

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **«Удосконалення конструкції приводу робочих органів
розкидача мінеральних добрив 1-РМГ-4»**

Виконав: студент групи Маш-22сп

Спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)

Олексій КУРИЛЯК
(Ім'я та прізвище)

Керівник: Сергій БЕРЕЗОВЕЦЬКИЙ
(Ім'я та прізвище)

Дубляни 2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА МАШИНОБУДУВАННЯ**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____
(підпис)

д.т.н., професор Власовець В.М.

“ _____ ” _____ 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

на кваліфікаційну роботу студенту
Куриляку Олексію Миколайовичу

1. Тема роботи: **«Удосконалення конструкції приводу робочих органів розкидача мінеральних добрив 1-РМГ-4»**

Керівник роботи: Березовецький Сергій Андрійович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 30.12.2022 року № 453/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 23.06.2023 року

3. Вихідні дані: технічні характеристики розкидачів мінеральних добрив; патенти на корисні моделі та винаходи; літературні джерела за тематикою підживлення рослин механізованим способом; методики розрахунку та проектування розкидача мінеральних добрив; методики визначення економічної ефективності конструктивного удосконалення машини.

4. Перелік питань, які необхідно розробити:

1. Аналіз об'єкта проектування.

2. Технологічна частина.

3. Конструктивна частина.

4. Охорона праці.

5. Економічна частина.

Висновки і пропозиції;

Бібліографічний список.

5. Перелік ілюстраційного матеріалу

1. Аналіз конструкцій розкидачів мінеральних добрив - 1-ий аркуш.
2. Схема розподілу мінеральних добрив по поверхні ґрунту - 2-ий аркуш.
3. Технологічні схеми доставки, зберігання та внесення міндобрив - 3-ий арк.
4. Загальний вигляд розкидача мінеральних добрив І-РМГ-4 - 4-ий аркуш.
5. Складальні одиниці та деталі розкидача мінеральних добрив – 5-ий аркуш.
6. Складальні одиниці та деталі розкидача мінеральних добрив – 6-ий аркуш.
7. Результати розрахунку показників економічної ефективності конструктивної розробки – 7-ий аркуш.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1,2,3,5	Березовецький С.А. к.т.н., доцент кафедри машинобудування			
4	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри УПБВ			

7. Дата видачі завдання: 30.12.2022 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про вико- нання
1.	Виконання розділу: «Аналіз об'єкта проектування»	23.01.23-17.02.23	
2.	Виконання другого розділу: «Технологічна частина»	20.02.23-17.03.23	
3.	Виконання третього розділу: «Конструктивна частина»	20.03.23-05.05.23	
4.	Виконання розділу: «Охорона праці»	08.05.23-02.06.23	
5.	Виконання розділу: «Економічна частина»	05.06.23-16.06.23	
6.	Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки. Завершення роботи в цілому	19.06.23-23.06.23	

Студент _____ Олексій КУРИЛЯК
(підпис)Керівник роботи _____ Сергій БЕРЕЗОВЕЦЬКИЙ
(підпис)

УДК 631. 386. 275

Кваліфікаційна робота: 46 с. текст. част., 9 рис., 2 табл., 5 арк. формату А1, 12 джерел літератури.

«Удосконалення конструкції приводу робочих органів розкидача мінеральних добрив 1-РМГ-4».

Куриляк Олексій Миколайович – Кваліфікаційна робота першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Кафедра машинобудування – Дубляни, Львівський національний університет природокористування, 2023.

Проведено аналіз конструкції розкидачів мінеральних добрив та їх робочих органів для технологічного процесу підживлення рослин.

На основі аналізу в розрахунково-конструкторській частині удосконалено конструкцію робочих органів машини для внесення в ґрунт мінеральних добрив 1-РМГ-4, завдяки чому підвищена надійність і продуктивність машини.

Обґрунтована економічна ефективність використання машини для внесення в ґрунт мінеральних добрив 1-РМГ-4 з удосконаленими робочими органами.

Проведені конструктивні розрахунки запропонованого удосконалення з охорони праці, а також наведені рекомендації з покращання безпеки праці в даному господарстві. Приведені заходи з охорони довкілля.

Виконані економічні розрахунки показують певну економічну ефективність проектних та конструкторських рішень. Передбачувана ефективність від впровадження конструкторської розробки складе на рік 273493,49 грн., при термін окупності протягом 0,6 року.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1. АНАЛІЗ ОБ’ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ	9
1.1. Машина для внесення мінеральних добрив	10
1.2. Машина для внесення добрив МВУ-5	13
1.3. Машина для внесення твердих мінеральних добрив МВУ-0,5А	13
1.4. Машина для внесення мінеральних добрив СТТ-10	14
1.5. Розкидач мінеральних добрив 1-РМГ-4.....	15
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	18
2.1. Агротехнічні вимоги до внесення мінеральних добрив.....	18
2.2 Розрахунок операцій транспортування і внесення мінеральних добрив ..	19
2.3. Організація роботи агрегату для внесення мінеральних добрив	20
2.4. Розрахунок і складання плану механізованих робіт на вирощування сільськогосподарських культур	22
3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА	25
3.1. Опис і принцип роботи розкидача мінеральних добрив 1-РМГ-4.....	25
3.2. Технологічний розрахунок запропонованого вдосконалення.....	29
3.3. Вибір матеріалу і допустимих напружень ведучого вала.....	31
3.4. Підбір і перевірка шпонкового з’єднання	31
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ	33
4.1. Структурно-функціональний аналіз технологічного процесу внесення мінеральних добрив та обґрунтування можливих чинників травмонебезпечних ситуацій	33
4.2. Розробка моделі травмонебезпечних і аварійних ситуацій під час внесення мінеральних добрив.....	34

4.3. Обґрунтування інженерно-технічних рекомендацій відносно безпечного перебігу внесення мінеральних добрив	35
4.4. Обґрунтування інженерно-технічних рекомендацій відносно.....	36
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	38
Висновки і пропозиції.....	45
Список використаних джерел	46

ВСТУП

Річну кількість добрив для різних культур можна вносити в різний час, і методи внесення добрив також відрізняються. Умови і способи удобрення повинні забезпечити рослині оптимальні умови живлення протягом усього періоду вегетації та отримати найвищу віддачу поживних речовин від урожаю. Розрізняють три способи внесення добрив: до посіву (переважно), після посіву (рядки, лунки) і після посіву (підживлення в період росту).

При основному внесенні (внесення добрив перед посівом) вносять більшу частину загальної кількості мінеральних добрив, що використовуються під цей обробіток. Внесення проводять восени або навесні в залежності від ґрунтово-кліматичних умов, а також особливостей вирощування та внесених добрив.

Мета основного внесення – забезпечити живлення рослин протягом усього періоду вегетації. Підживлення проводять шляхом розкидання гранульованих або сухих мінеральних добрив по поверхні, а потім за допомогою плуга, культиватора або дискової борони вносять їх у ґрунт. Цей спосіб має забезпечити рівномірний розподіл добрива по площі поля. При удобренні оброблюваних земель більша частина добрив знаходиться в ґрунті на глибину 9-20 см, тому рослини малодоступні до добрив на початку вегетації. При загортанні культиватором або дисковою бороною 50-90% гною знаходиться в 3-сантиметровому шарі ґрунту, ґрунт швидко висихає і поживні речовини не можуть повністю використовуватися рослинами. Все це знижує ефективність самих добрив.

Посівні добрива вносять при висіві насіння безпосередньо у рядки (лунки, гнізда) або на певній відстані від нього стрічками. Добриво для посіву забезпечує живлення рослин у той час, коли вони ще не мають потужної кореневої системи та не можуть добре використовувати поживні речовини з ґрунту. Загалом, потрібно застосовувати мінімальну кількість

добрив, щоб уникнути високої концентрації поживних речовин у ґрунті (в зоні молодого кореня).

Підживлення в період вегетації застосовують як доповнення до основного добрива і передпосівного удобрення для посилення живлення рослин у період найбільшої інтенсивності живлення рослин. Ефект від підгодівлі збільшується, якщо з будь-якої причини перед посівом не внесено добрив або внесено недостатньо.

Тверді мінеральні добрива вносять за прямоочною та перевантажувальною технологіями відцентровими та пневматичними розкидачами.

За результатами випробувань технічних засобів для внесення мінеральних добрив встановлено, що якісні показники технічного процесу, що виконується усіма видами розкидачів, в цілому відповідають вимогам агротехніки, але рівномірність розподілу добрив туковими сівалками значно перевищує показники машин з дисковими тукорозсівними робочими органами.

Метою кваліфікаційної роботи є створення технічних засобів, які забезпечують зменшення собівартості виробництва продукції рослинництва шляхом поліпшення технологічного процесу внесення мінеральних добрив за рахунок зміни конструкції приводу робочих органів розкидача.

1. АНАЛІЗ ОБ'ЄКТА ПРОЕКТУВАННЯ

З метою підвищення конкурентоспроможності сільськогосподарської продукції виробники постійно працюють над питанням зниження її собівартості. У процесі вирощування сільськогосподарських культур вагоме місце займають операції застосування твердих мінеральних добрив та хімічних меліорантів, наприклад, навантаження зазначених технологічних матеріалів в умовах складу транспортно-перевантажувальні засоби, транспортування їх від складу до польових агрегатів, перевантаження технологічних матеріалів транспортно-перевантажувальними засобами польові агрегати та внесення їх останніми. виходячи з викладеного можна зробити висновок про те, що зниження експлуатаційних витрат на застосування мінеральних добрив та хімічних меліорантів сприятиме зниженню собівартості рослинницької продукції.

Виробничий досвід найкращих сільськогосподарських підприємств України показує, що знизити експлуатаційні витрати на застосування мінеральних добрив та хімічних меліорантів, а також скоротити терміни виконання необхідних технологічних операцій можна шляхом застосування прямої технологічної схеми їх внесення (склад-поле) при використанні зазначеної схеми мінеральні добрива або хімічні меліоранти умовах складу завантажують у мобільні сільськогосподарські агрегати (МСА), які доставляють їх у поле, а потім вносять, наприклад, поверхню ґрунту. Ефективність прямої технологічної схеми внесення мінеральних добрив та хімічних меліорантів особливо зростає за умов господарств із великими обсягами землекористування, кількість яких різко збільшилась в Україні.

За останній період було створено велику кількість машин для внесення мінеральних добрив та хімічних меліорантів, які агрегуються з тракторами різних класів як у навісному, так і напівнавісному варіантах.

1.1. Машини для внесення мінеральних добрив

Для розкидально внесення мінеральних добрив в господарствах застосовують шнекові, відцентрові і маятникові розкидачі та штангові тукові сівалки. Дані технічні засоби різняться конструкційними виконаннями розкидальних механізмів, а також технологічними схемами розподілу добрив. Навісні відцентрові розкидачі міндобрив для поверхневого внесення виготовляються з одним або двома тукорозсівними апаратами дискового типу (рис. 1.1).



Рис. 1.1 - Навісний відцентровий розкидач мінеральних добрив з одним тукорозсівним апаратом дискового типу

Ширина захвату навісних розкидачів мінеральних добрив може змінюватися у межах 6...36 м та залежить від налаштувань робочих органів. Розкидальний механізм машин для внесення мінеральних добрив ZA-M Amazone складається з рами навісного пристрою, на якому в нижній частині кріпиться бункер з двома лійками і розподільник добрив.

У бункері встановлені решітки, які призначені для запобігання попадання у нього сторонніх предметів та великих грудок добрив. Розподільник мінеральних добрив обладнаний двома наконечниками жолоба, розподільними дисками, які обертаються у протилежному до руху трактора напрямку. У кожному з жолобів є спіральний змішувач який забезпечує рівномірність подачі добрив до вихідного отвору, величина якого варіюється заслінкою дозатора. Диски укомплектовані довгою і короткою лопатями. Коротка лопать розподіляє добрива по центру розсівання, довга – по робочій ширині захвату (рис. 1.2).

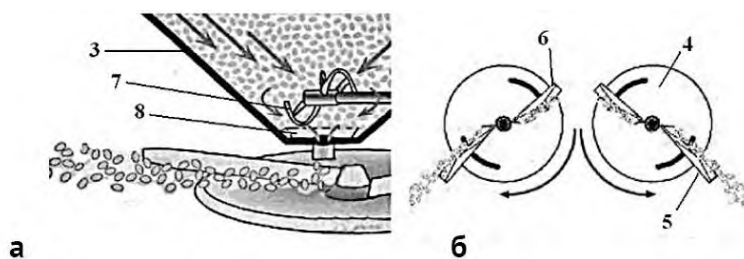


Рис. 1.2 – Схема робочого процесу розкидання мінеральних добрив ZA-M Amazone

Норма висіву регулюється заслінкою дозатора. Щоб налаштувати задану ширину внесення мінеральних добрив обидві лопаті розкидального диска безступінчасто повертаються на рівні кути. Саме за допомогою цього збільшується ширина захвату. Якщо повернути проти напрямку обертання - ширина захвату зменшиться.

Розкидачі мінеральних добрив можуть бути обладнані лазерними сенсорами, які розташовуються на кабіні трактора і під час руху агрегату вони визначають у посівах сільськогосподарських рослин недостачу поживних речовин, які забезпечуватимуть їх росту та передають дані бортовому комп'ютеру. Даний комп'ютер обробляє вхідну інформацію і керує подачею мінеральних добрив. На відцентрованих розкидачах для регулювання та контролю дози внесення добрив встановлюють електричні системи, які забезпечують дозування за будь-якої швидкості руху агрегату та ширини захвату.

Розподільчий пристрій дискового розкидача DPX Sulky-Burel складається з нижнього жолоба, заслінок для дозування, пружинної вібраційної мішалки, короткої і довгої лопатей, диска розсіювального, регульовального важеля для зміни норми внесення, шкали регулятора норми внесення, регулятора робочої ширини захвату шляхом зміни кута природного нахилу добрив, регулятора зони перекриття (накладення) внесених добрив з двох розкидних дисків, регулятора робочої ширини. Розкидач може також бути обладнаний системою навігації, яка веде картографування вже оброблених полів, а також запис даних за допомогою флеш пам'яті USB.

Розкидачі добрив моделі XPI Agrex застосовують для розподілення по полях великої кількості мінеральних добрив. Основний бункер має об'єм 1500 л, який може бути доведений до 2500 л простим додаванням надставок. Розкидальні диски дозволяють з високою точністю регулювати ширину внесення залежно від виду і типу добрив. Розподільний пристрій складається з: дисків з двома різними по довжині лопатями, дозуючого пристрою, механізму регулювання падіння мінеральних добрив на диск, дефлектора, що обмежує ширину розкидання добрив під час роботи краями полів. Ці розкидачі обладнані системою регулювання, що дозволяє виконувати розкидання мінеральних добрив на ширину 12...32 м без зміни робочих органів (дисків і лопатей). Вся система керується електронікою за допомогою запрограмованого оператором бортового комп'ютера.

В сучасних реаліях не всі господарства можуть собі дозволити придбати розкидачі твердих мінеральних добрив вартість який стартує від 300 тис. грн і вище. Такі господарства вдосконалюють, модернізують наявні у них розкидачі, а серед таких МВУ-5, МВУ-0,5А, СТТ-10, 1-РМГ-4. Саме розкидачі твердих мінеральних добрив старих моделей є доцільність модернізувати для економії коштів на придбання нових, сучасних розкидачів, оскільки вартість таких вдосконалень не є надто висока, а ефект від цього досить відчутний.

1.2. Машина для внесення добрив МВУ-5

Машина для внесення добрив МВУ-5 призначена для поверхневого, суцільного, внесення твердих мінеральних добрив чи сумішей, вапна і гіпсу. Це напівпричіп, будова якого наступна: кузов 1, транспортер 2, дозувальна заслінка 3, привод робочих органів 4, туконапрямник 5, розсіювальні диски 6, ходова система 7, пневмогальмівної системи і електрообладнання. Даний розкидач агрегують з тракторами класу 14 кН.

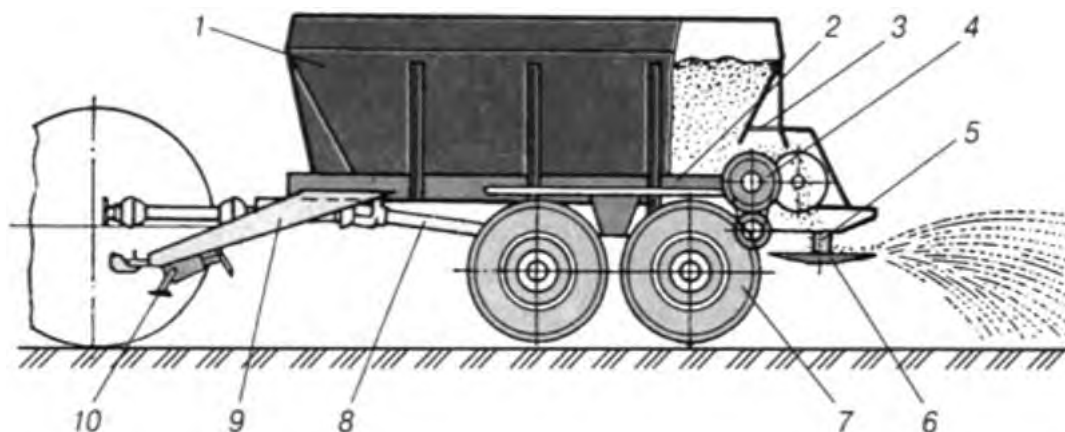
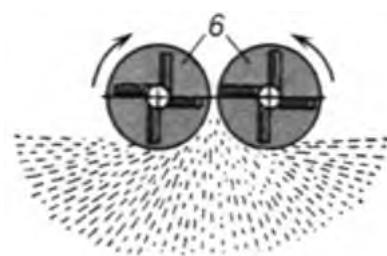


Рис. 1.3 - Машина для внесення твердих мінеральних добрив МВУ-5

1 – кузов; 2 – транспортер; 3 – дозатор; 4 – привод розкидальних дисків; 5 – туконапрямник; 6 – розкидальні диски; 7 – ходова система; 8 – карданний вал; 9 – причепний механізм; 10 – опора.



1.3. Машина для внесення твердих мінеральних добрив МВУ-0,5А

Машина МВУ-0,5А призначена для розсіювання по поверхні ґрунту мінеральних добрив на полях і в плодonoсних садах. Її начіплюють на трактори класу 9 і 14 кН.

Розкидач складається з бункера 1 місткістю $4,1 \text{ м}^3$, дозуючого пристрою 2, карданного вала 4 та редукторів 5 і 6, двох розкидальних дисків 7 і вітрозахисного пристрою.

Дозуючий пристрій складається з двох поворотних клапанів 3, завдяки яким змінюють висоту щілини для висівання, і висівної планки 8 шарнірно закріпленої на підвісках. Під час коливального руху планка переміщується

між дном бункера і клапанами 3, виштовхуючи з щілин добрива. Для безперервної роботи машини потрібно постійно опускати (зрушувати) добрива у бункері. Для цього у ньому змонтовано коливальні ворушилки 9. Добрива надходять на розкидальні диски 7, які обертаючись в різні сторони вносять мінеральні добрива по робочій ширині захвату (до 12 м). Під час роботи агрегату у вітряній погоді до розкидача додатково монтують брезентовий вітрозахисний пристрій. Це зменшує ширину захвату до 6 м. Норму внесення добрив регулюють, змінюючи висоту висівних щілин та амплітуду коливань висівної планки.

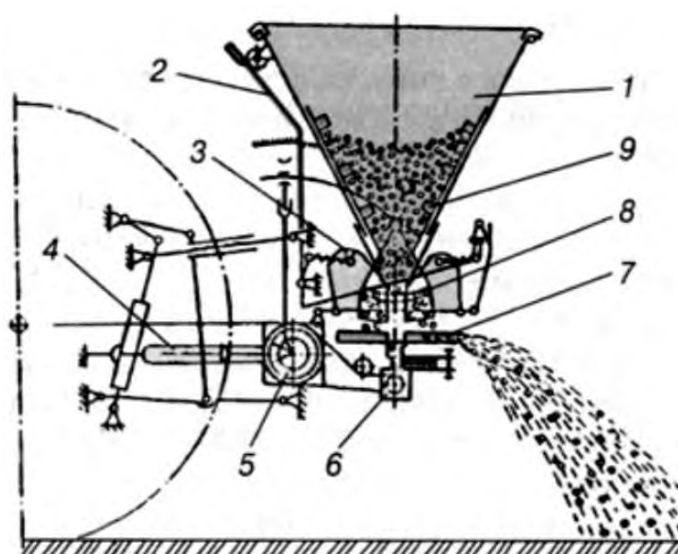


Рис. 1.4 – Схема робочого процесу начіпного розкидача мінеральних добрив МВУ-0,5А

1.4. Машина для внесення мінеральних добрив СТТ-10

Машина для внесення мінеральних добрив СТТ-10 (рис. 1.5) призначена для внесення твердих мінеральних добрив та їх сумішей з підвищеною рівномірністю розподілу туків по площі. Показник нерівномірності не повинен перевищувати $\pm 15\%$. Машину СТТ-10 застосовують для підживлення зернових культур, а також для транспортування добрив, зерна та інших сипких матеріалів з розвантаженням їх через вікно у задній стінці кузова.

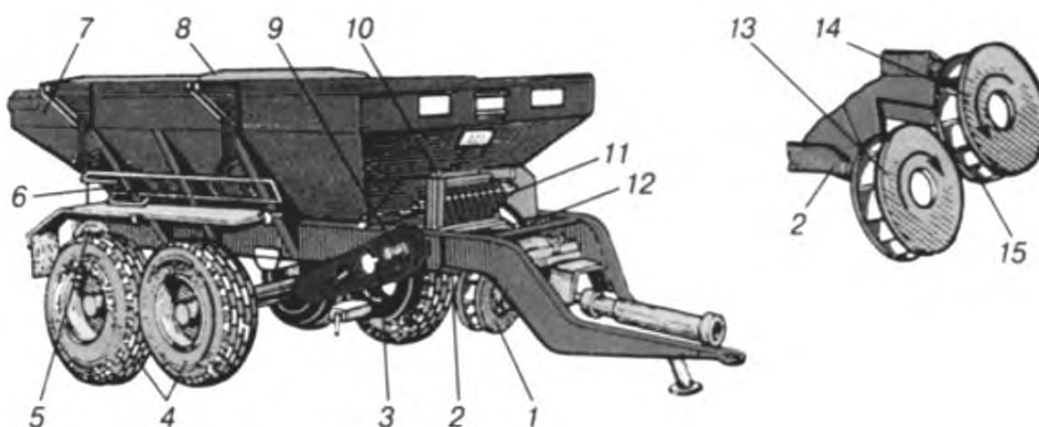


Рис. 1.5 – Причепний розкидач твердих мінеральних добрив СТТ-10

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

Під час руху розкидача транспортер переміщує добрива до дозувального отвіру який розташований у передній стінці кузова і подає їх на направляючі лотки 2. З них добрива надходять на лопатки роторів, які обертаються в протилежних напрямках з частотою 810 об/хв. Завдяки різному нахилу лопаток ротори розкидають добрива в чотири робочі зони і розподіляють їх по поверхні поля.

1.5. Розкидач мінеральних добрив 1-РМГ-4

Розкидач мінеральних добрив 1-РМГ-4 призначений для поверхневого розсіювання мінеральних добрив та вапна. Він є напівпричіпною машиною і складається з кузова 1 (рис. 1.6) з рамою, транспортера 2, механізму притиску ролика 3, приводу транспортера 4, дозатора 5, розкидального пристрою 6, вітрозахисного пристрою 7, приводного ролика 8 і осі 9 з ходовими колесами.

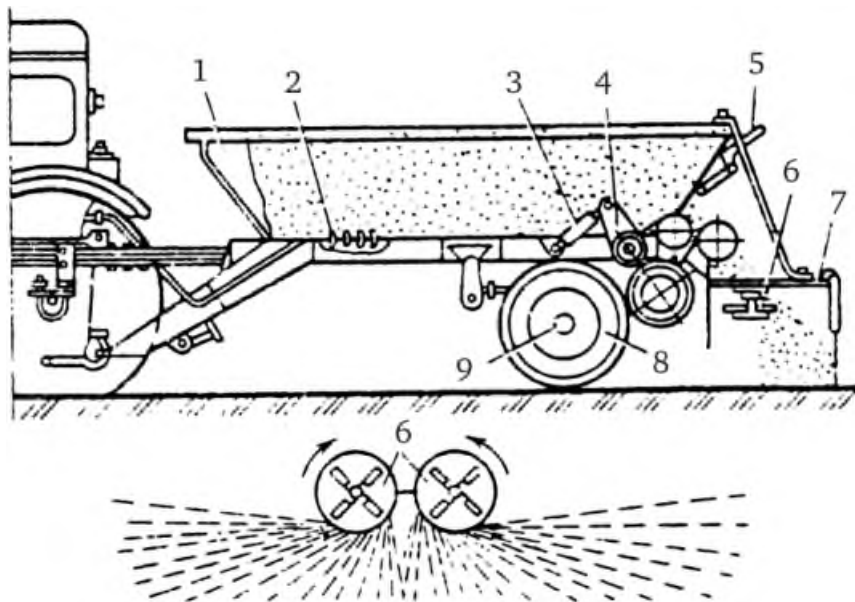


Рис. 1.6 – Розкидач мінеральних добрив 1-РМГ-4

- 1 - кузов з рамою; 2 - транспортер; 3 - механізм притиску ролика;
 4 - привід транспортера; 5-дозатор; 6 - пристрій, що розкидає;
 7 - вітрозахисний пристрій; 8 - приводний ролик; 9 - вісь

Задній борт кузова 1 має вікно з дозувальною заслонкою. Прутковий транспортер 2 - це нескінченний ланцюг з прутків, що переміщуються дном кузова. Він подає мінеральні добрива через дозатор 5 у тукоспрямувач, з якого вони потрапляють на відцентрові диски розкидального пристрою 6, розкидають добрива по поверхні поля. Привод транспортера 4 здійснюється від лівого ходового колеса за допомогою обгумованого приводного ролика 8. Механізм притиску 3 - це гідроциліндр, підключений до трубопроводів гідромотора через стабілізатор тиску, що дозволяє отримувати постійне зусилля притискання ролика до колеса.

Від притискного ролика рух на приводний вал транспортера передається ланцюговою передачею, натяг транспортера регулюється шляхом переміщення його натяжної осі натяжними гвинтами. Розкидаючий пристрій складається з приводного правого та веденого лівого дисків з лопатками, які урухомлюються від гідросистеми трактора через гідромотор. У нижній частині ведучого диска закріплений варіаторний шків, від якого

перехресною клинопасовою передачею обертання передається на диск. Це дозволяє дискам обертатися на протилежні сторони. Тукоспрямовувач, закріплений до заднього борту, має рухомі внутрішні шарнірно-закріплені стінки рукавів, що дозволяють регулювати напрям подачі добрив від периферії до центру диска. Кріплення тукоспрямовувача дозволяє переміщати його вздовж кузова. Вітрозахисний пристрій 7 захищає розкидальні диски, під час роботи розкидача з пилоподібними добривами у вітряну погоду. Зверху кузов розкидача закривається тентом.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Агротехнічні вимоги до внесення мінеральних добрив

Внесення добрив може бути основне і у вигляді підживлення. При основному внесенні під посів, посадки рослин або одночасно, як правило, дається найбільша частина норми мінеральних добрив. При цьому застосовуються високопродуктивні тракторні або автомобільні розкидачі добрив, що здійснюють розподіл добрив по поверхні ґрунту.

Добрива, внесені від посів, слід закладати під плуг або під культиватор в більш глибокі зволожені шари ґрунту для забезпечення рослин живленням на тривалий період їх розвитку.

Терміни основного внесення добрив залежать від системи обробки ґрунту. Якщо восени проведена глибока обробка ґрунту, а весною тільки передпосівна культивація, то добриво закладається під зяблеву оранку. Якщо весною зяб переорюють, то вносити добрива (за винятком фосфорних, нерозчинних у воді) правильніше у весняний час.

Добриво при цьому повинне знаходитися в шарі якнайкращого розвитку коренів (на глибині 8-10 см)

Основне внесення добрив одночасно з посівом або посадку рослин проводиться на 2-3 см нижче за насіння (бульб) локально або в ряди. Добрива в ряди при посіві або посадці вносять комбінованими зернотуковими сівалками і посадочними машинами. Хоча внесення добрив разом з посівом (посадкою) і дає найбільший агрохімічний ефект, вживання його обмежено внаслідок низької продуктивності вказаних машин.

При підживленні в основному використовують азотні добрива. Ефективна азотна підгодівля на початку весняного відрощування зернових культур і пасовищних трав, цукрових буряків - після проривання, картоплі — через 10-15 днів після появи сходів. В цілях підвищення якості зерна і збільшення змісту білку застосовують пізніе азотне підживлення (у фазі виходу в трубку, виколошується) в кількості 30-60 кг/га діючої речовини.

Підживлення здійснюють різними способами. Найбільш широко поширено поверхневе внесення добрив по всій площі туковими сівалками або літаками, а також культиваторами-рослинопідживлювачами, які призначені для міжрядного обробітку і підживлення просапних культур. Глибина закладення мінеральних добрив регулюється в межах 10-15 см. некоренева підгодівля рослин азотними і мікродобривами здійснюється шляхом обприскування рослин.

Норма внесення - це кількість добрива, що вноситься під сільськогосподарську культуру за період її вирощування. Існує також поняття доза внесення. Доза удобрення - це кількість добрива, що вноситься під сільськогосподарську культуру за один прийом. Діапазон доз внесення добрив в ґрунт складає для мінеральних 0,05-1,0 т/га, вапняних і гіпсовмісних добрив – 2-14 т/га, органічних - 10-60 т/га.

2.2 Розрахунок операцій транспортування і внесення мінеральних добрив

Для забезпечення ритмічності роботи агрегату розраховуємо операцію перевезення мінеральних добрив від господарства і їх внесення. Визначаємо потребу в розкидачах з урахуванням кількості вантажу (4,5 т).

$$t_{ц} = t_{\text{дв}} + t_{\text{зав}} + t_{\text{вн}}, \quad (2.1)$$

де $t_{\text{дв}}$ – час руху агрегату з вантажем і без вантажу, хв.;

$t_{\text{зав}}$ – час завантаження розкидача, хв.;

$t_{\text{вн}}$ – час внесення мінеральних добрив (розвантаження розкидача), хв.;

$$t_{\text{дв}} = \frac{62,5 \cdot l}{V_T \cdot \alpha}, \quad (2.2)$$

де l – віддаль перевезень вантажу, км;б

α – коефіцієнт використання пробігу;0,5

V_T – середня швидкість руху агрегату, км/год:

$$V_T = \frac{V_z + V_x}{2,0} = \frac{8,0 + 25,0}{2,0} = 16, \quad (2.3)$$

де V_z – швидкість агрегату з вантажем, км/год;

V_x – швидкість агрегату без вантажу, км/год.

Кількість площі, на яку внесе розкидач мінеральні добрива

$$S = \frac{Q_{mp} \cdot S}{D} = \frac{4500 \cdot 1}{800} = 5,625 \text{ га},$$

де Q_{mp} – вантажопідйомність розкидача 1-РМГ-4, кг;

S – площа внесення мінеральних добрив, га;

D – доза внесення мінеральних добрив, кг/га.

Час внесення одним розкидачем міндобрив з дозою внесення 800 кг/га

$$t_{вн} = \frac{62,5 \cdot l}{V_T \cdot \alpha} + t_{пов} = \frac{62,5 \cdot 3,5}{10 \cdot 0,5} + 0,25 = 44,0 \text{ хв.},$$

де l – довжина прямолінійного руху 1 га поля, км;

α – коефіцієнт використання пробігу; 0,5

V_T – середня швидкість руху агрегату, км/год:

$t_{пов}$ – час на розвертання агрегату, $t_{пов} = 0,25$ хв

Підставивши отримані результати у формулу 2.2 отримаємо час руху агрегату з вантажем і без вантажу, хв:

$$t_{об} = \frac{62,5 \cdot 2,0}{16,0 \cdot 0,5} = 15,63,$$

Підставивши дані у формулу 2.1 отримаємо час циклу транспортного агрегату, хв.:

$$t_{ц} = 15,63 + 10,0 + 44,0 = 69,63.$$

2.3. Організація роботи агрегату для внесення мінеральних добрив

Чистий робочий час за зміну роботи агрегату визначається за формулою, хв.:

$$T_p = t_{пц} \cdot n_{ц} = 69,63 \cdot 5 = 348,15, \quad (2.4)$$

де t_{pc} – час робочого циклу, хв., (при внесенні 800 кг/га добрив);

n_u – кількість циклів агрегату за зміну.

Дійсний час зміни визначаємо за формулою, хв.:

$$T_o = t_u \cdot n_u + T_{nz} + T_{omn} = 69,63 \cdot 5 + 54,0 + 30,0 = 402,45, \quad (2.5)$$

де t_u – час циклу, хв.;

n_u – кількість циклів за зміну, шт.;

T_{nz} – підготовчо-заклучний час, хв.;

T_{omn} – час внутрішніх переїздів та переїздів на відпочинок, хв..

Коефіцієнт використання часу зміни визначаємо за формулою:

$$\tau = \frac{T_p}{T_o} = \frac{348,15}{402,45} = 0,86, \quad (2.6)$$

де T_p – чистий робочий час, хв.;

T_o – дійсний робочий час, хв..

Продуктивність агрегату за зміну визначаємо за формулою, га/зміну:

$$W_{zm} = W_T \cdot T_{zm} \cdot \tau = 20 \cdot 7,0 \cdot 0,86 = 120,4, \quad (2.7)$$

де W_T – теоретична годинна продуктивність, га/год;

T_{zm} – час зміни, год, $T_{zm} = 7 \text{ год}$;

τ – коефіцієнт використання часу зміни.

Загальний час на повороти і переїзди, год:

$$T_x = t_{xc} \cdot n_u + T_{nnk} = 0,3 \cdot 5,0 + 15,0 = 16,5 \text{ хв} = 0,28 \text{ год}, \quad (2.8)$$

Затрати праці на одиницю виконаної роботи визначаємо за формулою, люд×год/т:

$$H = \frac{m \cdot T_{zm}}{W_{zm} \cdot 60,0} = \frac{1,0 \cdot 402,45}{120,4 \cdot 60,0} = 0,056, \quad (2.9)$$

де m – кількість робітників, які обслуговують агрегат, $m=1$;

T_{zm} – час зміни, год;

W_{zm} – продуктивність агрегату за зміну.

2.4. Розрахунок і складання плану механізованих робіт на вирощування сільськогосподарських культур

Однією з основних ланок науково-обґрунтованої системи вирощування сільськогосподарських культур є запровадження найбільш досконалої технології вирощування сільськогосподарських культур з максимальною механізацією виробничих процесів і найменшими затратами праці. З цією метою складаються плани механізованих робіт на вирощування сільськогосподарських культур.

Вихідними даними для розробки плану механізованих робіт є наступні показники: внесення мінеральних добрив – 800 кг/га; урожайність основної продукції – 40 ц/га; урожайність побічної продукції – 40 ц/га.

Для прикладу розрахуємо операцію луцення стерні (Т-150К+ЛДГ-10). В графі 1 плану механізованих робіт перераховуються всі операції, які виконуються при вирощуванні ярого ячменю. В графах 2 і 3 записуються основні агротехнічні вимоги і календарні строки виконання даних операцій. Обсяг робіт і одиниці виміру приводяться в графах 4 і 5. Кількість робочих днів за агротехнічний строк і тривалість робочого дня приведені в графах 6 і 7. Кількість змін за робочий день – в графі 8. В графах 9 і 10 приводиться склад агрегатів відповідних марок тракторів та сільськогосподарських машин. В графі 11 записуємо норму виробітку агрегату за зміну. Виробіток агрегату за зміну визначається за формулою, га/зміну:

$$W_{зм} = 0,36 \cdot B_p \cdot V_p \cdot T_p \cdot \xi = 0,36 \cdot 16,2 \cdot 2,2 \cdot 5,6 \cdot 0,95 = 68,26, \quad (2.10)$$

де B_p – конструктивна ширина захвату луцильника, м, $B_p = 16,2$ м;

V_p – робоча швидкість агрегату, $V_p = 8$ км/год = 2,2 м/с;

T_p – чистий робочий час зміни, $T_p = T_{зм} \cdot \tau = 7,0 \cdot 0,8 = 5,6$ год;

ξ – коефіцієнт використання ширини захвату, $\xi = 0,95$.

В графі 12 записуємо виробіток агрегату за день, який вираховуємо за формулою, га/день:

$$W_o = W_{зм} \cdot \kappa_{зм} = 68,26 \cdot 1,0 = 68,26, \quad (2.11)$$

де $\kappa_{зм}$ – коефіцієнт змінності, $\kappa_{зм}=1,0$.

В графі 13 записуємо виробіток агрегату за агротехнічний строк, який визначається за формулою, га:

$$W_{аз} = W_0 \cdot H_0 = 68,26 \cdot 2,0 = 126,54, \quad (2.12)$$

де H_0 – кількість робочих днів за агротехнічний строк, $H_0=2$.

Так, як обсяг робіт становить $W_0=123$ га, то в графі 13 записуємо 123 га. В графу 14 записуємо норму витрати палива, яка приймається з типових норм витрати палива. В графу 15 записуємо необхідну кількість тракторів, яка визначається за формулою:

$$n_{мп} = \frac{W_0}{W_{аз}} = \frac{123}{126,54} = 0,97 \approx 1. \quad (2.13)$$

Приймаємо один трактор.

В графу 16 записуємо необхідну кількість сільськогосподарських машин. В графу 17 записуємо необхідну кількість механізаторів, яка визначається за формулою:

$$H_m = H_a \cdot \kappa_{зм} \cdot m_n, \quad (2.14)$$

де H_a – кількість агрегатів, які необхідні для виконання всього обсягу робіт;

$\kappa_{зм}$ – коефіцієнт змінності, $\kappa_{зм}=1,0$;

m_n – кількість механізаторів, які обслуговують один агрегат.

В графу 18 записуємо необхідну кількість допоміжних працівників:

$$H_{дон} = H_a \cdot \kappa_{зм} \cdot m_{дон} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0 = 0, \quad (2.15)$$

де $m_{дон}$ – кількість допоміжних працівників, які обслуговують один агрегат (для операції згрібання сіна $m_{дон}=0$).

В графу 19 записуємо необхідну кількість палива на весь обсяг робіт, яка визначається за формулою, кг:

$$Q = q \cdot W_0 = 0,5 \cdot 123 = 61,5, \quad (2.16)$$

де q – витрата палива на одиницю виробітку, $кг/га$, $кг/т$, $кг/ткм$.

В графу 20 записуємо затрати праці на одиницю виконаної роботи, які визначаємо за формулою, люд×год/га:

$$z_{no} = \frac{m \cdot T_{zm}}{W_{zm}} = \frac{1,0 \cdot 7,0}{68,26} = 0,103, \quad (2.17)$$

де m – загальна кількість робітників, що обслуговують агрегат на згрібанні сіна.

В графу 21 записуємо затрати праці на весь обсяг робіт, люд×год:

$$z_{nv} = z_{no} \cdot W_o = 0,186 \cdot 123,0 = 12,67. \quad (2.18)$$

3. КОНСТРУКТИВНА ЧАСТИНА

3.1. Опис і принцип роботи розкидача мінеральних добрив 1-РМГ-4

Отримання високих урожаїв зернових колосових культур багато в чому залежить від якості внесення мінеральних добрив, особливо при інтенсивних технологіях вирощування. Низька якість внесення мінеральних добрив приводить до вилягання рослин, неодночасного дозрівання і обсіпання зерна, і кінець кінцем, до зниження врожайності. Таким чином, забезпечення необхідної рівномірності внесення твердих мінеральних добрив є вирішальним чинником підвищення ефективності їх використання.

Підготовка до внесення добрив здійснюється подрібнювачами ИСУ-4 і АИР-20, змішувачами СЗУ-20, УТС-30. Двокомпонентні суміші можна готувати на автомобільних завантажувачах УСЗСА-40, ЗСА-40 і ЗСА-7. Завантаження добрив в подрібнювачі, змішувачі або транспортні засоби краще виконувати фронтальним навантажувачем ПФ-0,75. Можуть бути використані також навантажувачі ПГ-0,2, ПЕ-0,8Б і ін.

По витратах АИР-20 вигідно застосовувати при річному завантаженні більше 800 т. При меншому річному завантаженні доцільно використовувати подрібнювач ИСУ-4. Подрібнення і просівання необхідно виконувати не раніше ніж за 1–2 дні до приготування тукоsumіші. Розмір частинок подрібнених добрив повинен бути не більше 5 мм, а вміст частинок розміром менше 1 мм не повинен перевищувати 1 %.

При змішуванні добрива втрачають живильні речовини, тукоsumіш перетворюється на масу, невіддатливу якісному механічному внесенню. Вогкість початкових компонентів не повинна перевищувати стандартну більш ніж на 25 %, при цьому забезпечується нормальна робота дозуючих пристроїв. Відхилення від заданого співвідношення живильних речовин в тукоsumіші допускається не більш ± 5 %, а неоднорідність суміші – не більш 10 %.

Для основного внесення добрив (перед обробкою ґрунту) використовуються машини 1РМГ-4, РУМ-5 і РУМ-8. Необхідна якість розсівання добрив забезпечується ними тільки при перекритті суміжних проходів. Величина перекриття суміжних проходів встановлюється залежно від конкретних умов (марки машини, виду добрив і ін.). В загальних випадках можна приймати фактичну робочу ширину захвату машин, орієнтуючись на дані таблиці.

Таблиця 3.1

Значення рекомендованої робочої ширини захвату машин для внесення мінеральних добрив

Добрива	Марки машин				
	1-РМГ-4	РУМ-5	РУМ-8	КСА-3	МХА-7
Суперфосфат гранульований, нітрофоска	10–11	11–12	12–13	9–10	13–14
Аміачна селітра, сечовина	9–10	10–11	11–12	8–9	12–13
Калієва сіль, калій хлористий, фосфат-шлак	5-5,5	5,5–6	6–6,5	4,5-5	6,5-7

Під час внесення сумішей мінеральних добрив з метою зменшення їх сепарації на складові компоненти відстані між суміжними проходами агрегату слід визначати по розсіюванню компоненту, що має менший розмір частинок.

Установка на кузовах розкидачів захисної сітки оберігає їх робочі органи (транспортер, дозуючі заслінки, відцентрові диски) від поломок і перешкоджає внесенню крупних грудок і глиб добрив. Нерегулярне очищення лопаток відцентрових дисків від налиплих добрив приводить до зниження робочої ширини захвату в 2 рази.

Для підгодівлі посівів зернових колосових культур з технологічною колією використовують машини НРУ-0,5, 1-РМГ-4 в серійному виконанні, а

також у варіантах з поліпшеною конструкцією їх окремих вузлів. При ширині колії 1350 мм використовують машину НРУ-0,5, при ширині колії 1800 мм можуть бути використано як НРУ-0,5, так і 1-РМГ-4.

З метою зменшення пошкоджень посівів під час використання машини 1-РМГ-4 її колеса інколи замінюють колесами від серійної зернової сівалки СЗ-3,6. При цьому додатково подовжують важіль притискного ролика приводу транспортера 1-РМГ-4. Для покращення якості внесення добрив дискові робочі органи на місцях удосконалять приварюванням по краях конічних бортів, а також підвищенням частоти обертання. Робоча ширина захвату для 1-РМГ-4 при цьому збільшується на 40–50 %. Підвищити якість розсівання добрив дозволяє установка відбивних дощок за відцентровими дисками. Зменшення доз внесення добрив (менше 100 кг/га) забезпечують зниженням швидкості переміщення планок живильника (транспортера) або ж зменшенням робочої довжини планок (установкою в нижній частині кузова двох щитів, що закривають частину транспортера).

Досвід показав, що з погляду оптимальної організації технологічного процесу підгодівлі зернових колосових культур за інтенсивною технологією слід віддавати перевагу використуванню машини 1-РМГ-4. Проте використування серійних машин не у всіх випадках забезпечує необхідний ефект, він значно знижується при роботі у вітряну погоду. Крім того, серійні машини можуть використуватися на підгодівлі при відстані між коліями 10,5 м. Виключено їх застосування на посівах, що мають відстань між коліями 14,1 м або 16,2 м. З другого боку, дуже важливо забезпечити більш високу рівномірність розподілу добрив в порівнянні з тією, яку одержують, використуючи серійні машини з апаратами відцентрового типу. Цей комплекс питань розв'язується шляхом устаткування машин для внесення твердих мінеральних добрив штанговими змінними приставками замість відцентрових дисків. Саме у разі використання штангових приставок забезпечується більш висока рівномірність розподілу ± 15 % (у відцентрових

$\pm 25\%$), з'являється можливість задовільної роботи у вітряну погоду за різних відстаней між технологічними коліями.

Така приставка шнекового типу показана на рис. 3.1.

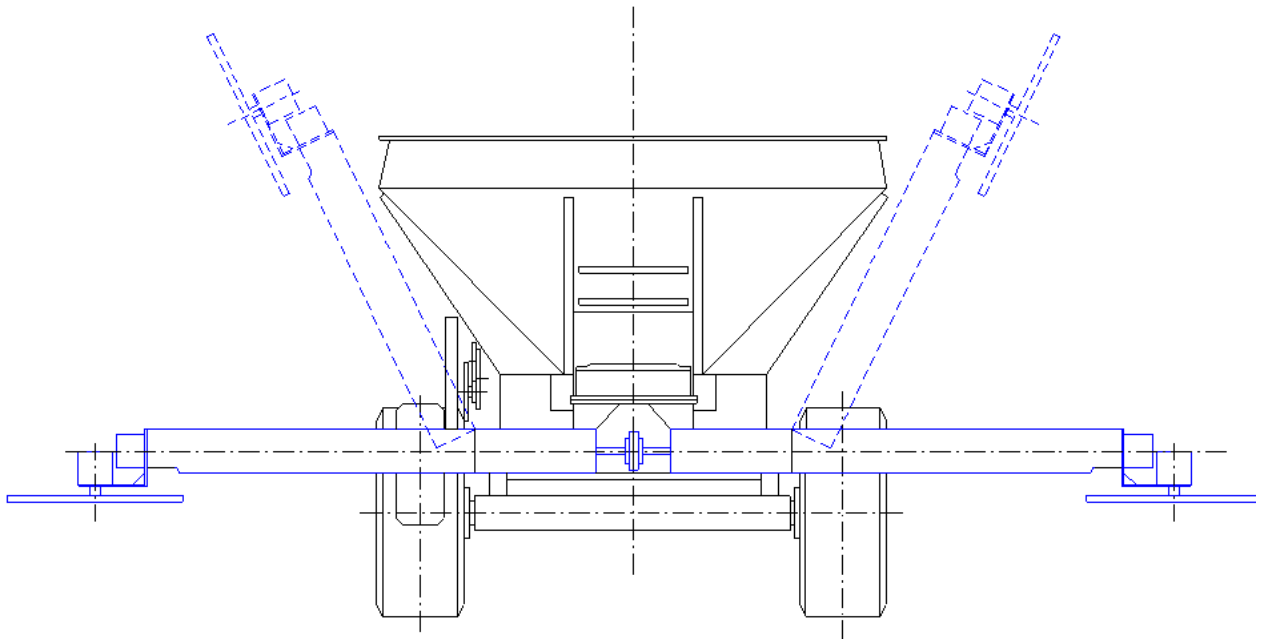


Рис. 3.1 - Схема машини 1-РМГ-4 з шнековою приставкою.

При підготовці машини з приставкою до роботи заслінку 25 (див. аркуш графічної частини) переміщують в робоче положення так, щоб добрива подавалися з бункера до приставки відповідно до дози їх внесення. Після цього машину транспортують на склад для завантаження мінеральними добривами. Завантаження можна здійснювати будь-якими придатними для цього засобами.

В полі шнекову приставку переводять з транспортного положення в робоче. Для цього її секції повертають навколо шарнірів 4 і 4' до тих пір, поки секції зайдуть у фіксатори робочого положення.

В процесі роботи машини з приставкою добрива з бункера 1 виносяться планковим транспортером 2 в завантажувальну горловину. Подавальні гвинти 5 захоплюють добрива і переміщують їх по днищу циліндра 6 до випускного вікна 7. При обертанні гвинтів 5 спеціальні чистики, закріплені на їх валах, заходять у висівні отвори апаратів 26 і очищають їх від

застряглих грудок добрив, частинок мішкотари, а також очищають в цій зоні днище жолоба від налиплих на нього добрив. Наявність стабілізуючих вікон в гвинтовій поверхні забезпечує постійний запас добрив над висівним апаратом 26 незалежно від місця установки його по довжині секції. Завдяки цьому виключається негативний вплив на якість висіву добрив пульсуючої подачі їх прутковим транспортером з бункера 1 і гвинтом 5 уздовж циліндра 6. Крім того, цим досягаються однакові умови роботи апаратів, тобто на висів не впливає зміна коефіцієнта наповнення жолоба по його довжині, що має місце при роботі приставки. Добрива за допомогою апаратів 26, що не висіялися, подаються через випускне вікно 8 на диск, що обертається, і розкидаються. Диски 10 вносять добрива на ділянки за межами конструктивної ширини захвату штанги, рівної 8 м. Для підвищення якості внесення добрив агрегат працює з перекриттям суміжних проходів. Залежно від розмірів дисків робочих органів 10 машина 1-РМГ-4 з шнековою приставкою може мати робочу ширину захоплення 10,5 м, 14,1 м, 16,2 м і більше.

3.2. Технологічний розрахунок запропонованого вдосконалення

Оскільки для подачі мінеральних добрив до відцентрових дисків ми використовуємо шнек від комбайна „Колос”, то його параметри нам відомі, тобто діаметр шнека $D = 275$ мм, крок $S = 250$ мм, число обертів приймемо $n = 150$ об/хв.

Число обертів вала шнека буде складати

$$n = \frac{60 \cdot 1000 \cdot V}{z \cdot t}, \quad (3.1)$$

де V – швидкість привідного ланцюга, $V = 0,95$ м/с [1];

Z - число зубів приводної зірочки, $Z = 16$ [1];

t – крок ланцюга, $t = 38,1$ мм [1];

$$n = \frac{60 \cdot 1000 \cdot 0,95}{16 \cdot 38,1} = 93,5 \text{ об/хв}$$

Приймаємо 94 об/хв.

За відомими параметрами шнека визначаємо його продуктивність шнека.

$$Q = 47 \cdot K_n \cdot D^3 \cdot \psi \cdot \rho \cdot n, \quad (3.2)$$

де K_n – коефіцієнт продуктивності, $K_n = 0,4$;

D – діаметр гвинта, $D = 0,275$ м;

Ψ – відношення кроку гвинта до діаметра, $\psi = 0,91$;

ρ – вага 1 м³ мінеральних добрив, $\rho = 0,8$ т/м³ [5];

n – число обертів шнека, $n = 94$ об/хв;

$$Q = 47 \cdot 0,4 \cdot 0,275^3 \cdot 0,91 \cdot 0,8 \cdot 94 = 26,7 \text{ т/год}$$

Визначимо вагу матеріалу, який приходить на 1 м шнека

$$g = 1000 \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) \varphi \cdot \varepsilon \cdot \rho, \quad (3.3)$$

де D і d – зовнішній діаметр гвинта і вала, м;

φ – коефіцієнт заповнення, $\varphi = 1$;

ε – коефіцієнт, який враховує величину кута нахилу жолоба до горизонту, $\varepsilon = 1$;

ρ – вага 1 м³ мінеральних добрив, $\rho = 0,8$ т/м³;

$$g = 1000 \frac{3,14}{4} (0,275^2 - 0,04^2) \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 37,43 \text{ Н/м}$$

Визначаємо зусилля, яке діє на вал

$$A = gL(\sin \beta + M \cdot \cos \beta), \quad (3.4)$$

де L – довжина шнека, $L = 2,4$ м;

M – коефіцієнт тертя матеріалу по циліндрі, $M = 0,4$;

β – кут нахилу транспортера, $\beta = 0^\circ$.

$$A = 37,43 \cdot 2,4 (\sin 0 + 0,4 \cdot \cos 0) = 35,9 \text{ Н}$$

Визначаємо крутний момент на валу гвинта від опору переміщення матеріалу по циліндрі і тертя об шнек.

$$M_1 = 0,5 \cdot D_{cp} \cdot A \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \rho), \quad (3.5)$$

де ρ – кут тертя матеріалу об гвинт;

α – кут підйому гвинта по колу діаметром D_{cp}

$$D_{cp} = 0,8 \cdot D = 0,8 \cdot 0,275 = 0,22 \text{ мм}$$

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{S}{\pi \cdot D_{cp}} = \frac{0,25}{3,14 \cdot 0,22} = 0,36 \quad \alpha = 19^{\circ} 50'$$

$$\operatorname{tg} \rho = M = 0,4 \quad \rho = 21^{\circ} 48'$$

тоді $M_1 = 0,5 \cdot 0,22 \cdot 35,9 \cdot \operatorname{tg}(19,5 + 21,48) = 3,43 \text{ Нм}$

3.3. Вибір матеріалу і допустимих напружень ведучого вала

Для ведучого вала вибираємо матеріал сталь 45, термообробка – нормалізація. Згідно стандартів для нормалізованої сталі 45 границя міцності $\sigma_B = 580 \text{ мН/м}^2$, а границя текучості $\sigma_T = 290 \text{ мН/м}^2$. Визначаємо границю витривалості, мН/м^2 :

$$\sigma_{-1} = 0,43 \cdot \sigma_B = 0,43 \cdot 580,0 = 249,4. \quad (3.6)$$

Визначаємо допустиме напруження при пульсуючому циклі напружень вигину за формулою, мН/м^2 :

$$[\sigma_o]_{\text{вг}} = \frac{1,4 \cdot \sigma_{-1}}{n \cdot k_{\sigma}} = \frac{1,4 \cdot 249,4}{1,4 \cdot 1,5} = 166,0, \quad (3.7)$$

де n – коефіцієнт запасу міцності для сталевих головок, підданих нормалізації або поліпшенню, приймаємо $n = 1,4$;

k_{σ} – коефіцієнт концентрації напружень для нормалізованої сталі, приймаємо $k_{\sigma} = 1,5$.

Допустиме контактне напруження зсуву, мН/м^2 :

$$[\tau]_3 = 0,6 \sigma_{-1} = 0,6 \cdot 249,4 = 149,64. \quad (3.8)$$

3.4. Підбір і перевірка шпонкового з'єднання

З метою здешевлення виготовлення конструкції шнекової приставки використовуємо деталі комбайна колос, зокрема, вали, шнеки, шпонки, підшипникові вузли. Але тут потрібно перевірити шпонки за найбільшим

напруженням зминання. Шпонка розмірів: ширина шпонки $v=10,0$ мм; висота шпонки $h=8,0$ мм; довжина шпонки $e=40,0$ мм. Перевіряємо шпонку за найбільшим напруженням зминання за формулою, мН/м^2 :

$$\sigma_{зм} = \frac{4,0 \cdot M_{кр}}{d \cdot (e - v)} = \frac{4,0 \cdot 84,95}{0,030 \cdot (0,04 - 0,01)} = 29,3, \quad (3.9)$$

де $\sigma_{зм}$ – дійсне напруження зминання, мН/м^2 ;

$M_{кр}$ – крутний момент, $M_{кр}=84,95$ Нм;

d – діаметр вала, $d=0,030$ м;

e – довжина шпонки, $e=0,04$ м;

v – ширина шпонки, $v=0,01$ м.

Згідно рекомендацій допустиме напруження зминання приймається в межах $[\sigma_{зм}]=100,0-120,0$ мН/м^2 .

Отже, шпонка підібрана вірно, оскільки:

$$\sigma_{зм} = 29,3 \text{ мН/м}^2 < [\sigma]_{зм} = 100,0 \text{ мН/м}^2. \quad (3.10)$$

Таким чином, результати розрахунків підтверджують, що використовувана в комбайні, а тепер і в розкидачі шпонка витримає прикладені до неї навантаження.

Проведеними розрахунками встановлено, продуктивність розкидача мінеральних добрив 1-РМГ-4 можна підвищити, що дасть економічний ефект, який розраховано в розділі економічної частини.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАСЕЛЕННЯ

В період підготовки ґрунту і сівби для основного і передпосівного обробітку ґрунту використовується різноманітна сільськогосподарська техніка. Інтенсивно її використовують під час сівби та догляду за посівами. До роботи з машинами і знаряддями допускаються особи, ознайомлені з будовою машин, процесами роботи і мають посвідчення на право працювати на них. Перед початком роботи проводиться інструктаж з техніки безпеки і виробничої санітарії.

4.1. Структурно-функціональний аналіз технологічного процесу внесення мінеральних добрив та обґрунтування можливих чинників травмонебезпечних ситуацій

Технологічний процес внесення мінеральних добрив включає в себе наступні операції:

- завантаження мінеральних добрив ;
- транспортування;
- перевантаження;
- внесення мінеральних добрив.

При виконанні вищенаведених операцій можуть виникати наступні травмонебезпечні чинники:

– завантаження мінеральних добрив:

- технічна несправність машини;
- регулювання робочих органів в процесі роботи машини;
- відсутність захисних кожухів на привідних елементах машини;
- знаходження сторонніх осіб в зоні роботи машини;

– транспортування:

- технічна несправність транспортних засобів;

- перевищення допустимої швидкості руху;
- нетверезий стан водія;
- порушення правил дорожнього руху.

– **перевантаження:**

- технічна несправність машини;
- регулювання робочих органів в процесі роботи машини;
- відсутність захисних кожухів на привідних елементах машини;
- знаходження сторонніх осіб в зоні роботи машини;

– **внесення мінеральних добрив:**

- технічна несправність машини;
- регулювання робочих органів в процесі роботи машини;
- нетверезий стан водія;
- відсутність захисних кожухів на привідних елементах машини;
- знаходження сторонніх осіб в зоні роботи машини.

Виявлені та обґрунтовані чинники травмонебезпечних ситуацій під час внесення мінеральних добрив дадуть можливість уникнути нещасних випадків.

4.2. Розробка моделі травмонебезпечних і аварійних ситуацій під час внесення мінеральних добрив

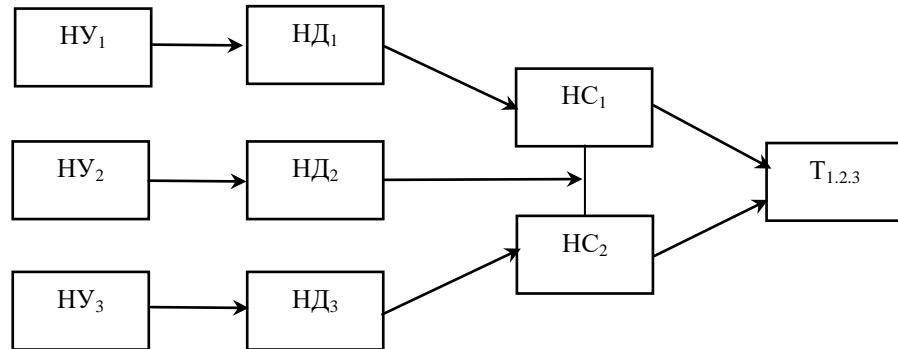
Представлені моделі травмонебезпечних ситуацій дозволять виявити, а також уникнути нещасних випадків в цьому процесі.

Внесення мінеральних добрив:

- технічна несправність машини 1-РМГ-4 (НУ₁);
- відсутність захисних кожухів на машині (НУ₂);
- невиконання правил техніки безпеки (НУ₃);
- експлуатація машини 1-РМГ-4 (НД₁);
- регулювання машини в процесі роботи (НД₂);

- порушення вимог заводської інструкції (НД₃);
- травмування працівника (НС₁);
- травмування допоміжного персоналу (НС₂).

Модель процесу



4.3. Обґрунтування інженерно-технічних рекомендацій відносно безпечного перебігу внесення мінеральних добрив

Вимоги безпеки під час внесення мінеральних добрив:

- трактор до сільськогосподарських машин і знарядь повинен під'їжджати плавно, на малих обертах двигуна. На шляху руху трактора не повинні перебувати люди. Гідросистема трактора повинна бути справною. Опустити і підняти машину можна тільки з місця тракториста. Перед початком руху агрегату тракторист повинен подати сигнал для людей, що перебувають поруч. Заборонено працювати на машинах без захисних огорожень і щитків.
- при підтягуванні запобіжних муфт забороняється стояти напроти кінця валу. Регулювання проводять справним інструментом. Забороняється очищати руками підкопуючі лемеші, елеватори, підйомний барабан, транспортери;
- під час роботи не дозволяється передавати керування агрегату особам, які не закріплені за даною машиною, незалежно від того, яку посаду вони займають;

- забороняється під час руху агрегату перевіряти і регулювати робочі органи і механізми, усувати несправності, змащувати комбайн, очищати підкопуючі лемеші, транспортери, елеватори, барабан;
- очищення і регулювання дозволяється виконувати тільки при виключеному валі відбору потужності і вимкненому двигуні трактора;
- перед початком розвороту на поворотній смузі і при короткочасній зупинці вал відбору потужності трактора необхідно виключити;
- в місцях розворотів агрегату не дозволяється знаходження людей і транспортних засобів;
- при транспортних переїздах колеса і транспортери комбайна слід установити в транспортне положення. Забороняється перевозити людей на комбайні. Не дозволяється переїжджати під лінією електропередач, якщо відстань від найвищої точки комбайна до нижнього електропроводу менше ніж 2 метри.

4.4. Обґрунтування інженерно-технічних рекомендацій відносно

Будь-хто із цивільного населення має право на захист свого життя та здоров'я від наслідків аварій, катастроф, значних пожеж, а також стихійного лиха. Гарантом такого права є створена Державою система цивільної оборони, мета якої захист населення від небезпечних наслідків аварій та катастроф техногенного та військового характеру.

Такі заходи включають в себе:

- управління діяльністю робітників та службовців, населення при загрозі та виникненні надзвичайних ситуацій;
- захист населення від наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха;
- забезпечення населення питною водою, продовольчими товарами, предметами першої необхідності;
- захист продовольства, харчової сировини, фуражу, вододжерел від радіаційного, хімічного та біологічного забруднення;
- житлове забезпечення та працевлаштування;

- комунально-побутове та медичне обслуговування;
- навчання населення способам захисту і діях в надзвичайних ситуаціях;
- санітарну обробку, знезараження території, споруд, транспортних засобів, обладнання, сировини, матеріалів і готової продукції;
- підготовка сил та засобів ведення рятувальних та інших невідкладних робіт в районах лиха і осередках ураження;
- забезпечення населення інформацією про характер і рівень небезпеки, порядок поведінки, морально-психологічну підготовку і заходи, щодо підтримання високої психологічної стійкості людей в екстремальних умовах;
- заходи, спрямовані на попередження, запобігання або послаблення несприятливих для людей екологічних наслідків надзвичайних ситуацій та інші заходи.

5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Машинно-тракторний парк господарств останнім часом мало комплектується потужними енергонасиченими тракторами, комбайнами, комбінованими агрегатами і технологічними комплексами машин для виробництва продукції. Це не дає змоги комплексно механізувати технологічні процеси, як і в рослинництві так і в тваринництві, що в значній мірі не сприяє збільшенню врожайності сільськогосподарських культур та виробництва м'яса, молока, яєць тощо.

Тепер, коли в основному створено необхідні сільськогосподарські машини, опрацьовано основні технологічні комплекси машин, може завершитися комплексна механізація та здійснитись перехід до автоматизації виробничих процесів у сільському господарстві. Одним з важливих завдань сільськогосподарського виробництва є підвищення ефективності використання техніки. І саме тут виникає необхідність визначення їх економічної ефективності.

Для визначення економічної ефективності вдосконаленого розкидача мінеральних добрив в порівнянні з існуючим, в попередніх розрахунках у відповідних розділах даного проекту визначено основні вихідні дані для розрахунку економічної ефективності. Всі інші дані для розрахунків беруться із довідників та інструкцій по експлуатації машин та тракторів. Проведемо розрахунок економічної ефективності від вдосконалення розкидача мінеральних добрив 1-РМГ-4.

Даною кваліфікаційною роботою передбачається вдосконалення внесення мінеральних добрив. Внесення мінеральних добрив проектується за допомогою розкидача 1-РМГ-4 проте розкидач через недостатню продуктивність не повністю вписується у норми внесення, терміни, а також застосування його за посівів, які мають відстані між коліями 14,1 або 16,2 м. Тому даною роботою передбачається збільшення робочої ширини захвату розкидача, яка збільшить його продуктивність, і призведе до збільшення

річного його виробітку. Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності від удосконалення розкидача подані в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Вихідні дані для розрахунків економічної ефективності удосконаленого розкидача 1-РМГ-4

Показники	Базова машина	Вдосконалена машина
Агрегативання (марка енергетичного засобу)	МТЗ-80.1	МТЗ-80.1
Потужність двигуна, кВт	60	60
Маса розкидача, кг	1480,0	1560,0
Маса енергетичного засобу, кг	3700,0	3700,0
Ширина захвату, м	12	16,2
Продуктивність агрегату, га:		
- за годину чистого часу	14	20
- за годину змінного часу	12,04	17,2
- за зміну	84,3	120,4
- за рік	505,8	722,4
Коефіцієнт використання змінного часу	0,86	0,86
Кількість обслуговуючого персоналу, чол.	1	1
Годинна тарифна ставка механізатора, грн./год	45	45
Питома витрата палива, кг/га	0,2	0,2

Визначаємо затрати праці навантажувача на одиницю роботи, люд-год/га:

$$T = \frac{\sum n_i}{W_r}, \quad (5.1)$$

де n_i – кількість механізаторів, $n_i=1$;

W_r – продуктивність розкидача за годину змінного часу, га/зм.

Тоді, для базової машини:

$$T_B = \frac{1,0}{12,04} = 0,0831,$$

для вдосконаленої машини:

$$T_H = \frac{1,0}{17,2} = 0,0582.$$

Визначаємо зниження затрат праці внаслідок застосування вдосконаленої машини за формулою, %:

$$C_T = \frac{T_B - T_H}{T_B} \cdot 100\% = \frac{0,0831 - 0,0582}{0,0831} \cdot 100\% = 29,96. \quad (5.2)$$

Визначаємо економію праці на одиницю роботи, люд-год/га:

$$E_{II} = T_B - T_H = 0,0831 - 0,0582 = 0,0249. \quad (5.3)$$

Визначаємо річну економію праці вдосконаленої машини, люд-год/га:

$$E_{IP} = (T_B - T_H) \cdot W_{HP} = E_{II} \cdot W_{HP} = 0,0249 \cdot 722,4 = 17,987. \quad (5.4)$$

Визначаємо показник росту продуктивності праці за формулою:

$$B = \frac{T_B}{T_H} = \frac{0,0831}{0,0582} = 1,43 \text{ рази}. \quad (5.5)$$

Згідно даних нормативів приймаємо річне завантаження вдосконаленої машини $T_3=42,0$ год/рік або $T_3=722,4$ га/рік.

Прямі експлуатаційні затрати на одиницю виробітку продукції, грн./га:

$$U_{ПЗ} = З + А + P_K + P_T + Г + П, \quad (5.6)$$

де $З$ – заробітна плата обслуговуючого персоналу, грн./га;

$А$ – амортизаційні відрахування, грн./га;

P_K – затрати на капітальний ремонт, грн./га;

P_T – затрати на поточний ремонт і планове технічне обслуговування, грн./т;

$Г$ – затрати на паливо-мастильні матеріали, грн./год;

$П$ – інші прямі затрати, грн./год.

Заробітну плату визначаємо за формулою, грн./га:

$$З = \frac{1,0}{W_{3M}} \cdot \sum \lambda \cdot r \cdot j, \quad (5.7)$$

де λ – кількість виробничого персоналу, $\lambda=1$;

rj – годинна тарифна ставка оплати праці обслуговуючого персоналу, грн./год.

Тоді, для базової машини:

$$Z_B = \frac{1,0}{12,04} \cdot 1,0 \cdot 45 = 3,738,$$

для вдосконаленої машини:

$$Z_H = \frac{1,0}{17,2} \cdot 1,0 \cdot 45 = 2,616.$$

Затрати на амортизацію визначаємо за формулою, грн./га:

$$A = \frac{B_B \cdot a}{T_3 \cdot W_T}, \quad (5.8)$$

де B_B – балансова ціна базової машини, яка складається з ціни трактора МТЗ-80.1 – 786 030 грн [11] та ціни розкидача 1-РМГ-4 – 145 000 грн [12], ціна агрегата $B_B = 931\,030$ грн;

B_H – ціна вдосконаленої машини, $B_H = 163\,170$ грн;

a – коефіцієнт відрахувань на амортизацію, $a = 0,166$.

Тоді, для базової машини:

$$A_B = \frac{931030 \cdot 0,166}{42,0 \cdot 12,04} = 305,63,$$

для вдосконаленої машини:

$$A_H = \frac{163170 \cdot 0,166}{42,0 \cdot 17,2} = 218,12.$$

Коефіцієнти відрахувань на капітальний, поточний ремонт і планове технічне обслуговування визначаємо по нормативно-технічній документації:

$$P_K + P_T = 40\%. \quad (5.9)$$

Тоді, для базової машини, грн./га:

$$P_K^B + P_T^B = \frac{931030 \cdot 40,0}{100,0 \cdot 12,04 \cdot 42,0} = 736,46,$$

для вдосконаленої машини, грн./га:

$$P_K^H + P_T^H = \frac{163170 \cdot 40,0}{100,0 \cdot 17,2 \cdot 42,0} = 525,58.$$

Затрати на паливо-мастильні матеріали, грн./год:

$$G = q \cdot C = G_C = G_H = 9,35 \cdot 45 = 467,5, \quad (5.10)$$

де q – витрата паливо-мастильних матеріалів, $q = 9,35$ кг/год;

C – ціні 1 кг паливо-мастильних матеріалів, $C=50$ грн.

Затрати допоміжних матеріалів, грн./год:

$$П = M \cdot C_B = 2,12 \cdot 100 = 212, \quad (5.11)$$

де M – затрати допоміжних матеріалів, які взято по нормативних даних,
 $M=2,12$ кг;

C_B – ціна допоміжних матеріалів, які взято по нормативних даних,
 $C_B=100$ грн.

Тоді, для базової машини, грн./га:

$$U_{ПЗ}^B = 3,738 + 305,63 + 736,46 + 467,5 + 212 = 1725,33,$$

для вдосконаленої машини, грн./га:

$$U_{ПЗ}^H = 2,616 + 218,12 + 525,58 + 467,5 + 212 = 1425,81.$$

Визначаємо прямі експлуатаційні затрати на річний об'єм робіт, грн.:

$$U_P = U_{ПЗ} \cdot B_3. \quad (5.12)$$

Тоді, для базової машини:

$$U_P^C = 1725,33 \cdot 505,8 = 872669,58,$$

для вдосконаленої машини:

$$U_P^H = 1425,51 \cdot 722,4 = 1030008$$

Річна економія експлуатаційних затрат, грн.:

$$U_{PE} = U_P^H - U_P^C = 1030008 - 872669,58 = 157338,42. \quad (5.13)$$

Типові капіталовкладення по машинах визначасмо за формулою, грн./га:

$$K_{П} = \frac{B}{T_3 \cdot W_{Г}}, \quad (5.14)$$

Тоді, для базової машини:

$$K_{П}^C = \frac{9310300}{42,0 \cdot 12,04} = 1841,14,$$

для вдосконаленої машини:

$$K_{П}^H = \frac{9492000}{42,0 \cdot 17,2} = 1313,95.$$

Визначаємо капіталовкладення на річний об'єм робіт, грн.:

$$K_{ПР} = K_{П} \cdot B_3, \quad (5.15)$$

Тоді, для базової машини:

$$K_{PP}^C = 1841,14 \cdot 505,8 = 931250,94,$$

для вдосконаленої машини:

$$K_{PP}^H = 1313,95 \cdot 722,4 = 949200$$

Приведені затрати на одиницю виробітку визначаємо за формулою, грн./га:

$$\Pi_{\Pi} = E \cdot K_{\Pi} + U_{\Pi}, \quad (5.16)$$

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

Тоді, для базової машини:

$$\Pi_{\Pi}^C = 0,15 \cdot 1841,14 + 1725,33 = 2001,5,$$

для вдосконаленої машини:

$$\Pi_{\Pi}^H = 0,15 \cdot 1313,95 + 1425,81 = 1622,9.$$

Приведені затрати на річний об'єм робіт визначаємо за формулою, грн.:

$$\Pi_{PP} = \Pi_{\Pi} \cdot B_3, \quad (5.17)$$

Тоді, для базової машини:

$$\Pi_{PP}^C = 2001,5 \cdot 505,8 = 1012357,22,$$

для вдосконаленої машини:

$$\Pi_{PP}^H = 1622,9 \cdot 722,4 = 1172388$$

Визначаємо річний економічний ефект від застосування вдосконаленої машини за формулою, грн.:

$$E_E = (\Pi_{\Pi}^C - \Pi_{\Pi}^H) \cdot B_3 = (2001,5 - 1622,9) \cdot 722,4 = 273493,49. \quad (5.18)$$

Визначаємо металомісткість процесу, кг/га:

$$M = \frac{G_M}{Q}, \quad (5.19)$$

де G_M^B – маса базової машини, $G_M^B = 4180,0$ кг;

G_M^H – маса вдосконаленої машини, $G_M^H = 4260,0$ кг;

Q_B – річний виробіток базової машини, $Q_B = 505,8$ га;

Q_H – річний виробіток вдосконаленої машини, $Q_H = 722,4$ га.

Тоді, для базової машини:

$$M_C = \frac{4180,0}{505,8} = 8,26,$$

для вдосконаленої машини:

$$M_H = \frac{4260,0}{722,4} = 5,897.$$

Визначаємо зниження металомісткості за формулою, %:

$$C_M = \frac{M_C - M_H}{M_C} \cdot 100,0 = \frac{8,26 - 5,897}{8,26} \cdot 100,0 = 28,61. \quad (5.20)$$

Визначаємо енергомісткість за формулою, кВт×год/га:

$$F = \frac{N_E}{W_T}, \quad (5.21)$$

де N_E – ефективна потужність двигуна, $N_E = 58,82$ кВт.

Тоді, для базової машини:

$$F_C = \frac{58,82}{12,04} = 4,89,$$

для вдосконаленої машини:

$$F_H = \frac{58,82}{17,2} = 3,42.$$

Строк окупності навантажувача з удосконаленням, років:

$$T = \frac{B_H}{E_E} = \frac{163170,0}{33770,7} = 0,6.$$

Висновки і пропозиції

У кваліфікаційній роботі проаналізовано конструкції розкидачів мінеральних добрив та їх робочих органів для технологічного процесу підживлення рослин.

На основі аналізу в розрахунково-конструкторській частині удосконалено конструкцію робочих органів машини для внесення в ґрунт мінеральних добрив 1-РМГ-4, завдяки чому підвищена надійність і продуктивність машини.

Обґрунтована економічна ефективність використання машини для внесення в ґрунт мінеральних добрив 1-РМГ-4 з удосконаленими робочими органами.

Проведені конструктивні розрахунки запропонованого удосконалення з охорони праці, а також наведені рекомендації з покращання безпеки праці в даному господарстві. Приведені заходи з охорони довкілля.

В кваліфікаційній роботі розроблені заходи з охорони праці та охорони довкілля, яких потрібно було б дотримуватися при даній технології, а зокрема при внесенні мінеральних добрив.

Виконані економічні розрахунки показують певну економічну ефективність проектних та конструкторських рішень. Передбачувана ефективність від впровадження конструкторської розробки складе на рік 273493,49 грн., при термін окупності протягом 0,6 року.

Список використаних джерел

1. Протокол державних приймальних випробувань № 01-117-95 (1021495). Машина для поверхневого внесення мінеральних добрив, вапна та гіпсу. УкрНДІПВТ. смт. Дослідницьке, 1995. 15 с.
2. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Том 1 (ч.3). Машини для приготування і внесення добрив. Харків: Око, 2002. 352 с.
3. Анурьев В.Н. Справочник конструктора-машиностроения: В 3-х т. Т.2. М.: Машиностроение, 1979. 559 с.
4. Глазко В.Г. Довідник по експлуатації машинно-тракторного парку. К.: Урожай, 1967. 524 с.
5. Ільченко В.Ю., Нагірний Ю.П., Джолос П.М. та ін. Машиновикористання в землеробстві. К.: Урожай, 1996. 412 с.
6. Нагірний Ю.П., Затхей Б.І., Хом'як В.В., Шолудько П.В. та ін. Типові задачі. Машиновикористання в землеробстві: Навчальний посібник. Львів: ЛДАУ, 2001. 172с.
7. Чернавський В.П. Деталі машин. Харків, 1982. 560 с.
8. ДСТУ 4397:2005 Методика економічного оцінювання техніки на етапі випробувань. К.: Держспоживстандарт України, 2005. 15 с.
9. Тихонов А. Г. Економічно-екологічні аспекти інтенсифікації у землеробстві. К.: Урожай, 1990. 152 с.
10. Березівський П.С., Більський Б.В., Дудаш Я.Я., Березівський З.П. Організаційно-економічні параметри ресурсощадних технологій виробництва продукції рослинництва і тваринництва. Львів: Українські технології, 2000. 223 с.
11. https://agroshock.com.ua/ua/traktora/traktor_belarus_80-1?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=google_x&utm_content=&utm_term=..c...&gclid=EAIaIQobChMI246p8vX8_gIVmwqiAx0k0gfKEAYYASABEgKUsvD_BwE
12. https://agrovektor.com.ua/physical_product/45118-razbrasyvatel-mineralnyh-udobreniy-1-rmg-4.html