

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ВОЛОДИМИРА ДАЛЯ

ТАГАН ДМИТРО ОЛЕКСАНДРОВИЧ

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

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

ОГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВНЕСЕННЯ НАПІВРІДКИХ  
ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ З УДОСКОНАЛЕННЯМ ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ

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 ремонту 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**  
Тагану Дмитру Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту «Огрунтування технології внесення напіврідких органічних добрив з удосконаленням технічного засобу»

керівник роботи Кім Не 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 органічних добрив, Технологічне забезпечення технології внесення органічних добрив, характеристика технічних засобів для для внесення органічних добрив, умови виконання внесення органічних добрив під сільськогосподарські культури..

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

- вступ; \_\_\_\_\_
- технологічні умови виконання внесення органічних добрив; \_\_\_\_\_
- обгрунтування оптимального складу агрегату для внесення органічних добрив; удосконалення пристрою для внесення органічних добрив; \_\_\_\_\_
- заходи безпеки при внесенні органічних добрив; \_\_\_\_\_
- техніко-економічне обгрунтування розроблених заходів. \_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу:

- агротехнічні показники внесення органічних добрив;

технологічна карта на внесення органічних 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.	Агротехнологічні умови внесення органічних добрив	березень	
3.	Обґрунтування технологічних показників агрегату на внесенні органічних добрив	квітень	
4.	Удосконалення робочого органу технічного засобу для внесення напіврідких органічних добрив	квітень	
5.	Заходи з охорони праці та протипожежної безпеки при внесенні органічних добрив	травень	
6.	визначення показників ефективності удосконаленої машини на внесенні напіврідких органічних добрив	травень	
7.	Оформлення кваліфікаційної роботи	червень	
8.	Представлення кваліфікаційної роботи до захисту	червень	

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

Дмитро ТАГАН  
(прізвище та ініціали)

Керівник \_\_\_\_\_  
( підпис )

Кім Ен Дар  
(прізвище та ініціали)

ВСТУП.....	6
1 АГРОТЕХНОЛОГІЧНІ УМОВИ ВНЕСЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ...	7
1.1 Технологічні властивості органічних добрив .....	7
1.2 Технологічні властивості основних органічних добрив.....	11
1.3 Застосування технічних засобів в технології внесення органічних добрив .....	15
2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АГРЕГАТУ НА ВНЕСЕННІ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ.....	18
2.1 Визначення технологічних показників агрегатів на внесенні органічних добрив.....	18
2.2 Оцінка правильності вибору робочої швидкості агрегату на внесенні органічних добрив.....	20
2.3 Режим роботи агрегату при внесенні органічних добрив.....	22
3 УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ НАПІВРІДКИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ.....	29
3.1 Аналітичний огляд технічних засобів для внесення органічних добрив суцільним поверхневим способом.....	29
3.2 Конструктивні особливості удосконаленого робочого органу технічного рішення для внесення напіврідких органічних добрив.....	34
3.3 Розрахунок на міцність саме заднього щита ємності машини для внесення напіврідких органічних добрив.....	37

4 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ПРОТИПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ВНЕСЕННІ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ.....	41
4.1 Охорона праці при роботі з органічними добривами внесення органічних добрив поверхневим способом.....	41
4.2 Охоронні заходи щодо навколишнього середовища при внесенні органічних добрив.....	44
4.3 Заходи протипожежної безпеки при внесенні органічних добрив.....	46
5 ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ УДОСКОНАЛЕНОЇ МАШИНИ НА ВНЕСЕННІ НАПІВРІДКИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ.....	49
5.1 Розрахунок основних технологічних показників ефективності удосконаленої машини.....	49
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	56
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	57

# 1 АГРОТЕХНОЛОГІЧНІ УМОВИ ВНЕСЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ

## 1.1 Застосування органічних добрив в технологіях вирощування сільськогосподарських культур

Особливості застосування органічних добрив в технологіях вирощування сільськогосподарських культур полягають у їх суттєвій відмінності від інших добрив, а саме здатністю підвищувати родючість ґрунту. Разом з цим органічні добрива є саме практично незамінною складовою органічної системи землеробства, до якої все частіше схиляється агрономічна служба. При цьому постійне зростання вартості мінеральних добрив та гостра потреба при застосуванні інтенсивних систем землеробства, змушують аграрних виробників звертати більше уваги на виробництво та застосування органічних речовин для забезпечення рослин поживними речовинами при вирощуванні сільськогосподарських культур для отримання планової врожайності..

Внесення в ґрунт саме органічних матеріалів є у більшості випадків землеробства найкращим екологічним підходом, який дає змогу покращити екологічну обстановку в колообігу природних поживних речовин в ґрунті та вуглецю. Органічні добрива є цінним джерелом основних поживних речовин, саме таких як азот (N), розчинні фосфорні сполуки ( $P_2O_5$ ), калійні сполуки ( $K_2O$ ) та сполуки сірки ( $SO_3$ ), які мають важливе значення для росту культурних рослин, а отже для сталого виробництва саме продукції рослинництва. Крім того, органічні добрива також є цінним джерелом побічних органічних речовин, що сприяють водонасиченню саме ґрунтів та полегшують механічний обробіток і стійкість ґрунту до прояву його ерозії. В цілому органічні добрива складаються із речовин саме тваринного і рослинного походження, які, розкладаючись в ґрунті під дією ґрунтових бактерій, утворюють [мінеральні речовини](#), корисні для культурних рослин,

при цьому в приповерхневому шару ґрунту бактерії виділяють діоксид вуглецю, необхідний рослинам для фотосинтезу вуглеводневих сполук. Крім того, органічні добрива благотворно діють саме на водне і повітряне живлення культурних рослин, сприяючи тим самим розвитку ґрунтових бактерій та інших мікроорганізмів, які живуть сам в симбіозі з корінням сільськогосподарських культур і тим самим допомагають їм споживати доступні для них поживні елементи. До органічних добрив також відноситься гній, торф, компост, пташиний послід та інші подібні органічні матеріали (Рис. 1.1).

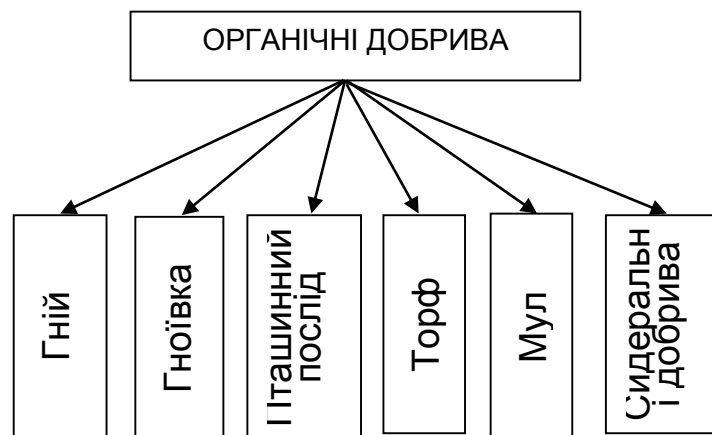


Рисунок 1.1 – Види органічних добрив

При цьому стимулюючий ефект саме органічних добрив значно підвищується, якщо за допомогою їх виготовити дрібнодисперсний матеріал, із яких для його виготовлення найцінніше застосовують органічне добриво як гній. Саме у органічних добривах різних сільськогосподарських тварин в середньому міститься до 90%: води, органічної речовини до 21%, загального азоту до 0,5%, а засвоюваного рослинами фосфору до 0,25%, окису калію до 0,6%. В цілому якість органічних добрив залежить від виду тварини, а також від виду корму, підстилки та способу їх зберігання. Зокрема, при годівлі свиней використовують багато саме концентрованих кормів, тому склад таких органічних добрив відрізняється високим вмістом саме азоту, а в самому раціоні жуйних тварин присутні в більшості випадків грубі корми,

тому в їх органічних добривах знаходиться більше калійних речовин. Відомо, що найкращий підстилковий матеріал для тварин, а отже і для отримання відповідного гною є [торф](#), але із-за його недостатньої кількості, частіше використовують солому чи тирсу. Корисний також кінський гній на солом'яній підстилці як незамінний для поліпшення глинистих ґрунтів. Ці органічні добрива також найкраще використовувати як [біопаливо](#) для [парників](#) вирощування розсади овочевих культур. Органічні добрива від великої рогатої худоби в меншій мірі придатні для парників, так як він зігрівається гірше, саме ніж кінський, тому що в ньому міститься значно більше води. Разом з цим такий гній є незамінним засобом поліпшення легких ґрунтів. Щодо свинного навозу, то він відрізняється підвищеною кислою реакцією, тому при його використанні необхідно додавати вапно для зниження кислотності. У гної інших тварин виявлені всі необхідні для культурних рослин речовини. Разом з цим, збільшується цінність органічних добрив за умови його змішування з мінеральними добривами і пташиним послідом. Гній за хімічним складом та фізичними властивостями можна використовувати також у перебродженому вигляді, а також у вигляді [компостів](#). При цьому компостну купу краще періодично поливати насиченим розчином гною інших тварин, або додавати в гній суперфосфат 1,5-2 кг на 100 кг компосту, а уже на наступний рік такий компост можна вносити безпосередньо в ґрунт.

Щодо технологічного стану гною, то розрізняють чотири стадії його розкладання. Свіжий гній, який характеризується ообливим колором і міцністю, при цьому солома змінюються незначно, а вода при його промиванні набуває саме червонуватого або зеленуватого відтінку. Саме у напівсперепрілого гною солома набуває темно-коричневого кольору, а також втрачає міцність і легко розривається. При цьому водний розчин набуває темного кольору. Перепрілий гній являє собою саме чорну мастку масу, при якому солома розкладається повністю, а гній втрачає 50 % своєї маси. Четверта стадія розкладання представляє собою перегній, досить пухка земляста маса. У цій самій стадії розкладання гною, втрати початкової маси



досягають 75 %. Саме гній у стадії меншого розкладання слід вносити восени під основний обробіток ґрунту, а більшої стадії розкладання краще вносити навесні. Гнійна рідота, яка представляє собою рідку частину гною великої рогатої худоби, та напіврідкий гній особливо збагачений на азотно-калійні речовини. Саме через малий вмісту фосфору, в гнойову рідину корисно додавати суперфосфат (15 г на 1 л). Це добриво використовують в більшості випадків для рідкої підгодівлі сільськогосподарських культур, для чого його розбавляють водою у відношенні один до чотирьох, а також для приготування різних типів компостів. Слід зауважити, що при частому внесення посліду птиці, в ґрунті накопичується азот саме в [нітратній](#) формі, тому дане добриво найкраще вносити в ґрунт [восени](#), рівномірно розподіляючи по всій площі поверхні поля. Саме у торфі міститься не дуже багато речовин, доступних для рослин саме поживних елементів, разом з цим торф збільшує вміст [гумусу](#) і покращує структуру [ґрунту](#). Крім того, Темний колір торфу сприяє інтенсивному поглинанню тепла та швидкому прогріву ґрунту. За ступенем розкладання торфу. розрізняють кілька їх видів. Верховий торф відрізняється слабким ступенем розкладання саме рослинних залишків та високою [кислотністю](#). Низинний торф характеризується навпаки високим ступенем розкладання та меншою кислотністю. Перехідний торф займає саме проміжне положення між ними.

В цілому торф добувають в болотистих місцях, потім розкладають для провітрювання або закладають у [компостні](#) купи. Після цього вносять торф у будь-який час року, навіть у зимовий час по [снігу](#), при цьому до торфу слід додавати вапно для зниження його кислотності.

Мул як річкове органічне добриво, накопичується на дні [ставків](#), [озер](#), [річок](#), в якому багато перегною, а також мінеральних речовин, корисних для культурних рослин. Після нетривалого провітрювання саме мул можна успішно використовувати на [піщаних та інших ґрунтах](#) (3-9 кг на 1 м<sup>2</sup>).

[Сидерати](#) як органічне добриво, що утворюється в результаті загортання в ґрунт високорослих рослин при їх максимально розвинутій масі, а саме

багаторічних трав, [бобових](#) рослин, кормових [бобів](#), [люпину](#), а також таких як [фацелія](#), [гречка](#), [соняшник](#) та інші культури. За своєю дією сидерати майже рівноцінні іншим органічним добривам. Після загортання в ґрунт, поживні елементи сидератів, що містяться в їх рослинній масі, потрапляючи в ґрунт і поступово розкладаючись, переходять саме в доступний стан для наступних культур, а побічна органічна сидеральна речовина сприяє відновленню ґрунтової структури. Саме деякі сидеральні культури, а саме люпин, гречка та [гірчиця](#) збільшують розчинність і доступність для рослин малорухомих ґрунтових [фосфатів](#), а люпин може самостійно використовувати важкодоступні форми калію. Особливо корисно вирощувати сидерати на бідних ґрунтах, на яких їх ефективність максимальна (Рис. 1.1).

## 1.2 Технологічні властивості основних органічних добрив

Основні технологічні властивості органічних добрив при застосуванні включають в себе попередню підготовку, яка поєднує ряд складових: саму технологію підготовки їх до внесення, відповідну систему машин для їх внесення та організацію технологічного процесу. Саме кожна з цих складових є досить важливою, всі вони взаємопов'язані, разом з цим технологічний процес слід розглядати в наступній послідовності: технологія підготовки до внесення, комплекс машин для їх внесення, а вже потім організацію виконання робіт по їх внесенню. Саме організація технологічного процесу внесення органічних добрив починаючи із підготовки їх до внесення, буде залежати саме від видів добрив і способів їх внесення в ґрунт. Саме добрива за способом їх приготування поділяють на місцеві і промислові, а за складом їх поживності на органічні і мінеральні. Саме органічні добрива представляють собою гній, гноївку, торф та компости, зокрема торф здебільшого використовують для приготування саме компостів, з усіх видів яких найбільш поширеними є торфогноєві компости. Саме підготовка і внесення органічних добрив в ґрун в значній мірі залежить від їх фізико-механічних властивостей, які визначають

саме режим роботи відповідних машин. Серед них основними є саме гігроскопічність та злежуваність, а також сипкість та розсіюваність. Чим більшу сипкість мають органічні добрива, тим краще і надійніше працює відповідна машина при внесенні органічних добрив. Відомі наступні способи внесення органічних добрив: основне – внесення органічних добрив, внесення органічних добрив перед сівбою або садінням культур; припосівне - внесення органічних добрив одночасно із сівбою або садінням культур; підживлення - внесення органічних добрив під час вегетації рослин. Крім цього внесення органічних добрив може бути суцільне (розкидне), місцеве (локальне), а також поверхневе та глибоке внесення органічних добрив. В цілому організація технологічного процесу з підготовки і внесення органічних добрив ґрунтується на дотриманні саме агротехнічних вимог, спрямованих на раціональне і ефективне їх використання: правильне зберігання поживних речовин при компостуванні органічних добрив; зниження втрат органічних добрив; перетворення поживних речовин органічних добрив на більш доступні для культурних рослин форми; наділення органічним добривам кращих фізико-механічних властивостей; створення умов рівномірного їх розподілу тощо. Агротехнічні вимоги до технологічного процесу приготування та внесення органічних добрив передбачено наступне: зберігання органічних добрив холодним способом, при якому саме після видалення з тваринницьких приміщень його слід укласти і добре ущільнити та зберігати у гноєсховищах або у закладених у великі ущільнені польові бурти; дотримання саме технології виготовлення торфогноєвих компостів із органічних добрив; швидке загортання у ґрунт розкиданих органічних добрив на полі, бажано у той же день; дотримання норми внесення органічних добрив і рівномірності їх розподілення на полі. У виробничій діяльності саме аграрних формувань існують в основному два способи зберігання гною: а саме, заготівля підстилкового і безпідстилкового напіврідкого гною. В більшості аграрних формувань саме від галузей тваринництва одержують підстилковий гній, який одержують при застосуванні достатньої кількості саме підстилки. Кращими і

найбільш поширеними підстилковими матеріалами для тварин є солома злакових культур та верховий так названий підстилковий торф. При цьому солому для підстилки тваринам бажано використовувати у вигляді подрібненої січки довжиною до 8-10 см. Приготування саме органічних добрив з гною може здійснюватися двома напрямками: приготування органічних добрив безпосередньо з гною і приготування із них компостів. При першому із них гній слід видалити з тваринницьких приміщень транспортерами ТСН-2, ТСН-3Б з одночасним завантаженням у транспортні причеми типу 2ПТС-4М, якими слід їх вивезти та типове вивантажують у гноєсховище за фермами або у бурти на краю поля. При цьому мінеральні домішки додають в процесі завантаження гною в транспортні засоби або при закладанні безпосередньо в гноєсховище та бурти. Заповнення самого гноєсховища слід починати з середньої його частини, укладаючи гній суцільною безперервною масою спочатку на одній її половині, а потім – на другій стороні гноєсховища, добре ущільнюючи його бульдозером. Саме в окремих випадках, з метою зменшення його вологості слід зробити його нетекучим, використавши для цього солому або торф. При другому способі приготування до зберігання органічних добрив передбачається його компостування з органічними і мінеральними речовинами, а саме приготування торфогноєвих, торфогноємінеральних та інших компостів з використанням самого гною та гноївки. Торфогноєві компости найбільш вигідно виготовляти саме в польових буртах. При приготуванні компостів у зимовий період на одну вагову частину гною слід взяти одну частину торфу, а у весняно-літній період одну- дві частини. Крім того, для приготування торфогноєвих компостів придатні саме всі види торфу вологістю більше 50–60%. В торфогноєвий компост саме можна додавати мінеральні добрива, за умови старанного перемішування компонентів. В цілому застосовують декілька варіантів приготування самих компостів. Зокрема, пошарове приготування окремих компостів із органічних добрив, можна застосовувати в будь-які періоди року. При цьому на полі розвантажують і бульдозером

розрівнюють торф шаром 40- 50 см. На торф накладають гній і розрівнюють шаром 25-30 см. Після цього наступне пошарове укладання торфу і гною проводять саме навантажувачами. При цьому бурт завершують шаром торфу 40-50 см... Вогнище компостування гною з торфом забезпечує саме краще розігрівання самого компосту в зимовий період. При майданчиковому приготуванні самих компостів на шар торфу товщиною 25-30 см розподіляють і розрівнюють необхідну кількість самого гною. Потім 2-3 кратним дискуванням важкою дисковою бороною перемішують гній з торфом відповідним пристроєм і суміш згрібають бульдозером у бурт для подальшого компостування. Таку технологію доцільно застосувати при приготуванні компостів у весняно-літній, а також у осінній періоди. Мають випадки, коли на тваринницьких фермах не використовують підстилки або використовують її в досить невеликій кількості, внаслідок чого утворюється напіврідкий гній, який слід заготовляти за особливими технологіями. Серед таких технологій є: приготування рідких органічних добрив, а саме, приготування з напіврідкого гною нетекучих органічних добрив шляхом підсушування; приготування з напіврідкого гною саме твердих органічних добрив. У виробничих умовах саме у аграрних формувань здебільшого здійснюють приготування з напіврідкого гною твердих органічних добрив. Разом з цим приготування рідких і твердих органічних добрив та їх внесення, потребують спеціальних машин і є досить капіталомісткими, що не дає можливості використовувати безпосередньо їх у практиці виробництва. При виготовленні з напіврідкого гною саме нетекучих органічних добрив застосовують в більшості випадків технології компостування напіврідкого гною. За цією технологією напіврідкий гній в зимовий період слід зберігати в окремих гноєсховищах. З настанням саме теплої погоди його вивозять в поле для приготування компостів. В ряді підприємств напіврідкий гній змішують з торфом або солом'яною січкою, а потім компостують в гноєсховищах або на майданчиках подальше від тваринницьких ферм. У поле вивозять саме готовий компост. Напіврідкий гній, вивезений у поле, краще компостувати у весняний та літній періоди року.

При цьому на тону торфу, вологість якого щоб не перевищувала 60%, потрібно 1 тону гною. Організація польових робіт щодо раціонального використання органічних добрив, передбачає виконання всіх технологічних операцій з видалення і зберігання гною, приготування, а також вивезення і внесення органічних добрив. Весь комплекс таких технологічних операцій розробляється в технологічних картах приготування та внесення таких органічних добрив, які поєднують в собі елементи технології, організації польових робіт та комплекс відповідних машин. Організація механізованих робіт саме з приготування та внесення органічних добрив, повинна починатись із складання діаграми нагромадження гною на протязі планового періоду та внесення органічних добрив, яка дозволяє зокрема визначити кількість накопиченого гною, що нагромаджується в гноєсховищах та в польових буртах, а також кількість підготовлених для внесення органічних добрив тощо. Після цього складають технологічні карти саме процесу приготування та внесення органічних добрив, в яких саме послідовно наводять всі технологічні операції та час їх виконання, склад, кількість і продуктивність тракторних агрегатів, а також обсяг механізованих робіт тощо.

### 1.3 Особливості будови технічних засобів для внесення органічних добрив під сільськогосподарські культури

Технічні засоби в технології внесення органічних добрив застосовують від початку їх заготівлі і до загортання в ґрунт. Безпосередньо при внесенні органічних добрив застосовують наступні технології, а саме: навантаження в транспортні засоби – транспортування на край поля – вивантаження в полі за відповідною схемою –розкидання при двофазній системі внесення. При використанні причіпних розкидачів: відбувається спочатку навантаження в розкидачі органічних добрив – розподілення органічних добрив по полю. Система машин саме для підготовки та внесення органічних добрив включає комплекс машин, який повинен механізацію технологічних процесів, а саме,

застосування органічних добрив відповідно до передбачених агротехнічними вимогами стосовно їх внесення з мінімальними витратами енергії і у встановлені строки.

Для внесення саме твердих органічних добрив у виробничих умовах широкого поширення набули мобільні кузовні вітчизняні розкидачі такі як ПРТ-10, КСО-9 та інші. Поряд з цим у сільськогосподарських підприємствах знайшли застосування зарубіжні розкидачі органічних добрив, такі як Kirchner, Bergmann, Pöttinger, Kemper, Gruber, Meyer, та інші. Саме в Україні розкидачі органічних добрив виготовляє завод «Ковельсьільмаш», «Білоцерківсьільмаш» та «Уманьферммаш» різних моделей. В склад таких машин входить рама, кузов, розкидний пристрій та електрообладнання. При цьому кузовні розкидачі органічних добрив обладнані різними типами розкидальних робочих органів: к саме, горизонтальними дворядними або однорядними лопатевими валами; також горизонтальними дворядними або однорядними лопатевими валами з розташованими нижче розкидними дисками великого діаметра; також вертикальними двома або чотирма лопатевими валами; вертикальним диском саме великого діаметру тощо. В систему таких машин входять: машини для навантаження органічних добрив (ПБ-35, ПЕ0,8Б, ПФ-0,75), транспортні засоби для перевезення їх до місця складування (автомобілі, 2ПТС-4), відповідні машини для приготування органічних добрив до внесення, кузовні розкидачі органічних добрив (РУН-15Б;; РОУ-5,; РОУ-9, КСО-9, ПРТ-10 та ін.).

Технічне обслуговування саме розкидачів твердих органічних добрив визначене по видах: спочатку проводиться експлуатаційна обкатка із виконанням щозмінного технічного обслуговування та виконання першого технічного обслуговування. В цілому технічне обслуговування спрямоване при щоденному технічному обслуговуванню в огляді справності вузлів і механізмів машини, а також в підтягуванні кріплень редуктора, тягового конвеєра, а також у змащуванні складальних одиниць за відповідною схемою, що додається до кожної машини для внесення органічних добрив.

## Висновок

В результаті проведеного структурного аналізу стану внесення органічних добрив в сільськогосподарських підприємствах встановлено, що внесення органічних добрив, яке спрямоване на підвищення врожайності сільськогосподарських культур, знаходиться ще на невисокому рівні..

Виходячи із цього в кваліфікаційній роботі передбачено виконати наступне:

- обґрунтувати машиновикористання при внесенні органічних добрив;
- удосконалити пристрій для внесення напіврідких органічних добрив та обґрунтувати його ефективність;
- розробити охоронні заходи щодо поліпшення умов праці на робочих місцях, пов'язаних з внесенням органічних добрив.



## 2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ АГРЕГАТУ НА ВНЕСЕННІ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ

### 2.1 Визначення технологічних показників агрегатів на внесенні органічних добрив.

Технологічні показники агрегатів на внесенні органічних добрив в значній мірі залежать від умов роботи, а саме від розмірів поля, способу внесення органічних добрив та норми їх внесення. Саме виходячи із умов роботи приймається відповідне рішення щодо способу внесення органічних добрив та відповідного складу технічних засобів для його здійснення, наприклад розкидач органічних добрив РОУ-6 в агрегаті з трактором МТЗ-920. Для того, щоб забезпечити ефективну роботу такого агрегату необхідно визначити його технологічні показники, до яких відноситься швидкість руху агрегату під час внесення органічних добрив. Для цього необхідно встановити інтервал агротехнічно допустимих робочих швидкостей, в межах яких забезпечується відповідна якість роботи агрегату, яка за умовами роботи повинна бути у відповідних межах, а саме  $V_{lim} = 5-8 \text{ км/год}$ . Для цього із тягової характеристики трактора саме в режимі експлуатації  $N_T = N_{T.max}$ , з урахуванням агрофону виберемо передачі, які по чисельному значенні швидкості входять в діапазон агротехнічно допустимих його швидкостей.

Тягові параметри трактора

передача параметри	II	III	IV		
$V_p$ , км/год	6,2	8	9,3		

$P_{т.н}, \text{кН}$	17,9	15	13,1		
$N_{т.мах}, \text{кВт}$	30,8	33,3	33,8		

Саме з метою раціонального використання енергії на внесення органічних добрив, яку витрачає трактор, із вибраних передач вибираємо ту, на якій трактор розвиває саме найбільшу потужність ( $N_{т.мах}$ ). При цьому робоча швидкість ( $V_p$ ) і номінальне тягове зусилля ( $P_{т.н}$ ) даної передачі тепер являються основними параметрами для подальших технологічних розрахунків:  $V_p = 8 \text{ км/год}$      $P_{т.н} = 15 \text{ кН}$

Після цього розрахуємо сумарний (приведений) тяговий опір агрегату, а саме тягово-привідного агрегату на внесенні добрив, кН:

$$R_{\dot{O}-i\dot{\partial}} = R_{\dot{I}} + D_{i\dot{\partial}}$$

де  $R_{\dot{I}}$  - тяговий опір розкидача органічних добрив, величина якого залежить як від конструкції робочих органів, кН:

$$R_{\dot{I}} = (G_M + Q_B)(f_M \pm \sin \alpha)$$

де  $G_M$  вага розкидача, кН [3, табл. 4.6];  $G_M = 25$

$f_M$  - коефіцієнт опору кочення розкидача  $f_M = 0.1$

$Q_B$  - сила від ваги вантажу в кузові, кН;

$$Q_B = V_K \cdot \gamma_{\dot{a}\dot{\partial}} \cdot g \cdot \alpha_{i\dot{\partial}}$$

де  $V_K$  - ємність кузова,  $\text{м}^3$ ;  $V_K = 6$

$\gamma_{\dot{a}\dot{\partial}}$  - об'ємна маса органічних добрив,  $\text{т/м}^3$ ;  $\gamma_{\dot{a}\dot{\partial}} = 1.1$

$g$  – прискорення сили земного тяжіння ( $g = 9.8 \text{ м/с}^2$ )

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

$$Q_B = 6 \cdot 1.1 \cdot 9.8 \cdot 1 = 64.68 \text{ кН}$$

Під час руху агрегату на підйом:  $R_M = (25 + 64.68)(0.1 - \sin 3^\circ) = 4.3 \text{ кН}$

Під час руху агрегату на спуску:  $R_M = (25 + 64.68)(0.1 + 0.052) = 13.6 \text{ кН}$

Додаткове зусилля ( $R_{i\partial}$ ), що виникає в результаті передачі потужності на привід робочих органів розкидача органічних добрив від ВВП трактора, кН:

$$D_{i\partial} = \frac{3.6 N_{\hat{A}\hat{I}} \eta_{\hat{A}\hat{I}}}{V_D \eta_{\hat{A}\hat{I}}}$$

де  $N_{\hat{A}\hat{I}}$  – потужність, що передається на привід робочих органів розкидача органічних добрив від ВВП трактора, кВт;  $N_{\hat{A}\hat{I}} = 11.7 \text{ кВт}$

$\eta_{\hat{A}\hat{I}}$  – ККД приводу ВВП ( $\eta_{\hat{A}\hat{I}} = 0.94 \dots 0.96$ );

$\eta_{\partial D}$  – ККД трансмісії трактора ( $\eta_{\partial D} = 0.9$ )

Потужність на привід ВВП можна розрахувати за наступною формулою:

$$N_{\hat{A}\hat{I}} = N_y \cdot B_p$$

де  $N_y$  – питомі затрати потужності на привід відцентрових робочих органів, кВт/м;  $N_y = 1.2 \dots 1.8 \text{ кВт/м}$

$\hat{A}_\partial$  – ширина внесення органічних добрив, м  $\hat{A}_\partial = 10 \dots 15$

## 2.2 Оцінка правильності вибору робочої швидкості агрегату на внесенні органічних добрив

Оцінку правильності вибору робочої швидкості агрегату на внесенні органічних добрив виконаємо при визначенні коефіцієнта використання номінального тягового зусилля трактора по формулі:

$$\xi_{\delta} = \frac{R_{\delta-i\delta}}{D_{\delta f} \pm G_{mp} \sin \alpha},$$

(знак “—” в формулі використовується для випадку руху на підйом).

$$\text{Підйом } \xi = \frac{9.3}{15 - 33.5 \cdot 0.052} = 0.69$$

Виходячи із виконаних розрахунків, приймаємо швидкість руху агрегату на внесенні органічних добрив:  $V_p = 8 \text{ км / год}$

В результаті розрахунків укомплектовано агрегат у складі трактора МТЗ-920 та розкидача органічних добрив РОУ-6, який виконує технологічну операцію на III передачі. Після цього виконаємо розрахунки пов'язані із визначенням фактичної потужності двигуна трактора, яка витрачається при внесенні органічних добрив.

При виконанні технологічної операції, крім безпосередньо внесення органічних добрив, агрегат виконує також повороти та переїзди. Тому, фактичну потужність двигуна трактора слід визначати для чотирьох режимів роботи агрегату, а саме: внесення органічних добрив, повороти агрегату, переїзди заповненого добривом та порожнього розкидача.

Фактичну потужність двигуна в процесі внесення органічних добрив визначимо за формулою:

$$N_{\delta} = \frac{V_P}{3.6} \cdot \frac{G_a (f_{mp} + \sin \alpha)}{\eta_{TP} \eta_{\delta}} + \frac{N_{\hat{A}\hat{A}\hat{I}}}{\eta_{\hat{A}\hat{A}\hat{I}}}$$

де  $\eta_{\delta}$  – ККД трансмісії приводу рушіїв трактора ( $\eta_{\delta} = 0.9$ );

$\eta_{\delta}$  – коефіцієнт, що враховує втрати на подолання буксування трактора, %;

$$\eta_{\delta} = (1 - \frac{\delta}{100})$$

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

$$\eta_{\delta} = (1 - \frac{12}{100}) = 0.88\%$$

$\eta_{\hat{A}\hat{A}\hat{I}}$  – ККД механізму приводу ВВП трактора ( $\eta_{\hat{A}\hat{A}\hat{I}} = 0.95$ );

$G_a$  – вага самого агрегату, кН:

$$G_a = G_{mp} + G_M + 0,5Q_{\hat{a}}$$

$$N_{\delta\hat{a}} = \frac{8}{3.6} \cdot \frac{88(0.1+0.052)}{0.9 \cdot 0.88} + \frac{11.7}{0.95} = 49.8$$

Фактичну потужність двигуна при поворотах агрегату визначимо, приймаючи до уваги те, що швидкість на повороті  $V_n = 5 \text{ м/с}$ ,  $N_{\hat{A}\hat{A}\hat{I}} = 0$ ,  $\sin \alpha = 0$ . а силу від ваги агрегату визначимо, підставивши відповідні значення у формулу визначення потужності:

$$N_{\phi n} = \frac{5}{3.6} \cdot \frac{88(0.1+0)}{0.9 \cdot 0.88} = 15.34 \text{ кВт}$$

$$\xi_N = \frac{N_{\delta}}{N_{ei}},$$

Коефіцієнт  $\xi_N$  розраховуємо для зазначених вищих режимів роботи агрегату на внесенні органічних добрив:

$$\xi_{N\delta} = \frac{49.8}{58.9} = 0.84$$

### 2.3 Режими роботи агрегату при внесенні органічних добрив

Економічній роботі двигуна трактора відповідають саме такі режими роботи агрегату при внесенні органічних добрив, за яких ефективна номінальна потужність трактора використовується не менше ніж на 70-80%. Далі виконаємо розрахунки, по визначенню параметрів технологічного циклу внесення органічних добрив при різних схемах роботи агрегату. При прямоточній схемі виконання роботи по внесенню органічних добрив, тривалість циклу роботи самого розкидача ( $t_u$ ) визначається по формулі:

$$t_{\ddot{o}} = t_{\zeta\grave{a}\grave{a}} + 2t_{i\grave{a}\grave{o}} + t_P + t_{i\grave{i}\grave{a}}$$

де  $t_{\zeta\grave{a}\grave{a}}$  – час на завантаження добривом розкидача, год ( $t_{\zeta\grave{a}\grave{a}} = 0.1\tilde{a}\grave{a}$ );

$t_{i\grave{a}\grave{o}}$  – час на переїзди самого агрегату, саме завантаженого добривом розкидача від його завантаження добривом до місця їх внесення, а також і розвантаженого саме в зворотному напрямку, год.

$$t_{i\grave{a}\grave{o}} = \frac{S_{i\grave{a}\grave{o}}}{V_{D.i\grave{o}}} + \frac{S_{i\grave{a}\grave{o}}}{V_{\ddot{o}.i\grave{o}}} \tilde{a}\grave{a}$$

де  $V_{\partial.i\partial}$  і  $V_{\partial.i\partial}$  – швидкість руху розкидача із органічними добривами і без них, км/год (для розрахунків можна прийняти  $V_{\partial.i\partial} = 8...10 \text{ м/с}$ ,  $V_{\partial.i\partial} = 15...20 \text{ м/с}$ );

$$t_{i\partial\partial} = \frac{3}{9} + \frac{3}{17} = 0.5 \text{ год}$$

$t_{\partial}$  – тривалість чистої роботи самого агрегату за один цикл, год:

$$t_{\partial} = \frac{\dot{I}_{\bar{A}}}{0.1 \hat{A}_D V_D \dot{I}_{\bar{A}}} \text{ год}$$

$\dot{I}_{\bar{A}}$  – маса органічних добрив, що міститься в кузові машини, т.

$$\dot{I}_{\bar{A}} = Q_{\dot{a}} \cdot \frac{1}{g}$$

$$\dot{I}_{\bar{A}} = 64.68 \cdot \frac{1}{9.8} = 6.4; \quad t_{\partial} = \frac{6.4}{0.1 \cdot 12 \cdot 8 \cdot 0.29} = 2.37$$

$t_{i\partial\partial}$  – час на повороти на протязі одного циклу, год.

$$t_{i\partial\partial} = \frac{l_i \cdot \ddot{i}_{i\partial}}{V_n \cdot 10^3} = \frac{18 \cdot 20}{5 \cdot 1000} = 0.072 \text{ год}$$

де  $V_n$  – швидкість на повороті, км/год;  $V_n = 5 \text{ м/с}$

$l_n$  – довжина петлі повороту, м;

$$l_n = \gamma_n \cdot R_n$$

де  $\gamma_n$  – коефіцієнт пропорційності  $\gamma_n = 1.5$

$R_n$  – радіус повороту агрегату, м;  $R_n \approx B_p$ ;  $R_n = 12$ ;  $l_n = 1.5 \cdot 12 = 18$

де  $n_{np}$  – кількість проходів самого агрегату від заправки до заправки до наступної заправки:

$$n_{np} = \frac{l_p}{L}$$

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

$l_p$  – довжина шляху розкидача при внесенні органічних добрив від заправки до заправки, м

$$l_p = \frac{M_{\text{д}} \cdot 10^4}{B_p \cdot H_{\text{д}}}$$

$$l_p = \frac{6.4 \cdot 10^4}{12 \cdot 0.29} = 18.8 \text{ м}; \quad n_{np} = \frac{18.800}{940} = 20; \quad t_{\text{мд}} = \frac{18 \cdot 20}{5 \cdot 10^3} = 0.072$$

$$t_{\text{д}} = 0.1 + 1 + 2.3 + 0.072 = 3.4$$

Кількість циклів за зміну виконає при агрегат внесенні органічних добрив:

$$n_{\text{д}} = \frac{\dot{O}_{\text{д}} - (\dot{O}_{\text{іс}} + \dot{O}_{\text{мд}})}{t_{\text{д}}}$$

Виконаємо розрахунки режиму роботи агрегату на внесенні органічних добрив із визначенням складових елементів часу зміни:

$$T_{\text{д}} = \dot{O}_{\text{д}} + \dot{O}_{\text{мд}} + \dot{O}_{\text{іс}} + \dot{O}_{\text{іс}} + \dot{O}_{\text{дд}} + \dot{O}_{\text{мд}}$$

де  $\dot{O}_{\text{д}} -$  тривалість самої зміни ( $\dot{O}_{\text{д}} = 6$ ), год;

$\dot{O}_{\text{д}} -$  тривалість чистої самє корисної роботи агрегату за зміну, год;

$\dot{O}_{\text{мд}} -$  час на холості повороти самого агрегату протягом зміни, год



$\dot{O}_{\hat{a}\hat{n}}$  час на відпочинок механізаторів ( $\dot{O}_{\hat{a}\hat{n}} = 0.17 \cdot 6 = 1.02$ , год;

$\dot{O}_{\hat{i}\hat{c}}$  – підготовчо-заключний час на агрегати ( $\dot{O}_{\hat{i}\hat{c}} = 0.13 \cdot 6 = 0.78$ , год;

$\dot{O}_{\hat{i}\hat{a}\hat{o}}$  – час на переїзди агрегату з ділянки на ділянку протягом зміни ( $\dot{O}_{\hat{i}\hat{a}\hat{o}} = 0.02 \cdot 6 = 0.12$ , год;

$\dot{O}_{\hat{i}\hat{a}\hat{n}}$  – час на організаційно-технологічне обслуговування агрегату при внесенні органічних добрив, а саме *технологічне регулювання робочих органів. Можливе усунення несправностей, очищення робочих органів, оцінка якості виконаної роботи і та.ін.*), год; ( $\dot{O}_{\hat{i}\hat{a}\hat{n}} = 0.75$ ):

$$\ddot{i}_{\hat{o}} = \frac{6 - (0.78 + 1.02)}{3.4} = 1$$

Час на холості повороти самого агрегату на протязі зміни, год:

$$\dot{O}_{\hat{c}\hat{a}\hat{a}} = t_{\text{пер}} \cdot n_{\hat{o}}$$

$$\dot{O}_{\hat{c}\hat{a}\hat{a}} = 0.1 \cdot 1 = 0.1$$

$T_p$  – тривалість чистої (корисної) роботи агрегату на внесенні органічних добрив за зміну, год;

$$\dot{O}_D = t_{\hat{i}\hat{a}\hat{o}} \cdot \ddot{i}_{\hat{o}}$$

$$\dot{O}_D = 2.3 \cdot 1 = 2.3$$

Час на холості повороти самого агрегату в кінці гону протягом зміни, год;

$$\dot{O}_{\hat{n}\hat{a}} = t_{\hat{n}\hat{a}} \cdot \ddot{i}_{\hat{o}}$$

$$\dot{O}_{\tilde{a}} = 0.072 \cdot 1 = 0.072$$

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

$$\tau = \frac{\dot{O}_D}{\dot{O}_{\zeta i}}$$

$$\tau = \frac{2.3}{6} = 0.38$$

Розрахуємо продуктивність агрегату на внесенні органічних добрив за годину змінного часу,  $ga/god$ .

$$W_{\tilde{a}\zeta} = 0.1 \hat{A}_D V_P \tau$$

$$W_{23} = 0.1 \cdot 12 \cdot 8 \cdot 0.38 = 3.6$$

Визначимо виробіток агрегату на внесенні органічних добрив за зміну, га:

$$W_{\tilde{a}\zeta} = W_{\tilde{a}\zeta} \cdot \dot{O}_{\zeta i}$$

$$W_{\zeta i} = 3.6 \cdot 6 = 21.8$$

Виконаємо розрахунки по визначенню експлуатаційних витрат агрегату на внесенні органічних добрив. Для цього розрахуємо витрати пального на одиницю виробітку саме тягово-привідного агрегату, кг/га:

$$g_{\bar{a}\bar{a}} = \frac{G_{i\bar{o}} \bar{O}_{\bar{D}} + G_{i\bar{o}} \bar{O}_{i\bar{a}} + G_{\zeta\bar{o}i} \bar{O}_{\zeta\bar{o}i}}{\bar{O}_{\zeta i} W_{\bar{a}\zeta}}$$

де  $G_{np}, G_{nx}, G_{\zeta\bar{o}i}$  – витрати палива відповідно при робочому ході агрегати на внесенні органічних добрив, на поворотах, зупинках, кг/год [3, табл. 6.1];

$$G_{np} = 10...15, G_{nx} = 6...8, G_{\zeta\bar{o}i} = 1.4$$

$\bar{O}_{\zeta\bar{o}i}$  – час, затрачений на зупинки, год.

$$\bar{O}_{\zeta\bar{o}i} = \bar{O}_{i\bar{a}\bar{n}} = 0.75$$

$$g_{za} = \frac{10 \cdot 2.3 + 7 \cdot 0.072 + 1.4 \cdot 0.75}{21.8} = 12.1$$

Розрахуємо витрати праці на одиницю виконаної роботи агрегату на внесенні органічних добрив, люд·год/га:

$$C_{i.\bar{a}\bar{a}} = \frac{m}{W_{\bar{a}\zeta}},$$

де  $m$  — кількість працівників, що обслуговують агрегат;  $m = 2$

$$C_{i.\bar{a}\bar{a}} = \frac{2}{3.6} = 0.55$$

$$n_p = \frac{68}{3.6 \cdot 6 \cdot 1 \cdot 3} = 2 \text{ агрегати}$$

Розрахуємо прямі витрати енергії палива трактором, Дж/га

$$\dot{A}_i = \dot{I}_i \cdot g_{\bar{a}\bar{a}}$$

де  $\dot{I}_i$  – питома теплота згорання палива, Дж/кг: (дизельне паливо –  $4,166 \cdot 10^7$  ).

$$A_n = 4.166 \cdot 10^6 \cdot 1.1 = 45.10^7$$

Із врахуванням, що  $1 \text{ л} \cdot \rho \cdot \tilde{a} \cdot \ddot{a} = 0.36 \cdot 10^7 \text{ Дж}$  , то повну питому енергоємність на внесенні органічних добрив можна виразити в  $\text{л} \cdot \rho \cdot \tilde{a} \cdot \ddot{a} / \ddot{a}$

Умова поточності технологічного процесу, яка забезпечує системну цілісність комплексу машин для внесення органічних добрив і максимального завантаження всіх його ланок, має наступну форму::

$$W_{\ddot{a}\delta} \ddot{i}_{\delta} \dot{I}_{\ddot{A}} = W_{\ddot{a}i} \ddot{i}_i = W_{\ddot{a}\zeta i} \ddot{i}_{\zeta i}$$

де  $W_{\ddot{a}\delta}, W_{\ddot{a}i}, W_{\ddot{a}\zeta i}$  – продуктивність саме агрегатів, відповідно, для внесення органічних добрив, навантаження їх у кузовні розкидачі та їх загортання в ґрунт;

$\ddot{i}_{\delta}, \ddot{i}_i, \ddot{i}_{\zeta i}$  – відповідно, кількість агрегатів для внесення органічних добрив, навантаження їх у розкидачі та загортання у ґрунт.

Кількість агрегатів для внесення органічних добрив в задані агростроки визначимо за наступною залежністю:

$$\ddot{i}_{\delta} = \frac{F}{W_{\ddot{a}\delta} \cdot \ddot{O}_{\zeta i} \cdot \hat{E}_{\zeta i} \cdot D_p}$$

де F – площа ділянки, на яку вносяться органічні добрива, га;

$\hat{E}_{\zeta i}$  – коефіцієнт змінності на внесенні органічних добрив ;

$D_p$  – кількість робочих днів, необхідних для внесення органічних добрив у відповідності із агроумовами. .

$$W_{\ddot{a}\zeta} = W_{OH} \tau_{\zeta i}$$

де  $W_{OH}$  – продуктивність агрегату за годину основного часу, га/год

$W_{OH}$  –

$\tau_{\zeta i}$  – коефіцієнт використання на внесенні органічних добрив часу зміни

$$\tau_{\zeta i} = 0.76$$

Необхідна кількість навантажувачів органічних добрив:

$$n_H = \frac{W_{\bar{a}\delta} \cdot \ddot{i}_{\delta} \cdot \dot{I}_{\bar{A}}}{W_{\bar{a}\zeta i}}$$

Кількість агрегатів для загортання органічних добрив у ґрунт ( $n_{3H}$ ).

$$\ddot{i}_{\zeta i} = \frac{W_{\bar{a}\delta} \cdot \ddot{i}_{\delta}}{W_{\bar{a}\zeta i}}$$

### Висновок

В результаті виконаних розрахунків обґрунтовані технологічні показники агрегату на внесенні органічних добрив. При цьому визначений опір агрегату на внесенні органічних добрив та його швидкісні режими, а також необхідна потужність трактора при виконанні складових технології внесення добрив. Крім того, визначені витрата палива та праці на одиницю виконаної роботи.

## 3 УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ ТЕХНІЧНОГО ЗАСОБУ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ НАПВРІДКИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

3.1 Аналітичний огляд технічних засобів для внесення органічних добрив суцільним поверхневим способом

Аналітичний огляд технічних засобів для внесення органічних добрив суцільним поверхневим способом позав, що в сільськогосподарському виробництві набули поширення пристрої, робочий процес яких складається із розподілення у вигляді шару по поверхні ґрунту органічних добрив, а також формування попередньо валків із куч шляхом їх переміщення в повздовжньому напрямку особливими відвалами, установленими спереду трактора . Під час роботи саме таких знарядь, установлених на трактор, органічні добрива, переміщуються відвалами по поверхні поля, які при цьому спрямовуються у утворене між ними дозуюче вікно. При цьому установлений на начіпній системі трактора розподільник, розподіляє їх по ширині захвату агрегата. Разом з цим. При переміщенні відвалами органічних добрив, змінюється їх щільність та інші характерні властивості органічних добрив, що знижує показники рівномірності їх внесення (рис.3.1).

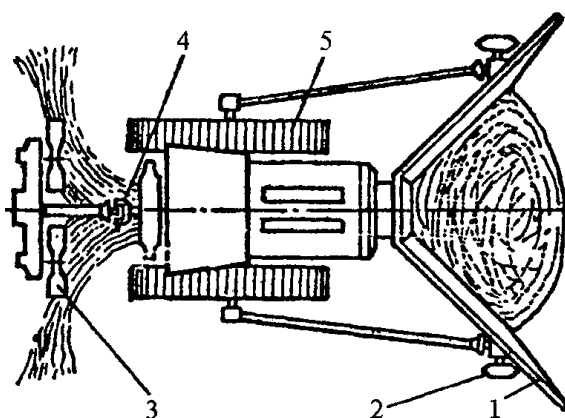


Рисунок 3.1 – Технологічна схема розкидача органічних добрив безпосередньо із їх куч: 1 – відвали; 2 – опорні колеса відвалів; 3 – трактор; 4 – привід розодільника добрив; 5 – лопаті розподільника органічних добрив.

Крім того, при розуцільненні маси органічних добрив відвалами, з під їх нижньої кромки, утворюється нерівномірно розподілений в напрямку руху агрегату пласт органічних добрив, в наслідок чого погіршується рівномірність розподілення лопатками його ротора по поверхні ґрунту. Слід відмітити, що, для подолання сили опору зі сторони добрив, що переміщуються відвалами, витрачається додаткова енергія, що знижує

ефективність застосування такої машини. При цьому, під час подолання відвалами клина непередбачених перешкод, якими зокрема є каміння та інші тверді предмети в органічних добривах, створює можливості їх поломки, що призводить до зниження показників надійності машини.

Відомий також валкоутворювач до розкидача органічних добрив із куч, в якому між відвалами встановлені під різними кутами до горизонту особливі пальці [3]. Під час внесення органічних добрив таким валкоутворювачем, пальці наштовхуються на органічні добрива і відділяють їх від ґрунту. При цьому органічні добрива, що зависають між пальцями, переміщуються щитами і спрямовуються в напрямку до дозуючого вікна, на що витрачається додаткова енергія саме для подолання сили їх тертя ковзання по ґрунту [4]. Також слід відмітити що, під час формування валкоутворювачем саме валка органічних добрив, у дозуючому вікні може відбуватись зміщення щитами органічних добрив з його бокових сторін в напрямку саме руху валкоутворювача, на що витрачається також додаткова енергія, погіршуючи тим самим рівномірність їх розподілення в тому ж напрямку, що спричинює погіршення рівномірності розподілення органічних добрив по ширині захвату саме такого розкидача. Разом з цим, при розподіленні таким розкидачем органічних добрив по ширині його захвату витрачається саме додаткова енергія.

Відомий тип машин, який забезпечує внесення органічних добрив шляхом попереднього розподілення їх у вигляді пласта відвалами клина, встановленими саме над поверхнею ґрунту, і подальшого його розподілення по поверхні ґрунту самим ротором. При цьому, із виходом розушільненої маси органічних добрив із під нижньої кромки відвалів клина, утворюється саме нерівномірно розподілений в напрямку руху агрегату пласт органічних добрив, внаслідок чого погіршується саме рівномірність розподілення його лопатками ротора по поверхні ґрунту. Для подолання сили опору органічних добрив при переміщенні і розподіленні по поверхні ґрунту відвалами кучі органічних добрив, а також на їх розкидання роторами, витрачається

додаткова енергія, що призводить до зниження ефективності використання такої машини. Питанням застосування напіврідких органічних добрив є нездатність існуючих типів машин для їх внесення забезпечити поверхневе внесення таких органічних добрив з підвищеною рівномірністю їх розподілення. Саме по такому принципу працюють окремі машини для внесення органічних добрив, робочий процес яких складається саме із створення валка органічних добрив саме із куч та його розподілення по поверхні ґрунту. Під час роботи таких знарядь органічні добрива окремо переміщуються відвалами по поверхні поля, долаючи при цьому силу їх опору і спрямовуються у дозуюче вікно, що розташоване у вертикальній площині, із якого під дією саме сили зчеплення з ґрунтом виходять у вигляді валка. При цьому змінюється саме щільність та інші властивості органічних добрив, що погіршує рівномірність їх внесення із валка, а отже і на рівномірний їх розподіл по поверхні ґрунту. В сільськогосподарському виробництві застосовують кузовні розкидачі органічних добрив, внесення яких в ґрунт відбувається наступним чином (рис.3.2).

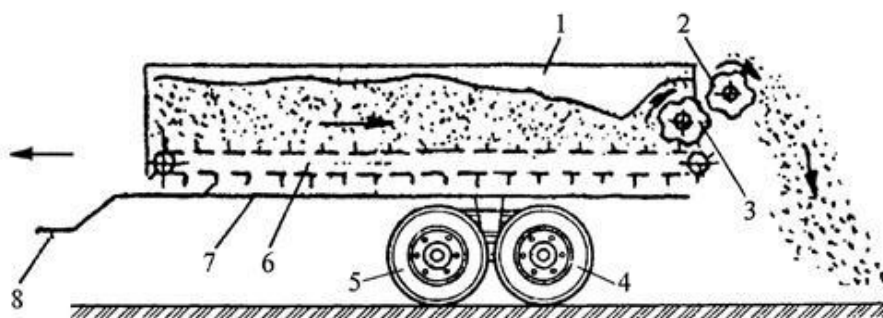


Рисунок 3.2 – Схема кузовного розкидача органічних добрив та інших зв'язних матеріалів

Під час руху такого агрегату органічні добрива, які знаходяться в кузові, переміщуються до задньої його частини, на виході із якої установлений розкидальний робочий орган у вигляді шнекових бітерів. Добрива, що надходять до розкидального робочого органу, захоплюються його лопатями, подрібнюються і спрямовуються ними по ширині захвату



розкидача. При цьому норма внесення органічних добрив встановлюється саме зміною швидкості транспортера та швидкістю руху самого агрегату. Прикладом такої кузовної машини для внесення органічних добрив може бути розкидач органічних добрив РОУ-6, показаний на рис.3.3.

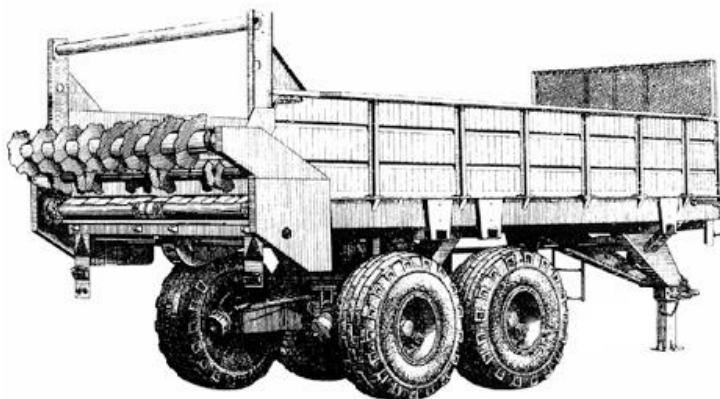


Рисунок 3.3 – Загальний вигляд розкидача органічних добрив РОУ-6

Сам розподільчий пристрій розкидача РОУ-6 складається з подрібнювального і та розкидального барабанів. Нижній подрібнювальний барабан установлений в кузові машини, а верхній розкидальний барабан – за самим кузовом. Завдяки такому розміщенню барабанів органічні добрива добре подрібнюються і розкидаються на ширину 4-6 м. Обертотий рух який передається подрібнювальному і розкидальному барабанам відбувається втулково-роликотими ланцюгами при частоті обертання подрібнювального барабана 385 хв<sup>-1</sup>, а розкидального – 705 хв<sup>-1</sup>. Таку машину агрегують з тракторами класу тяги 14 кН, а її вантажопідйомність становить 6 т, маса 2000 кг, продуктивність – до 52 т. за годину роботи.

Відомий також розкидач органічних добрив, який містить установлений перед валкоутворювачем роздільник гною, який виконаний у вигляді клина, вершина якого спрямована в напрямку його саме руху [5]. Під час роботи такого розкидача органічні добрива у вигляді кучі переміщуються його валкоутворювачем разом із роздільником, долаючи при цьому силу їх тертя ковзання по ґрунту. Добрива, які поступають під роздільник виходять з-під нього у вигляді пласта, при формуванні якого витрачається саме

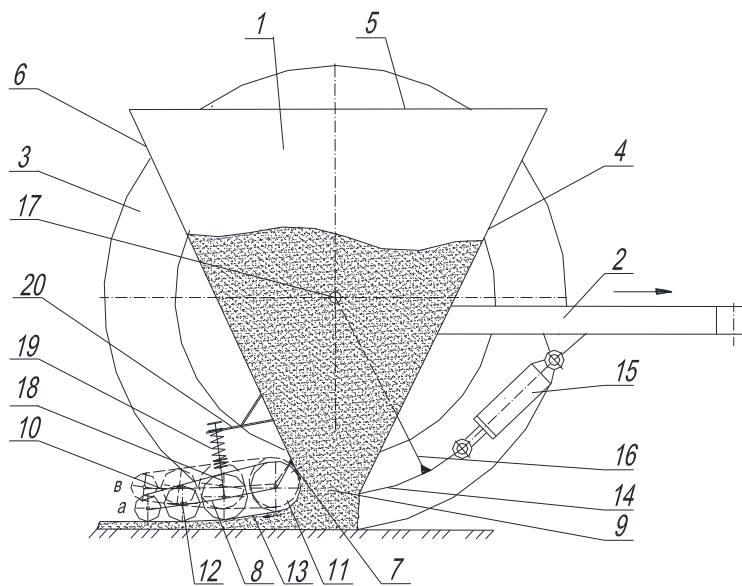
додаткова його енергія для подолання саме сили тертя ковзання роздільника по органічному добриву. При цьому відбувається зміщення органічних добрив в напрямку руху розкидача і, як наслідок, зміна щільності його пласта в тому ж напрямку, внаслідок чого що погіршується рівномірність розподілення органічних добрив по ширині захвату такого розкидача. Крім того, розподілення ротором розкидача саме органічних добрив по ширині його захвату, потребує додаткових витрат саме енергії, що погіршує його ефективність застосування.

. Відома також машина для внесення органічних добрив, до складу якої входить саме рама з опорними колесами, відвали у вигляді переднього, а також заднього та бокових щитів, з'єднаних саме між собою з утворенням замкнутої ємності із вихідним вікном, розташованим саме в горизонтальній площині по ширині захвату такої машини, при цьому нижня частина саме заднього щита виконана по опуклій лінії, в якій менший кут опуклості більший кута тертя по органічному добриву [6]. Під час внесення органічних добрив такою машиною між нижньою частиною заднього щита та пластом органічних добрив, що притиснутий до ґрунту, виникає сила тертя ковзання, яка спричинює саме зміщення верхнього шару пласта по ширині захвату самої машини, на що витрачається додаткова саме енергія. При цьому змінюється задана щільність сформованого пласта органічних добрив по ширині захвату машини в напрямку її переміщення, що призводить до погіршення рівномірності внесення саме органічних добрив.

### 3.2 Конструктивні особливості удосконаленого робочого органу технічного рішення для внесення напіврідких органічних добрив.

Конструктивні особливості удосконаленого робочого органу технічного рішення для внесення напіврідких органічних добрив полягають в тому, щоб, забезпечити надійне розподілення органічних добрив по поверхні ґрунту саме із зниженими витратами енергії при формуванні пласта

органічних добрив та підвищення при цьому рівномірності їх внесення по ширині захвату такої машини. Для цього у відомій машині для внесення органічних добрив, що включає передній, задній та бокові щити, які з'єднані між собою з утворенням замкнутої ємності із вихідним вікном, нижня частина заднього щита необхідно виконати таким чином, щоб більший кут тертя був по органічному добриву, а запобіжний пристрій саме з можливістю відхилення в бокову сторону від напрямку руху такої машини,. Внаслідок цього забезпечується зниження витрата енергії при формуванні пласта органічних добрив, при цьому пласт органічних добрив формується з постійною щільністю по ширині захвату такої машини, а саме заданої товщини, що підвищує рівномірність їх розподілення в напрямку її руху (Рис.3.4).



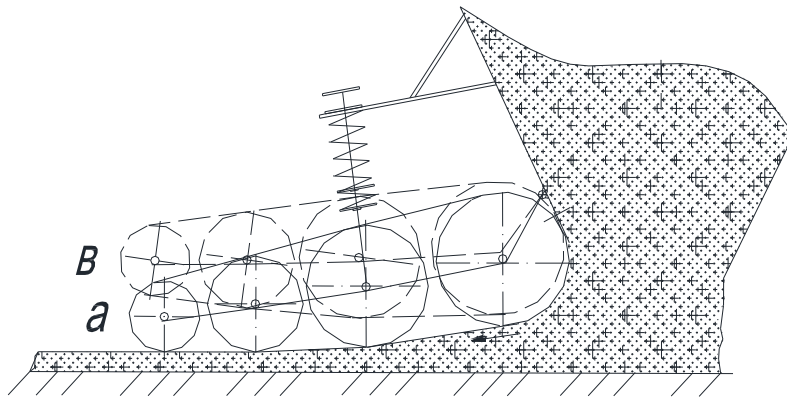


Рисунок 3.4 – Схема машини для внесення напіврідких органічних добрив : 1-рама машини; 2-опорні колеса машини; 3-передній щит машини, 4-задній щит машини; 5-бокові щити машини; 6-вихідне вікно машини; 7-спрямувач машини; 8-вісь запобіжного пристрою спрямувача; 9-запобіжний пристрій машини; 10-пружина запобіжного пристрою; 11-гідроциліндр заслінки; 12-заслінка машини; 13-важіль заслінки; 14-вісь самої заслінки.

Удосконалений дозувальний пристрій машини для внесення напіврідких органічних добрив складається із самої рами 1 з опорними колесами 2. На рамі 1 також установлені передній 3, бокові 4 і задній 5 щити, що з'єднані між собою і утворюють замкнуту ємність із вихідним вікном 6, розташованим над ґрунтом в горизонтальній площині. При цьому нижня частина заднього щита 4 виконана у вигляді саме спрямувача 7 по випуклій лінії звернутої в сторону вихідного вікна 6 і рухомою відносно самої вісі 8, а також наділена особливим запобіжним пристроєм 9 із пружиною 10. До рами 1 також шарнірно закріплений гідроциліндр 11, який шарнірно закріплений до заслінки 12, що в свою чергу вона зв'язана з важелями 13, та шарнірно приєднаними до вісі 14.

. Під час роботи такої машини напіврідке органічне добриво під дією сили від своєї ваги переміщується по щитам ємності в нижньому напрямку і виходить із вихідного вікна 6, при цьому відбувається призупинення його руху при зчепленні із ґрунтом. В цей час саме спрямувач 7, взаємодіючи із ковзанням по напіврідкому органічному добриву, притискує його до ґрунту з

поступовим ущільненням своєю випуклою стороною в напрямку їх виходу з-під самого спрямувала 7. При цьому відстань від випуклої сторони спрямувала 7 до ґрунту поступово зменшується в напрямку виходу напіврідкого органічного добрива з під спрямувача машини. Внаслідок цього відбувається вихід заданої товщини пласта органічних добрив заданої товщини з-під спрямувала 7, що в цілому забезпечує підвищену рівномірність його розподілу по ґрунту. Разом з цим, під час роботи машини, а саме при наявності в органічному добриві сторонніх твердих предметів, саме спрямувач 7, зустрічаючись із такою перешкодою відхиляється у верхньому напрямку і одночасно повертається відносно осі вісі 8, долаючи силу стиснутої пружини 10. (рис.3.5).

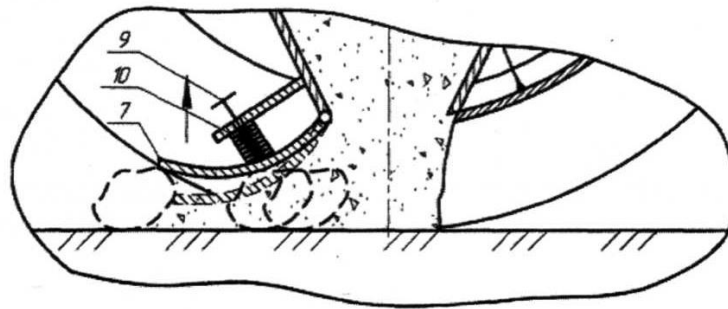


Рисунок 3.5 - Схема взаємодії саме запобіжного пристрою із твердими предметами машини для внесення напіврідких органічних добрив.

Внаслідок такої дії саме запобіжного пристрою, запобігається поломка щита 4, що забезпечує підвищену надійність машини. При цьому товщина пласта напіврідких органічних добрив, а отже і норма їх внесення, забезпечується зміною по висоті положення спрямувача 7 шляхом переміщення ємності машини відносно її опорних коліс 2.

3.3 Розрахунок на міцність саме заднього щита ємності машини для внесення напіврідких органічних добрив

Для розрахунку на міцність заднього щита ємності машини для внесення напіврідких органічних добрив скористаємось наступними вихідними даними:

- довжина щита.  $l = 1,23$  м; товщина щита,  $\delta = 0,05$  м; висота щита,  $h = 0,2$  м

Навантаження  $q = 130$  кг/м ( $1,3$ кН/м)

Матеріал щита, сталь Ст – 3.

Виходячи із умов роботи машини, характер діючих на неї сил зі сторони напіврідкого органічного добрива можна представити у вигляді епюри (Рис.3.6).

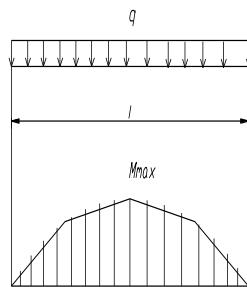


Рисунок 3.6 - Схема епюри сил, діючих на задній щит машини зі сторони напіврідких органічних добрив.

При цьому навантаження  $q$  враховуємо саме у вертикальній площині від ваги напіврідких органічних добрив по всій довжині самого щита; в горизонтальній площині приймемо переріз щита з кутником і розрахуємо максимальне напруження від сил згину. Максимальний згинальний момент визначимо за формулою:

$$M_{\max} = \frac{q \cdot l^2}{8};$$

$$M_{\max} = \frac{130 \cdot 1,23^2}{8} = 24 \text{ кГс} / \text{м}$$

Напруження згину щита від діючих на нього сил, визначимо за формулою:

$$\sigma_u = \frac{M_{xc} \cdot Y_A}{I_{xc}} + \frac{M_{yc} \cdot X_A}{I_{yc}} \leq [\sigma]$$

Де  $M_{xc}$  – згинальний момент саме по осі X,

$M_{yc}$  – згинальний момент саме по осі Y,

$Y_A$  – відстань до найбільш напруженої саме точки по осі Y,

$X_A$  – відстань до найбільш напруженої саме точки по осі X,

$I_{xc}$  – момент саме інерції по осі X,

$I_{yc}$  – момент саме інерції по осі Y,

Визначаємо величину згинального моменту по осі X та Y у центрі щита разом з кутником за формулою:

$$M_{\max} \cdot \sin \alpha = M_{xc} = M_{yc}$$

$$24 \cdot \sin 45^\circ = M_{xc} = M_{yc} = 20,4 \text{ кГс} \cdot \text{м}$$

Так як осі не співпадають, то знаходимо саме зміщення  $X_0$  центра осі Y:

$$X_0 = \frac{X_{c1} \cdot F_1 + X_{c2} \cdot F_2}{F_1 + F_2} = \frac{X_{c2} \cdot F_2}{F_1 + F_2} = \frac{(Z_0 + 0,25) \cdot F_2}{F_1 + F_2}$$

де  $Z_0 = 1,42 \text{ см}$  [6];  $F_2$  – площа профіля самого кутника,  $F_2 = 4,30 \text{ см}^2$   
[6]

$F_1$  – площа профіля щита ;  $F_1 = b \cdot h = 0,05 \cdot 0,2 = 0,01 \text{ м}^2 = 10 \text{ см}$

$$X_0 = \frac{(1,42 + 0,25) \cdot 4,3}{10 + 4,3} = 0,5 \text{ см}$$

Знаходимо момент інерції саме по осі X:  $I_{xc} = I_{x1} + I_{x2}$

Де  $I_{x1}$  – момент інерції пластини,

$$I_{x1} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0,5 \cdot 20^3}{12} = 333 \text{ см}^4$$

$I_{x2}$  – момент інерції саме кутника,  $I_{x2} = 11,2 \text{ см}^4$  ;

$$I_{xc} = 333 + 11,2 = 344,5 \text{ см}^4$$

Визначаємо момент інерції саме по осі Y:

$$I_{yc} = I_{y1} + I_{y2} + X_0^2 \cdot F_1 + F_2 \cdot (Z_0 + 0,25 - X_0)^2$$

Де  $I_{y1}$  – момент інерції щита по осі Y,

$$I_{y1} = \frac{b^3 \cdot h}{12} = \frac{20 \cdot 0,5^3}{12} = 0,21 \text{ см}^4$$

$I_{y2}$  – момент інерції кутника саме по осі Y, а так як кутник рівносторонній, то  $I_{y1} = I_{y2} = 11,2 \text{ см}^4$

$$I_{yc} = 0,21 + 11,2 + 0,5^2 \cdot 10 + 4,3 \cdot (1,42 + 0,25 - 0,5)^2 = 20 \text{ см}^4$$

Розрахуємо відстань до найбільш саме напруженої точки А від її центру по осі X,

$$X_A = e + b/2 - X_0$$

де  $e$  – розмір однієї сторони саме кутника;  $e = 50 \text{ мм} = 5 \text{ см}$  [6].

$$X_A = 5 + 0,25 - 0,5 = 4,75 \text{ см}$$

Розрахуємо відстань до найбільш напруженої точки А від її центру по осі Y,

$$Y_A = Z_0 = 1,42 \text{ см}$$

$$\sigma_u = \frac{20 \cdot 1,42 \cdot 10^2}{344,5} + \frac{20 \cdot 4,75 \cdot 10^2}{20} = 483,2 \text{ кгс} / \text{см}^2 \leq [\sigma]$$

Допустиме напруження саме щита складає  $[\sigma] = 1600 \text{ кгс} / \text{см}^2$ .

Умова міцності  $\sigma_{\max} \leq [\sigma]$  забезпечується, тому конструкція щита надійна.

Необхідно також виконати розрахунок зварного шва суміжних щитів емності машини для внесення напіврідких органічних добрив При



виготовленні ємності необхідно зварити щити, так щоб з'єднання витримало силу розтягіння  $P=40$  кН.

Визначена ширина смуг “b” відсоток використання матеріалу саме смуг, якщо для смуг  $[V_p]_3=1400$  кг/см<sup>2</sup>, а для самого шва  $[V]_3=1000$  кгс/см<sup>2</sup>. Виходячи із цього рівняння міцності шва при зварюванні його в стик дає наступне :

$$\frac{4000}{l_{ш} \cdot 1} \leq 1000 \quad l_{ш} \geq 4 \text{ см}$$

Враховуючи можливі не проварення шва по кінцях, ширина смуги повинна бути саме більша на 10 мм:  $B=4+1=5$  см

При такій ширині щит саме безпечно витримує діючі на нього сили:

$$P_1=[V_p] \cdot b \cdot t=1400 \cdot 5 \cdot 1=7000 \text{ кгс.}$$

Відсоток використання матеріалу при цьому становить:

$$\frac{P}{P_1} \cdot 100\% = \frac{4000}{7000} \cdot 100\% = 57\%$$

## Висновок

В результаті проведених конструктивних пошуків технічних напрямків, було знайдено конструктивне рішення саме по удосконаленню машини для внесення напіврідких органічних добрив, застосування якого дозволить підвищити показники рівномірності їх поверхневого внесення, а отже і ефективність їх застосування. При цьому також виконані відповідні розрахунки окремих елементів такої машини на міцність, які пов'язані із виготовленням саме ємності до удосконаленої машини.

## 4 ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ПРОТИПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ ПРИ ВНЕСЕННІ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

### 4.1 Охорона праці при роботі з органічними добривами

Заходи з охорони праці, що їх мають здійснювати відповідні особи, зокрема при підготовці та проведенні робіт по внесенню органічних добрив наступні:

- провести ефективні семінари-наради з керівниками та фахівцями сільськогосподарських підприємств з організації фермерських господарств, на яких проаналізувати допущені раніше порушення вимог охорони праці при внесенні органічними добривами, обговорити обставини і причини нещасних випадків при роботі з органічними добривами;

- зобов'язати керівників сільськогосподарських підприємств розробити організаційно-технічні заходи щодо забезпечення безпеки праці на час підготовки органічних добрив та їх внесення під основний обробіток ґрунту;

- забезпечити безумовне виконання вимог щодо Правил охорони праці у сільськогосподарському виробництві та інших законодавчих і нормативно-правових актів, що містять вимоги безпеки та гігієни праці при внесенні органічних добрив;

- при виконанні робіт по внесенню органічних добрив керуватися вимогами, викладеними саме виробниками в технічній документації з експлуатації машин для внесення органічних добрив, а також засобів мобільної сільськогосподарської техніки та технологічного устаткування;

- перед початком проведення робіт по внесенню органічних добрив проводити саме з працівниками позапланові інструктажі з охорони праці по внесенню органічних добрив за професіями і всіма видами виконуваних ними робіт. Не допускати до роботи саме працівників, котрі не пройшли належного навчання та перевірки знань з питань охорони праці при внесенні органічних добрив;

- створити відповідні комісії та провести приймання підготовленої для проведення робіт по внесенню органічних добрив техніки, зокрема, на її відповідність вимогам безпеки праці. Не допускати до використання трактори,

машини для внесення органічних добрив і агрегати, що не відповідають вимогам безпеки та не пройшли технічного огляду уповноваженими на це працівниками;

— до початку роботи по внесенню органічних добрив перевірити на герметичність з'єднань машин, механізми та апаратуру для внесення органічних добрив. При використанні рідких органічних добрив вжити заходів з очищення, промивання та перевірки на підтікання саме чистою водою всієї ємності, трубопроводи, крани, насоси, інші деталі машин для внесення добрив;

— до використання машин по внесенню органічних добрив та інших технічних засобів допускати до їх обслуговування працівників, котрі пройшли необхідне навчання, інструктаж, перевірку знань з питань охорони праці, медичний огляд та забезпечені також відповідними засобами індивідуального захисту;

— не допускати саме випадків допуску до роботи з органічними добривами осіб молодше 18 років, а також працівників, які мають саме медичні протипоказання; крім того, вагітних жінок. При отруєнні шкідливими саме речовинами необхідно надати першу долікарську допомогу, що включає само- і взаємодопомогу, що здійснюють самі працівники, а також допомога, яку надають також медики;

— усі робочі місця з органічними добривами (завантаження, розвантаження, приготування, розведення, змішування) слід також забезпечити медичними аптечками;

— контроль за дотриманням працівниками вимог інструкцій з охорони праці по внесенню органічних добрив, безпечних прийомів їх внесення повинен бути на рівні трудової і виробничої дисципліни; при цьому не допускати до роботи працівників, які ігнорують засобами індивідуального захисту;

— складати маршрути пересування техніки з органічними добривами з однієї ділянки виробництва на іншу;

— обладнати спеціальні місця для короткочасного відпочинку працівників по внесенню органічних добрив у полі;

Сам є відповідальним особам підприємств необхідно акцентувати увагу на забезпеченні технічної справності машин для внесення органічних добрив.

Планування та забезпечення своєчасного вжиття заходів з профілактики виробничого травматизму при внесенні органічних добрив, професійної захворюваності роботодавець або уповноважені ним відповідальні особи повинні взяти до уваги, що до найбільш поширених порушень щодо нормативів безпеки праці при внесенні органічних добрив у рослинництві належать:

— відсутність саме попереджувальних знаків і написів про небезпеки при внесенні органічних добрив;

— відсутність інструкцій з охорони праці при внесенні органічних добрив, інструкцій з експлуатації машин та обладнання;

— несправність механізмів керування та гальмівних систем мобільних засобів механізації при внесенні органічних добрив;

— відсутність захисних пристроїв на рухомих частинах машин для внесення рганічних добрив та обладнання;

— відсутність або несправність захисних огорожень на агрегаті при внесенні органічних добрив;

— відсутність (несправність) огорожень та засобів контролю під час зберігання пестицидів, агрохімікатів та інших отруйних речовин;

— відсутність блискавкозахисту на токах, скиртах, складах тощо;

— відсутність (невідповідність технічним регламентам, стандартам, технічним умовам) засобів колективного та індивідуального захисту, спецодягу, спецвзуття.

Зазначені вище порушення вимог безпеки при внесенні органічних добрив перш за все відбуваються при виконанні робіт підвищеної небезпеки, що має мі це у сільськогосподарському виробництві та в цілому в рослинницькій гаузі.

#### 4.2 Охоронні заходи щодо навколишнього середовища при внесенні органічних добрив

Безпечні умови в технології внесення органічних добрив досягається: – перш за все запобіганням небезпечним та аварійним ситуаціям. У разі неможливості виконання такої вимоги. потрібно вжити заходів, які б забезпечували безпеку виробничого процесу при внесенні органічних добрив та захист обслуговуючого персоналу. Крім того, з врахуванням стану навколишнього середовища. машини при внесенні органічних добрив повинні бути повністю справні. Саме виробничі процеси не повинні супроводжуватись забрудненням саме навколишнього природного середовища та поширення шкідливих речовин за межі допустимих норм, встановлених відповідними стандартами та нормативними документами. Забезпечення реалізації заходів щодо безпеки праці при внесенні органічних добрив та охорони навколишнього середовища і збереження здоров'я працівників під час виконання технологічних процесів при внесенні органічних добрив покладається саме на власника підприємства.. При використанні у технологічному процесі внесення органічних добрив. працівників вчасно інформують про виробничі небезпеки та слід навчити безпечним методам роботи з цими матеріалами, які потребують захисту обслуговуючого персоналу.

Охоронними заходами щодо навколишнього середовища при внесенні органічних добрив передбачено підтримання життєдіяльності людини як частини природи. що може бути тільки в постійній взаємодії з нею. Саме вплив людини на навколишнє середовище є досить значним, що може змінювати її, причому далеко не завжди саме в кращу сторону, тому збереження природного середовища є одна з най гостріших проблем, що стоять на сьогодні перед людством, особливо в сучасних складних умовах. Саме раціональне використання земельної угідь, лісу і водних ресурсів в Україні передбачено саме Конституцією. На сьогодні у сфері охорони навколишнього середовища

діє саме цілий ряд нормативних актів. Під навколишнім середовищем слід розуміти цілісну систему, взаємопов'язаних саме природних і антропогенних об'єктів і явищ, під впливом яких відбувається праця, побутова діяльність, а також відпочинок людей. Поняття саме «навколишнє середовище» включає соціальні, природні і штучно створені біологічні фактори, які впливають на життя і діяльність людини. Складовою частиною саме навколишнього середовища є природне середовище сільського господарства. Перед сучасним суспільством саме стоїть завдання не тільки зберегти природі багатство, а й запобігти негативним наслідкамсамого господарської діяльності людини в майбутньому. Зокрема, охорона навколишнього середовища являє собою значну комплексну проблему, яка має відношення саме до всього суспільства, а в цілому і до кожного окремого громадянина.

Саме рішення життєво важливої проблеми, що стосується захисту і охорони здоров'я людини та нинішнього і майбутнього покоління людей від шкідливих наслідків їх науково-технічної та промислової діяльності. В цілому на початку своєї історії людина задовольнялась тільки простими фізіологічними потребами, а саме в їжі, одязі, житлі. З розвитком людського суспільства використання природних ресурсів саме для задоволення людей матеріальними потребами, весь час зростало. Наслідки промислової діяльності відбиваються на здоров'ї людей, а саме, збільшується кількість випадків серцево-судинних та інших. Нині підприємства скидають у води і повітряне середовище стільки забруднюючих речовин, що відбувається від їх негативної дії значні шкоди населенню і природному середовищу саме на великих відстанях. Крім того, кількість відходів на протязі тривалого часу збільшувалась пропорційно росту саме виробництва і населення.. Відходи саме синтетичних миючих засобів не засвоюються і не розкладаються мікроорганізмами, а накопичуються в водоймах куди вони потрапляють зі стічними та іншими водами і забруднюють їх. Саме при спалюванні нафтового палива в атмосферу, окрім оксидів вуглецю ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ) викидаються оксиди сірки ( $\text{SO}_2$ ), які взаємодіючи з вологою і киснем повітря і утворюють сірчану

кислоту, внаслідок чого утворюються так звані «кислотні дощі». Саме під впливом кислотних дощів відбувається швидке підкислення води у річках та інших водоймах. Під впливом саме кислотних дощів підвищується кислотність ґрунтів, що погіршує умови росту і розвитку культурних рослин.

До забруднювачів природного середовища відносяться ядохімікати і мінеральні добрива, які застосовуються у сільському господарстві для підвищення врожайності культур.

#### 4.3 Заходи протипожежної безпеки при внесенні органічних добрив

Заходами протипожежної безпеки при внесенні органічних добрив передбачено створення у відповідності із нормами засоби пожежогасіння в складських приміщеннях та інших споруд з підвищеною пожежо небезпекою. Саме в приміщеннях, де зберігаються самохідні машини та інша складна техніка на кожні 200 квадратних метрів їх площі, слід розмістити по крайній мірі один хімічний вуглекисло-брометиловий вогнегасник, до яких відноситься вогнегасник типу ОУБ-3 або ОУБ-7. При цьому пожежні крани повинні бути облаштовані відповідними рукавами із наконечниками у відведених для них місцях. В разі виникнення пожежі, яка пов'язана із електричними проводами, то для її гасіння необхідно застосовувати вогнегасники типу ОУБ-3, ОУБ-7, а також піщану суміш. При цьому забороняється використовувати воду. Крім того, в складських приміщеннях для технічних засобів забороняється палити, користуватись відкритим вогнем, а при гасінні пожежі в приміщенні необхідно користуватися саме фільтруючими протигазами, обладнаними коробкою марки «М», або марок ПШ-1, ПШ-2-57 (табл.4.1).

Таблиця 4.1 – Вимоги безпеки при внесенні кузовними машинами органічних добрив

№ з/п	Можливі небезпеки	Вимоги безпеки перед початком роботи	Вимоги безпеки під час виконання робіт
1	2	3	4
1	Отруєння вихлопними газами.	Перевірте наявність і справність гумових прокладок і замків на бокових щитах капоту двигуна. Впевніться у відсутності пропуску випускних газів у з'єднаннях патрубків з блоком двигуна.	При виявленні попадання відпрацьованих газів в кабіну трактора негайно припиніть роботу. Не відпочивайте в кабіні трактора при працюючому двигуні.
2	Несправність або відсутність індивідуальних засобів захисту	При внесенні органічних добрив перевірте наявність та справність індивідуальних засобів захисту.	Не працюйте без засобів індивідуального захисту
3	Недотримання правил особистої гігієни	Перед виконанням робіт по внесенню органічних добрив пройти медичний огляд і і відповідний інструктаж по безпечному виконанню робіт.	Не працюйте без засобів індивідуального захисту або з несправними засобами.  Під час роботи по внесенню органічних добрив дотримуй-тесь правил особистої гігієни. Не вживайте їжу і не паліть на робочому місці.

### Висновок

Аналітичний аналіз стану охорони праці в сільськогосподарському виробництві показав, що при внесенні органічних добрив під основний обробіток ґрунту не завжди виконується із дотриманням безпечних умов праці. В результаті цього відбувається забруднення навколишнього середовища, що негативно позначається на здоров'ї людей. Виходячи із цього, в підприємствах пропонується проводити охоронні заходи у відповідності з постановою Верховної Ради України 1991 року, на всій території держави. При



цьому в сільськогосподарських підприємствах саме відповідальність за організацію охоронних заходів слід покласти на самого керівника, а організацію проведення всієї практичної роботи саме на інженера по техніці безпеки. Окрім того, передбачити відповідні кошти на страхування та засоби на охорони праці, які повинні витратись у відповідності з їх призначенням. Саме безпечна робота машинно-тракторних агрегатів на внесенні органічних добрив повинна бути досягнута шляхом дотримання комплексу вимог щодо правильного підбору технічних засобів, укомплектованих необхідними пристроями для підготовки поля, а також передбачено своєчасний інструктаж механізаторів щодо безпечного виконання польових робіт по внесенню органічних добрив..

## 5 ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ УДОСКОНАЛЕНОЇ МАШИНИ НА ВНЕСЕННІ НАПІВРІДКИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРИВ

### 5.1 Розрахунок основних технологічних показників ефективності удосконаленої машини

Розрахунок основних технологічних показників ефективності удосконаленої машини ґрунтується на виконанні порівняльних розрахунків із відповідним серійним розкидачем органічних добрив. Застосування удосконаленої машини саме для внесення напіврідких органічних добрив повинно покращити його саме техніко-економічні показники. Зокрема, удосконалена органічна машина саме повинна забезпечити скорочення витрат на її використання і збільшити саме прибуток від її застосування. При цьому саме економія коштів необхідно одержати саме за рахунок підвищеної продуктивності удосконаленої машини, а також більш надійності в роботі, та амортизаційних

витратах. Для оцінки ефективності саме використання удосконаленої машини необхідно спочатку проаналізувати витрати на її переобладнання, а також на утримання і на виконання саме річного обсягу робіт по внесенню органічних добрив. При цьому витрати, на використання удосконаленої машини розподіляються на постійні та змінні. Саме постійні витрати коштів на утримання такої машини, а саме для внесення органічних напіврідких добрив. Щодо змінних витрат, то це ті витрати, що пов'язані з використанням удосконаленої машини, які залежать в значній мірі від обсягу робіт на внесенні напіврідких органічних добрив. При цьому важливо знати, скільки годин удосконалена машина була використана на внесенні напіврідких органічних добрив на протязі року. Сумарні витрати саме на удосконалену машину на внесенні напіврідких органічних добрив необхідно розрахувати як на річний обсяг планових робіт на внесенні напіврідких органічних добрив, так і на одиницю виконаної роботи.

### 5.1.1 Визначення постійних витрат на утримання агрегату протягом всього строку використання в господарстві

До постійних витрат на утримання агрегату протягом всього строку експлуатації в господарстві відносяться амортизаційні відрахування на його утримання, грн/рік

$$\text{трактора} \quad A_{\text{т.р}} = \frac{Ц_{\text{н.т.р}} - Ц_{\text{к.т.р}}}{T_{\text{м.т.р}}} \quad (5.1)$$

машини для внесення органіки:

$$A_{\text{р.м}} = \frac{Ц_{\text{н.м}} - Ц_{\text{к.м}}}{T_{\text{м.в}}} \quad (5.2)$$

де  $Ц_{\text{н.т.р}}$ ,  $Ц_{\text{н.м}}$  — відповідно, початкова ціна трактора та розкидача добрив, грн;

$Ц_{\text{к.т.р}}$ ,  $Ц_{\text{к.м}}$  — кінцева ціна трактора та машини для внесення органіки, грн;

$T_{\text{м.т.р}}$ ,  $T_{\text{м.в}}$  — термін використання трактора та машини для внесення органіки у господарстві, роки.

### 5.1.2 Визначення витрат на вкладений капітал

Витрати на вкладений капітал, (грн/рік) при умові, коли техніка придбана за власні кошти визначається по наступній залежності:

$$\text{для трактора} \quad B_{\text{ак.т.р}} = \frac{H_{\text{ак}}}{100} \cdot K_{\text{ак.т.р}} \quad (5.3)$$

ашины для внесення органіки

$$B_{\text{ак.м}} = \frac{H_{\text{ак}}}{100} \cdot K_{\text{ак.м}} \quad (5.4)$$

де  $H_{\text{ак}}$  - банківська норма на вкладений капітал, 10%;

$K_{\text{ак.т.р}}$ ,  $K_{\text{ак.м}}$  - капітальні вкладення на придбання трактора (5.3), на удосконалення машини (7.4), грн;

$$K_{ек.тр} = \frac{Ц_{к.тр} + Ц_{к.тр}}{2} \quad (5.5)$$

$$K_{ек.м} = \frac{Ц_{к.м} + Ц_{к.м}}{2} \quad (5.6)$$

### 5.1.3 Витрати на зберігання машин для внесення органічних добрив

Витрати на зберігання визначаються по наступній залежності:

$$\text{трактора} \quad B_{зб.тр} = \frac{H_{зб.тр}}{100} \cdot Ц_{н.тр} \quad (5.7)$$

машини для внесення органіки

$$B_{зб.м} = \frac{H_{зб.м}}{100} \cdot Ц_{н.м} \quad (6.8)$$

де  $H_{зб.тр}, H_{зб.м}$  - норма відрахувань (процент від початкової ціни) на зберігання трактора, машини для внесення органіки, 0,5%.

### 5.1.4 Визначення постійних річних витрат

Сума постійних річних витрат (грн./рік) визначається по наступній залежності:

$$\text{трактора} \quad B_{пр.тр} = A_{ар} + B_{ек.тр} + B_{зб.тр} \quad (5.9)$$

машини для внесення органіки

$$B_{пр.м} = A_{ар} + B_{ек.м} + B_{зб.м} \quad (5.10)$$

### 5.1.5 Визначення питомих постійних витрат

Питомі (годинні) постійні витрати (грн./год) визначаються по

формулі:

$$\text{трактора} \quad \epsilon_{\text{нз.тр}} = \frac{B_{\text{нр.тр}}}{T_{\text{рз.тр}}} \quad (5.11)$$

машини для внесення органіки

$$\epsilon_{\text{нз.м}} = \frac{B_{\text{нр.м}}}{T_{\text{рз.м}}} \quad (5.12)$$

де  $T_{\text{рз.тр}}$ ,  $T_{\text{рз.м}}$  — річне завантаження відповідно трактора та розкидача добрив, (годин роботи за рік).

#### 5.1.6 Питомі витрати на агрегат для внесення органічних добрив

Сума питомих (годинних) постійних витрат на агрегат для внесення органічних добрив, (грн/год) визначається по наступній залежності:

$$\epsilon_{\text{нр.а}} = \epsilon_{\text{нр.тр}} + \epsilon_{\text{нр.м}} \quad (5.13)$$

#### 5.1.7 Змінні витрати на роботу агрегата для внесення органічних добрив

Питомі (годинні) витрати на заробітну плату, (грн/год) визначаються по наступній залежності:

$$\epsilon_{\text{зз.зн}} = C_{\text{м}} \cdot n_{\text{м}} \quad (5.14)$$

де  $C_{\text{м}}$  - годинна тарифна ставка механізатора, грн/год;

$n_{\text{м}}$  - кількість механізаторів.

$$B_{\text{зр.зн}} = \epsilon_{\text{зз.зн}} \frac{O_{\text{сз}}}{W_{\text{н}}} \quad (5.15)$$

- для удосконаленого агрегату органічних добрив

де  $W_r$  - годинна продуктивність агрегату, га/год;

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

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

$$e_{\text{зг.лмм}} = q_{\text{га}} \cdot W_r \cdot C_{\text{лмм}} \quad (5.16)$$

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

$C_{\text{лмм}}$  - комплексна ціна палива, грн/кг.

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

$$B_{\text{зр-лмм}} = q_{\text{га}} Q_{\text{сез}} C_{\text{лмм}} \quad (5.17)$$

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

$$e_{\text{зр.ТО.тп}} = \frac{B_{\text{зр.ТО.тп}}}{T_{\text{р.тп}}} \quad (5.18)$$

де  $B_{\text{зр.ТО.тп}}$  - річні витрати на ремонт та ТО трактора, грн.

- питомі (годинні) витрати на ремонт і ТО машини для внесення органіки, грн/год

$$e_{\text{зр.ТО.м}} = \frac{B_{\text{зр.ТО.м}}}{T_{\text{р.м}}} \quad (5.19)$$

де  $B_{\text{зр.ТО.м}}$  - річні витрати на ремонт і ТО робочої машини, грн.

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

$$e_{\text{зг.а}} = e_{\text{зг.зп}} + e_{\text{зг.лмм}} + e_{\text{зг.то.тп}} + e_{\text{зг.то.м}} \quad (5.20)$$

- сума питомих постійних та питомих змінних витрат на 1 год. роботи

$$\text{агрегату, грн/год.} \quad e_{\text{сг.а}} = e_{\text{тп.а}} + e_{\text{зг.а}} \quad (5.21)$$

- витрати господарства на одиницю роботи агрегату, грн/га.

$$e_{\text{сгр.а}} = \frac{e_{\text{сг.а}}}{W_z} \quad (5.22)$$

Додаткова економічна саме ефективність від збільшення врожайності, на прикладі озимої пшениці, за рахунок підвищення рівномірності внесення органічних добрив удосконаленою машиною, наприклад під озиму пшеницю, визначається за наступною залежністю:

$$E_{\partial} = C_{\partial} \cdot V_{\partial} \cdot S, \quad (5.23)$$

де  $C_{\partial}$  – середня закупівельна ціна одного центнера зерна, 540 грн;

$V_{\partial}$  – додатковий врожай, ц/га. Зниження нерівномірності внесення органічних добрив від 25...30% до 15% під озиму пшеницю, забезпечує прибавку врожаю до 1.4%, що складає 0,5 ц/га при врожайності 36 ц/га [7];

$S$  – площа посіву пшениці, 100 га.

$$E_{\partial} = 540 \cdot 0,5 \cdot 100 = 27000 \text{ грн.}$$

Результати виконаних розрахунків по визначенню економічної ефективності застосування удосконаленої машини для внесення органічних добрив наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 - Розрахункові дані техніко-економічних показників удосконаленої машини для внесення саме органічних добрив

Показники	РОУ-4+ МТЗ-80	ОРГ-4+ МТЗ-80	%
6 Продуктивність агрегату, $W_r$ га/год	1,6	1,8	112
7 Витрата палива на одиницю роботи, $q$ кг/га	17	16	106
8 Витрати господарства на одиницю виконаної роботи агрегатами, $Q$ грн/га.	240,9	206,5	114
Додаткова економічна ефективність від застосування удосконаленої машини для внесення органічних добрив, грн./100 га.	-	27000	-

## Висновок

В результаті виконаних розрахунків, економічна ефективність удосконаленої машини для внесення напіврідких органічних добрив утворена за рахунок зниження витрати пального саме на виконання технологічної операції, а також за рахунок внесення напіврідких органічних добрив з підвищеною рівномірністю та підвищеною її продуктивністю в порівнянні із серійною.



## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті проведеного структурного аналізу стану внесення органічних добрив в сільськогосподарських підприємствах встановлено, що внесення органічних добрив, яке спрямоване на підвищення врожайності сільськогосподарських культур, знаходиться ще на невисокому рівні. Обґрунтовані технологічні показники агрегату на внесенні органічних добрив. Крім того, визначені витрата палива та праці на одиницю виконаної роботи. Знайдено конструктивне рішення саме по удосконаленню машини для внесення напіврідких органічних добрив, застосування якого дозволить підвищити показники рівномірності їх поверхневого внесення, а отже і ефективність їх застосування. При цьому також виконані відповідні розрахунки окремих елементів такої машини на міцність, які пов'язані із виготовленням саме ємності до удосконаленої машини.

Аналітичний аналіз стану охорони праці в сільськогосподарському виробництві показав, що при внесенні органічних добрив під основний обробіток ґрунту не завжди виконується із дотриманням безпечних умов праці. В результаті цього відбувається забруднення навколишнього середовища, що негативно позначається на здоров'ї людей. Виходячи із цього, в підприємствах пропонується проводити охоронні заходи у відповідності з постановою Верховної Ради України 1991 року, на всій території держави. При цьому в сільськогосподарських підприємствах саме відповідальність за організацію охоронних заходів слід покласти на самого керівника, а організацію проведення всієї практичної роботи саме на інженера по техніці безпеки. В результаті виконаних розрахунків, економічна ефективність удосконаленої машини для внесення напіврідких органічних добрив утворена

за рахунок зниження витрати пального саме на виконання технологічної операції, а також за рахунок внесення напіврідких органічних добрив з підвищеною рівномірністю та підвищеною її продуктивністю в порівнянні із серійною.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Боженко В. О. Сільськогосподарські машини та їх використання / В. О. Боженко. – К.: Аграрна освіта, 2009. – 420 с.
2. Войтюк Д. Г., Гаврилюк Г. Р. Сільськогосподарські машини / Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк. – К.: Урожай, 1994. – 448 с.
3. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські машини та меліоративні машини / Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Іщенко Т.Д. та інші. – К.: Вища освіта 2004. – 500 с.
4. Войтюк Д. Г., Гаврилюк Г. Р. Сільськогосподарські машини / Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк. – 2-е вид. – К.: Каравела, 2008. – 550 с.
5. Войтюк Д. Г., Гаврилюк Г. Р. Сільськогосподарські машини / Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк. – К.: Каравела, 2015. – 552 с.
6. Гапоненко В. С., Войтюк Д. Г. Сільськогосподарські машини / В.С. Гапоненко, Д.Г. Войтюк. – 6-е вид., перероб. і допов. – К.: Урожай, 1992. – 448 с.
7. Довідник з машиновикористання в землеробстві / за ред. В.І.Пастухова. – Харків: „Веста” – 2001, 347 с.
8. Каталог-довідник машин і обладнання для агропромислового комплексу (видання друге). – К.: Асоціація „Прома” – 2002.
9. Агрокваліметрія/За ред. Д.І. Мазоренко, Ю.І. Ковтуна. – Харків: РВП Оригінал, - 2000, 314с.
10. Машиновикористання в землеробстві / В.І.Ільченко, Ю.П.Нагірний, П.А.Джолос та ін.: За ред. В.І.Ільченка і Ю.П.Нагірного.— К.: Урожай, 1996 р. —384 с.
11. Авт.свид. СССР № 1358814 А 01 С 23/00. Рабочий орган разбрасывателя жидких удобрений. 1987. Бюл. № 46. – 4 с.
12. Якубаускас В.И. /Технологические основы механизированного внесения удобрений. –М.: колос, 1973, 225с.
13. НПА ОП 01.0-1.02-18 Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві