

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

НАБУЛІН ОЛЕКСАНДР АНДРІЙОВИЧ

Допускається до захисту:  
В.о. завідувача кафедри ремонту машин,  
експлуатації енергетичних засобів та  
охорони праці,  
канд. техн. наук, доцент

\_\_\_\_\_ Анатолій ПОЛЯКОВ  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ  
КУЗОВНИМИ МАШИНАМИ З УДОСКОНАЛЕННЯМ ПОДАВАЛЬНОГО  
ПРИСТРОЮ

Спеціальність 208 Агроінженерія

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Керівник:

Кім Ен Дар., професор кафедри  
ремонту машин, ЕЕЗ та ОП,  
доктор техн. наук \_\_\_\_\_

Київ, 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

Кафедра ремонт машин, експлуатації енергетичних засобів та охорони праці  
Ступінь освіти бакалавр  
Галузь знань 20 Аграрні науки та продовольство  
Спеціальність 208 Агроінженерія  
Освітня програма Агроінженерія

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ремонту машин,  
експлуатації енергетичних засобів та  
охорони праці,  
канд. техн. наук, доцент

\_\_\_\_\_ Анатолій ПОЛЯКОВ  
«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ**  
Набіуліну Олександрю Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Обґрунтування технології внесення мінеральних добрив кузовними машинами з удосконаленням подавального пристрою»

керівник роботи Кім Ен Дар, д.т.н., професор  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджено наказом СНУ ім. В.Далі від «\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ року № \_\_\_\_\_

2. Строк подання студентом проекту «\_\_» \_\_\_\_\_ 202\_\_ року

3. Вихідні дані до роботи: технології внесення мінеральних добрив, Технологічне забезпечення технології внесення добрив, характеристика технічних засобів для внесення мінеральних добрив, умови виконання внесення мінеральних добрив під сільськогосподарські культури..

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

- вступ; \_\_\_\_\_
- технологічні умови виконання внесення мінеральних добрив; \_\_\_\_\_
- обґрунтування оптимального складу тукового агрегату для внесення добрив; \_\_\_\_\_
- удосконалення подавального пристрою для внесення добрив; \_\_\_\_\_
- заходи безпеки при внесення мінеральних добрив; \_\_\_\_\_
- техніко-економічне обґрунтування розроблених заходів. \_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу:

- агротехнічні показники внесення мінеральних добрив;

технологічна карта на внесення добрив;

- конструкторська розробка;

- деталювання конструкторської розробки;

- техніко-економічні показники розроблених заходів;

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання 06.03.2023

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1.	Вступ	березень	
2.	Технологічні особливості поверхневого внесення мінеральних добрив	березень	
3.	Обґрунтування режимів тукового агрегату на внесенні мінеральних добрив	квітень	
4.	Удосконалення подавального пристрою кузовного розкидача мінеральних добрив	квітень	
5.	Безпечні заходи при внесенні мінеральних добрив	травень	
6.	Визначення показників ефективності розроблених заходів в кваліфікаційній роботі	травень	
7.	Оформлення кваліфікаційної роботи	червень	
8.	Представлення кваліфікаційної роботи до захисту	червень	

Здобувач вищої освіти \_\_\_\_\_  
( підпис )

Олександр НАБІУЛІН  
(прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_  
( підпис )

Кім Ен Дар  
(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

	Стр.
ВСТУП.....	6
1 ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ПОВЕРХНЕВОГО ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ.....	7
1.1 Технологічні основи внесення мінеральних добрив.....	7
1.2 Технічні засоби технологічного процесу для внесення мінеральних добрив.....	8
1.3 Технологічні показники поверхневого внесення сипких мінеральних добрив.....	9
1.4 Особливості технологічного процесу внесення сипких мінеральних Добрив.....	12
2. ОБГРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ ТУКОВОГО АГРЕГАТУ НА ВНЕСЕННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ.....	18
2.1 Обґрунтування робочої швидкості тукового агрегату.....	18
2.2 Визначення параметрів технологічного циклу при прямоточній схемі внесення добрив .....	22
2.3 Розрахунки по витраті праці на одиницю виконаної роботи на внесенні добрив.....	25
24 Безвідмовність і надійність технологічного комплексу на внесенні мінеральних добрив.....	27
3 УДОСКОНАЛЕННЯ ПОДАВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ КУЗОВНОГО РОЗКИДАЧА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ.....	30

3.1 Обґрунтування елементів пристрою розкидача для переміщення сипких добрив із кузова.....	30
3.2 Особливості тукової машини для внесення сипких добрив з розташуванням подавального транспортера зверху добрив .....	31
3.3 Робочий процес удосконаленого розкидача сипких добрив з верхнім розташуванням подавального транспортера в кузові .....	36
3.4 Визначення продуктивності удосконаленого кузовного розкидача мінеральних добрив .....	37
3.5 Розрахунок ланцюгової передачі приводу подавального транспортера.	38
4 БЕЗПЕЧНІ ЗАХОДИ ПРИ ВНЕСЕННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ.....	42
4.1 Безпечні заходи при роботі з мінеральними добривами.....	42
4.2 Протипожежні заходи при роботі з мінеральними добривами.....	47
4.3 Охоронні заходи навколишнього середовища при внесенні мінеральних добрив.....	48
4.4 Охорона навколишнього середовища при внесенні мінеральних добрив.	42
5 ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КУЗОВНОЇ МАШИНИ З УДОСКОНАЛЕНИМ ПОДАВАЛЬНИМ ПРИСТРОЄМ.....	48
5.1 Розрахунок показників ефективності удосконалених елементів тукової машини.....	48
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	57
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	58

## ВСТУП

Однією із важливих задач в сільському господарстві, а саме в рослинницькій галузі є підвищення продуктивності праці і зниження собівартості вирощуваної продукції за рахунок кращого забезпечення культурних рослин поживними речовинами. Для вирішення цієї задачі потрібно не тільки підвищити культуру землеробства, а також створити сільськогосподарським культурам необхідні умови для активного їх росту і розвитку на протязі цього вегетаційного періоду. Для цього створена відповідна система удобрення для сільськогосподарських підприємств, яка представляє собою комплекс агротехнічних і організаційних заходів, пов'язаних із застосуванням всіх видів добрив для підвищення врожайності вирощуваних культур та родючості ґрунтів. В цілому система удобрення в сівозмінах виконується у вигляді багаторічного плану застосування органічних та мінеральних добрив, в якому передбачаються для внесення в ґрунт відповідні дози, норми та строки їх внесення, а також способи їх внесення та загортання, стосовно кожної із культур сівозміни, з урахуванням біологічних особливостей попередників, рівня запланованих врожаїв та ефективної родючості ґрунтів за умови їх своєчасного внесення та загортання в ґрунт, стосовно кожної із культур польової сівозміни, а також з урахуванням біологічних особливостей попередників, рівня запланованих врожаїв та ефективної родючості ґрунтів. Слід відмітити, що технічні засоби для внесення мінеральних добрив, які застосовують у виробничих умовах, ще не в повній мірі забезпечують агротехнічні умови щодо рівномірності їх внесення в ґрунт. При цьому в технологічному процесі внесення мінеральних добрив по енергомісткості займає близько 7,5 – 12,4%, вказує на недостатню увагу щодо застосування мінеральних добрив. Виходячи із цього, в кваліфікаційній роботі передбачено розглянути питання щодо підвищення ефективності застосування мінеральних добрив в технологічних процесах вирощування польових культур.

# 1 ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ

## ПОВЕРХНЕВОГО ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

### 1.1 Технологічні основи внесення мінеральних добрив

У відповідності із законом повернення речовин у ґрунт, який відкритий Ю. Лібіхом у 1840 році, у ґрунт потрібно повертати поживні речовини, винесені врожаєм або втрачені з інших причин. Дослідження балансу поживних речовин в ґрунті нині є однією з основних проблем саме агрохімії. Це пов'язано з необхідністю систематичного підвищення ефективної родючості ґрунтів, урожайності сільськогосподарських культур і якості отриманої продукції. Баланс саме поживних речовин у землеробстві допомагає вивчати їх винос із ґрунту врожаєм і надходження в ґрунт із різних їх джерел. Якщо витрати поживних речовин внаслідок виносу з врожаєм не компенсуються внесенням відповідних добрив, то відбувається поступове виснаження ґрунту і зниження врожаю культури. Для дотримання технологічних умов внесення саме мінеральних добрив необхідно спочатку визначити хімічний склад самого ґрунту перед основним обробітком ґрунту на вміст основних елементів, а саме азоту, фосфору та калію в доступних для рослин формах та кислотність самого ґрунту. Вияснено, що більшість культурних рослин якнайкраще ростуть при нейтральній реакції ґрунтового розчину, коли показник рН становить саме 6...7 одиниць, або близький до цього. Для зменшення самої кислотності ґрунту, необхідно використати вапняні матеріали. А для нейтралізації лужної реакції ґрунту слід вносити гіпс.

В цілому для визначення хімічного складу самого ґрунту необхідно відібрати зразки із обробленого шару і провести їх хімічний аналіз в агрохімлабораторії. При цьому необхідно визначати саме один раз на 5 – 7 років. Потім за хімічним складом ґрунту проводяться відповідні розрахунки

пов'язані із визначенням потрібної кількості мінеральних добрив, які необхідні для росту рослинам та отримання програмованої врожайності культури. При цьому також слід врахувати той факт, що із внесених добрив, в перший рік їх використання засвоюється тільки частина діючих речовин. При цьому, мають значення фізичні властивості самих добрив, гіпсу та вапна, які являються важливими показниками технологічних умов роботи тукових машин, що не завжди враховуються при технологічній наладці відомих марок тукових машин. Для роботи саме тукових машин, які переміщуються по полю при внесенні добрив, важливе значення мають технологічні властивості ґрунту: його вологість, щільність, твердість та липкість. Від цих властивостей залежить також ефективність роботи тукових машин, а саме, ходова частина тукових машин під час руху по полю не повинна робити глибоку колію і не залипати ґрунтом. Слід відмітити, що роботи по поверхневому внесенню основної дози мінеральних добрив проводяться після збирання сам еурожаю сільськогосподарських культур та перед основним обробітком ґрунту.

## 1.2 Технічні засоби технологічного процесу для внесення мінеральних добрив

Для виконання операції внесення сипких мінеральних добрив доцільно використовувати трактори: Т-150(К), , МТЗ-80/82 в агрегаті з розкидачами мінеральних добрив 1-РМГ-4Б, РУМ-8,, РУМ-5 та інші. При цьому технічне обслуговування тракторів проводять у відповідності із планово-запобіжною системою, яка представляє собою саме комплекс технологічних операцій, об'єднаних характером робіт, що виконується відповідними спеціалістами на чолі з майстром-наладчиком та з використанням відповідного обладнання для технічного обслуговування. На основі нормативно-технічної документації на розкидачі добрив на підприємстві ця система, у відповідності з якою: щозмінне технічне обслуговування тукових машин проводиться в кінці або на



початку зміни роботи тракторного агрегату; перше технічне обслуговування (ТО-1) – через 60/125 мотогодин наробітку трактора; друге технічне обслуговування (ТО-2) – через 240/500 мотогодин наробітку трактора; третє технічне обслуговування (ТО-3) через 960/1000 мотогодин наробітку трактора та два сезонних технічних обслуговування (СТО), які поєднуються з проведенням саме чергового технічного обслуговування. Технічним обслуговуванням сільськогосподарських машин, а саме тукових розкидачів проводиться також у відповідності із планово-запобіжною системою, при цьому передбачені наступні види обслуговування: а) ЩТО; б) ТО-1; а також технічне обслуговування перед початком сезону роботи; в) технічне обслуговування при зберіганні. Щозмінне технічне обслуговування тукових машин проводиться на початку або вкінці зміни. Технічне обслуговування ТО-1 проводиться через 60 годин роботи розкидачів добрив. При цьому виконуються технологічні операції по технічному обслуговуванню у відповідності з інструкцією по експлуатації тукової машини.

### 1.3 Технологічні показники поверхневого внесення сипких мінеральних добрив

Технологічні умови внесення сипких мінеральних добрив поєднують з технологією і системою машин. Кожна з цих складових є саме важливою і суттєво впливає на показники внесення мінеральних добрив. До технологічних показників внесення сипких мінеральних добрив відноситься вологість мінеральних добрив, їх гранулометричний склад, а також відхилення дози внесення від заданої, нерівномірність розподілу сипких добрив на полі, допустиме відхилення від робочої ширини захвату, огріхи, час між внесенням сипких добрив і загортанням їх в ґрунт, швидкість вітру, вологість ґрунту та технічний стан тукового агрегату, організаційні умови та інші фактори. Зокрема, вологість сипких мінеральних добрив повинна бути не більше 13%,

а діаметр гранул добрив регламентується відповідними технічними саме умовами для кожного його виду. Крім того, відхилення саме від заданої дози внесення сипких мінеральних добрив повинно бути мінімальним, допускається агровимогами відхилення не більше  $\pm 10\%$ . При цьому нерівномірність розподілу сипких добрив, який перевищує  $\pm 10\%$ , не бажаний такий показник. Але в реальних умовах досягти високої рівномірності внесення сипких добрив не можливо на даний час. Тому виходячи саме із умов виробництва цей показник має свої допущення: нерівномірність внесення сипких мінеральних добрив допускається до  $\pm 25\%$ . Слід зазначити, що у виробничих умовах цей показник може досягати 60 процентів, що негативно впливає на збір врожаю сільськогосподарських культур. Вологість ґрунту має саме визначальне значення для сипких мінеральних добрив. При достатній вологості ґрунту сипкі мінеральні добрива розчиняються і у вигляді розчину можуть засвоююватись рослинами через кореневу систему. Якщо вологість ґрунту понижена, то мінеральні добрива, розчиняючись у ґрунтовій воді утворюють висококонцентрований розчин солей, який майже не засвоюються коренями рослин. При цьому пригнічується стан самих рослин, що нерідко веде їх до засихання. Швидкість вітру при внесенні сипких добрив суттєво впливає на їх розподілення по поверхні ґрунту. Якщо швидкість вітру перевищує 5...6 м/с., то внести сипких мінеральні добрива з допустимою нерівномірністю до  $\pm 25\%$  практично неможливо. Слід відмітити, що від технічного стану тукового агрегату і його конструктивних особливостей саме в значній мірі залежать його показники роботи. Стало відомо, що тукові машини із відцентровими робочими органами мають досить суттєві недоліки по якісним і кількісним показникам, що стримує їх широке застосування. Перспективними розподільчими пристроями являються ті, які здатні саме рівномірно розподілити добрива в ґрунті незалежно від погодних умов і забезпечити тим самим високу продуктивність тукового агрегату. При цьому, якість кожної технологічної операції в рослинництві формує загальну якість технологічного процесу і суттєво впливає на кінцевий результат, а саме на

собівартість отриманої продукції. Тобто, якість попередньої технологічної операції суттєво впливає на якість наступної, а якість наступної технологічної операції залежить саме від виконання попередньої. Слід відмітити, що неякісно виконану технологічну операцію неможливо переробити, а також компенсувати, надолужити високою якістю наступних технологічних операцій.

В цілому якість роботи тукових агрегатів при внесенні сипких добрив характеризується наступними показниками, агротехнічними строками і тривалістю виконання польових робіт та технологічного процесу. Якість виконання технологічного процесу внесення сипких добрив залежить від конструктивних особливостей розподільчих пристроїв, які оцінюють за показникам покриття поверхні поля твердими сипкими добривами, густотою покриття поверхні поля, кількістю сипких добрив на одному квадратному метрі поверхні поля, нерівномірністю покриття самої поверхні. Крім того, нерівномірність подачі добрив дозувальними пристроями не повинна перевищувати  $\pm 10\%$ . Щоб забезпечити таку високу ефективність застосування сипких мінеральних добрив їх необхідно рівномірно розподіляти на поверхні поля. При цьому, щоб забезпечити таку задану норму внесення сипких добрив, швидкість руху тукового агрегату має бути постійною. Слід відмітити, що однією з важливих операцій при підготовці до нового обробітку ґрунту є попереднє внесення сипких добрив. В більшості випадків ця операція виконується після лушіння самої стерні перед глибоким обробітком. Для цього використовуються відповідні навантажувачі, іноді з подрібнювачами добрив та змішувачами для сипких мінеральних добрив; транспортні засоби, а саме автомобільні і тракторні причіпи, розкидачі причіпні та самохідні для розкидання сипких добрив з кузова і з куп, обладнані різноманітними розподільчими робочими органами для їх внесення. Найчастіше роботи з внесення сипких добрив проводяться в кінці літа, або на початку осені. При цьому можуть бути досить великі коливання саме температури повітря: від

спекотних літніх днів до перших осінніх саме заморозків. Осінні дні характеризуються часто досить великою кількістю опадів у вигляді дощу, і навіть снігу. Тому, як відомо, робота машин для внесення сипких добрив проходить часто за досить складних ґрунтовокліматичних умовах. Крім того, внесення сипких добрив пов'язане з необхідністю мати великоваговий транспорт, особливо саме для органічних добрив, що пов'язано з їх складною консистенцією, яка утруднює роботу, як навантажувальних машин, так і техніки для розкидання таких добрив.

Техніко-економічний розрахунок щодо впливу культурні рослини показує, що нерівномірність внесення сипких мінеральних добрив відцентровими розкидачами не повинна перевищувати  $\pm 15\%$ - $\pm 18\%$ .

#### 1.4 Особливості технологічного процесу внесення сипких мінеральних добрив

Внесення сипких мінеральних добрив повинно бути організовано таким чином, щоб при виконанні такої роботи забезпечувались мінімальні витрати праці і коштів, була забезпечена висока якість виконання робіт в найкоротші строки, виключення втрат сипких добрив, створені найбільш сприятливі умови праці робітників. Організація робіт щодо внесення сипких добрив складається з таких етапів: доставки підготовлених сипких добрив у поле, завантаження в їх в тукові машини та внесення сипких добрив. Підготовлені до внесення сипкі добрива перевозять у поле до тукових машин по перевалочній технології автомобілями-самоскидами, іншими транспортними засобами, а при прямоточній технології добрива перевозяться самими розкидачами. У зв'язку з обмеженими агротехнічними строками внесення сипких добрив, процес їх внесення слід організовувати так, щоб максимально використати продуктивність тукових агрегатів. В зв'язку з цим залежно від

норми внесення сипких добрив, відстані від місця зберігання до поля та інших факторів, застосовують три найбільш раціональні внутрішньогосподарські схеми роботи агрегатів при суцільному внесенні мінеральних добрив, а саме прямоточну, перевантажувальну і перевалочну (рис.1.1).

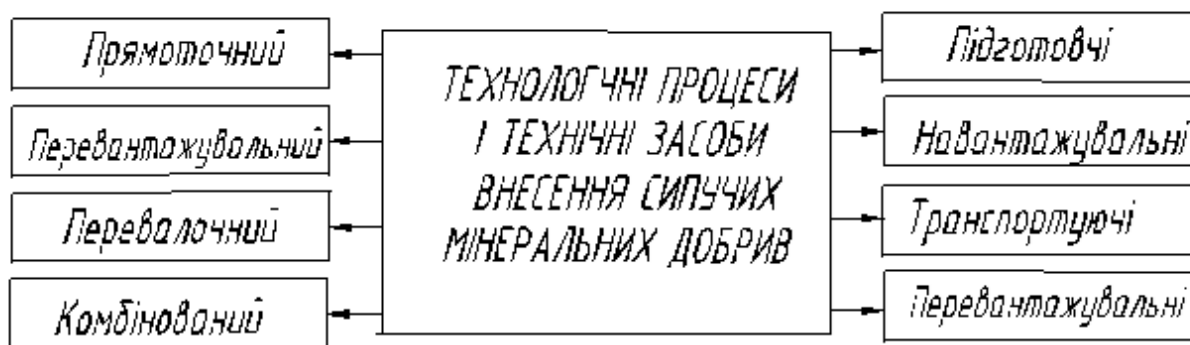


Рисунок 1.1 – Організаційні основи внесення сипких добрив

Прямоточна схема передбачає навантаження сипких добрив на складі господарства безпосередньо в розкидачі, які транспортують їх і розкидають на полі. Ця схема ефективна на відстані до поля не більше 2,5-3,0 км і площі поля більше понад 5 га. За перевантажувальною схемою сипкі добрива на складі господарства навантажують у спеціальні автомобілі-самоскиди, а саме в САЗ-3502, потім транспортують ними безпосередньо до розкидачів добрив на поле і перевантажують їх у розкидачі, якими виконується саме операція внесення. Приведена схема найефективніша при досить високій організації праці, достатній кількості транспортно-навантажувальних засобів та відстані до місця їх внесення понад 4,0 км.

Саме перевалочну схему застосовують при використанні для внесення затарених в мішки сипких добрив, які доставляють на поле і складають у штабелі. Потім по мірі спорожнення кузова розкидачі під'їжджають до цих штабелів для завантаження їх сипкими добривами. Така схема дозволяє

ефективно використовувати саме причіпи-розкидачі на основній операції — внесення сипких добрив. Слід відмітити, що на відстанях до 5,0 км доцільно використовувати транспортні засоби саме малої місткості до 3...5 т, а при перевезенні понад 5 км — більшої місткості.

Аналіз технологічних схем роботи тукових агрегатів при внесенні сипких мінеральних добрив показує, що при основному їх внесенні в більшості випадків застосовують прямоточний і перевантажувальний способи роботи тукових агрегатів, при припосівному внесенні — перевантажувальний і перевалочний, а при підживленні культурних рослин — прямоточний і перевалочний. Крім того, для основного внесення мінеральних добрив використовують саме кузовні розкидачі, і тукові сівалки. При відстані від складу добрив до поля 7...8 км тукові агрегати з розкидачами наприклад РУМ-8 працюють за прямоточною схемою. При більших відстанях застосовують саме перевантажувальну технологічну схему: сипких добрива на складі навантажують в автосамоскиди з попереднім підняттям платформи САЗ-3502, потім транспортують у поле і перевантажують у тукові розкидачі. Якщо відстань 5...15 км. найдоцільніше використовувати саме автомобільні розкидачі КСА-3 вантажністю 4 т за прямоточною технологічною схемою. Слід відмітити, що на невеликих ділянках і в садах на відстані 0,8...1 км від складу, доцільно застосовувати начіпні розкидачі НРУ-0,5 вантажністю 0,5 т. При відстані від складу до поля понад 1 км рекомендується застосовувати груповий метод роботи тукових агрегатів з подібними розкидачами за перевантажувальною схемою. Для цього слід зкомплектувати механізований загін з 3...4 агрегатів для внесення сипких добрив і відповідної кількості завантажувачів. Добрива в цьому випадку слід доставляти автозавантажувачем УЗСА-40 (ЗАУ-3) вантажністю 3 т. Організація роботи при внесенні порошковидних добрив та меліорантів базується на тих же принципах, що і при внесенні звичайних сипких мінеральних добрив. Організація роботи при внесенні рідких мінеральних добрив, а саме водного аміаку, безводного аміаку, як правило, ґрунтується на централізованому їх

обслуговуванні, оскільки стислі агротехнічні строки їх внесення потребують чіткого виконання польових робіт як по доставці добрив у поле, так і по їх внесенню в ґрунт. Властивості і умови застосування таких добрив виключають можливість використання перевалочної технологічної схеми роботи тукових агрегатів, тому застосовують тільки прямоточну та перевантажувальну схеми.

Найпоширеніші для застосування сумішів це два способи внесення сипких мінеральних добрив. За першим способом у змішувачах сипких добрив готують робочу суміш із заданим співвідношенням саме поживних речовин. Потім її вносять спеціальними кузовними розкидачами для твердих мінеральних добрив. За другим способом кожний із видів добрив вносять окремими туковими розкидачами або підживлювачами, а заданого співвідношення поживних речовин досягають установкою заданих норм внесення компонентів. Можливе також поєднання цих способів, коли близькі за технологічними властивостями компоненти для твердих сипких добрив спочатку змішують і вносять одним туковим розкидачем, а компоненти з різними властивостями вносять саме окремими розкидачами.

Недоліком першого такого способу є те, що через різний гранулометричний склад і питому вагу змішуваних сипких добрив у процесі внесення їх робочими органами відцентрового типу, здійснюється розділення суміші на компоненти у повітрі, в зв'язку з чим рівномірність їх внесення по ширині захвату тукового агрегату суттєво відрізняється, а відповідно і різко погіршується саме рівномірність розподілу, необхідного співвідношення елементів живлення культурних рослин по площі. При цьому фактична ширина розкидання окремих компонентів добрив різна, тому за рахунок перекриття по ширині захвату, що широко використовується на практиці, можна покращити рівномірність якого-небудь одного із компонентів. Найпоширеніший для практичного застосування є спосіб, при якому кожний із компонентів заданої суміші вноситься окремим туковим розкидачем. У цьому разі можна

регулювати рівномірність внесення саме окремих компонентів відповідною величиною перекриття ширини захвату саме кожного агрегату, з урахуванням допуску по вихідним вимогам.

Аналіз організації виконання внесення сипких мінеральних добрив показав, що в сільськогосподарському виробництві ще не завжди приділяється належна увага щодо ефективності використання технічних можливостей тукових агрегатів самеу забезпечення їх максимальної завантаженості, зниження простоїв, по технічним та організаційним причинам. Крім того, не приділяється саме достатня увага прогресивним організаційним формам проведення польових робіт по внесенню сипких мінеральних добрив, зокрема створенню спеціалізованих загонів, в яких створюються ланки по підготовці і доставці сипких добрив на віддалені поля, ланки по безпосередньому внесенню сипких мінеральних добрив, ланки по технічному обслуговуванню тукових агрегатів в польових умовах... Тому в період внесення сипких добрив мають місце простой тукових агрегатів, що негативно впливає на їх продуктивність. Слід відмітити, що за умови застосування в підприємствах прогресивних технологій при внесенні мінеральних добрив, є можливість суттєво знизити затрати праці і підвищити продуктивність тукових агрегатів. Крім того, для завантаження розкидачів мінеральними добривами слід використовувати трактористів-машиністів категорії В.

## Висновок

В результаті проведеного структурного аналізу важливості забезпечення рослин поживними речовинами встановлено, що внесення сипких мінеральних добрив є досить важливою складовою отримання підвищеної



врожайності сільськогосподарських культур. Виходячи із цього в кваліфікаційній роботі намічено вирішити наступні питання:

- обґрунтувати машиновикористання при виконанні технологічної операції внесення сипких мінеральних добрив;
- визначити показники якості виконання технології внесення мінеральних добрив;
- проаналізувати технічну систему на рівні тукового агрегату;
- удосконалити пристрій для внесення сипких добрив до тукової машини і обґрунтувати його ефективність;
- розробити заходи по покращенню умов праці технічних працівників при внесенні мінеральних добрив.

## 2. ОБГРУНТУВАННЯ РЕЖИМІВ ТУКОВОГО АГРЕГАТУ НА ВНЕСЕННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

### 2.1 Обґрунтування робочої швидкості тукового агрегату

Відповідно з агротехнічними вимогами, які пред'являються до технологічної операції, необхідно визначити робочу передачу, на якій буде виконуватись операція внесення добрив, для чого необхідно встановити інтервал агротехнічно допустимих робочих швидкостей, в межах якого забезпечується висока якість роботи тукової машини, що виконують основну технологічну операцію [3, табл. 3.14];  $V_{lim} = 5 \dots 15$ , та із тягової характеристики [3, табл. 3.11] трактора, заданої марки, в режимі використання  $N_m = N_{m.max}$ , з урахуванням агрофону вибрати всі передачі, які по чисельному значенні швидкості входять в діапазон агротехнічно допустимих швидкостей [табл.2.1].

Таблиця 2.1 – Технічні параметри трактора

Параметри	Передача				
	III	IV	V	VI	VII
$V_p$ , км/год	6,2	8,0	9,3	11,2	12,4
$P_{т.н}$ , кН	17,9	15,0	13,1	11,0	9,7
$N_{т.max}$ , кВт	30,8	33,3	33,8	34,0	33,4

З метою раціонального використання енергії, яку витрачає трактор на виконання технологічної операції, із його передач, вибираємо ту, на якій трактор розвиває найбільшу потужність ( $N_{m.max}$ ). Робоча швидкість ( $V_p$ ) і номінальне тягове зусилля ( $P_{т.н}$ ) цієї передачі тепер являються основними параметрами для подальшого виконання розрахунків.

$$V_p = 12,4 \text{ км/год}; \quad P_{т.н} = 11,0 \text{ кН}$$

Визначимо сумарний тяговий опір тягово-привідного агрегату, кН:

$$R_{T-np} = R_m + P_{np} \quad (2.1)$$

де  $R_m$  – тяговий опір робочої машини, величина якого залежить як від конструкції робочих органів, кН:

$$R_m = (G_m + Q_{\phi})(f_m \pm \sin \alpha) \quad (2.2)$$

де  $G_m$  – вага розкидача, кН [3, табл. 4.6];  $G_m = 25,0$ кН

$f_m$  – коефіцієнт опору кочення розкидача [3, табл. 4.3];  $f_m = 0,08$

$Q_{\phi}$  – сила від ваги добрив, кН;

$$Q_{\phi} = V_k \cdot \gamma_{\phi} \cdot g \cdot \alpha_{np} \quad (2.3)$$

де  $V_k$  – ємність кузова, м<sup>3</sup> [3, табл. 4.6];  $V_k = 5,0$ м<sup>3</sup>

$\gamma_{\phi}$  – об'ємна маса добрив, т/м<sup>3</sup> [3, табл. 4.20];  $\gamma_{\phi} = 0,94$

$g$  – прискорення сили земного тяжіння ( $g = 9,81$ м/с<sup>2</sup>);

$\alpha_{np}$  – коефіцієнт використання об'єму кузова ( $\alpha_{np} = 1$  – для причепів з основними бортами;  $\alpha_{np} = 0,8$  – для причепів з надставними бортами).

$$Q_{\phi} = 5,0 \cdot 0,94 \cdot 9,8 \cdot 1 = 46,06 \text{ кН}$$

$$R_m = (25 + 46,06)(0,08 + \sin 0) = 5,685 \text{ кН}$$

Додаткове зусилля ( $P_{np}$ ), яке виникає в результаті передачі потужності на привід робочих органів від ВВП трактора, кН:

$$P_{np} = \frac{3,6 N_{ВВП} \eta_{TP}}{V_p \eta_{ВВП}} \quad (2.4)$$

де  $N_{ВВП}$  – потужність, яка передається на привід робочих органів від ВВП трактора, кВт [3, табл. 4.8];  $N_{ВВП} = 11,7$

$\eta_{ВВП}$  – ККД приводу ВВП ( $\eta_{ВВП} = 0,94 \dots 0,96$ ) [3];

$\eta_{TP}$  – ККД трансмісії трактора (колісний -  $\eta_{TP} = 0,9$ ; гусеничний -  $\eta_{TP} = 0,86$ )

$$P_{np} = \frac{3,6 \cdot 11,7 \cdot 0,9}{12,40 \cdot 0,95} = 3,218 \text{ кН}$$

$$R_{T-np} = 5,685 + 3,218 = 8,903 \text{ кН}$$

Оцінка правильності вибору робочої швидкості агрегату виконується при визначенні коефіцієнта використання номінального тягового зусилля трактора.

$$\xi_p = \frac{R_{T-np}}{P_{Tn} \pm G_{mp} \sin \alpha}, \quad (2.5)$$

$$\xi_p = \frac{8,903}{9,7 \pm 33,5 \cdot \sin 0} = 0,918$$

Коефіцієнт використання тягового зусилля може мати значення 0,8...0,96. В тому випадку, коли значення коефіцієнта ( $\xi_p$ ) перевищують допустимі, то розрахунки виконують знову на нижчій робочій передачі руху трактора. Прийнята швидкість повинна знаходитись в діапазоні агротехнічно допустимих швидкостей. [3, табл. 3.14]  $V_p = 10 \dots 15$ . В результаті розрахунків укомплектовано агрегат у складі трактора МТЗ-82, робочої машини СТТ-10, який виконує технологічну операцію на VII передачі,  $V_p = 12,40$  км/год.

При виконанні технологічної операції, крім безпосередньо внесення добрив, агрегат виконує також повороти та переїзди. Тому, фактичну потужність двигуна визначаємо для чотирьох режимів роботи агрегату: внесення добрив, повороти, транспортування наповненого та порожнього розкидача.

Фактичну потужність двигуна в процесі внесення добрив визначаємо за наступною формулою:

$$N_\phi = \frac{V_p}{3,6} \cdot \frac{G_a (f_{mp} + \sin \alpha)}{\eta_{Tp} \eta_\delta} + \frac{N_{ВВП}}{\eta_{ВВП}}, \text{ кВт} \quad (2.6)$$

де  $\eta_{mp}$  — ККД трансмісії приводу рушіїв трактора ( $\eta_{mp} = 0,9$ );

$\eta_\delta$  — коефіцієнт, що враховує втрати на подолання буксування трактора, %;

$$\eta_\delta = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right) \quad (2.7)$$

$\delta$  - буксування, %; (допустиме буксування для гусеничних тракторів — 3%; для колісних 4К4 — 12%; для колісних 4К2 — 16%).

$$\eta_\delta = \left(1 - \frac{12}{100}\right) = 0,88$$

$\eta_{ВВП}$  — ККД механізму приводу ВВП ( $\eta_{ВВП} = 0,95$ );

$G_a$  – сила від ваги тукового агрегату, кН:

$$G_a = G_{mp} + G_m + 0,5Q_e = 33,5 + 25 + 0,5 \cdot 46,06 = 81,53 \text{ кН} \quad (2.8)$$

$$N_\phi = \frac{12,4}{3,6} \cdot \frac{81,53(0,08 + \sin 0)}{0,9 \cdot 0,88} + \frac{11,7}{0,95} = 40,68 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність двигуна при поворотах агрегату визначаємо за формулою (2.20), приймаючи до уваги що швидкість на повороті  $V_n = 5 \text{ км/год}$ ,  $N_{ВВП} = 0$ , а вагу агрегату визначаємо за формулою (2.22).

$$N_\phi = \frac{5}{3,6} \cdot \frac{81,53(0,08 + \sin 0)}{0,9 \cdot 0,88} = 11,44 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність двигуна при транспортуванні добрив визначаємо за формулою (2.20), приймаючи до уваги що швидкість при переїздах  $V_{пер} = 15 \text{ км/год}$ ,  $N_{ВВП} = 0$ , коефіцієнт опору перекочування по польових дорогах вибираємо із [1, табл. 3.9], а вага заповненого добривами агрегату визначається за формулою:

$$G_a = G_{mp} + G_m + Q_e = 33,5 + 25 + 46,06 = 104,56 \text{ кН} \quad (2.9)$$

$$N_\phi = \frac{15}{3,6} \cdot \frac{104,56(0,04 + \sin 0)}{0,9 \cdot 0,88} = 22,00 \text{ кВт}$$

Фактичну потужність двигуна при переїздах порожнього розкидача до місця завантаження визначаємо за формулою (2.22), приймаючи до уваги що швидкість при переїздах  $V_{пер} = 19 \text{ км/год}$ ,  $N_{ВВП} = 0$ , коефіцієнт опору перекочування по польових дорогах вибираємо із [1, табл. 3.9], а вага порожнього агрегату визначається за формулою:

$$G_a = G_{mp} + G_m = 33,5 + 25 = 58,5 \text{ кН} \quad (2.10)$$

$$N_\phi = \frac{19}{3,6} \cdot \frac{58,5(0,04 + \sin 0)}{0,9 \cdot 0,88} = 15,59 \text{ кВт}$$

Ступінь використання ефективної потужності двигуна:

$$\xi_N = \frac{N_\phi}{N_{en}}, \quad (2.11)$$

Коефіцієнт  $\xi_N$  розраховуємо для зазначених вище режимів роботи агрегату

$$\xi_N = \frac{40,68}{58,90} = 0,69; \quad \xi_N = \frac{11,44}{58,90} = 0,19; \quad \xi_N = \frac{22,0}{58,9} = 0,37;$$

$$\xi_N = \frac{15,59}{58,90} = 0,27$$

Економічній роботі двигуна трактора відповідають такі режими роботи агрегату, при яких ефективна номінальна потужність використовується не менше ніж на 70...80%.

## 2.2 Визначення параметрів технологічного циклу при прямоточній схемі внесення добрив.

При прямоточній схемі виконання внесення добрив тривалість циклу роботи розкидача ( $t_{\text{ц}}$ ) визначається по формулі:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{зав}} + 2t_{\text{пер}} + t_p + t_{\text{нов}} \quad (2.12)$$

де  $t_{\text{зав}}$  — час на завантаження розкидача, год ( $t_{\text{зав}} = 0,1$  год);

$t_{\text{пер}}$  — час на переїзди, як завантаженого розкидача від складу до поля, так і розвантаженого — в зворотному напрямку, год.

$$t_{\text{пер}} = \frac{S_{\text{пер}}}{V_{\text{р.пр}}} + \frac{S_{\text{пер}}}{V_{\text{х.пр}}} \quad (2.13)$$

де  $V_{\text{р.пр}}$  і  $V_{\text{х.пр}}$  — швидкість руху розкидача з вантажем і без нього, км/год (приймаємо  $V_{\text{р.пр}} = 15$  км/год,  $V_{\text{х.пр}} = 19$  км/год);

$$t_{\text{пер}} = \frac{1,5}{15} + \frac{1,5}{19} = 0,18 \text{ год}$$

$t_p$  — тривалість чистої роботи агрегату за цикл, год:

$$t_p = \frac{M_{\text{д}}}{0,1 B_p V_p H_{\text{д}}} \quad (2.14)$$

$M_{\text{д}}$  — маса добрив, що міститься в кузові машини, т.

$$M_{\text{д}} = Q_{\text{с}} \cdot \frac{1}{g} \quad (2.15)$$

$$M_{\text{д}} = 46,06 \cdot \frac{1}{9,81} = 4,695; \quad \text{т } t_p = \frac{4,695}{0,1 \cdot 12 \cdot 12,4 \cdot 0,6} = 0,526 \text{ год}$$

$t_{нов}$  — час на повороти на протязі одного циклу, год.

$$t_{нов} = \frac{l_n \cdot n_{np}}{V_n \cdot 10^3} \quad (2.16)$$

де  $V_n$  – швидкість на повороті, км/год ;  $V_n = 5$  км/год

$l_n$  – довжина петлі повороту, м;

$$l_n = \gamma_n \cdot R_n \quad (2.17)$$

де  $\gamma_n$  – коефіцієнт пропорційності [3, рис.5.2, табл.5.6]  $\gamma_n = 1,4$

$R_n$  – радіус повороту, м;  $R_n \approx B_p = 12$

$$l_n = 1,4 \cdot 12 = 16,8 \text{ м}$$

де  $n_{np}$  - кількість проходів агрегату від заправки до заправки

$$n_{np} = \frac{l_p}{L} \quad (2.18)$$

де  $L$  – середнє значення довжини гону, м;

$l_p$  – довжина шляху розкидача від заправки до заправки, м

$$l_p = \frac{M_d \cdot 10^4}{B_p \cdot H_d} \quad (2.19)$$

$$l_p = \frac{4,695 \cdot 10^4}{12 \cdot 0,6} = 6520,8 \text{ м}$$

$$n_{np} = \frac{6520,8}{1110} = 5,87$$

$$t_{нов} = \frac{16,8 \cdot 5,87}{5 \cdot 10^3} = 0,02 \text{ год}$$

$$t_u = 0,1 + 2 \cdot 0,18 + 0,526 + 0,02 = 1,006 \text{ год}$$

Кількість циклів за зміну:

$$n_u = \frac{T_{зм} - (T_{обсц} + T_{пз} + T_{пер} + T_{вон})}{t_u} \quad (2.20)$$

Виконати розрахунки режиму роботи тукового агрегату із визначенням складових елементів часу зміни.

$$T_{зм} = T_p + T_{нов} + T_{обс} + T_{пз} + T_{пер} + T_{вон} \quad (2.21)$$

де  $T_{зм}$  – тривалість зміни ( $T_{зм} = 7$ ), год;

$T_p$  – тривалість чистої (корисної) роботи за зміну, год;

$T_{нов}$  – час на холості повороти агрегату протягом зміни, год

$T_{вон}$  – час на відпочинок та особисті потреби ( $T_{вон} = 0,048T_{зм}$ ), год;

$T_{пз}$  – підготовчо-заключний час ( $T_{пз} = 0,08T_{зм}$ ), год;

$T_{пер}$  – час на переїзди з ділянки на ділянку протягом зміни ( $T_{пер} = 0,02T_{зм}$ ), год;

$T_{обс}$  – час на організаційно-технологічне обслуговування (технологічне регулювання в процесі роботи, усунення несправностей, підтягування кріплення, очищення робочих органів, перевірку якості роботи і т.ін.), год;  $T_{обс} = 0,75T_{зм}$ .

$$n_{\kappa} = \frac{7 - (0,75 + 0,56 + 0,14 + 0,336)}{1,006} = 5,183$$

Час на холості повороти агрегату протягом зміни, год:

$$T_{нов} = t_{нов} \cdot n_{\kappa} \quad (2.22)$$

$$T_{нов} = 0,02 \cdot 5,183 = 0,104 \text{ год}$$

$T_p$  – тривалість чистої (корисної) роботи за зміну, год;

$$T_p = t_p \cdot n_{\kappa} \quad (2.23)$$

$$T_p = 0,526 \cdot 5,183 = 2,726 \text{ год}$$

Оцінка ступеня використання часу зміни на виконання корисної роботи визначається при розрахунку коефіцієнту:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{зм}} \quad (2.24)$$

$$\tau = \frac{2,726}{7} = 0,389$$

Розрахувати продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год.

$$W_{зз} = 0,1B_p V_p \tau, \quad (2.25)$$

$$W_{зз} = 0,1 \cdot 12 \cdot 12,4 \cdot 0,389 = 5,788 \text{ га/год}$$

Визначити виробіток агрегату за зміну, га:

$$W_{зм} = W_{зз} \cdot T_{зм}, \quad (2.26)$$



$$W_{зм} = 5,788 \cdot 7 = 40,516 \text{ га}$$

Виконати розрахунки по визначенню експлуатаційних витрат.

Розрахувати витрати пального на одиницю виробітку тягово-привідного агрегату, кг/га:

$$g_{за} = \frac{G_{np} T_p + G_{nx} T_{нов} + G_{зуп} T_{зуп}}{T_{зм} W_{зз}}, \quad (2.27)$$

де  $G_{np}$ ,  $G_{nx}$ ,  $G_{зуп}$  – витрати палива відповідно при робочому ході, на поворотах, зупинках, кг/год [3, табл. 6.1];

$$G_{np} = 12 \text{ кг/год}; G_{nx} = 7 \text{ кг/год}; G_{зуп} = 1,4 \text{ кг/год}$$

$$T_{зуп} – \text{час, затрачений на зупинки, год.} (T_{зуп} = T_{обс} = 0,75)$$

$$g_{за} = \frac{12 \cdot 2,726 + 7 \cdot 0,104 + 1,4 \cdot 0,75}{7 \cdot 5,788} = 0,851 \text{ кг/га}$$

2.3 Розрахунки по витраті праці на одиницю виконаної роботи на внесенні добрив

$$z_{н.за} = \frac{m}{W_{зз}}, \quad (2.28)$$

де  $m$  – кількість працівників, що обслуговують агрегат;  $m = 1$

$$z_{н.за} = \frac{1}{5,788} = 0,173 \text{ люд} \cdot \text{год/га}$$

Розрахувати прямі витрати енергії палива, Дж/га

$$A_n = H_n g_{за} \quad (2.29)$$

де  $H_n$  — питома теплота згорання палива, Дж/кг: (дизельне паливо –  $4,166 \cdot 10^7$ ; бензин –  $4,38 \cdot 10^7$ ).

$$A_n = 4,166 \cdot 10^7 \cdot 0,851 = 3,545 \cdot 10^7 \text{ Дж/га}$$

Якщо врахувати, що  $1 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$ , то повну питому енергоємність можна виразити в кВт·год/га.

Ефективне використання технічних можливостей сільськогосподарської техніки можливе при максимальному завантаженні, відсутності простоїв при потоковості і високій надійності технологічних процесів.

Найефективніше використання техніки забезпечується при поточних процесах:

$$W_{zp} n_p = W_{zn} n_n / H_d = W_{zsn} n_{zn} \quad (2.30)$$

де  $W_{zp}, W_{zn}, W_{zsn}$  — продуктивність агрегатів, відповідно, для внесення добрив, навантаження і заробки у ґрунт;

$n_p, n_n, n_{zn}$  — відповідно, кількість агрегатів для внесення добрив, навантаження і заробки у ґрунт.

Кількість агрегатів для внесення добрив в задані строки.

$$n_p = \frac{F}{W_{zp} T_{zm} K_{zm} D_p} \quad (2.31)$$

де  $F$  — площа ділянки, на яку вносяться добрива, га; ( $F = 50,9$ га);

$K_{zm}$  — коефіцієнт змінності; ( $K_{zm} = 2$ );

$D_p$  — кількість робочих днів. ( $D_p = 1$ день);

$$n_p = \frac{50,9}{5,788 \cdot 7 \cdot 2 \cdot 1} = 0,628 \approx 1$$

Приймаємо один агрегат основної ланки, який робить 5,788га/год.

Продуктивність навантажувача, т/год:

$$W_{z.n} = W_{он} \cdot \tau_{zm} \quad (2.32)$$

де  $W_{он}$  — продуктивність за годину основного часу, т/год [2];

$W_{он} = 60 \dots 100$ т/год

$\tau_{zm}$  — коефіцієнт використання часу зміни [3, табл. 5.2].  $\tau_{zm} = 0,3$

$$W_{z.n} = 60 \cdot 0,3 = 18 \text{ т/год}$$

Кількість навантажувачів (ПЭ-Ф-1А):

$$n_n = \frac{W_{zp} \cdot n_p \cdot H_d}{W_{zn}} \quad (2.33)$$

$$n_n = \frac{5,788 \cdot 1 \cdot 0,6}{18} = 0,193 \approx 1$$

Приймаємо один навантажувач.

Кількість агрегатів (Т-150 + ПЛН-5-35) для загортання добрив у ґрунт ( $n_{zn}$ ).

$$n_{zn} = \frac{W_{zp} \cdot n_p}{W_{zn}} \quad (2.34)$$

$$n_{zn} = \frac{5,788 \cdot 1}{1,449} = 3,994 \approx 4$$

Приймаємо чотири агрегати для загортання добрив у ґрунт із загальною продуктивністю 5,796га/год.

## 2.4 Безвідмовність і надійність технологічного комплексу на внесенні мінеральних добрив

Технічний комплекс машин для виконання технологічної операції, представляє собою набір ланок, які мають змогу виконувати її при послідовному, паралельному, або послідовно-паралельному поєднанні. Кожна ланка виконує визначену долю технологічного процесу, в складі якої є набір спеціальних машин, які також можуть бути зібрані у послідовні, паралельні, або паралельно-послідовні схеми.

Технічний комплекс для внесення і розподілу добрив по поверхні поля та загортання їх в ґрунт показано на рис 2.2.

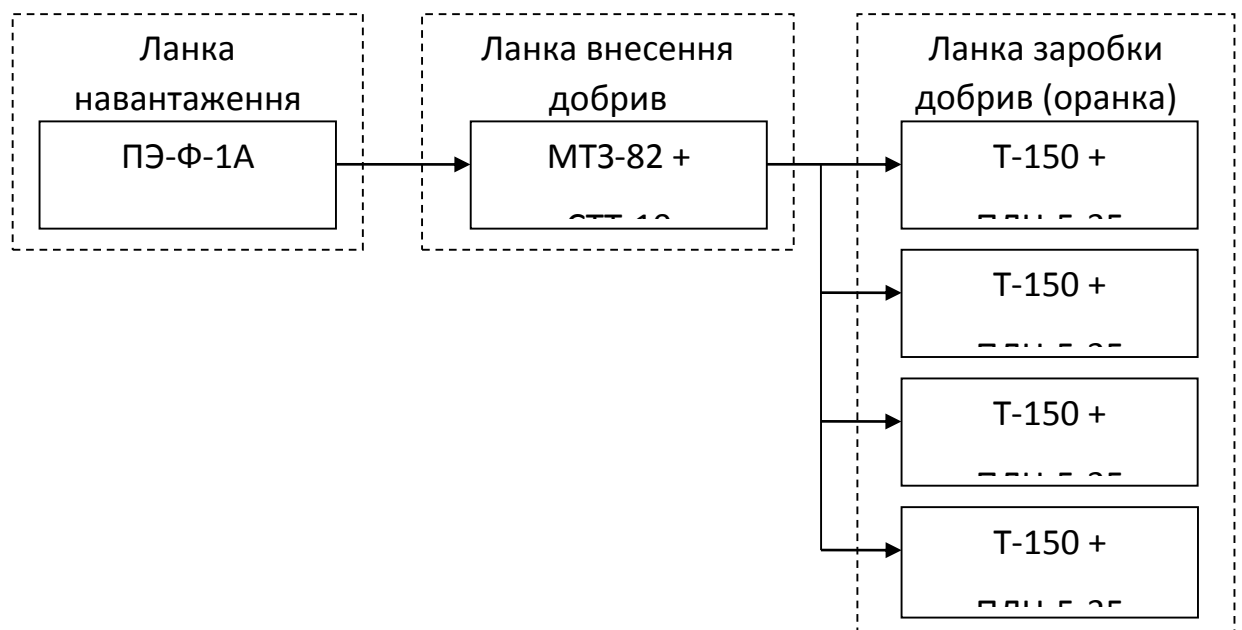


Рисунок 2.3 – Схема взаємодії ланок технічного комплексу для внесення добрив.

Всі ланки з'єднані послідовно, а агрегати ланки загортання добрив – паралельно при умові їх автономної роботи.

Відмова перших двох ланок приводить до повної відмови комплексу, а одного із агрегатів третьої ланки до часткової відмови комплексу.

Згідно із структурною схемою технічного комплексу скласти таблицю, в якій привести марочний і кількісний склад машин, які входять в агрегати і ланки, (колонки 1, 2, 3), а також підготувати колонки для показників безвідмовності, які надалі будуть розраховуватися.

Таблиця 2.4 – Склад і технологічні характеристики машин комплексу.

Ланки технічного комплексу	Мар ка машини, знаряддя	Кількість, <i>шт</i>	Наробіток на відмову $T_o$ , <i>год</i>	Інтенсивніс ть відмов, $\lambda_m$ , <i>год</i> <sup>-1</sup>	Імовірність безвідмовної роботи		
					ма шини, $P_m$	агр егату, <i>год</i>	лан ки, <i>год</i>
1	2	3	4	5	6	7	8
Навантаж ення	Ю	1	8	0	0	0  0,759	0  0,541
	МЗ-6Л		5	,012	,866		
	ПЭ- Ф-1А	1	90	0 ,011	0 ,876		
Розкидан ня	МТ	1	8	0	0	0  0,714	
	З-82		5	,012	,866		
	СТ Т-10	1 2	6 ,016	0 ,825	0		
Загортан ня добрив (оранка)	Т- 150	4	8	0 ,012	0 ,866	0  0,815	
	ПЛ	4	1	0	0		
	Н-5-35		90	,005	,941		

Перш за все, оцінюємо безвідмовність всіх складових технологічної системи. При цьому будемо вважати, що машини комплексу після відмови не

будуть відновлювати в період виконання технологічного процесу. Для рішення цієї задачі необхідно визначити імовірність безвідмовної роботи кожної складової технологічної системи починаючи з машин, а потім агрегатів кожної ланки. Визначимо інтенсивність відмов машин по формулі:

$$\lambda_m = \frac{1}{T_o}, \text{ год}^{-1} \quad (2.35)$$

де  $T_o$  – наробіток на відмову (табл. 2.4)

Нормативний час тривалості виконання технологічної операції, год.

$$t_n = T_{zm} D_p K_{zm} \quad (2.36)$$

де  $T_{zm}$  – тривалість зміни, год. ( $T_{zm} = 6$  год);

$D_p$  – тривалість виконання технологічного процесу ( $D_p = 1$  день);

$K_{zm}$  – кількість змін за добу ( $K_{zm} = 2$ );

$$t_n = 6 \cdot 1 \cdot 2 = 12 \text{ год}$$

Потім визначаємо імовірність безвідмовної роботи тракторів, робочих машин, самохідних агрегатів по залежності:

$$P_m = \text{Exp}(-\lambda_m \cdot t_n) \quad (2.37)$$

виконаємо заміну виразу  $(-\lambda_m t_n)$  на  $(-x)$  тоді залежність (2.51) матиме вид:

$$P_m = e^{-x} \quad (2.38)$$

Результати розрахунків по формулі 2.51 заносимо в колонку 6 табл.2.4.

Імовірність безвідмовної роботи агрегатів

$$P_a = P_{mp} \cdot P_{zc} \cdot P_{m1} \dots P_{mi} \quad (2.39)$$

де  $P_{mp}; P_{zc}; P_m$  – імовірність безвідмовної роботи трактора, зчіпки, робочої машини (із колонки 6 табл.2.4);

$i$  – кількість різнотипних машин в агрегаті.

Розраховані значення імовірності  $P_a$  заносимо в колонку 7 табл.2.1.

Імовірність безвідмовної роботи ланки визначається за формулою:

$$P_n = P_{a1} \cdot P_{a2} \cdot (1 - (1 - P_{a3})^4) \quad (2.40)$$

$$P_n = 0,759 \cdot 0,714 \cdot (1 - (1 - 0,815)^4) = 0,541$$

Результати розрахунків по залежності (2.54) заносимо в колонку 8

табл.2.4.

Знаючи імовірність безвідмовної роботи ланки, можна визначити середній час безвідмовної роботи ланки, год

$$T_{.li} = \frac{t_{.n}}{|\ln(P_{.li})|} \quad (2.41)$$

де  $\ln(P_{.li})$  – логарифм

#### Висновок

В результаті виконаних розрахунків обґрунтовані основні режими роботи тукового агрегату на внесенні мінеральних добрив, а також показники безвідмовності та і надійності технологічного комплексу на внесенні мінеральних добрив.

### 3 УДОСКОНАЛЕННЯ ПОДАВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ КУЗОВНОГО РОЗКИДАЧА МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

#### 3.1 Обґрунтування елементів пристрою розкидача для переміщення сипких добрив із кузова

Найпоширенішими машинами для внесення сипких мінеральних добрив є кузовні розкидачі із відцентровими робочими органами типу МВУ, в яких робочі органи представляють собою саме два відцентрових диски, з радіальними лопатками. Такі розкидачі призначені саме для поверхневого розкидання твердих мінеральних сипких добрив, вапна і гіпсу. Їх агрегують з тракторами класу 1,4 та 3, а робоча ширина розкидання добрив складає від 8 до 24 м з нормою внесення в межах 0,1 . 1,4 т/га. Основними технологічними параметрами роботи розкидача є ширина смуги внесення сипких добрив та швидкість руху тукового агрегату. Лід відмітити, що серед імпорتنих аналогів технологічні переваги мають машини фірм Amazone, та інших. Подальше підвищення ефективності тукових машин для внесення сипких мінеральних добрив та інших матеріалів, неможливо без створення нових високопродуктивних машин з високою якістю виконання польових робіт. Це в рівній мірі відноситься до машин для поверхневого внесення в ґрунт сипких мінеральних добрив. Тукові машини, які випускаються промисловістю для цієї цілі такі як РУМ-5, МВУ-8 та інші обладнані нижнім подавальним пристроєм з розташуванням подавального транспортера на дні кузова саме під шаром сипких добрив. Суттєвим недоліком таких розкидачів являється те, що в тяговому транспортері виникають підвищені навантаження, саме при повністю завантаженому кузові, що призводить до його виходу із ладу. Особливо це стосується розкидачів сипких добрив великої вантажопідємності. Причому, для відновлення роботоздатності такого транспортера виникає необхідність у вивантаженні сипких добрив із кузова, що знижує його технологічні можливості. Крім того, нижній подавальний

пристрій кузовних розкидачів не забезпечує задану подачу сипких добрив із кузова по мірі його опорожнення, що погіршує технологічні показники його роботи.

Перспективними туковими машинами для внесення мінеральних добрив та інших сипких матеріалів являються кузовні розкидачі із верхнім розташуванням подавального транспортера саме в кузові. Переваги таких тукових машин полягає в тому, що розташований подавальний транспортер зверху сипких добрив забезпечує подачу із кузова саме верхніх шарів, що значно покращує умови його роботи, а також його технічного обслуговування. Крім того, під час роботи знижується навантаження на подавальний транспортер, по мірі опорожнення кузова від добрив. А також не змінюються показники подачі. Крім того, відпадає необхідність у вивантаженні сипких добрив у випадку його поломки, внаслідок чого підвищується надійність самого транспортера, а отже і роботоздатність тукової машини в цілому.

### 3.2 Особливості тукової машини для внесення сипких добрив з розташуванням подавального транспортера зверху добрив

Підвищити технологічні показники роботи тукової машини можливо саме за рахунок удосконалення її робочих органів, зокрема за шляхом удосконалення подавального пристрою. Установлено, що у серійних розкидачів сипких матеріалів з нижнім розташуванням подавального транспортера при пониженні рівня сипких добрив в кузові відбувається зміна самої подачі, що погіршує показники їх роботи. При цьому в подавальному транспортері, який розташований саме під шаром сипких добрив, виникають підвищені навантаження на елементи транспортера, які приводять до його виходу із ладу. До таких машин відноситься Машина для внесення мінеральних добрив СТТ-10, яка призначена для внесення сипких мінеральних добрив та їх сумішей з підвищеною рівномірністю розподілу сипких туків по площі (рис.3.1).



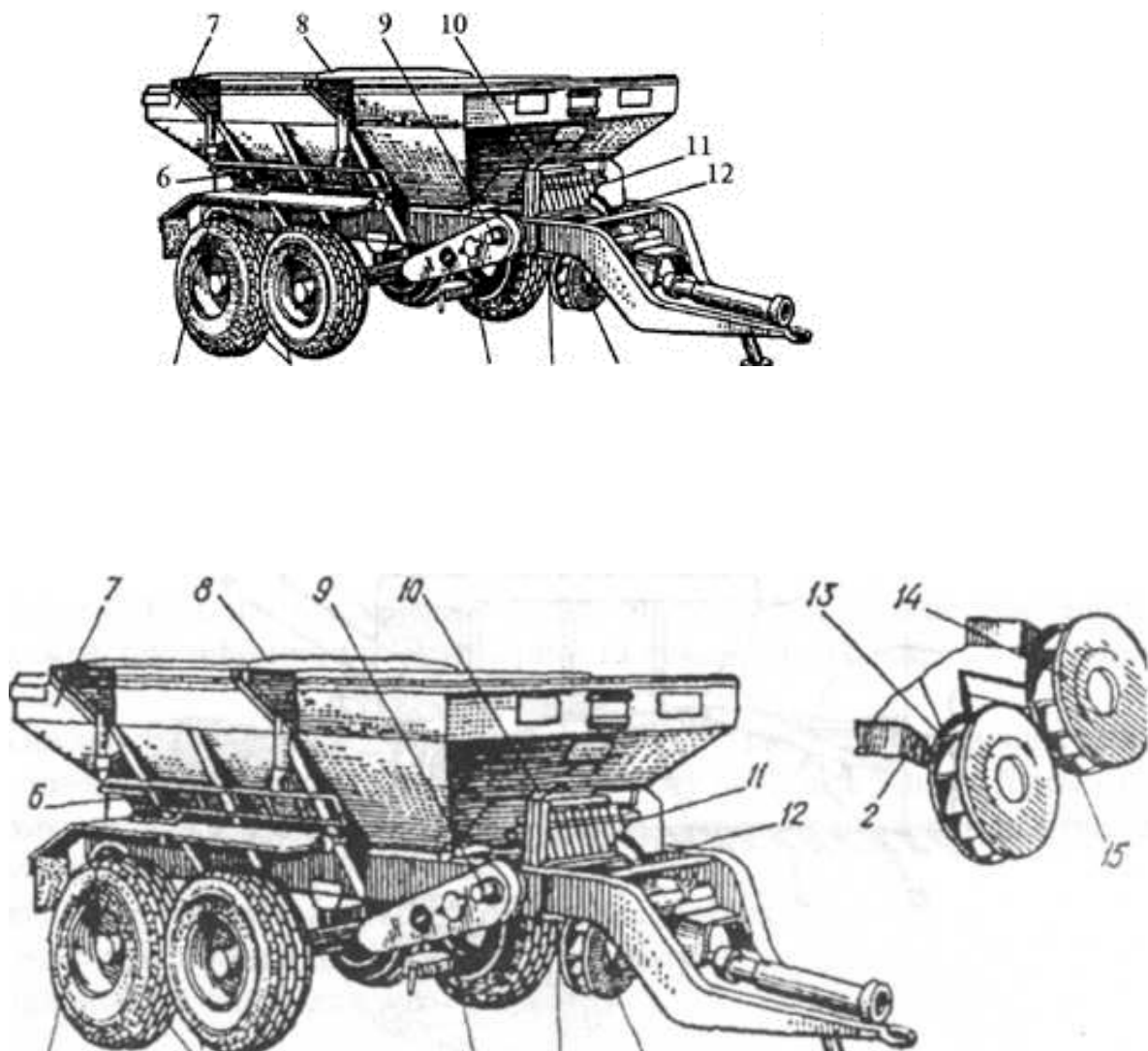


Рисунок 3.1 – Тукова машина СТТ-10: 1 - розподільний пристрій; 2 - туконапрямники; 3 - ланцюгова передача; 4 - колеса; 5 - задній вал; 6,11 - заслінки; 7 - кузов; 8 - сітка; 9 - передній вал; 10 - механізм пересування заслінки; 12-транспортер; 13, 14-ротори; 15-лопатка

Показник нерівномірності у такої машини не повинен перевищувати  $\pm 15\%$ . Застосовують зокрема машину СТТ-10 для весняного підживлення зернових культур, транспортування сипких добрив, зерна та інших матеріалів із розвантаженням їх через вихід у задній стінці кузова. Складається така машина із кузова, подавального транспортера, дозувальної, розподільного пристрою, встановленого на рамі спереду кузова, При цьому розподільний

пристрій обладнаний двома роторами, які обертаються навколо горизонтальної осі. Під час руху такої машини транспортер переміщує сипкі добрива і через дозувальний отвір у кузові подає їх через туконапрямники на лопатки роторів, які обертаються в протилежних напрямках. При цьому лопатки роторів розкидають сипкі добрива в робочі зони і розподіляють їх по самій поверхні поля.

Підвищити показники ефективності роботи кузовних розкидачів мінеральних добрив можливо за рахунок саме застосування в них верхнього подавального пристрою, до яких відноситься пристрій до кузовних машин, приведений у машині по а.с.№586861, 1978. Разом з цим у цьому пристрою переміщення у верхньому напрямку задньої рухомої стінки витрачається додаткова енергія на подолання саме сил її тертя по сипкому добриву. При цьому зниження витрат енергії на переміщення саме рухомої стінки під час роботи розкидача сипких добрив можливо, якщо конструктивно змінити відповідний пристрій таким чином, щоб стінка рухома переміщалась по роликах, охопленої стрічкою. Виходячи із цього запропоноване конструктивне рішення до кузовного розкидача, яке представляє собою одновісну напівпричіпну тукову машину вантажопідйомністю до 4 т. з розташуванням подавального транспортера в кузові зверху сипких добрив, який призначений для поверхневого саме суцільного внесення сипких мінеральних добрив та подібних їм матеріалів (рис. 3.2).

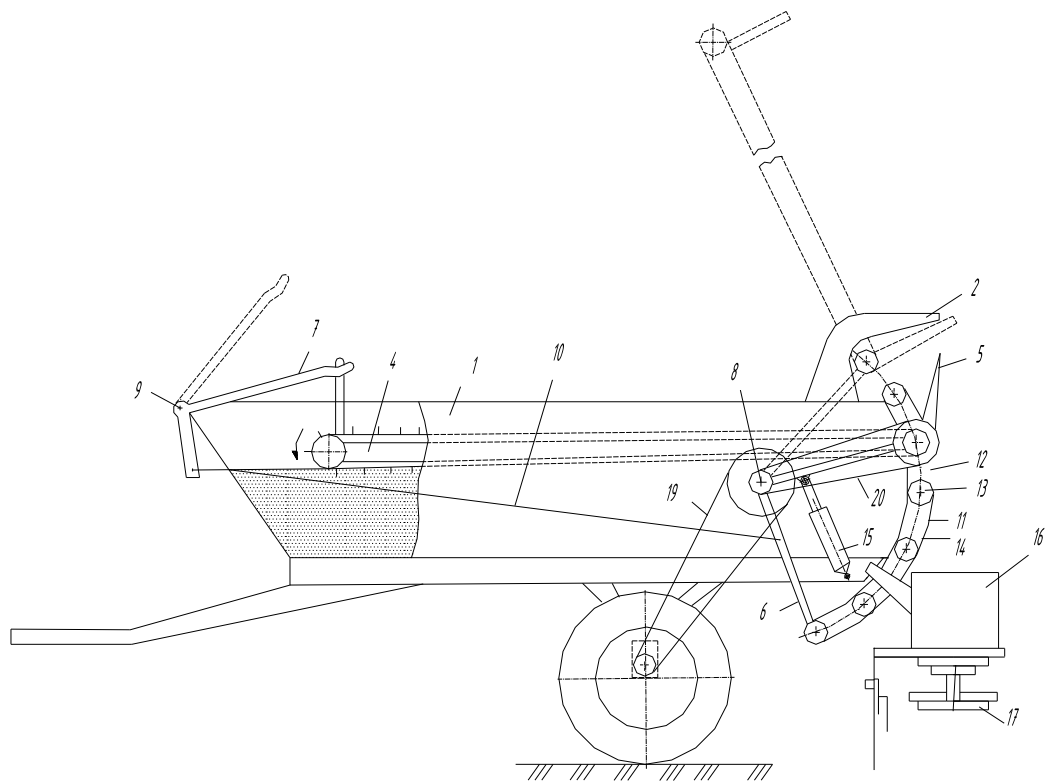


Рисунок 3.2 – Кінематична схема удосконаленого розкидача мінеральних добрив з верхньою подачею

Удосконалений розкидач агрегатується с тракторами класу 14 кН. А саме МТЗ-50/52; МТЗ-80/82, обладнаними гідрогаком та виводами для приєднання електрообладнання та гальмівної системи. Продуктивність за час чистої роботи складає 12 га; При цьому норма внесення добрив та інших сипких матеріалів – 100...6000 кг/га; Ширина розкидання – 6...14 м; вантажопідйомність кузова – 4000 кг. Швидкість руху агрегату: робоча – до 3,3 м/с; транспортна швидкість з вантажем – до 4,4 м/с; транспортна без вантажу – до 8,3 м/с. Саме привід робочих органів: подавального транспортера від коліс розкидача; а відцентрових робочих органів від гідромотора з приводом від трактора. Удосконалений саме розкидач складається із кузова 1 для добрив з кронштейнами. Кузов 1 опирається на ходові колеса 3. Подавальний транспортер 4 обладнаний упорами 5 тарозташований зверху сипких добрив. При цьому подавальний транспортер

4 з'єднаний з кузовом 1 за допомогою двоплечих важелів 6 і 7, які установлені саме на вісях 8 та 9 і з'єднані тягами 10 (рис.3.3).

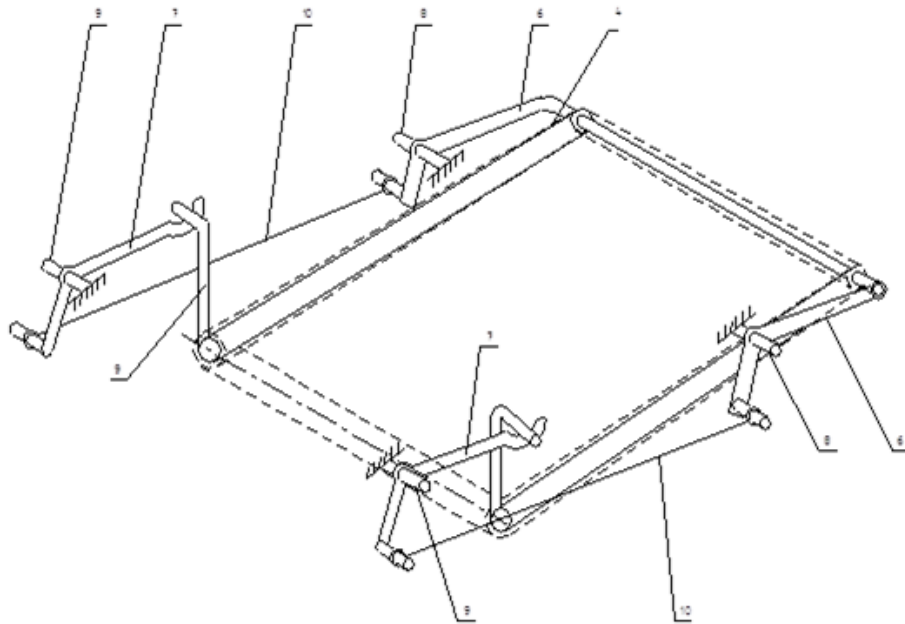


Рисунок 3.3 – Кінематична схема пристрою утримання транспортера в горизонтальному положенні розкидача добрив верхньої подачі: 4 – подавальний транспортер; 6 – передні ваги транспортера; 7 – задні ваги подавального транспортера; 8 – вісь передніх ваг транспортера; 9 – вісь задніх ваг транспортера; 10 – тяги начіпок подавального транспортера.

Двуплечі важелі 6 і 7 разом із тягами 10 утворюють саме паралелограмний механізм, який утримує подавальний транспортер 4 в горизонтальному положенні. Причому, самі паралелограмні механізми зі сторони відомого барабана транспортера 4 виконані роз'ємними. Крім того, подавальний транспортер 4 з'єднаний із установленою в задній частині кузова 1 саме рухомою стінкою 11, утворюючи з нею висівну щілину 12 для виходу добрив. При цьому рухома стінка 11 наділена роликами 13, які установлені в неї в її вирізах, і охоплена безкінечною стрічкою 14, яка закріплена саме до днища кузова 1. При цьому рухома стінка 11 також з'єднана з віссю 8 її повороту важелями 6.

Для підйому подавального транспортера 4 у верхнє положення (на рис. 3.2 положення Б), в нижній частині по бокам кузова 1 установлені гідроциліндри 15, які своїми штоками упираються саме у важелі 6 паралелограмного механізму. Крім того, в задній частині розкидача установлений спрямувач 16 сипких добрив і відцентровий розсівальний устрій 17. При цьому привід розкидальних дисків відцентрового розсівального устрою 17 здійснюється від гідромотора, з'єднаного з гідросистемою трактора, а привід подавального транспортера 4 здійснюється від опорного колеса 3 самого розкидача через редуктор 18 та ланцюгові передачі 19 і 20.

### 3.3 Робочий процес удосконаленого розкидача сипких добрив з верхнім розташуванням подавального транспортера в кузові

Робочий процес удосконаленого розкидача сипких добрив з верхнім розташуванням подавального транспортера в кузові починається із його завантаження добривами, яка здійснюється наступним чином. Напочатку виводиться подавальний транспортер із кузова і встановлюється у верхнє положення, близьке до вертикального. Для цього важіль саме гідроросподільника управління гідроциліндрами 15 встановлюють в положення “підйом”. При цьому гідроциліндри 15, які діють на двуплечі важелів 6, приводять в рух паралелограмні механізми, які і виводять подавальний транспортер із кузова його упорів 5 із кронштейнами 2. При подальшій дії гідроциліндрів 15 на важелі 6, подавальний транспортер відходить від важелів 7 зі сторони його відомого барабана і провертається відносно кронштейнів 2 до наступного верхнього положення (положення Б), звільняючи простір для вільного завантаження кузова сипкими добривами. Вмісті із підйомом подавального транспортера у верхнє положення, піднімається і задня стінка 11, закриваючи при цьому задню сторону кузова 1. Після завантаження кузова розкидача добривами важіль саме управління гідроциліндрами 15 встановлюють в “плаваюче” положення і подавальний

транспортер під дією сили своєї ваги опускається в нижньому напрямку спочатку на важелі 7 паралелограмного механізму, після цього на верхній шар добрив в кузові. Далі включають редуктор 18 приводу подавального транспортера 4 та привід відцентрових робочих органів 17.

Під час внесення добрив таким розкидачем, подавальний транспортер своєю нижньою стороною виносить верхній шар сипких добрив із кузова через вихідне вікно 12 і спрямовує їх до відцентрових робочих органів 17 Добрива, що поступили на робочий орган 17, під дією саме відцентрової сили рівномірно розподіляються по поверхні ґрунту. Крім того, по мірі опорожнення кузова під час роботи розкидача, подавальний транспортер 4 і шарнірно зв'язана з ним рухома стінка 11 опускаються вниз. При цьому ролики 13 самої стінки 11 перекочуються по стрічці і спрямовують її вільну гілку в нижньому напрямку.

### 3.4 Визначення продуктивності удосконаленого кузовного розкидача мінеральних добрив

Продуктивність удосконаленого кузовного розкидача мінеральних добрив необхідно визначати з урахуванням наявного активного шару  $h_a$ , який становить для сипких мінеральних добрив 0,002 м. При цьому продуктивність  $Q$  скребкового транспортера можна визначити за допомогою наступної залежності:

$$Q = V_m \cdot \gamma \cdot B \cdot \kappa \cdot c \cdot (h + h_{np}), \quad (3.1)$$

де  $V_m$  – швидкість переміщення стрічки транспортера,  
приймаємо  $V_m = 0,5 \text{ м/с}$ ;

$\gamma$  - об'ємна маса добрив,  $\text{кг/м}^3$ . Для суперфосфату гранульованого  $\gamma$  становить  $1400 \text{ кг/м}^3$ ;

$B$  – ширина подавального транспортера,  $B=1,5 \text{ м}$ ;

$K$  - коефіцієнт, який що враховує об'єм скребків у шарі добрив ( $\kappa=0,96$ );

$C$  – коефіцієнт заповнення сипким добривом міжскребкового простору. Приймаємо коефіцієнт  $C$  рівним 0,9, виходячи із конструктивної особливості стрічково-скребкового транспортера ;

$h$  – висота скребків транспортера. Приймаємо висоту скребків 0,02 м, на основі максимальної дози внесення добрив.

Підставимо відповідні значення у формулу (3.1), одержимо:

$$Q = 0,5 \cdot 1400 \cdot 1,5 \cdot 0,96 \cdot 0,98 \cdot (0,02 + 0,002) = 21,7 \text{ кг/с}.$$

### 3.5 Розрахунок ланцюгової передачі приводу подавального транспортера

Ланцюгова передача для приводу подавального транспортера прийнята виходячи із того, що вали, на які необхідно передати крутний момент, що розташовані на значній відстані. При цьому слід зберегти точне значення передавального числа. Чисельний розрахунок ланцюгової передачі виконаємо, дотримуючись саме наступної послідовності:

- привід для передачі крутного моменту до приводного вала подавального транспортера приймаємо однорядну роликову ланцюгову передачу;

- приймаємо число зубів  $z_1$  меншої зірочки в залежності від передавального ( $i=2,66$ ) числа і типу ланцюга (втулочно-роликовий) рівним  $z_1=20$ , користуючись таблицею 3.38 [Мовнин М.С. и др..Руководство к решению задач по технической механике. М.: Высшая школа , 1977];

- визначимо число зубів другої зірочки  $z_2$ , користуючись залежністю:

$$z_2 = z_1 \cdot i, \quad (3.2)$$

Підставимо значення у формулу 3.2, одержимо:

$$Z_2 = 20 \cdot 2,65 = 53;$$

- визначимо коефіцієнт використання  $K_e$  за допомогою наступної залежності:

$$K_e = K_{дин} * K_{см} * K_i * K_{реж} , \quad (3.3)$$

де  $K_{дин}$  -коефіцієнт, який враховує самединамічність навантаження.

$K_{дин} = 1$  навантаження на ланцюгову передачу спокійне (Табл.3.37);

$K_{см}$  – коефіцієнт, що враховує характер мащення ланцюгової передачі.

$K_{см} = 1,5$  так як ланцюгова передача змащується капельно і нерегулярно;

$K_i$  – коефіцієнт, який враховує саме довжину ланцюга.  $K_i = 0,8$  так як довжина ланцюга  $L$  більше  $60 * t$ ;

$K_{реж}$  – коефіцієнт, який враховує режим роботи ланцюгової передачі.

$K_{реж} = 1,25$ , так як розкидач використовується в дві зміни.

Підставимо відповідні значення у залежність (3.3), одержимо:

$$K_e = 1 * 1,5 * 0,8 * 1,25 = 1,5.$$

Коефіцієнт використання  $K_e$  не більше числа три, тому покращувати умови використання ланцюгової передачі немає необхідності;

- після цього виберемо шаг ланцюга  $t$ , виходячи із того, що відстань  $l$  між вісями зірочок ланцюгової передачі задана і дорівнює  $0,5$  м. Для цього скористаємось наступною залежністю:

$$t = \frac{l}{30..50} . \quad (3.4)$$

Підставимо значення  $l = 0,5$  м. у формулу (3.4), одержимо:

$$t = \frac{0,5}{30..50} = 0,016...0,010 .$$

Приймаємо стандартний шаг саме втулично-роликового ланцюга  $19,05$  мм. І і визначимо наступне;

- визначимо середню швидкість  $v$  руху ланцюга:



$$v = \frac{z_1 \cdot t \cdot n_1}{1000 \cdot 60} . \quad (3.5)$$

Підставимо значення у формулу (3.5), одержимо:

$$v = \frac{20 \cdot 19,05 \cdot 70}{1000 \cdot 60} = 0,44 \text{ м/с} .$$

- визначимо розрахункове колове зусилля  $P_p$  ланцюгової передачі за наступною залежністю:

$$P_p = P * K_e, \quad (4.6)$$

звідки колове зусилля визначається за наступною формулою:

$$P = N/v, \quad (3.7)$$

де  $N$  – потужність, яка необхідна для приводу подавального транспортера  $N=0,75 \text{ кВт}$ . Підставимо значення  $N$  у формулу (3,7), одержимо:  $P=750/0,44=1700 \text{ Н}$ .

Отримане значення ( $P$ ) підставимо у формулу (3.6), одержимо:

$$P_p = 1700 * 1,5 = 2550 \text{ Н},$$

- визначимо тиск в шарнірах ланцюгової передачі і порівняємо із допустимим  $[p]$  значенням за наступною залежністю:

$$p = P_p / F , \quad (3.8)$$

де  $F$  – площа поперечного перерізу саме ланцюга.  $F = 106,1 \text{ мм}$  із шагом  $19,05 \text{ мм}$ . Підставимо відповідне значення у формулу (3.8), одержимо:

$$p = 2550/106,1=24,03 \text{ Н/мм}^2 .$$

Порівняємо розраховане значення  $p$  із допустимим  $[p = 34,3 \text{ Н/мм}^2]$ .

Розрахунковий тиск в шарнірних з'єднаннях ланцюгової передачі із шагом  $19,05 \text{ мм}$  становить:  $p = 24,03 \text{ Н/мм}^2$ , що значно менше допустимого  $[p = 34,3 \text{ Н/мм}^2]$ .

## Висновок

В результаті творчих пошуків знайдено технічне рішення, яке пов'язане із застосуванням в розкидачах добрив верхнього подавального пристрою, що забезпечить підвищення рівномірності внесення сипких добрив за рахунок примусової подачі добрив із кузова і підвищить його надійність під час його використання. Виходячи із розрахунків для приводу подавального транспортера, розташованого в кузові зверху сипких добрив, доцільно використати втулочно-роликову ланцюгову передачу із шагом 19,05 мм.

## 4 БЕЗПЕЧНІ ЗАХОДИ ПРИ ВНЕСЕННІ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

### 4.1 Безпечні заходи при роботі з мінеральними добривами

Безпечними заходами при роботі з мінеральними добривами передбачено забезпечення оптимальних умов праці технічних робітників при внесенні мінеральних добрив туковими агрегатами, до яких відноситься агрегат в складі трактора Т-40М та тукової машини МВУ-0,5А. Для дотримання безпечних умов внесення мінеральних добрив необхідно наступне:

- туковий агрегат повинен бути забезпечений освітленням, світловими і звуковими сигналами, та справними гальмами.

- під час руху тукового агрегату слід дотримуватись безпечної швидкості на поворотах.

- під час руху агрегату на підйом слід завчасно включити відповідну передачу, на якій трактор подолає підйом. При цьому зупинка на підйомі може призвести до скочування трактора назад, а також до сповзання в бік схилу.

- тракторист повинен не забувати, що він являється старшим і повністю відповідає саме за безпеку праці всіх людей, які обслуговують туковий агрегат і перебувають в зоні його дії. Саме перед початком руху тукового агрегату необхідно оглянути і оцінити обстановку спереду трактора, подати звуковий сигнал і впевнитись в тому, що всі люди закінчили виконання планові роботи на агрегаті і знаходяться на досить безпечній відстані.

- всіх заході, що стосуються пожежної і вибухової безпеки повинні бути дотримані; .

- зобов'язані тракторист і його помічники слідкувати за герметичністю вузлів, щоб запобігти проникненню в кабінку випускних газів, які містять саме оксид вуглецю та становлять небезпеку для здоров'я людини, а також пилу і парів мінеральних добрив, що вносяться у ґрунт або розпилюються по його поверхні .

- для зберігання та закріплення здоров'я тракториста, а також зменшення його втомлюваності, запобіганню професійних захворювань слід

суворо додержуватись правил гігієни праці та режиму робочої зміни;

- для зниження втомлюваності, затікання кінцівок, м'язів спини, шиї тракториста, необхідно дотримуватись періодичності виконання виробничої гімнастики, яка суттєво зміцнює здоров'я та підвищує працездатність робітника.

Мінеральні добрива як токсичні речовини для людини, при неправильному поводженні з ними можуть призвести саме до отруєння організму людини. Виходячи із цього до роботи з мінеральними добривами лід допускати працівників, які пройшли відповідний інструктаж по техніці безпеки, медичний огляд, а також знають властивості добрив і вміють ними користуватись.

В цілому керівництво, а отже і відповідальність за організацію роботи по охороні праці і техніці безпеки в підприємстві, згідно з діючими положеннями повинно бути покладено на керівника господарства. Відповідальність саме за техніку безпеки і виробничу санітарію при використанні тукових машин в технологічних процесах рішенням керівника покладено саме на головного інженера. Безпосереднім виконавцем запровадження в виробництво заходів по виробничій санітарії і пожежній безпеці, а також контролюючим органом саме за дотриманням норм і правил техніки безпеки при внесенні мінеральних добрив та законодавчих актів по охороні праці являється саме інженер по техніці безпеки.

Разом з цим, безпечна робота тукових агрегатів забезпечується за рахунок дотримання комплексу вимог до правильного підбору тукових машин, її регулювання та укомплектування необхідними засобами, а також ретельного інструктажу по техніці безпеки самих механізаторів, які повинні знати причини можливої небезпеки при внесенні мінеральних добрив, особливості використання технічних засобів, способи подолання крутих схилів та небезпечних перешкод, а також методи гальмування тукового агрегату тощо.

Основними умовами безпечного виконання робіт по внесенню мінеральних добрив під час роботи тукового агрегату є висока професійна підготовка трактористів та інших робітників, які обслуговують туковий агрегат, абсолютна справність тукових машин і укомплектованість їх відповідно до вимог саме безпеки; наявність на туковому агрегаті двосторонньої сигналізації (засобів сигналізації на самохідних машинах), а також відповідних засобів очищення робочих органів та інших небезпечних вузлів. А саме небезпечних таких як огороження, запобіжні муфти валів, підніжки; організація чіткої тукової роботи групи агрегатів на одному полі; забезпечення всіх робітників безпечними засобами індивідуального захисту.

Саме в підприємстві відповідальність за організацію охорони праці покладається на керівника, а організація проведення саме всієї практичної роботи – на старшого інженера по техніці безпеки. При цьому у сільськогосподарському підприємстві слід створити заходи з техніки безпеки, які повинні бути оснащені наочними посібниками і відповідною літературою. В підприємстві повинен бути складений план заходів по покращенню безпечних умов праці, а також передбачені кошти на підвищення рівня охорони праці робітників.

Крім того, відповідальний за техніку безпеки в підприємстві зобов'язаний розробляти поточкові та перспективні відповідні заходи по покращенню умов праці робітників на робочих місцях, а також розробити заходи по упередженню причин виробничого травматизму та професійних захворювань механізаторів, організувати саме навчання робітників по покращенню умов охорони праці і техніці безпеки, також вести облік небезпечних випадків і травматизму, професійних захворювань, а також проводити ввідний інструктаж при прийомі саме на роботу. Всі розпорядження відповідальної особи, що стосуються створення безпечних і здорових умов праці на робочих місцях, обов'язкові для виконання всіма робітниками. Якщо вказівки інженера по техніці безпеки не виконуються

вчасно і правила техніки безпеки порушуються, то він може підготувати пропозиції керівництву щодо притягнення порушника до відповідальності.

Слід також відмітити, що до роботи з мінеральними добривами слід допускати працівників, які пройшли саме інструктаж по техніці безпеки, види яких приведені нижче:

- інструктаж ввідний, який проводить інженер по техніці безпеки;
- інструктаж саме на робочому місці, який проводить керівник відповідних робіт;
- інструктаж щоденний, який проводить керівник відділку;
- інструктаж періодичний, який проводить керівник з усіма робітниками незалежно від їх кваліфікації один раз на півроку.

**При цьому наголошується на дотриманні застережних заходів саме при роботі з мінеральними добривами, а саме, при змішуванні різних туків кожен робітник повинен користуватись протипиловими респіраторами, а також захисними окулярами, гумовим взуттям, комбінезонами або халатами та рукавицями.**

Особливо зволожені азотні та калійні добрива можуть залишатись на одязі, тому працювати з ними слід в гумових чоботах та в халаті або фартусі.

Саме при транспортуванні цистерни з рідким мінеральним добривом водій повинен забезпечити свій проїзд поза населеними пунктами. У кабіні такої машини, крім водія, повинна бути особа, що супроводжує цистерну. Крім самих протигазів для водія та відповідальної особи, що супроводжує таку цистерну, у кабіні повинен також бути аварійний комплект протигазів ( не менше двох ) та костюм із прогумованої тканини. Під час роботи з сипкими мінеральними добривами не допускається під час роботи з буртами підкопів, які можуть призвести до обвалів добрив, а отже і до травматизму.

Окрім того, після закінчення роботи з мінеральними добривами засоби захисту необхідно знімати саме в певній послідовності: спочатку, не знімаючи рукавиці помити їх в 3-5% розчині кальцієвої соди, потім сполоснути у чистій воді, далі зняти захисні окуляри і респіратор, чоботи і комбінезон, після

чого знову вимити рукавиці і їх зняти. Крім того, респіратор вимити в теплій воді, протерти чистою салфеткою і просушити саме при кімнатній температурі. Спецодяг витряхнути від пилу і просушити, а чоботи помити у ваняному розчині, потім сполоснути чистою водою і просушити.

Виїзд тукового агрегату допускається тільки при наявності у тракториста відповідного посвідчення, а також дорожнього листа або наряду, підписаного саме відповідальною особою. Всі тракторні і автомобільні причепа повинні бути обладнані державним номерним знаком.. Порядок реєстрації державних номерних знаків повинен відповідати Правилам обладнання і безпечної експлуатації вантажопідйомних кранів. Крім того, при переїздах на тракторі не повинно бути сторонніх осіб. Не можна перевозити також вантаж у грейфері трактора чи на гаку. Саме всі тракторні причепа також повинні бути обладнані стоп-сигналами, показчиками поворотів, а також справними гальмами, керованими з кабіни трактора, а самоскидні транспортні засоби безпосередньо опорними пристроями проти самовільного опускання кузова причепа.

Разом з цим, правила безпеки при роботі з туковими машинами саме для внесення мінеральних добрив, повинні бути витримані. Для підвищення надійності керування туковим агрегатом, напівпричіпні розкидачі добрив причіплюють з трактором саме гідрогаком, який повинен бути обладнаний страхланцюгом.

Під час роботи розкидачів мінеральних добрив забороняється знаходитись ближче 15 м від тукового агрегату. Також не можна різко повертати туковий агрегат, а також повертати на кут більше 40 градусів.

При роботі робітників з розкидачами рідких добрив слід дотримуватись таких правил техніки безпеки, а саме: забороняється вносити такі добрива ближче 500 м до населених пунктів, а саме, якщо вітер направлений в бік населення.

## **4.2 Протипожежні заходи при роботі з мінеральними добривами**

Слід відмітити, що у відповідності із нормами пожежогасіння, які регламентуються нормативно-технічною документацією, складські приміщення саме з мінеральними добривами, повинні бути забезпеченні засобами пожежогасіння, а саме, на кожні 300 квадратних метрів площі складу слід мати один хімічний вуглекислоброметиловий вогнегасник. При цьому пожежні крани повинні бути обладнані відповідними рукавами зрозташовуванням у спеціальних шафах. Окрім того, для гасіння електрообладнання у складі з мінеральними добривами повинен бути вогнегасники типу ОУБ-3, ОУБ-7 або пісок. Саме воду для гасіння електрообладнання категорично заборонено. Крім того, в складах з мінеральними добривами забороняється також палити, запалювати сірники, користуватись відкритим полум'ям.

У випадку виникнення пожежі, під дією високих температур мінеральні добрива можуть розкладатися з утворенням шкідливих газів. Іходячи із цього, при гасінні пожежі з мінеральними добривами необхідно користуватися фільтруючими протигазами, а саме з коробкою марки «М», або шланговими саме марок ПШ-1, ПШ-2-57. Тукові агрегати на внесенні мінеральних добрив повинні бути також обладнані вуглекислим або пінним вогнегасником.

## **4.3 Охоронні заходи навколишнього середовища при внесенні мінеральних добрив**

Саме застосування мінеральних добрив у сільськогосподарському виробництві спрямовано на підвищення саме вмісту в ґрунтах елементів живлення для культурних рослин, які забезпечують одержання високих врожаїв. Разом з цим мінеральні добрива можуть бути внесені в надмірній кількості, а саме не збалансованих з потребами культурних рослин, тому вони



стають потужним фактором забруднення саме ґрунтів шкідливими речовинами, ґрунтових вод, а також природних водоймищ і атмосфери. При цьому внесення саме надлишку мінеральних добрив може призвести до наступних шкідливих наслідків:

- по-перше, саме тривале внесення мінеральних добрив може змінювати властивості ґрунту;
- по-друге, внесення надмірної кількості азотних добрив, призводить до забруднення не тільки ґрунтів, а і продукції рослинництва та водоймищ нітратами;
- по-третє, мінеральні добрива являються забрудниками ґрунтів також важкими металами.

Саме негативна дія мінеральних добрив обумовлена тим, що культурні рослини використовують на протязі своєї вегетації тільки частину поживних елементів, які містяться в мінеральних добривах. Виходячи із цього, для унеможливлення забруднення ґрунтів шкідливими елементами при внесенні мінеральних добрив, необхідно запровадити комплекс агротехнічних заходів, агролісомеліоративних та гідротехнічних заходів.

Щодо агротехнічних заходів, то їх можна поділити на профілактичні та спеціальні.

Профілактичні заходи полягають саме в забороні розорювання земель, які схилах, які можуть бути деградовані зливами. Крім того до профілактичних заходів відноситься заборона знищення трав'янистої рослинності на крутосхилих ділянках, застосуванні мінеральних добрив в оптимальних дозах при їх внесенні в оптимальні строки; удосконаленні асортименту засобів хімізації з включенням уповільнювачів розчинення; заміни мінеральних добрив, а також застосування в сівозмінах біологічних джерел оповнення ґрунту азотом шляхом посіву бобових культур.

Крім того, до спеціальних заходів відноситься раціональне використання території, а саме, утворення безпечних прибережних, заборонених та бар'єрних зон; застосування відповідних сівозмін з

розміщення культур саме полосами поперек крутосхилів, а також запровадження мінімальної системи обробітку ґрунту.

Агролісомеліоративними заходами передбачено вирощування тільки певних видів дерево - трав'янистих рослин, які здатні ефективно поглинати більшу частину із ґрунту важких металів, а також інших забруднюючих речовин.

Разом з цим установлено, що лісосмуги створюють безпечні умови для навколишнього середовища, а саме, лісосмуги навіть невеликої ширини суттєво зменшують концентрацію розчинених в ґрунті мінеральних добрив, а також поглинають значну кількість шкідливих хімічних сполук, які виносяться ливневими водами із полів.

Саме гідротехнічні заходи спрямовані на протидію утворення на схилах сільськогосподарських угідь потоків від ливневих дощових та весняних вод. Для цього на схилах сільськогосподарських угідь слід створювати поперечні вали-канави для ефективного затримання ливневих вод; по дну балок, а також влаштовувати каскади запруд, що сприяє суттєвому зменшенню швидкості потоків води, сприяючи тим самим зниженню впливу ерозійних процесів на природний ландшафт.

## Висновок

На основі аналізу стану охорони праці при внесенні мінеральних добрив у виробничих умовах сільськогосподарських підприємств, розроблені відповідні безпечні заходи при роботі з мінеральними добривами. При цьому важливою умовою безпечної роботи технічних працівників і спеціалістів сільського господарства в області охорони праці являється саме суворе дотримання правил техніки безпеки та виробничої санітарії. В цілому запровадження розроблених заходів щодо безпечних умов праці з мінеральними добривами у сільськогосподарських підприємствах, дозволить покращити умови технічних працівників на робочих місцях.

## 5 ВИЗНАЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КУЗОВНОЇ МАШИНИ З УДОСКОНАЛЕНИМ ПОДАВАЛЬНИМ ПРИСТРОЄМ

### 5.1 Розрахунок показників ефективності удосконалених елементів тукової машини

Розрахунки щодо показників ефективності удосконалених елементів тукової машини при внесенні мінеральних добрив виконані у відповідності із методичними вказівками саме на кваліфікаційну роботу. Удосконалена кузовна машина для внесення мінеральних добрив повинна бути саме більш ефективною при її використанні за призначенням. Передумовою підвищення ефективності кузовної тукової машини явилось підвищення її якісних показників на внесенні мінеральних добрив, а саме, зниження нерівномірності їх внесення. Для визначення такого показника необхідно проаналізувати техніко-економічні показники подібних кузовних машин для внесення мінеральних добрив, а саме їх витрати на утримання в підприємстві, річний виробіток на внесенні мінеральних добрив та інші. Після цього всі витрати коштів, пов'язаних із використанням кузовної тукової машини за призначенням, розділити на постійні та змінні витрати, які слід розрахувати розрахувати на річний обсяг робіт по внесенню мінеральних добрив і на одиницю виконаної роботи. Саме постійні витрати коштів за період використання кузовної машини протягом строку виконання польових робіт, визначається саме наступним чином;

- амортизаційні відрахування на утримання в підприємстві тукового агрегату, грн/рік:

$$\text{трактора} \quad A_{TP} = \frac{C_{n.тр} - C_{к.тр}}{T_{м.тр}}, \quad (5.1)$$

$$\text{тукової машини} \quad A_{рм} = \frac{C_{n.м} - C_{к.м}}{T_{м.м}}, \quad (5.2)$$

де  $C_{n.тр}$ ,  $C_{н.м}$  — відповідно, початкова ціна трактора та тукової машини, грн;

$C_{к.тр}$ ,  $C_{к.м}$  — кінцева ціна трактора та тукової машини, грн;

$T_{м.тр}$ ,  $T_{м.м}$  — термін використання трактора та тукової машини у господарстві, роки;

- техніка придбана за власний кошти:

$$\text{трактора} \quad B_{ектр} = \frac{H_{ек}}{100} \cdot K_{ектр}, \quad (5.4)$$

$$\text{тукової машини} \quad B_{екм} = \frac{H_{ек}}{100} \cdot K_{екм}, \quad (5.5)$$

де  $H_{ек}$  - банківська норма на вкладений капітал, %;

$K_{ектр}$ ,  $K_{екм}$  - капітальні вкладення на придбання трактора тукової машини), грн;

$$K_{ектр} = \frac{C_{н.тр} + C_{к.тр}}{2}, \quad (5.6)$$

$$K_{екм} = \frac{C_{н.м} + C_{к.м}}{2}, \quad (5.7)$$

- витрати на зберігання, грн/рік:

$$\text{трактора} \quad B_{збтр} = \frac{H_{збтр}}{100} \cdot C_{н.тр}, \quad (5.8)$$

$$\text{тукової машини} \quad B_{збм} = \frac{H_{збм}}{100} \cdot C_{н.м}, \quad (5.9)$$

де  $H_{зб.тр}$ ,  $H_{зб.м}$  - норма відрахувань (процент від початкової ціни) на зберігання трактора, тукової машини, %.

- сума постійних річних витрат, *грн./рік*:

$$\text{трактора} \quad B_{нтр} = A_{тр} + B_{амтр} + B_{збтр} \quad (5.10)$$

$$\text{тукової машини} \quad B_{нм} = A_{тр} + B_{ам} + B_{збм} \quad (5.11)$$

- питомі (годинні) постійні витрати, *грн./год*:

трактора

$$\epsilon_{нтр} = \frac{B_{нтр}}{T_{ртр}}, \quad (5.12)$$

тукової машини

$$\epsilon_{нм} = \frac{B_{нм}}{T_{рм}}, \quad (5.13)$$

де  $T_{ртр}$ ,  $T_{рм}$  — річне завантаження трактора, робочої машини, (годин роботи за рік);

- сума питомих (годинних) постійних витрат на туковий агрегат, *грн/год*:

$$\epsilon_{нза} = \epsilon_{нтр} + \epsilon_{нм}, \quad (5.14)$$

- змінні витрати на роботу тукового агрегату;

- питомі (годинні) витрати на заробітну плату, *грн/год*:

$$\epsilon_{зз.зн} = C_m \cdot n_m \quad (5.15)$$

де  $C_m$  - годинна тарифна ставка механізатора, *грн/год*;

$n_m$  - кількість механізаторів.

- річні витрати на заробітну плату, *грн/рік*.

$$B_{зр.зн} = \epsilon_{зр.зн} \frac{O_{сез}}{W_u}, \quad (5.16)$$

де  $W_r$  - годинна продуктивність агрегату, *грн/год*;

$O_{сез}$  - сезонний (річний) обсяг роботи на даній операції, *га*.

- питомі витрати на паливно-мастильні матеріали, *грн/год*:

$$\epsilon_{зр.плм} = q_{га} \cdot W_r \cdot \Pi_{плм}, \quad (5.17)$$

де  $q_{га}$  - витрати палива на одиницю роботи, *кг/га*;

$\Pi_{плм}$  - комплексна ціна палива, *грн/кг*.

- річні витрати на паливно-мастильні матеріали, *грн/рік*.

-

$$B_{зр.плм} = \epsilon_{га} \cdot O_{сез} \cdot \Pi_{плм}, \quad (5.18)$$

- питомі (годинні) витрати на ремонт та ТО самого трактора, *грн/год*

$$\epsilon_{зр.ТОтр} = \frac{B_{зр.ТОтр}}{T_{ремтр}}, \quad (6.19)$$

де  $B_{зр.ТОтр}$  - річні витрати на ремонт та ТО трактора, *грн*.

- питомі (годинні) витрати на ремонт і ТО тукової машини, *грн./год*

$$\epsilon_{зр.ТО.м} = \frac{B_{зр.ТО.м}}{T_{рем.м}}, \quad (5.20)$$

де  $B_{зр.ТО.м}$  - річні витрати на ремонт і ТО тукової машини, *грн*.

- сума змінних питомих (годинних) витрат на агрегат, *грн/год*:

$$\mathcal{C}_{\text{з.а}} = \mathcal{C}_{\text{з.зн}} + \mathcal{C}_{\text{з.нмн}} + \mathcal{C}_{\text{з.то.тф}} + \mathcal{C}_{\text{з.то.м}}, \quad (5.21)$$

- сума питомих постійних та питомих змінних витрат на одну годину роботи тукового агрегату, *грн/год*:

$$\mathcal{C}_{\text{сга}} = \mathcal{C}_{\text{нга}} + \mathcal{C}_{\text{зга}}, \quad (5.22)$$

- витрати підприємства на одиницю виконаної роботи туковим агрегатом, *грн/га*:

$$\mathcal{C}_{\text{ср.а}} = \frac{\mathcal{C}_{\text{сг.а}}}{W_z}, \quad (5.23)$$

Додаткова економічна ефективність удосконаленої кузовної машини, наприклад, при внесенні мінеральних добрив під ячмінь, від підвищення його врожайності за рахунок більш рівномірного розподілу мінеральних добрив по поверхні поля, можна визначити за наступною формулою:

$$E_{\partial} = \mathcal{C}_z \cdot U_{\partial} \cdot S, \quad (5.24)$$

де  $\mathcal{C}_z$  – середня закупівельна ціна одного центнера зерна ячменю, 720 *грн*;

$U_{\partial}$  – додатковий врожай, *ц/га*. Зниження саме нерівномірності внесення мінеральних добрив від 25% до 15% зокрема під озимий ячмінь, забезпечить прибавку врожаю до 1,3%, що складе близько 0,5 *ц/га* при його врожайності 38 *ц/га* [7];

$S$  – площа посіву озимого ячменю, 100 *га*.

Підстановки відповідні значення у формулу (5.24), отримаємо наступне:

$$E_{\partial} = 720 \cdot 0,5 \cdot 100 = 36000 \text{ грн.}$$

Розрахунки по визначенню показників ефективності удосконаленої кузовної машини на внесенні мінеральних добрив приведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Порівняльна техніко-економічна оцінка ефективності агрегатів для внесення мінеральних добрив на базі кузовної машини.

Показники	в абсолютних одиницях		
	MT3-80 + МВУ-4	MT3-80 + МВУ-4У	В %
1. Робоча швидкість агрегату, $V_p$ , км/год	9,5	10,0	106
2. Нерівномірність внесення добрив по ширині захвату, %	±25	±15	156
3. Продуктивність агрегату, $W_z$ , га/год	8,0	8,9	105
4. Коефіцієнт використання робочого часу, $\tau$	0,65	0,67	103
6. Річний виробіток розкидача, $W_p$ , га	1596	1680	105
7. Витрати підприємства на одиницю виконаної роботи агрегатом, $v_a$ , грн/га.	18,48	18,07	101
8. Економічний ефект від підвищення врожайності озимого ячменю за рахунок зниження нерівномірності внесення мінеральних добрив, з розрахунку на 100 га, посіву грн.	-	36000	-

### Висновок

Порівняльні показники застосування серійної і удосконаленої кузовної тукової машини показали, що нерівномірність внесення мінеральних добрив удосконаленою кузовною машиною може понизитись до 15 процентів, а саме за рахунок кращого розподілення внесених мінеральних добрив по площі.. Крім того, економічна ефективність удосконаленої кузовної машини від підвищення врожайності озимого ячменю, саме за рахунок кращого



розподілення по площі мінеральних добрив, з розрахунку на 100 га, складе 36000 грн.

### ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті проведеного структурного аналізу важливості забезпечення рослин поживними речовинами встановлено, що внесення сипких мінеральних добрив є досить важливою складовою отримання підвищеної врожайності сільськогосподарських культур.

Знайдено технічне рішення, яке пов'язане із застосуванням в розкидачах добрив верхнього подавального пристрою, що забезпечить підвищення рівномірності внесення мінеральних добрив за рахунок їх примусової подачі із кузова, що підвищить його надійність під час його використання. Виходячи із розрахунків для приводу подавального транспортера, розташованого в кузові зверху сипких добрив, доцільно використати втулочно-роликову ланцюгову передачу із шагом 19,05 мм. Крім того, на основі аналізу стану охорони праці при внесенні мінеральних добрив у виробничих умовах сільськогосподарських підприємств, розроблені відповідні безпечні заходи при роботі з мінеральними добривами. При цьому важливою умовою безпечної роботи технічних працівників і спеціалістів сільського господарства в області охорони праці являється саме суворе дотримання правил техніки безпеки та виробничої санітарії. В цілому запровадження розроблених заходів щодо безпечних умов праці з мінеральними добривами у сільськогосподарських підприємствах, дозволить покращити умови технічних

працівників на робочих місцях. Порівняльні показники застосування серійної і удосконаленої кузовної тукової машини показали, що нерівномірність внесення мінеральних добрив удосконаленою кузовною машиною може понизитись до 15 процентів, а саме за рахунок кращого розподілення внесених мінеральних добрив по площі. Крім того, економічна ефективність удосконаленої кузовної машини від підвищення врожайності озимого ячменю, саме за рахунок кращого розподілення по площі мінеральних добрив, з розрахунку на 100 га, складе 36000 грн.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. В.І. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.: *Машиновикористання в землеробстві*/ За ред. В.І.Ільченка — К.: Урожай, 1996 р. —384 с.
2. *Каталог-довідник машин і обладнання для агропромислового комплексу* /(видання друге). – К.: Асоціація Прома – 2002.
3. *Довідник з машиновикористання в землеробстві* / за ред. В.І.Пастухова. – Харків : Веста – 2001, 347 с.
4. *Организация и технология механизированных работ/* (2-е изд., перераб. и доп.) М., Колос, 1976. – 416 с.
5. *Робочий зошит (Використання машин в механізованих технологічних процесах)*/П.А. Джолос, А.Г.Чигрин, О.І.Анікеєв – Х.: ХНТУСГ, 2009. – 56с.
6. *Робочий зошит (АТС)*/ А.Г.Чигрин., О.І.Анікеєв., О.М.Красноручький., В.Б. Савченко та ін. – Х.: ХНТУСГ, 2010. – 32с.
7. *Агрокваліметрія/* За ред. Д.І. Мазоренко, Ю.І. Ковтуна. – Харків: РВП Оригінал, - 2000, 314с.
8. Горячкин В.П. *Собрание сочинений/* Т. 2, М.: 1968.
9. Левитский Г.И. *Одноточечная навесная система/* Ж. Сельский механизатор, № 8, 1964.
10. ДНАОП 0.00.4.21-04 «Типове положення про службу охорони праці»
11. ГОСТ 12.2.19-86 «Трактора и машины самоходные сельскохозяйственные. Общие требования
12. НАПБ А.01.001-2015 (ДНАОП 0.01-1.01-15) «Правила пожежної безпеки в Україні»
13. ДНАОП 2.0.00-1.01-12 «Правила охорони праці в сільськогосподарському виробництві»
14. ДНАОП 0.03-1.08-73 «Санітарні правила зберігання, транспортування та використання мінеральних добрив в сільському господарстві»

