НУ1), експлуатації трактора без гальм (НУ2) за послідовного перевищення швидкості руху (НД1) і терміновому різкому гальмуванні (НД2). Такі умови можуть спричинити занос трактора (НС1), а при наявності на полі заглиблення (НУ3) станеться перекидання трактора (НС2). Схема процесу формування і виникнення аварій (А) та травм (Т) буде мати такий вигляд (рисунок 4.2):

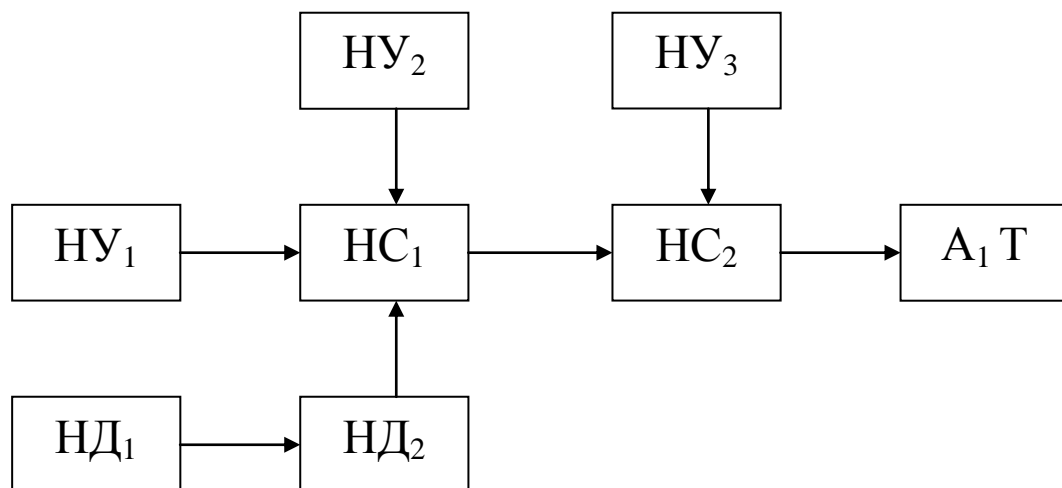


Рисунок 4.2 Схема процесу формування і виникнення аварій (А) та травм (Т) під час внесення мінеральних добрив у садах

Із наведеної схеми видно, що ситуація “занос трактора” (НС1) переходить у більш небезпечну – “перекидання трактора” (НС2). Тому слід дотримуватись рекомендацій стосовно вибору схем і швидкостей руху МТА для підживлення багаторічних насаджень.

4.3 Розрахунок стійкості роботи МТА

Під час руху агрегату по криволінійній ділянці виникає відцентрова сила, яка діє на МТА для внесення мінеральних добрив у напрямку від центра повороту. Якщо своєчасно не знизити швидкість, то внаслідок бокового ковзання коліс (занос) може статися перекидання.

Тоді швидкість руху трактора на повороті, при якій починається перекидання, можна визначити за формулою [9, 10, 13]:

$$V_{max} = \sqrt{B \cdot R \cdot g / 2 \cdot h_y}, \quad (4.1)$$

де B – ширина колії, м;

R – радіус повороту, м;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

h_y – висота центру ваги трактора, м;

$$V_{max} = \sqrt{1,4 \cdot 4,4 \cdot 9,8 / 2 \cdot 1,3} = 4,82 \text{ м/с.}$$

У сучасних тракторах спочатку відбувається занос (бокове ковзання коліс), а вже потім перекидання.

Визначаємо швидкість руху на поворотах за якої виникає початок заносу (ковзання):

$$V_z = \sqrt{R \cdot g \cdot \varphi} \quad (4.2)$$

де φ – коефіцієнт поперечного зчеплення коліс з дорогою,

$$V_z = \sqrt{4,4 \cdot 9,8 \cdot 0,45} = 4,4 \text{ м/с.}$$

Якщо агрегати працюють на схилі, то його поперечний максимальний кут буде становити:

$$\beta = \arctg \cdot K_c, \quad (4.3)$$

де K_c – коефіцієнт статичної стійкості;

$$K_c = B / 2 \cdot h_y, \quad (4.4)$$

$$K_c = 1,4 / 2 \cdot 1,2 = 0,58.$$

Тоді $\beta = \arctg 0,58 \approx 30^\circ$.

Дані розрахунки показують, що його швидкість на поворотах повинна бути обмежена до 4,4 м/с для запобігання виникнення травмонебезпечних ситуацій, а максимальний кут схилу не повинен перевершувати 30° .

4.4 Техніка безпеки під час роботи на МТА для підживлення багаторічних насаджень

Для безпечної роботи на МТА для підживлення багаторічних насаджень удосконаленим розкидачем добрив потрібно дотримуватись наступних правил техніки безпеки:

- не допускати до роботи осіб без посвідчення машиніста-тракториста на керування трактором і тих, що не пройшли інструктаж з техніки безпеки, про що має бути зроблений запис в журналі;
- стороннім особам категорично забороняється знаходитись на працюючому посівному агрегаті, а також в безпосередній близькості від нього;
- забороняється проводити ремонт або регулювання вузлів розкидача під час його роботи;
- всі види регулювань і технічного догляду слід виконувати тільки після повної зупинки робочих органів розкидача і вимкненому двигуні трактора;
- забороняється проводити будь-які регулювання або роботи під розкидачем, якщо під його раму не поставлені спеціальні підставки;
- забороняється робота на агрегаті в незаправленому одязі та зі звисаючими полами й рукавами;
- про пуск і початок руху агрегату повідомити сигналом тих, хто стоїть поблизу;
- очистку робочих органів розкидача мінеральних добрив здійснювати спеціальними очисниками;
- забороняється проштовхувати добрива у бункері руками;
- забороняється знаходитись спереду агрегату під час його руху;

- перед початком роботи потрібно впевнитись в повній справності всього агрегату, перевірити наявність і міцність кріплення робочих органів, агрегатів, вузлів та всіх захисних щитків і огорож;
- інструменти, пристосування і обладнання для технічного обслуговування мають відповідати своєму призначенню, бути справними і забезпечувати безпечність проведення робіт;
- остерігатися обертових частин розкидача, не знаходитися поблизу штанг з розпилувачами;
- категорично забороняється перевозити на розкидачі людей;
- в кабіні трактора треба мати аптечку і слідкувати за поповненням її всіма необхідними медикаментами;
- не допускати перевезення на машині для внесення добрив вантажу;
- після зупинки агрегату обов'язково перевести важіль коробки передач в нейтральне положення;
- обганяти транспортні засоби, швидкість руху яких рівна або перевищує вказану транспортну швидкість руху посівного агрегату, забороняється.

Висновки

1. На МТА для внесення мінеральних добрив у садах удосконаленим розкидачем існує 9 основних травмонебезпечних зон і місць.
2. Для безпечної роботи агрегату його швидкість руху на поворотах не повинна перевищувати 4,82 м/с.
3. Перекидання агрегату може відбутися, якщо його швидкість на повороті буде вищою 4,4 м/с, а максимальний кут схилу – 30°.

5 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

5.1 Основні чинники негативного впливу на довкілля під вирощування яблук

Екстенсивне використання земельних та водних ресурсів шляхом збільшення залучування до виробництва земельних площ, вирощування сільськогосподарських культур у посушливих районах за рахунок їх зрошення, широке використання хімічних та біологічних засобів для збільшення врожаю – все це є причиною глобальної зміни клімату, порушення температурного і водного балансів [2].

Використання енергетичних засобів на окремих механізованих операціях під час вирощування і збирання яблук, особливо під час внесення добрив у міжряддях саду призводить до надмірного ущільнення поверхневого шару ґрунту. Ходові системи енергетичних засобів негативно діють на ґрунт, рухаючись міжряддям, що призводить до зниження їх родючості та зменшення гумусового шару, утруднюється доступ вологи, повітря та поживних речовин до кореневих систем багаторічних насаджень.

Шкідливого впливу завдає нерозумне використання пестицидів. Пестициди – хімічні засоби захисту рослин від шкідників і хвороби, діють вони швидко і ефективно, проте їх застосування має також негативні наслідки для довкілля і здоров'я людини. Під час вирощування плодів широко використовуються отрутохімікати, тому слід вжити заходів щодо їх раціонального застосування, особливо в період цвітіння дерев.

Значних збитків сільському господарству завдає ерозія. Тому, одним з найважливіших природоохоронних засобів є боротьба з ерозією. Ерозія – руйнування ґрунту потоками води або вітру, а також технічними засобами [2]. Найбільш ефективним заходом щодо недопущення ерозійних проявів в часі виконання окремих механізованих операцій під час вирощування і збирання яблук є правильна організація використання МТА, особливо на схилах з доцільним для цих умов вибором їх способу руху. За необхідності доцільно використовувати розширювачі ко-

лісних рушіїв і спарювання опорних коліс, щоб зменшити їх негативний вплив на ґрунт.

Під багаторічні насадження доцільно вносити органічні та мінеральні добрива методом поверхневого розподілу або прикореневим підживленням. Проте сільськогосподарські тварини є серйозними забруднювачами навколишнього середовища. Гній, гноївка, які утворюються при їх утриманні та стічні води забруднюють ґрунт та водойми, а аміак та сірководень надходять до атмосфери. Тому, щоб забезпечити екологічну чистоту атмосферного повітря, біля тваринницьких ферм і відгодівельних комплексів, для утилізації рідкого та підстилкового гною, треба будувати гноссховища, виділити територію на яких можна зберігати і підготовляти гній до використання.

5.2 Зберігання і використання паливно-мастильних матеріалів

Пасивне відношення до паливно-мастильних матеріалів також призводить до забруднення довкілля.

Спалюючи велику кількість палива, самохідна сільськогосподарська техніка викидає у повітря дуже багато шкідливих газів, що спричиняють забруднення повітря. Тому правильне зберігання і використання нафтопродуктів – один із найважливіших чинників охорони атмосферного повітря.

Під час внесення добрив під багаторічні насадження безпосередньо в міжрядді саду потрібно вибирати такі режими, які відповідають екологічній роботі машинно-тракторного агрегату. Особливо це стосується ділянок саду, що прилягають до кущових насаджень або польових доріг.

5.3 Шляхи зниження негативної дії на довкілля об'єкту дослідження

Кожен вид матеріального виробництва передбачає перетворення енергії і матеріальних ресурсів, утворюючи при цьому як енергетичні така і матеріальні відходи. При плануванні впровадження нових технологічних підходів чи організаційних заходів під час внесення добрив насамперед має звертатися увага на ви-

користання ресурсо- та енергоощадних технологій, вирішення проблем створення екологічно чистих виробництв. Запропоноване нововведення, крім його технічної чи технологічної доцільності, має бути кроком в напрямку реальної мінімізації екологічного впливу на довкілля (вода, повітря, ґрунт, безпека для життя і здоров'я людей) та появи непридатних матеріально-речовинних і енергетичних відходів. Має забезпечуватися, по можливості, концентрація відходів, їх повторне використання, можливі чи передбачувані технологічні шляхи видалення чи захоронення відходів.

Зменшення негативного впливу від ущільнення ґрунту засобами механізації під час внесення добрив у міжрядді саду можна досягнути наступними конструктивними та організаційними заходами:

- використання гусеничних тракторів та тракторів з напівгусеничною ходовою частиною, у яких питомий тиск на ґрунт значно нижчий ніж у колісних;
- використання розширювачів колісних рушіїв і спарювання опорних коліс;
- раціональне комплектування машинно-тракторних агрегатів;
- широке використання енергонасичених тракторів в агрегаті із широкозахватними комплексними агрегатами, які забезпечують зменшення кількості проходів по міжряддях саду;
- використання тракторів, що працюють на підвищених швидкостях.

Висновки

1. Для запобігання негативної дії МТА для внесення добрив під багаторічні насадження необхідно правильно вибрати його спосіб руху й розвороту в кінці заїмки;
2. Усі відпрацьовані технологічні матеріали, що мають шкідливу дію мають бути утилізовані.

6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОГО РОЗКИДАЧА МІНДОБРИВ У САДАХ

Мета розрахунку – визначення економічної ефективності використання удосконаленої машини для внесення мінеральних добрив з одночасним дозуванням їх у прикореневій зоні багаторічних насаджень. Для розрахунку економічної ефективності виконання даної операції удосконаленим агрегатом необхідно визначити валове виробництво яблук при використанні базової та удосконаленої машини для внесення добрив.

Згідно агротехнічних вимог при змішуванні добрив вологість компонентів не повинна відрізнятися від стандартної більш як на 25 %. Відхилення від заданого співвідношення поживних елементів у тукосумішах допускається не більше ніж $\pm 5\%$, а неоднорідність суміші – не більше ніж $\pm 10\%$. Крім того, внесення мінеральних добрив методом поверхневого розкидання у міжрядді саду спричиняє велику нерівномірність (понад 25%) розподілу технологічного матеріалу за площею внесення. Якщо врахувати, що значна частина внесених добрив зосереджується всередині міжряддя, а не в прикореневій зоні, то в цілому відхилення від даних агротехнічних вимог може спричинити зменшення валового збору на 10%.

Визначаємо приріст урожайності яблук завдяки покращення якості виконання технологічного процесу внесення мінеральних добрив, виходячи із планової урожайності, що обумовлюється ґрунтово-кліматичними умовами, вологістю та кількістю акумульованої рослинами сонячної енергії.

Згідно [7, 8] мінімально можлива врожайність яблук за вище наведеними показниками може становити 92,5 ц/га за умови дотримання всіх агротехнічних заходів. Для розрахунків приймаємо орієнтовну врожайність яблук, сформовану за останній рік, тобто 85,2 ц/га. Якісне виконання операції підживлення багаторічних насаджень дозволить збільшити урожайність в цілому на 4% [11, 14] до базової що є у господарстві. Таким чином, отримаємо для розрахунків 88,6 ц/га.

Визначаємо приріст ΔU урожайності яблук на основі рівняння:

$$\Delta Y = Y_1 - Y_2, \quad (6.1)$$

де Y_1, Y_2 – відповідно урожайність яблук при використанні удосконаленої машини для прикореневого внесення мінеральних і поверхневого їх розкидання базовою машиною, ц/га.

$$\Delta Y = 88,6 - 85,2 = 3,4 \text{ ц/га.}$$

Визначаємо валове виробництво при різній урожайності яблук, зумовленої якістю виконання технологічного процесу:

$$Q = S \cdot Y_i \quad (6.2)$$

де S – орієнтовна площа багаторічних насаджень (яблунь), га.

$$Q_1 = 27 \cdot 88,6 = 2392,2 \text{ ц;}$$

$$Q_2 = 27 \cdot 85,2 = 2300,4 \text{ ц.}$$

Визначаємо приріст валового виробництва:

$$\Delta Q = Q_1 - Q_2; \quad (6.3)$$

$$\Delta Q = 2392,2 - 2300,4 = 91,8 \text{ ц.}$$

Визначаємо додаткові грошові надходження завдяки приросту валової продукції:

$$D = \Delta Q \cdot C, \quad (6.4)$$

де C – ціна одиниці продукції, грн./ц.

$$D = 91,8 \cdot 1500 = 137700 \text{ грн.}$$

Визначаємо окупність додаткових капіталовкладень B'_e на переобладнання базової машини для внесення мінеральних добрив згідно запропонованого удосконалення:

$$C_o = \frac{B'_e}{D}. \quad (6.5)$$

$$C_o = \frac{37500}{137700} = 0,28 \text{ року.}$$

Рентабельність застосування удосконаленої машини для внесення добрив визначаємо за формулою:

$$R = \frac{D - B'_e}{D} \times 100 \% \quad (6.7)$$

$$R = \frac{137700 - 37500}{137700} \times 100 = 72,76 \%$$

Таким чином, рентабельність виконання операції удосконаленою машиною складає 72,76% в порівнянні з базовою за умов, що площа яблуневого саду не буде меншою 27 га.

Висновки

1. Додаткові грошові надходження завдяки приросту валової продукції складають 137700 грн.
2. Рентабельність застосування удосконаленої машини для внесення мінеральних добрив у садах 72,76 %.

ВИСНОВКИ

На підставі виконаного аналізу технологій та засобів для внесення добрив, проведених розрахунків у технологічній, конструктивній, економічній частинах можна зробити наступні висновки й пропозиції:

1. Для внесення мінеральних добрив у садах застосовують технології, що передбачають суцільне розсівання технологічного матеріалу за шириною захвату машини.
2. Серед відомих машин для внесення мінеральних добрив у садах переважно застосовують малогабаритні бункерні розкидачі, обладнані розкидними пристроями відцентрового типу.
3. Основний недолік відомих розкидачів добрив – відсутність спрямованого внесення добрив у при стовбурову зону дерев.
4. Продуктивність удосконаленого агрегату для внесення мінеральних добрив у саду становить 12,60 га/зм;
5. Затрати праці на одиницю роботи МТА для внесення мінеральних добрив у саду складають 1,11 люд·год/га;
6. Прямі експлуатаційні затрати під час внесення добрив у саду агрегатом на базі машини МВД-900 становлять 787,71 грн./га.
7. Для ефективної роботи удосконаленого агрегату його необхідно обладнати розкидним пристроєм з пневматичним розподілом технологічного матеріалу.
8. Для вказаного пристрою вибираємо відцентровий (діаметральний) вентилятор, продуктивністю не менше $0,19 \text{ м}^3/\text{с}$.
9. Для приводу вала вентилятора необхідно використати приводний ланцюг ПР-19,05-3180 ГОСТ 13568-75, що має такі параметри: $t=19,05$, $v_1=12,7$ мм, $d=11,91$ мм, $P_f=22,78$ мм, $v_4=26,9$ мм, погонна маса ланцюга $q=1,9$ т/м; $Q=31,8$ кН.
10. На МТА для внесення мінеральних добрив у садах удосконаленим розкидачем існує 9 основних травмонебезпечних зон і місць.
11. Зменшення негативного впливу на навколишнє середовище можна досягнути

за рахунок впровадження енергоощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

12.Додаткові грошові надходження завдяки приросту валової продукції складають *137700* грн.

13.Рентабельність застосування удосконаленої машини для внесення мінеральних добрив у садах *72,76* %.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Бендера І.М., Грубий В.П., Роздорожнюк П.І. та ін. Експлуатація машин та обладнання. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І. 2013. 576 с.
2. Білявський Г. О., Фурдуй Р. С. , Костіков І. Ю. Основи екології: підручник, 2-ге вид., доповн. Київ. Либідь, 2005. 407 с.
3. Винокуров Л. Е., Васильчик М.В., Гаман М.В. Основи охорони праці. Київ. Вікторія. 2001. 254 с.
4. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські машини: підручник. Київ: Агроосвіта, 2015. 679 с.
5. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник. Київ. Вища освіта, 2005. 464 с.
6. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник. Київ. Вища освіта, 2004. 544 с.
7. Гадзало Я.М., Шестопал З.А., Коваль А.Т., Шестопал С.Я. Довідник садівника. Львів: Світ, 2007. 280 с.
8. Демидко М.О., Бабенко А.Є., Бабій В.П. Довідник з механізації садівництва. Київ: Урожай, 1988. 233 с.
9. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Сторожук В.М. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 352 с.
10. Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанець І.Ф. Основи охорони праці. Київ: Основа, 2000. 416 с.
11. Коць С.Я., Петерсен Н.В. Мінеральні елементи і добрива в живленні рослин. Київ: Логос, 2005. 150 с.
12. Лісовал А.П., Макаренко В.М., Кравченко С.М. Система застосування добрив. К: Вища школа, 2002. 317 с.
13. Лехман С.Д., Рубльов В.І., Рябцев Б.І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Київ: Урожай, 1993. 268 с.
14. Лихочвор В.В. Мінеральні добрива та їх застосування. Львів: НВФ «Україн-

- ські технології», 2008. 312 с.
15. Машина для внесення мінеральних добрив МВД-900. Електронний ресурс: URL: https://agrovektor.com/physical_product/99365-razbrasyvatel-udobreniy-mvd-1200-mvd-900-hmelnikselmash.html
 16. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підр. У 2 т.: Т1 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.: за ред. А.В. Рудя. –К.: Агроосвіта, 2012. -584 с.; іл.
 17. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підр. У 2 т.: Т2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.: за ред. А.В. Рудя. –К.: Агроосвіта, 2012. -432 с.; іл.
 18. Павловський М.А. Теоретична механіка: Підручник. -2-ге вид., стереотип. Київ: Техніка, 2004. 512 с.
 19. Рибарук В.Я., Ріпка І.І. Сільськогосподарські машини. Практикум з розрахунку і досліджень робочих процесів. Львів. ЛДАУ, 1998. 264 с.
 20. Ріпка І.І., Семен Я.В., Крупич О.М., Бендера І.М., Рудь А.В. Основи механізації сільськогосподарського виробництва: Навч. посібник. Львів: ЛНАУ, 2013. 224 с.;
 21. Семен Я.В., Чухрай В.Є., Крупич О.М., Рис В.І., Буртак В.В. *Методичні рекомендації для виконання дипломного проекту студентами спеціальності 208 «Агроінженерія» ОС «Бакалавр»*. Львів. Сполом. 2023. 72 с.
 22. Сосновська О.О., Ярошенко П.П., Іванюта М.В. Техніко-економічне обґрунтування господарських рішень у рослинництві. Навчальний посібник. Київ: Центр навчальної літератури. 2006. 384 с.
 23. Соколов В.М., Вожик Ю.Г., Донець С.М., Лінник М.К., Смаковський Ф.П. Машини для приготування і внесення добрив. Київ: Урожай, 1997. 168 с.
 24. Стандарт підприємства: дипломні і курсові проекти (роботи), загальні вимоги до оформлення. Львів: ЛНАУ, 2017. 13 с.
 25. Трактори в Україні. Електронний ресурс: URL: <https://prom.ua/ua/p1297179566-traktor-belarus-8922.html?>