

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Інженерії машин, споруд та технологій

(повна назва факультету)

Технічної механіки та сільськогосподарських машин

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: **Підвищення ефективності внесення мінеральних добрив з
удосконаленням автоматичного зчіпного пристрою до трактора ЮМЗ-652**

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МГЗ-41
спеціальності 208

Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності)

	<u>Чухрай Б.В.</u> (підпис)	<u>Чухрай Б.В.</u> (прізвище та ініціали)
Керівник	<u>Олексюк В.П.</u> (підпис)	<u>Олексюк В.П.</u> (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	<u>Сташків М.Я.</u> (підпис)	<u>Сташків М.Я.</u> (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	<u>Бабій А.В.</u> (підпис)	<u>Бабій А.В.</u> (прізвище та ініціали)
Рецензент	<u></u> (підпис)	<u></u> (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2024

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Технічної механіки та сільськогосподарських машин
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Бабій А.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)
« » 20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 208 Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності)

студенту Чухраю Борису Володимировичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення ефективності внесення мінеральних добрив з
удосконаленням автоматичного зчіпного пристрою до трактора ЮМЗ-652

Керівник роботи Олексюк Василь Петрович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «24» січня 2024 року № 4/7-62

2. Термін подання студентом завершеної роботи 13 червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи Базова конструкція автоматичного зчіпного пристрою, загальний обсяг робіт – 76 га,

склад агрегату: ЮМЗ-652 + МВСУ-0,6АГ, конструктивна ширина захвату – 8 – 22 м,

робоча швидкість – 9 – 11,1 км/год.

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

Реферат. Вступ. 1. Оглядова частина. 2. Проектування технології внесення мінеральних добрив.

3. Проектна частина. 4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

Загальні висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Експлуатаційні характеристики МТА. – 1А4. 2. Аналіз конструкції навіски

трактора ЮМЗ-652 – 1А4. 3. Гідрофікований автоматичний зчіпний пристрій – 1А4.

4. Вузол з'єднання гідросистем – 1А4. 5. Деталювання – 7А4.

6. Операційна карта на внесення мінеральних добрив – 1А4.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	Окіпний І.Б., доцент		

7. Дата видачі завдання

24.01.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Оглядова частина	02.02.2024 р.	
2	Проектування технології внесення мінеральних добрив.	10.02.2024 р.	
3	Проектна частина.	10.05.2024 р.	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	15.05.2024 р.	
5	Реферат. Вступ. Висновки.	01.06.2024 р.	
6	Ілюстративна частина. Специфікації	05.06.2024 р.	

Студент

_____ (підпис)

Чухрай Б.В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Олексюк В.П.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Автор роботи – Чухрай Борис Володимирович.

Тема роботи – «Підвищення ефективності внесення мінеральних добрив з удосконаленням автоматичного зчіпного пристрою до трактора ЮМЗ-652».

Робота виконана на кафедрі технічної механіки та сільськогосподарських машин Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Керівник роботи – Олексюк Василь Петрович, кандидат технічних наук, доцент кафедри технічної механіки та сільськогосподарських машин.

Актуальність теми роботи

Врахування технологічних особливостей внесення мінеральних добрив у конкретних умовах господарства дозволить збільшити урожайність основних видів с.г. культур.

В даний час широко використовуються, особливо в сільськогосподарському виробництві, машинно-тракторні агрегати, що складаються з трактора і навісної машини, навішеної на навіску трактора за допомогою автоматичного зчіпного пристрою (автозчіпки). Значна кількість цих машин потребує приводу своїх робочих органів від ВВП трактора. Також значна кількість сільськогосподарських машин і знарядь потребують використання гідравлічної системи трактора для приводу робочих органів чи роботи власної гідравлічної системи.

Процес з'єднання зчіпних пристроїв трактора і начіпної машини вимагає затрат праці та часу через необхідність ручного з'єднання трубопроводів гідросистеми трактора та с.г. машини, що впливає на ефективність виконання МТА.

В зв'язку з цим можливість обладнати навіску трактора гідрофікованим пристроєм автозчіпки, який дасть змогу автоматично з'єднувати гідросистеми трактора та начіпної с.г. машини в момент навішування останньої на трактор, скоротити час приєднання начіпних машин, виключити необхідність

використання послуг додаткових працівників і поліпшити техніко-економічні показники використання трактора є актуальною науково-практичною задачею.

Мета роботи

Основною метою кваліфікаційної роботи є підвищення ефективності внесення мінеральних добрив, а також удосконалення автоматичного зчіпного пристрою до трактора ЮМЗ-652, що дасть можливість підвищити продуктивність МТА та скоротити затрати праці й часу.

Об'єкт, методи та джерела дослідження

Об'єкт дослідження. Технології внесення мінеральних добрив.

Предмет дослідження. Автоматичний зчіпний пристрій до трактора ЮМЗ-652.

Методи дослідження. Економіко-статистичний, порівняльний, математичного моделювання, теоретико-емпіричний.

Отримані результати:

- здійснено аналіз існуючих технологій внесення мінеральних добрив;
- проведено розрахунки операційної карти внесення мінеральних добрив;
- визначено експлуатаційні затрати на виконання робіт;
- зроблено аналіз конструкції навіски трактора ЮМЗ-652;
- проаналізовано конструкцію та принцип роботи гідрофікованого пристрою автозчіпки;
- проведено розрахунок пальцевого з'єднання трикутника автозчіпки з центральною тягою навіски трактора;
- виконано моделювання процесів формування та виникнення травмонебезпечних ситуацій при внесенні мінеральних добрив;
- розроблені заходи щодо охорони праці та техніки безпеки на механізованих роботах при внесенні мінеральних добрив;
- запропоновано заходи з охорони ґрунтових покривів.

Практичне значення отриманих результатів.

Застосування трактора ЮМЗ-652 з удосконаленою навіскою в процесі внесення мінеральних добрив дасть можливість підвищити продуктивність МТА та скоротити затрати праці й часу.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань та додатків. Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 50, додатки – 2 арк. формату А4, ілюстративний матеріал – 12 арк. формату А4.

Ключові слова: трактор, машинно-тракторний агрегат, навіска, автозчіпка, мінеральні добрива, гідролізований пристрій, технологія внесення.

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

Розділ 1:

G_p – вантажопідйомність розкидача, кг;

H_m – норма внесення добрив, кг/га;

B_p – робоча ширина захвату, м;

Q – маса добрив в кузові, кг;

l_2 – довжина гону, м.

Розділ 2:

$N_{ГП}$ – потужність, яка необхідна на привід механізмів машини, кВт;

η_{me} – коефіцієнт корисної дії механічної передачі;

V_p – робоча швидкість, м/с;

$\eta_{ВВП}$ – коефіцієнт корисної дії передачі через ГП;

$G_{тр}$ – вага трактора, кН;

$N_{ен}$ – номінальна тягова потужність трактора, кВт.

$N_{ен}$ – номінальна потужність двигуна, кВт.

R_T – радіус повороту трактора, м;

K_r – коефіцієнт, що враховує тип і параметри МТА;

K_v – коефіцієнт, що враховує швидкість руху на поворотах;

C – ширина загінки, м;

t_p, t_x – відповідно час на робочі проходи і холості за цикл, год;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год;

$T_{пз}$ – підготовчо-заключний час за зміну, год;

$T_{пк}, T_{цо}, T_{пнк}, T_{пн}$ – час за зміну відповідно на підготовку агрегату до переїзду на початку і в кінці зміни, щозмінне ТО елементів агрегату, на переїзди, одержання наряду та здачу роботи, год;

$T_{он}$ – час внутрішньо-змінних перерв, год;

$T_{он}$ – час внутрішньо-змінних перерв, год;

G_p, G_x, G_o – годинна витрата палива відповідно на робочому ході,

холостому ходу і зупинках трактора з працюючим двигуном, год

m – кількість обслуговуючого персоналу;

$\sum S_{ав}$, $\sum S_{мо}$, $S_{пм}$, $S_{зп}$ - відрахування грошових коштів відповідно на амортизацію, поточний ремонт і технічне обслуговування всіх агрегатів, вартість паливно-мастильних матеріалів і оплата праці, грн/га;

a_p , a_k - норми амортизаційних відрахувань відповідно на реновацію і капітальний ремонт, %;

B - балансова вартість трактора, грн;

T_p - річне завантаження трактора, год;

$a_{пр}$, $a_{мо}$ - норми відрахувань відповідно на поточний ремонт і ТО, %;

C - комплексна ціна палива, грн;

f - тарифна ставка механізатора, грн.

Розділ 3:

P_m – тиск дії ваги машини на палець, МПа;

F - площа кільця центральної тяги, м²;

r - радіус кільця центральної тяги, м;

$F_{зр}$ - площа зрізу (пальця), м²;

d - діаметр пальця за місцем зрізу, м;

$[\tau_3]$ - допустиме напруження зрізу, МПа.

ЗМІСТ

Вступ	10
1. Оглядова частина	11
1.1 Технологія внесення мінеральних добрив	11
1.2 Організація внесення сипких мінеральних добрив	12
2. Проектування технології внесення мінеральних добрив	17
2.1 Розрахунки операційної карти на внесення мінеральних добрив	17
2.1.1 Тяговий розрахунок і обґрунтування режимів роботи основного агрегату	17
2.1.2 Визначення приведенного опору робочих органів машини	18
2.1.3 Організація роботи агрегату в загінці	20
2.1.4 Показники використання агрегатів	22
2.2 Експлуатаційні затрати на виконання робіт	24
3. Проектна частина	27
3.1 Аналіз конструкції навіски трактора ЮМЗ-652	27
3.2 Обґрунтування доцільності конструктивної розробки	29
3.3 Конструкція та принцип роботи гідрфікованих пристроїв для автозчіпки	30
3.4 Розрахунки пальцевого з'єднання трикутника автозчіпки з центральною тягою навіски трактора	34
3.5 Розрахунок запобіжної пружини вузла з'єднання гідросистем	36
4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	40
4.1 Моделювання процесів формування та виникнення травмонебезпечних ситуацій при внесенні мінеральних добрив	40
4.2 Охорона праці на механізованих роботах при внесенні мінеральних добрив	42
4.3 Заходи з охорони ґрунтових покривів	44
Загальні висновки	46
Перелік посилань	48
Додатки	50

ВСТУП

Основною метою вдосконалення сучасного аграрного виробництва є зростання обсягів продукції за рахунок введення інтенсивних технологій, ефективного використання агротехніки, застосування високопродуктивних сортів насіння та мінімізації втрат урожаю.

Щодо підвищення ефективності техніки у агропромисловості, одним з ефективних підходів є її активне застосування у технологічних процесах вирощування сільськогосподарської продукції. Це можливо за допомогою створення комбінованих агрегатів та забезпечення максимальної завантаженості двигунів тракторів та інших машин.

На сучасному етапі у сільськогосподарській галузі активно застосовуються машинно-тракторні агрегати, що складаються з трактора та прицепленої до нього за допомогою автоматичного зчіпного пристрою (автозчіпки) навісної машини. Багато з цих агрегатів потребують підключення до валу відбору потужності (ВВП) трактора для функціонування їхніх робочих органів.

Також чимало сільськогосподарських машин вимагають використання гідравлічної системи трактора для активації своїх робочих органів або ж роботи власних гідравлічних систем. Процес підключення гідравлічних систем між трактором та навісним обладнанням часто вимагає часу та зусиль через необхідність ручного з'єднання трубопроводів, що може знижувати загальну ефективність використання машинно-тракторних агрегатів.

У відповідь на ці виклики, ми запропонували оснастити навісну систему трактора гідрофікованим автозчіпним пристроєм, який дозволить автоматично з'єднувати гідравлічні системи трактора та приєднаної сільськогосподарської машини під час її монтажу на трактор. Це дозволить скоротити час на приєднання навісних машин, уникнути потреби у залученні додаткових працівників та покращити технічні та економічні показники експлуатації трактора.

1. ОГЛЯДОВА ЧАСТИНА

1.1 Технологія внесення мінеральних добрив

Способи внесення добрив.

На сільськогосподарських підприємствах використовують три головні методи внесення добрив: базовий, перед посівом та під час росту рослин (підживлення).

Базовий метод полягає у розподілі органічних і мінеральних добрив по полю за допомогою розкидачів, зазвичай в повній дозі для органічних і дві третини для мінеральних. Після розкидання добрива одразу впроваджують в ґрунт за допомогою плугів, культиваторів або іншої техніки для обробітку ґрунту.

Передпосівне внесення мінеральних добрив здійснюють разом із сівбою (посадкою) культур у рядки або гнізда, що сприяє швидшому проростанню насіння.

Підживлення під час росту рослин включає позакореневе (розсіювання добрив на рослини по всьому полю для озимих культур) та кореневе (додавання добрив уздовж рядків у період догляду за посівами).

Агротехнічні вимоги під час внесення мінеральних добрив.

Необхідно вносити добрива всіх типів у встановлені норми, розподіляючи їх по полю або в рядках якнайбільш рівномірно та загортаючи на визначену глибину. Нерівномірність розподілу добрив має не перевищувати $\pm 15\%$ для тукових сівалок та $\pm 25\%$ для розкидачів. Мінеральні добрива, готові до внесення, повинні мати вологість, яка забезпечить ефективну роботу дозувальних механізмів і відповідати стандартам за своїми характеристиками; у добривах заборонено наявність сторонніх матеріалів.

Зазори між сусідніми проходами агрегатів неприпустимі, дозволене перекриття суміжних проходів не має перевищувати 6% ширини захвату. Від

часу розкидання до загортання добрив повинно пройти не більше 12 годин.

Слід уникати поверхневого внесення мінеральних добрив у осінньо-зимовий період на дуже вологих, піщаних ґрунтах, на крутих схилах, та на полях з нерівним рельєфом.

1.2 Організація внесення сипких мінеральних добрив

Вибір технологічної схеми.

У сільськогосподарських господарствах широко використовуються дві основні методики внесення мінеральних добрив: прямоточна та перевантажувальна. Прямоточна методика ефективна на великих площах ділянок, коли відстань від складу до поля не перевищує 3-4 км. При цьому методі добрива завантажують у розкидачі за допомогою навантажувачів, перевозять до місця внесення і рівномірно розподіляють по полю.

Перевантажувальна методика застосовується, коли відстані від складу до полів значно більші (понад 5 км). За цією схемою розкидачі заповнюють мінеральними добривами, використовуючи спеціалізовані автосамоскиди із підймальними механізмами або рухомі естакади.

Також, перевантажувальна схема використовується при внесенні мінеральних добрив за допомогою навісних розкидачів, наприклад типу НРУ-0,5. У цьому випадку до трактора з навісним розкидачем приєднують двохвісний причеп, який завантажують добривами на складі. На полі причеп від'єднують, і з нього перевантажують добрива у розкидач. Після завершення роботи на одній ділянці агрегат переходить до наступної, повторюючи цикл внесення.

Існує також метод, коли добрива зі складу доставляються на поле у мішках і потім вручну завантажуються у розкидачі. Є варіант, коли добрива у мішках перевозяться на поле, складаються в певному місці у штабелі і потім перевантажуються в розкидачі (перевалочна схема).

Для застосування великих доз мінеральних добрив на великих площах, які

знаходяться далеко від складів, рекомендується використання автомобільних розкидачів типу КСА-3.

Висококонцентровані добрива та тукосуміші, які потрібно вносити з високою рівномірністю, найкраще вносити за допомогою тукових сівалок із дисковими сівалками.

Підготовка агрегатів до роботи.

Для розподілу сипучих мінеральних добрив використовують розкидачі, такі як РТТ-4,2 із тарілчастими висівними апаратами, а також 1-РМГ-4, РУМ-5, РУМ-8, НРУ-0,5, МВСУ-0,6АГ, МВД-900 із відцентровими дисками. Перед використанням розкидачів їх підготовка відбувається відповідно до заводських інструкцій, з урахуванням конструктивних особливостей та умов експлуатації. Наприклад, для моделей 1-РМГ-4 та МВСУ-0,6АГ спочатку настроюють гідропривод і гідросистему трактора, а потім регулюють на потрібну норму внесення добрив, встановлюючи висоту щілини дозуючого пристрою. Також перевіряють і уточнюють норми внесення в полі.

Трактори, що використовуються з начіпними розкидачами мінеральних добрив, оснащуються системою автозчіпки СА-1 для спрощення агрегування.

Для роздрібнення злежаних мінеральних добрив застосовують подрібнювачі моделі ИСУ-4, які можуть працювати від електродвигуна потужністю 7 кВт або від трактора класу 9-14 кН. Перед початком роботи подрібнювача перевіряють його технічний стан і комплектацію. Після переконання у відсутності сторонніх об'єктів у бункері, вручну перевіряють легкість обертання робочого органу подрібнювача. Частоту обертання ротора налаштовують в діапазоні 800-900 об/хв і вибирають сита з потрібними розмірами отворів. Також монтують брезентовий захисний кожух.

Для змішування кількох видів сипких мінеральних добрив рекомендується застосовувати змішувачі-завантажувачі мінеральних добрив типу УСУ-20.

Підготовка поля.

Перед застосуванням добрив поле ділять на сектори, визначають поворотні зони, наносять лінії для першого проходу агрегата і встановлюють місця для заправки.

Ширину кожного сектору визначають залежно від довжини проходу, форми поля, нахилу при оранці та кута схилу території.

Лінії для першого проходу розмічають, встановлюючи маркери, від краю поля на відстань, що дорівнює половині ширини захоплення агрегата. Перший і останній маркери встановлюють на відстані 15 м від країв поля, а інші маркери розміщують через кожні 100 м.

Поворотні зони розмічають, враховуючи спосіб повороту та конструкцію агрегату. Якщо існує можливість здійснення повороту за межами поля, то зони для поворотів не відзначають.

Способи руху агрегатів.

Вибір методу переміщення залежить від розмірів та форми поля, а також від конструкції агрегату. Переважно використовується човниковий спосіб з поворотом на кінець гону, що є оптимальним для агрегатів з одним валом, а також для кузовних та навісних відцентрових дискових розкидачів. На полях із короткими гонами або при роботі з агрегатами великої ширини захвату (трьох-чотирьох вальцевими) рекомендується використовувати метод безпетлевого повороту, який дозволяє зменшити ширину поворотної смуги на 30-40%.

При визначенні напрямку руху важливо враховувати стан поля. Бажано, щоб напрям руху був паралельним до напрямку оранки, і вітер дув збоку. Якщо вітер слабкий і поле має нерівну поверхню, напрямок руху вибирають згідно з напрямом оранки. На добре вирівняних полях курс руху агрегату слід вибирати перпендикулярно до напрямку вітру.

Робота агрегатів.

При використанні перевантажувальної схеми внесення мінеральних

добрих потрібно обрахувати довжину траєкторії розкидання для визначення місць завантаження (L_p , м) [5]:

$$L_p = \frac{10^4 G_p}{H_m \cdot B_p}. \quad (1.1)$$

Якщо довжина шляху розкидання добрив кратна довжині проходу, добрива перевантажують із самоскида чи естакади до кузова розкидача на кінці проходу з одного або обох боків поля. Якщо ця умова не дотримується, розкидач завантажують в різних місцях залежно від потреби.

Розкидачі мінеральних добрив з відцентровими дисками працюють зі швидкістю 10-12 км/год, тоді як тукові сівалки з тарілчастими висівними апаратами — до 8 км/год. Підвищення швидкості руху призводить до зниження якості роботи. Лабораторно-польові дослідження сівалок РТТ-4,2 виявили, що при збільшенні швидкості з 8 до 12 км/год нерівномірність висіву зростає з 15% до 28%.

Завантаження мінеральних добрив виконується за допомогою грейферних навантажувачів ПЭ-0,8 і ПГ-0,2.

Через велику ширину захоплення відцентрових розкидачів, трактористам-машиністам складно забезпечити необхідне перекриття при виконанні наступних проходів. Тому рекомендується вести агрегат на відстані, яка дорівнює половині ширини захвату, збоку від сліду колеса попереднього проходу.

На початкових етапах, протягом перших двох-трьох проходів, важливо перевіряти фактичну норму внесення мінеральних добрив, яка може суттєво відрізнятись від запланованої. Перевірку на полі здійснюють двома методами. Використовуючи відому масу (контрольну вагу) Q_k , визначають довжину шляху [5]:

$$L_k = \frac{10^4 Q_p}{H_p \cdot B_m}. \quad (1.2)$$

Або за відомою довжиною проходу (довжина гону) за тією самою формулою обчислюють контрольну наважку (Q_k). Якщо контрольна наважка висівається до кінця шляху, або залишається у ящику (кузові) після пройденого шляху (L_k), відповідно коригують налаштування.

Впродовж дня регулюють норму внесення, враховуючи кількість проходів агрегату (n_n) на полі з однієї заправки:

$$n_n = \frac{10^4 Q}{B_p \cdot H_m \cdot l_2} \cdot \quad (1.3)$$

Величина рівномірності та симетричності розкидання добрив по ширині захоплення визначається візуально. Розриви поміж двома суміжними проходженнями не допустимі, а значення величини перекриття має складати не більше 5% від величини ширини захвату.

2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

2.1 Розрахунки операційної карти на внесення мінеральних добрив

Розрахунки будемо проводити використовуючи дані ПАП «Урожай» села Ридодуби, Чортківського району, Тернопільської області.

Вихідними даними для проведення розрахунків операційної карти на внесення мінеральних добрив слугують характеристики умов роботи агрегату:

1. Операція – внесення мінеральних добрив під озиму пшеницю;
2. Загальні обсяги робіт F , га - 76;
3. Площа ділянки, га - 20;
4. Довжина гону L , м - 1000;
5. Ширина гону C , м - 200;
6. Ухил поля i , % - 2;
7. Склад агрегату: ЮМЗ-652 + МВСУ-0,6АГ.

2.1.1 Тяговий розрахунок та обґрунтування режимів роботи основного агрегату

Прийнятні робочі передачі трактора для виконання заданої сільськогосподарської роботи визначають на основі потенційної тягової характеристики, яка представлена набором огинаючих кривих. На цих кривих вказані значення максимальної тягової потужності M_{\max} і номінальної робочої швидкості $V_{рн}$, що корелюють з номінальними тяговими зусиллями $P_{гн}$ на різних передачах трактора.

Побудова характеристики базується на даних з таблиці 2.1.

На характеристиці також вказана зона оптимального навантаження фактора (А) і границі технологічно дозволених робочих швидкостей для проведення робіт з внесення мінеральних добрив.

Таблиця 2.1 – Значення параметрів потенційних тягових характеристик трактора ЮМЗ-652 при виконанні операцій на стерні

Показники	Передачі трактора				
	1	2	3	4	5
Тягова потужність N_{zmax} , кВт	27,2	29,0	28,6	26,7	25,6
Тягове зусилля P_{zib} , кН	14	12,5	9,6	4,3	2,65
Робоча швидкість V_{pn} км/год	7,6	9,0	11,1	19,0	24,5

Згідно з технологічно дозволеною швидкістю руху (6...15 км/год), встановлено, що основними робочими передачами можуть бути II та III. На цих передачах параметри тягової характеристики приймають наступні значення.:

Швидкості робочі:

$$V_{pII} = 9,0 \text{ км/год};$$

$$V_{pIII} = 11,1 \text{ км/год}.$$

Швидкості при поворотах:

$$V_{pII} = 8,6 \text{ км/год};$$

$$V_{pIII} = 10,2 \text{ км/год}.$$

Величина тягового зусилля:

$$P_{pII} = 12,5 \text{ кН};$$

$$P_{pIV} = 9,6 \text{ кН}.$$

Годинні витрати палива на робочих ходах:

$$G_{годII} = 11,6 \text{ кг/год};$$

$$G_{годIII} = 10,4 \text{ кг/год}.$$

2.1.2 Визначення приведенного опору робочих органів машини

$$R_{azp} = \frac{N_{гп} \cdot \eta_{мг}}{V_p \cdot \eta_{гп}} \quad (2.1)$$

Величина коефіцієнту використання тягових зусиль трактора:

$$R_{азрII} = \frac{18 \cdot 0,9}{9 \cdot 0,88} = 2,05 \text{ кН} .$$

$$R_{азрIII} = \frac{18 \cdot 0,9}{11,1 \cdot 0,88} = 1,67 \text{ кН} .$$

$$\eta_{mp} = \frac{R_{азр}}{P_{зак} - G_{mp} \frac{i}{100}} . \quad (2.2)$$

$$\eta_{mpII} = \frac{2,05}{12,5 - 44,1 \frac{1}{100}} = 0,17 .$$

$$\eta_{mpIII} = \frac{1,67}{9,6 - 44,1 \frac{1}{100}} = 0,18 .$$

Оскільки на III передачі коефіцієнт використання тягового зусилля трактора є більш високим, ми обираємо її як основну.

Значення коефіцієнта використання тягових потужностей трактора [3]:

$$\eta_{mp} = (R_{азр} \cdot V_P) / (3,6 \cdot N_{гн}), \quad (2.3)$$

де $N_{гн} = 12,5$ кВт.

$$\eta_{mp} = (1,67 \cdot 11,1) / (3,6 \cdot 29) = 0,18 .$$

Величина коефіцієнта корисного використання потужностей двигуна:

$$\eta_{дв} = (R_{азр} \cdot V_P) / (3,6 \cdot N_{ен}), \quad (2.4)$$

де $N_{ен} = 45,6$ кВт.

$$\eta_{\text{дв}} = (1,67 \cdot 11,1) / 3,6 \cdot 45,6 = 0,11.$$

Складемо експлуатаційні характеристики МТА (табл.2.2).

Таблиця 2.2 – Експлуатаційні характеристики МТА

№ п/п	Показник	Одиниця виміру	Умовне позначення	Значення показника МТА
1	Склад МТА марка трактора марка с.г. машини	- -	ЮМЗ-652 МВСУ- 0,6АГ	- -
2	Кількість с.г. машин в агрегаті	шт	n_M	1
3	Кількість обслуговуючого персоналу	Люд.	$n_{\text{люд}}$	1
4	Конструктивна ширина захвату	м	B_K	8-22
5	Робоча передача	-	-	III
6	Робоча швидкість	км/год	V_P	11,1
7	Номінальна величина гакового зусилля на вибраній передачі	кН	$P_{гк}$	9,6
8	Тяговий опір агрегату	кН	$R_{\text{агр}}$	1,67
9	Годинна витрата палива на робочому ході	кг/год	$G_{\text{год}}$	10,4
10.	Коефіцієнт використання: тягових зусиль гакової потужності трактора ефективної потужності двигуна	- - -	$\eta_{\text{тп}}$ η_z $\eta_{\text{дв}}$	0,18 0,18 0,11
11.	Класифікація МТА за: видом с.г. роботи способом з'єднання робочих органів з трактором способом приводу робочих органів розміщення робочих машин в агрегаті відносно трактора і тракториста та поздовжньої осі агрегату	внесення міндобрив начіпний привідний задне		

2.1.3 Організація роботи агрегату в загінці

Обираємо човниковий метод переміщення, оскільки він забезпечує найвищий коефіцієнт ефективності робочих проходів при виконанні даної

операції.

Визначаємо довжину розкидання:

$$L_p = \frac{10^4 600}{240 \cdot 16} = 1562,5 \text{ м.}$$

Значення радіусу повороту:

$$R_n = R_T K_r K_v, \quad (2.5)$$

$$R_n = 6 \cdot 1,5 \cdot 1,2 = 10,8 \text{ м.}$$

Величину кінематичної довжини агрегату знайдемо як суму кінематичних довжин трактора ($L_{np}=0,911$) та косарки ($L_M=0,46$):

$$L_K = L_{np} + L_M = 0,911 + 0,46 = 1,37 \text{ м.} \quad (2.6)$$

Значення кінематичної ширини агрегату:

$$d_K = 0,5 B_m = 0,5 \cdot 1,884 = 0,942 \text{ м.} \quad (2.7)$$

Величина довжини виїзду агрегату:

$$e = 0,1 L_K = 0,1 \cdot 1,37 = 0,14 \text{ м.} \quad (2.8)$$

Мінімальна ширина поворотних смуг:

$$E_{\min} = 1,1 R + e + d_K = 1,1 \cdot 4,2 + 0,14 + 0,942 = 5,7 \text{ м.} \quad (2.9)$$

Значення ширини поворотних смуг згідно умов кратності проходжень при їх обробітку:

$$E = 4 R_T = 4 \cdot 4,2 = 16,8 \text{ м.} \quad (2.10)$$

Значення довжин робочих проходів агрегату:

$$L_p = L - 2E = 1000 - 2 \cdot 16,8 = 966,4 \text{ м.} \quad (2.11)$$

Величина довжини одного безпетлевого повороту:

$$l_x = 7R_T + 2e = 7 \cdot 10,8 + 2 \cdot 0,14 = 29,7 \text{ м.} \quad (2.12)$$

Число робочих проходжень на загінці:

$$n_p = \frac{C}{B_k} + \frac{2E}{B_k} = \frac{200}{16} + \frac{2 \cdot 16,8}{16} = 14,6, \quad (2.13)$$

де $C=300$ м.

Число холостих поворотів:

$$n_x = n_p - 1 = 14,6 - 1 = 13,6. \quad (2.14)$$

Величина коефіцієнту робочих ходів:

$$\varphi = \frac{l_p \cdot n_p}{l_p \cdot n_p + l_x \cdot n_x} = \frac{966,4 \cdot 14,6}{966,4 \cdot 14,6 + 29,7 \cdot 13,6} = 0,97. \quad (2.15)$$

2.1.4 Показники використання агрегатів

Час на проходження одного круга (циклу) агрегату на загінці:

$$t_u = t_p + t_x. \quad (2.16)$$

Значення чистого робочого часу за цикл:

$$t_p = \frac{2 \cdot l_p \cdot 60}{V_p \cdot 1000} = \frac{2 \cdot 966,4 \cdot 60}{11,1 \cdot 1000} = 10,4 \text{ хв}, \quad (2.17)$$

де $V_p=11,1$ км/год.

Час на проходження холостих поворотів за цикл:

$$t_x = \frac{2 \cdot l_x \cdot 60}{V_x \cdot 1000} = \frac{2 \cdot 29,7 \cdot 60}{10,4 \cdot 1000} = 0,34 \text{ хв.}$$

Тоді $t_u = 10,4 + 0,34 = 10,74 \text{ хв.}$

Число циклів за одну зміну:

$$n_u = \frac{T_{зм} - T_{нз} - T_{он}}{t_u}, \quad (2.18)$$

$$T_{нз} = T_{нк} + T_{цо} + T_{ннк} + T_{нн}, \quad (2.19)$$

де: $T_{нк}=3 \text{ хв}; T_{цо}=30 \text{ хв}; T_{ннк}=16 \text{ хв}; T_{нн}=4 \text{ хв.}$

$$T_{нз} = 3 + 30 + 16 + 4 = 53 \text{ хв.}$$

де $T_{он}=30 \text{ хв.}$

$$n_u = \frac{420 - 53 - 30}{10,74} = 31,37 = 32 \text{ цикли.}$$

Значення чистого робочого часу за одну зміну:

$$T_p = t_p \cdot n_u, \quad (2.20)$$

$$T_p = 10,74 \cdot 32 = 343,68 \text{ хв.}$$

Значення часу на холостий рух за зміну:

$$T_x = t_x \cdot n_u = 0,34 \cdot 32 = 10,88 \text{ хв.} \quad (2.21)$$

Значення часу на зупинки агрегату з увімкненим двигуном трактора:

$$T_o = T_{нк} + T_{цо} + T_{нн} + T_{он} = 3 + 30 + 4 + 30 = 67 \text{ хв,} \quad (2.22)$$

Дійсний час тривалості зміни:

$$T_{зм.д} = T_p + T_x = 343,68 + 10,8 = 354,56 \text{ хв} = 5,91 \text{ год.} \quad (2.23)$$

Величина коефіцієнту використання часу однієї зміни:

$$\tau = T_p / T_{зм.д} = 5,73 / 5,91 = 0,97 . \quad (2.24)$$

Величина продуктивності агрегату за одну зміну:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_K \cdot \beta \cdot V_p \cdot T_p = 0,1 \cdot 16 \cdot 0,984 \cdot 11,1 \cdot 5,73 = 100,1 \text{ га.} \quad (2.25)$$

Значення продуктивності агрегату за один цикл:

$$W_{ц} = 2B_K \cdot \beta \cdot L \cdot 10^4 = 2 \cdot 16 \cdot 0,984 \cdot 966,4 \cdot 10^4 = 3,04 \text{ га.} \quad (2.26)$$

Значення продуктивності агрегату за одну годину:

$$W_{г} = \frac{W_{зм}}{T_{зм.д}} = \frac{100,1}{5,91} = 16,94 \text{ га.} \quad (2.27)$$

2.2 Експлуатаційні затрати на виконання робіт

Величина витрат палива на виконання одиниці роботи:

$$G = \frac{G_p T_p + G_x T_x + G_o T_o}{W_2} = \frac{11,6 \cdot 6,8 + 10,4 \cdot 0,18 + 0,8 \cdot 1,12}{16,94} = 4,82 \text{ кг / га,} \quad (2.28)$$

де:

$$G_p = 11,6 \text{ кг/год; } G_x = 10,4 \text{ кг/год; } G_o = 0,8 \text{ кг/год.}$$

Величина затрат праці на виконання одиниці роботи:

$$z_n = \frac{m \cdot T_{зм.д}}{W_{зм}} = \frac{1 \cdot 5.91}{100,1} = 0,06 \text{ людгод} / \text{га}, \quad (2.29)$$

де $m = 1$ чол.

Витрати грошових коштів на виконання одиниці роботи:

$$S_o = \sum S_a + \sum S_{mo} + S_{nm} + S_{zn}. \quad (2.30)$$

Величина амортизаційних відрахувань:

- для трактора

$$S_a = \frac{(a_p + a_k) \cdot B \cdot 7}{T_p \cdot 100 \cdot W_z} = \frac{(14.3 + 2.7) \cdot 400000 \cdot 7}{1000 \cdot 100 \cdot 16.94} = 28,1 \text{ грн} / \text{га}, \quad (2.31)$$

де $a_p = 14,3\%$, $a_k = 2,7\%$.

- для розкидача:

$$S_{a_m} = \frac{(20 + 0) \cdot 45000 \cdot 7}{200 \cdot 100 \cdot 16,94} = 18,6 \text{ грн} / \text{га}.$$

Величина сумарних амортизаційних відрахувань:

$$\sum S_a = S_{am} + S_{am} = 28,1 + 18,6 = 46,7 \text{ грн} / \text{га}. \quad (2.32)$$

Величина відрахувань на проведення ремонту та технічних обслуговувань:

- для трактора

$$S_{mo} = \frac{(a_{np} + a_{mo}) \cdot B \cdot 7}{T_p \cdot 100 \cdot W_z} = \frac{1,4 \cdot 400000 \cdot 7}{1000 \cdot 100 \cdot 16,94} = 2,31 \text{ грн} / \text{га}. \quad (2.33)$$

- для розкидача:

$$S_{mo} = \frac{9,0 \cdot 45000 \cdot 7}{200 \cdot 100 \cdot 16,94} = 8,37 \text{ грн} / \text{га},$$

де $a_{np} + a_{mo} = 1,4\%$ для тракторів, $a_{np} + a_{mo} = 9\%$ для розкидачів.

Величина сумарних затрат на проведення поточного ремонту та технічного обслуговування:

$$\sum S_{mo} = S_{mot} + S_{mom} = 2,31 + 8,37 = 10,68 \text{ грн/га.} \quad (2.34)$$

Вартість паливних та мастильних матеріалів:

$$S_{nm} = C G = 50 \cdot 4,82 = 241 \text{ грн/га,} \quad (2.35)$$

де $C = 50 \text{ грн/кг}$.

Витрати на оплату праці механізаторів:

$$S_{zn} = \frac{(f \cdot m \cdot 1,044 \cdot 1,0455)}{W_z} = \frac{(160,84 \cdot 1 \cdot 1,044 \cdot 1,0455)}{16,94} = 10,36 \text{ грн/га,} \quad (2.36)$$

де $f = 160,84 \text{ грн}$.

Собівартість обробітку одного гектара згідно формули (2.30):

$$S_0 = 46,7 + 10,68 + 241 + 10,36 = 308,74 \text{ грн/га.}$$

Висновки:

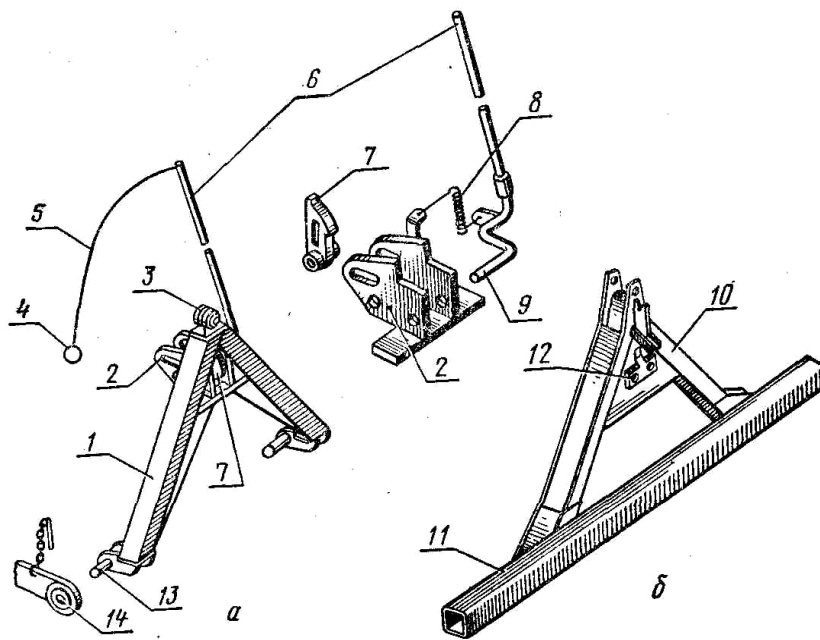
Урахування технологічних особливостей при внесенні мінеральних добрив у специфічних умовах господарства сприятиме підвищенню урожайності основних сільськогосподарських культур. Використання запропонованого агрегату для внесення добрив збільшить ефективність їх виробництва.

3. ПРОЕКТНА ЧАСТИНА

3.1 Аналіз конструкції навіски трактора ЮМЗ-652

Навіска використовується для з'єднання напівначіпних і начіпних сільськогосподарських машин з трактором та регулювання їхнього робочого становища. Начіпні машини приєднують до трактора в трьох точках: до задніх шарнірів нижньої (подовжньої) та верхньої (центральної) тяг. Ліва сторона розкісу в напрямку руху трактора зазвичай залишається нерегульованою, і відстань між її нижнім і верхнім пальцями повинна бути 515 мм [11]. Механізм для фіксації навіски слугує для утримання начіпного обладнання разом із приєднаною машиною у верхньому положенні під час транспортування.

Начіпні машини оснащуються автоматичними зчіпками СА-1 (рис.3.1), які дозволяють автоматично приєднувати машину до трактора.



- 1 - рама рамки; 2 - шока; 3 - ролик; 4 - кільце; 5 - мотузок;
6 - важіль; 7 - засочка; 8 - пружина рукоятки; 9 - вісь рукоятки; 10 - рама замка; 11 - брус
рами сівалки; 12 - регульовальна планка; 13 - палець;
14 - нижня тяга начіпного механізму трактора

Рисунок 3.1 – Автоматична зчіпка СА-1:

а - рамка; б - замок

Зчіпка СА-1 складається з рамки 1 і замка 10 (рис3.1). Рамка, виготовлена зварним способом, має трикутну форму і прикріплюється до нижніх тяг і верхньої тяги начіпного механізму трактора за допомогою пальців 13 та щік 2.

Центральна тяга фіксується у продовговуватих отворах на щоках 2, а в умовах недостатності дорожнього просвіту або підвищеної нерівномірності ходів робочих органів машини - у круглі отвори. Автозчіпка з'єднується з агрегатованою машиною через замок 10, розміщений на машині.

На рамці приварений підшипник з роликком 3 для полегшення з'єднання з замком. Рамка 1 фіксується у замку 10 за допомогою заскочки 7 на рукоятці 6, що знаходиться між щоками 2; зуб заскочки входить у отвір замка і упирається в планку 12. Замок прикріплений до бруса 11 рами сівалки.

Для приєднання машини до трактора її підводять під прямим кутом, забезпечуючи співпадіння осей симетрії рамки та замка. Коли рамка входить у замок до контакту площин, активують гідросистему для підйому. Під час цього процесу рамка піднімається, зуб заскочки заходить у отвір косинки замка, який регулюється планкою 12, і блокує обидва елементи, запобігаючи їх випадковому роз'єднанню через дію на важіль гідророзподільника.

Для від'єднання машини від трактора її опускають на землю, при допомозі кільця 4 і мотузки 5 повертається рукоятку, вивільняючи заскочку з отвору замка, а потім при допомозі гідросистеми трактора рамка опускається вниз і трактор від'їждже від машини.

На картоплесадильних агрегатах використовують автозчіпки СА-2, які відрізняються від зчіпок СА-1 лише розмірами[11].

Гідрофіковані причепні крюки призначені для використання з одноосними прицепами в агрегаті з трактором.

3.2 Обґрунтування доцільності конструктивної розробки

В сучасному сільськогосподарському виробництві широко застосовуються агрегати, які складаються з трактора та начіпної машини, з'єднаної за допомогою автоматичної зчіпки СА-1. Приблизно половина аграрних робіт виконується з використанням навісних машин і знарядь. Більшість сільськогосподарських машин також вимагають використання гідравлічної системи трактора для приводу робочих органів або їх власних гідравлічних систем. Поки що не розроблено ефективної конструкції автоматичних з'єднувальних пристроїв для з'єднання гідросистем трактора і машини через складності з точним взаємним орієнтуванням зчіпних елементів. Це створює потребу у розробці систем з'єднання, які б забезпечували надійне сполучення машин та одночасне з'єднання їх гідросистем.

Сьогодні трактор та начіпна машина зазвичай з'єднуються за допомогою автоматичних зчіпок СА-1 (СА-2), але їхні гідросистеми з'єднуються вручну. Одна з основних проблем автоматичного з'єднання гідросистем при навішуванні машини полягає в забезпеченні правильного взаємного положення штуцерів гідросистем трактора і начіпної машини.

Ціль нашої конструктивної розробки — вдосконалити конструкцію автоматичної зчіпки, щоб забезпечити надійне та швидке з'єднання трактора з машиною і одночасне з'єднання їх гідросистем. Це має бути досягнуто шляхом забезпечення гарантованого взаємного орієнтування елементів, які з'єднують гідросистеми у момент входження трикутника автозчіпки трактора в рамку замка автозчіпки машини.

3.3 Конструкція та принцип роботи гідрофікованих пристроїв для автозчіпки

Ми запропонували наступне вдосконалення автоматичного зчіпного пристрою СА-1 для забезпечення автоматичного з'єднання гідросистем трактора та начіпної сільськогосподарської машини (рис. 3.2.). Цей пристрій включає трикутник автозчіпки з вбудованим штуцером і клапаном для з'єднання гідросистем, який монтується на навісну систему трактора. Також пристрій має гніздо, оснащене клапаном та ущільненням, яке під'єднане до гідросистеми сільськогосподарської машини і встановлюється на рамі замка автозчіпки машини.

Цей вузол з'єднання дозволяє сполучити масляні магістралі гідросистем тракторів з гідромагістралями начіпних машин. Деталізована конструкція з'єднувального вузла гідросистем трактора і причіпної машини представлена на рисунку 3.3.

Конструкція вузла автоматичного з'єднання гідросистем трактора та причіпної машини базується на принципах розривної муфти, яка застосовується в гідросистемах тракторів класу 1,4. Вузол має верхню та нижню частини. Нижня частина включає прямокутний порожнистий корпус 1 з канавкою для штопорного кільця 11. Всередині корпуса 1 розташований штуцер 2 з різьбовою частиною для прикріплення стакана нижнього клапана 5. На верхньому кінці стакана 5 є посадочне місце для кульки клапана 8 діаметром 8 мм. Знизу кулька 8 підтримується клапанною пружиною 7, яка опирається на опорну шайбу 6, що встановлена на верхньому кінці штуцера 2. Герметичність нижнього клапана забезпечує ущільнювальна шайба 9.

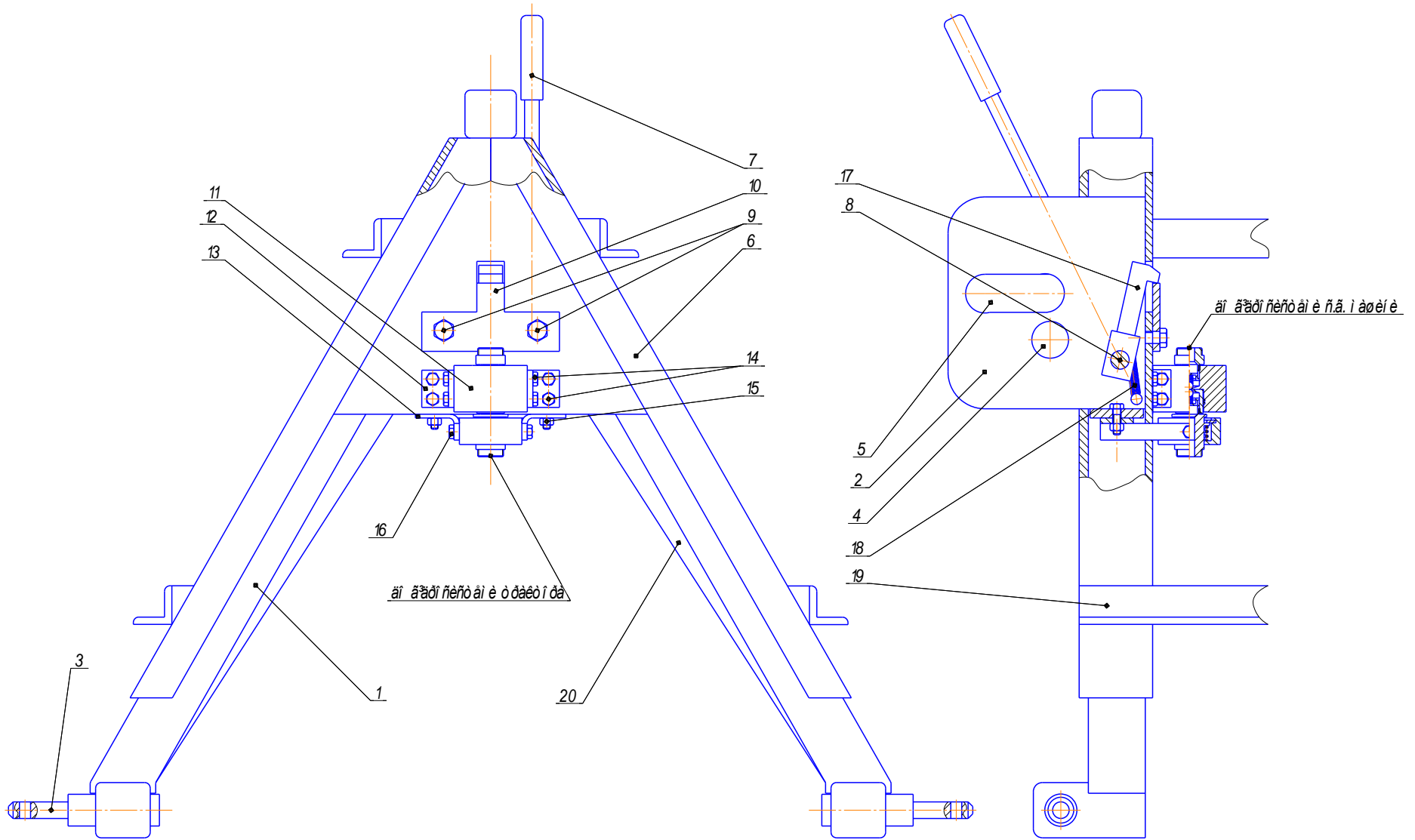


Рисунок 3.2 – Гідрофікований автоматичний пристрій автозчипки

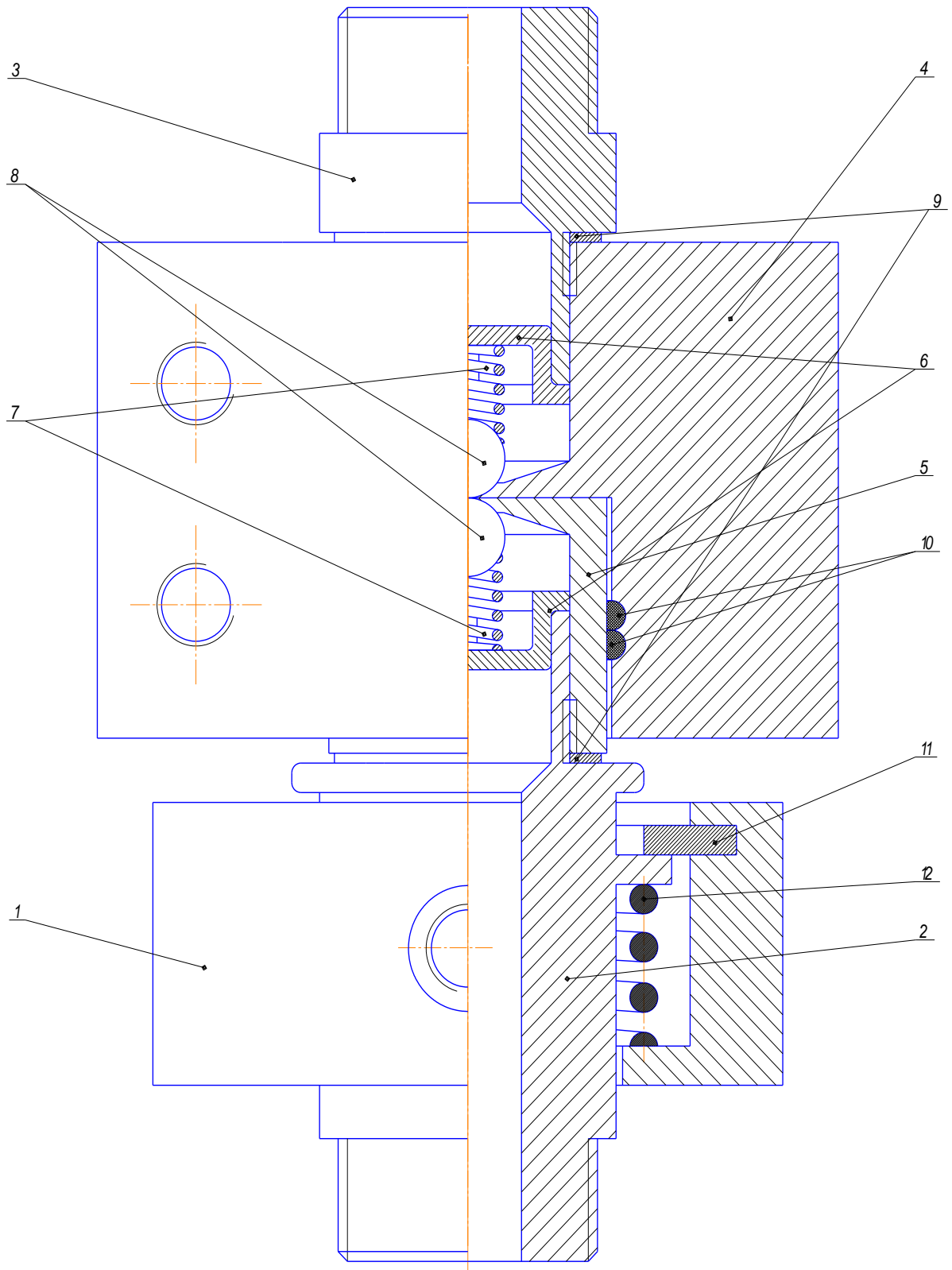
Штуцер 2 фіксується у корпусі 1 при допомозі штопорного кільця 11. Для витримування вертикальних осьових навантажень під час з'єднання нижньої та верхньої частин вузла, під штуцером 2 у корпусі 1 розміщена пружина 12. Нижня частина вузла прикріплюється до трикутника автозчіпки 1 за допомогою болтів 15 і тримачів 13, як показано на рисунку 3.2. Нижній штуцер 2 підключається до гідросистеми трактора через гідравлічний шланг.

Верхня частина вузла виготовлена у вигляді стакана 4, який також служить корпусом для верхнього клапана. У верхній частині стакана 4 є різьблення для ввинчування верхнього штуцера 3, що дозволяє підключити трубопровід гідросистеми машини. Всередині стакана 4 розташоване посадочне місце для кульки 8 верхнього клапана. У закритому стані клапан тримається пружиною 7, нижній торець якої спирається на кульку 8, а верхній — на упорну шайбу 7. Герметичність верхнього клапана забезпечує ущільнююча шайба 9.

Щоб запобігти витоку мастила через зазор між стаканами 4 і стаканами нижнього клапана 5 під час роботи агрегату у з'єднаному стані, у нижній частині стакану 4 передбачено дві кільцеві канавки, де розміщені ущільнювальні кільця 10.

Процес роботи гідрофікованого пристрою автозчіпки відбувається наступним чином: Для того, щоб з'єднати трактор з начіпною машиною його розташовують заднім ходом до машини, вирівнюючи по осі руху.

Для з'єднання машини з трактором до неї під'їжджають під прямим кутом, забезпечуючи таким чином співпадіння осей симетрії трикутника 1 (рис. 3.2) і рамки замка 6. Після входження рамки в замок до контакту площин, активують гідросистему для підйому. Рамка підіймається, зуб заскочки 17 заходить у отвір косинки рамки замка 6, регульований планкою 12, і блокує обидва вузли, запобігаючи їхньому ненавмисному роз'єднанню через несподівану дію на важіль гідророзподільника.



1 – корпус; 2 – нижній штуцер; 3 – верхній штуцер; 4 – стакан; 5 – стакан нижнього клапана; 6 – упорна шайба; 7 – пружина клапана; 8 – кулька клапана; 9 – ущільнююча шайба; 10 – ущільнюючі кільця; 11 – штопорне кільце; 12 – пружина.

Рисунок 3.3 – Вузол автоматичного з'єднання гідросистеми трактора та гідросистеми причіпної машини

Коли трикутник автозчіпки 1 вступає у взаємодію з рамкою замка 6, нижній штуцер 2 з нижнім стаканом 5 уходить у верхній стакан 4 з ущільненням 10, забезпечуючи герметичне з'єднання гідромагістралі трактора з гідромагістраллю машини. Осьові навантаження на нижній штуцер 2, що можуть виникати під час під'єднання машини через неточності в регулюванні замка автозчіпки і навіски трактора, компенсуються за допомогою пружини 12, що запобігає пошкодженню з'єднувального вузла гідросистем трактора та сільськогосподарської машини.

Щоб від'єднати машину від трактора, машину спускають на землю, а потім за допомогою кільця 4 і мотузка 5 (рис. 3.1) повертають важіль 6, знімаючи заскочку 17 з отвору в рамці замка 6. Рамку замка опускають за допомогою гідросистеми трактора. У цей момент нижній стакан 5 вийде з верхнього стакана 4 (рис. 3.3), а кулькові клапани штуцерів закриються під дією тиску мастила в трубопроводах, дозволяючи трактору від'їхати від машини.

3.4 Розрахунки пальцевого з'єднання трикутника автозчіпки з центральною тягою навіски трактора

Трикутник автозчіпки приєднується до центральної тяги трактора за допомогою спеціального пальця. Навантаження на цей палець, що виникає внаслідок ваги прикріпленої машини (наприклад, розкидача), можна обрахувати згідно з формулою, наведеною в джерелі [14].

$$N = P_m \cdot F, \quad (3.1)$$

де: $P_m = 86,8$ МПа;

$$F = \pi \cdot r^2, \quad (3.2)$$

де $r = 2$ см.

Тоді

$$F = 3,14 \cdot 2^2 = 12,56 \text{ см}^2;$$

$$N = 86,8 \cdot 12,56^2 = 13693,01 \text{ Н.}$$

Перевірка міцності з'єднувального пальця на зріз

$$\tau_{зр} = \frac{N}{F_{зр}} \leq [\tau_з], \quad (3.3)$$

$$F_{зр} = \pi \cdot \frac{d^2}{4}, \quad (3.4)$$

де $d = 24$ мм (приймаємо конструктивно)

Тоді

$$F_{зр} = 3,14 \cdot \frac{24^2}{4} = 452,2 \text{ мм}^2.$$

Матеріал пальця Сталь 45 $[\tau_з] = 80$ МПа [14].

Тоді

$$\tau_{зр} = \frac{13693,01 \cdot 10^3}{452,2} = 30,28 \text{ МПа.}$$

$$30,28 < 80.$$

Отже, міцність пальця для з'єднання щік трикутника автозчіпки з центральною тягою навіски трактора забезпечується.

3.5 Розрахунки запобіжної пружини у вузлі для з'єднання гідросистем

Вихідні дані:

Пружина стискання.

$$F_1 = 20 \text{ Н};$$

$$F_2 = 80 \text{ Н};$$

$$h = 30 \text{ мм};$$

$$D_1 = 46 \text{ мм};$$

$$V_{max} = 5 \text{ м/с};$$

$$N_F \geq 1 \cdot 10^7.$$

Визначимо силу стиску пружини за максимальної деформації:

$$F_3 = \frac{F_2}{1 - \delta}, \quad (3.5)$$

За інтервалу $\delta = 0,05 \dots 0,25$ сила стиску складає:

$$F_3 = \frac{F_2}{1 - 0,05} \div F_3 = \frac{F_2}{1 - 0,25} = 84 \div 107 \text{ Н}.$$

В інтервалах 84 – 107 Н (ГОСТ 13766-86) пружини класу I, розряду 1 характеризуються наступними сили стиску: F_3 : 85; 90; 95; 100 й 106 Н [14].

Приймаючи до уваги задані розміри діаметру та потреби в забезпеченні найбільшої критичної швидкості, зупинимося на пружині з наступними характеристиками: $F_3 = 106 \text{ Н}$; $D = 4,0 \text{ мм}$; $D_1 = 46 \text{ мм}$; $C_1 = 97,05 \text{ Н/мм}$; $s_3 = 1,092 \text{ мм}$.

Оскільки для пружин 1 класу норма напруженості складає $\tau_3 = 0,3R_m$ знайдемо, що для розрахованого діаметра дроту виготовленого з вуглецевих холоднотягнутих сталей значення розрахункового напруження складатиме $\tau_3 = 0,3 \cdot 2100 = 630 \text{ Н/мм}^2$.

Належність до 1 класу встановимо шляхом знаходження відношення V_{max}/V_k . Для цього знайдемо критичну швидкість:

$$V_k = \frac{\tau_3 \left(1 - \frac{F_2}{F_3}\right)}{\sqrt{2G_p \cdot 10^{-3}}} = \frac{630 \cdot 0,25}{35,1} = 4,5 \text{ м/с.} \quad (3.6)$$

Отримане значення свідчить про наявність співударів витків в даній пружині, тобто необхідна витривалість не забезпечується.

Тому потрібно використовувати пружину 2 класу.

Заданій величині зовнішнього діаметра й розрахованим силам F_3 відповідає пружина з наступними даними згідно ГОСТ 13770-86: $F_3 = 95 \text{ Н}$; $D = 3,2 \text{ мм}$; $D_1 = 45 \text{ мм}$; $C_1 = 36,58 \text{ Н/мм}$; $s_3 = 2,597 \text{ мм}$. [14].

Так як для пружин 2 класу норма напруженості $\tau_3 = 0,5R_m$, то величина напруження складатиме $\tau_3 = 0,5 \cdot 2300 = 1150 \text{ Н/мм}^2$.

Згідно залежності (3.5) знайдемо:

$$\delta = 1 - \frac{F_2}{F_1} = 1 - \frac{80}{95} = 0,16, \quad (3.7)$$

Отже

$$V_k = \frac{1150 \cdot 0,16}{35,1} = 5,57 \text{ м/с.}$$

$$\frac{V_{max}}{V_k} = \frac{5,0}{5,57} = 0,89 < 1.$$

Отримані результати показують, що в пружині немає стиснення витків, тому вона відповідає встановленим вимогам. Однак, оскільки пружини 2 класу класифікуються як пружини з обмеженою витривалістю, рекомендується оснащувати машину запасними пружинами на основі експериментальних даних.

Інші параметри пружини знайдемо згідно методики [14].

Величина жорсткості пружини:

$$c = \frac{F_2 - F_1}{h} = \frac{80 - 20}{30} = 2,0 \text{ Н/мм} . \quad (3.8)$$

Кількість робочих витків пружини:

$$n = \frac{c_1}{c} = \frac{36,58}{2,0} 18,29 \approx 18,5 . \quad (3.9)$$

Знайдемо значення уточненої жорсткості пружини:

$$c = \frac{c_1}{n} = \frac{36,58}{18,5} = 1,977 \approx 2,0 \text{ Н/мм} . \quad (3.10)$$

Так як півтора витка пружини є неробочими, то повну кількість витків знайдемо згідно формули:

$$n = n + n_2 = 18,5 + 1,5 = 20 .$$

Знайдемо величину середнього діаметру пружини:

$$D = D_1 - d = 11,5 - 1,4 = 10,1 \text{ мм} . \quad (3.11)$$

Величина попередньої деформації пружини, мм:

$$s_1 = \frac{F_1}{c} = \frac{20}{2} = 10 \text{ мм} . \quad (3.12)$$

Величина робочої деформації пружини, мм:

$$s_2 = \frac{F_2}{c} = \frac{80}{2} = 40 \text{ мм} . \quad (3.13)$$

Величина максимальної деформації пружини, мм:

$$s_3 = \frac{F_3}{c} = \frac{95}{2} = 47,5 \text{ мм.} \quad (3.14)$$

Довжина пружини за максимального значення деформації:

$$l_3 = (n_1 + 1 - n_3) \cdot d = (20 + 1 - 1,5) \cdot 1,4 = 27,3 \text{ мм.} \quad (3.15)$$

Довжина пружини за її вільного стану:

$$l_0 = l_3 + s_3 = 27,3 + 47,5 = 74,8 \text{ мм.} \quad (3.16)$$

Значення довжини пружини за попередньої деформації:

$$l_1 = l_0 - s_1 = 74,8 - 10 = 64,8 \text{ мм.} \quad (3.17)$$

Значення довжини пружини за робочої деформації:

$$l_2 = l_0 - s_2 = 74,8 - 40 = 34,8 \text{ мм.} \quad (3.18)$$

Величина кроку пружини, що перебуває у вільному стані, мм:

$$t = s_3' + d = 2,6 + 1,4 = 4,0 \text{ мм.} \quad (3.19)$$

Слід зазначити, що певного зростання витривалості досягається шляхом використання пружини із більшими значеннями сили F_3 .

4. БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Моделювання процесів формування та виникнення травмонебезпечних ситуацій при внесенні мінеральних добрив

Кожний небезпечний виробничий фактор незалежно від його виду, рівня та інших властивостей має певну зону своєї дії. Якщо розміри цієї зони мають чітко фіксовані значення, то її можна вважати постійною. Якщо в процесі роботи така зона може змінюватися внаслідок зміни рівня небезпечного фактора, його переміщень у просторі, то вона буде змінною.

У деяких випадках (аварійна ситуація) небезпечний виробничий фактор може значно виходити за межі визначеної (фіксованої) зони. При цьому небезпека травмування працюючого виникає уже за межами небезпечної зони, що була встановлена заздалегідь. Ось чому кожний працюючий на конкретній машині чи на певному робочому місці завжди повинен добре знати про таку небезпеку.

Під час внесення мінеральних добрив постійні небезпечні зони виникають в процесі агрегування машин з трактором, їх регулювання, технічному обслуговуванні трактора і розкидача тощо.

У процесі роботи внаслідок порушення нормативних вимог охорони праці, допущення помилок, виникає можливість потрапляння людини в небезпечну зону. Дія, внаслідок якої людина потрапляє до небезпечної зони, вважається небезпечною. Під час внесення мінеральних добрив попадання в небезпечну зону може бути внаслідок відсутності попереджувальних знаків небезпечних місць, відсутності страхувальних ланцюгів, несправностей гідравлічної системи, порушення відповідних правил експлуатації машинно-тракторного агрегату (регулювання с.г. машини при працюючому двигуні трактора, ліквідація забивання робочих органів на ходу, використання несправних розкидачів тощо).

Робота МТА може супроводжуватися небезпечними умовами, яка

визначається недоліками конструкцій машин, технологічного обладнання, низьким рівнем організації праці.

Вищенаведені явища, що формують небезпечну, ситуацію мають певну достовірність виникнення, а це означає, що небезпечні умови (НУ), небезпечні дії (НД), небезпечні ситуації (НС) і їх наслідки - аварія (А), травма (Т) належать до випадкових явищ. Виявити їх завчасно і попередити ці наслідки вдається не завжди.

У зв'язку з цим необхідно моделювати процеси формування, виникнення небезпечних ситуацій та їх наслідків, і на підставі їхнього аналізу попереджувати існуючі і потенційні небезпеки.

Моделювання процесів формування та виникнення травмонебезпечних ситуацій під час внесення мінеральних добрив машинно-тракторним агрегатом у складі трактора ЮМЗ-652 та розкидача МВСУ-0,6АГ та визначення заходів з їх запобігання наведені у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Моделювання процесів формування та виникнення травмонебезпечних ситуацій під час внесення мінеральних добрив

Вид робіт, склад агрегату	Виробнича безпека			Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечним ситуаціям
	Небезпечна умова (НУ)	Небезпечна дія (НД)	Небезпечна ситуація (НС)		
Внесення мінеральних добрив (ЮМЗ-562+ МВСУ-0,6АГ)	На полі можуть знаходитись сторонні предмети (каміння, деревина) НУ ₁	Під час маневру трактор наїжджає на сторонній предмет НД	Сторонні предмети на полі потрапляють під керовані колеса НС ₁ , відбувається зміна траєкторії руху НС ₂ , викидання добрив в сторону кабіни і можливе її руйнування НС ₃ .	Травма	Поле повинно бути очищене від сторонніх предметів. Небезпечні місця повинні бути позначені вішками.
Модель процесу НУ ₁ → НД → НС ₁ → НС ₂ → НС ₃ → Т					

Кінець таблиці 4.1

	Навісна машина не має пристрою для її фіксування в піднятому положенні НУ ₁ . Можлива технічна несправність гідросистеми НУ ₂ .	Під час ТО с.г. машини працюючий знаходиться під машиною, піднятою гідросистемою НД ₁ .	Можливе самовільне опускання с.г. машини НС ₄	Травма	Важелі гідросистеми трактора повинні мати блокувальний пристрій для запобігання самовільному опусканню начіпної машини
	Модель процесу НУ ₂ → НД ₁ → НС ₄ → Т				
	З'єднання трактора з машиною здійснюється ручними операціями НУ ₃ і з залученням допоміжного працівника НУ ₄	Під час агрегування працівник знаходиться між трактором і машиною НД ₂	Можливий наїзд на допоміжного працівника НС ₅	Аварія. Травма допоміжного працівника	Трактор повинен мати спеціальний пристрій для автоматичного агрегування причіпних машин
	Модель процесу НУ ₃ → НД ₂ → НС ₅ → Т НУ ₄ → ↑				

4.2 Охорона праці на механізованих роботах при внесенні мінеральних добрив

Вся сільськогосподарська техніка, що застосовується на внесенні мінеральних добрив повинна бути справною і повністю укомплектованою набором інструментів, засобами індивідуального захисту та засобами для обслуговування та аптечкою першої медичної допомоги. Агрегати повинні оснащуватись захисними кожухами для уникнення травматизму серед обслуговуючого персоналу.

Під час технічного обслуговування машин у польових умовах за охорону

праці відповідає механізатор, що обслуговує даний агрегат; він інструктується із всіх виконуваних ним робіт, а також отримує інструктаж з пожежної безпеки.

Технічне обслуговування машин проводиться тільки у світловий час доби. Всі операції технологічного обслуговування, крім регулювання двигуна, виконуються після повної його зупинки. Перед тим, як виконувати роботу під машиною, її потрібно загальмувати, зупинити двигун, увімкнути одну з передач і підкласти під колеса колодки-упори. Виконуючи роботу під машиною, потрібно використовувати утеплювальні коврики. У випадку необхідності обслуговування в піднятому положенні машина повинна фіксуватись надійними підставками або підвісами, щоб запобігти самовільному опусканню чи падінню машини. Забороняється використовувати для підставок випадкові речі, оскільки вони не відповідають технічним нормативам охорони праці.

Особливу увагу необхідно звернути на безпечне використання тракторів. Робочим місцем на тракторі є кабіна, в якій розміщене сидіння, органи керування і контролю. Кабіна має захисний каркас, що не деформується при перекиданні. Сидіння має бути обладнане пасом безпеки, що запобігає важким травмам механізаторів. Для поліпшення огляду при керуванні агрегатом кабіна має велику площу застакнення. Також встановлені додаткові вікна у нижній частині передньої стінки кабіни для спостереження за точністю руху коліс.

Кабіна має бути обладнана торсійним сидінням з гідроамортизатором, аптечкою, термосом для питної води, склоочисниками, притискним козирком і дзеркалом заднього виду.

Компоновка органів керування повинна відповідати послідовності робочих операцій і частоті користування ними, важелі мають переміщуватись без великих зусиль. Педалі повинні мати підсилювачі.

Кабіна трактора повинна бути повністю герметичною, що запобігає попаданню пилу, це є суттєвим під час виконання операцій внесення мінеральних добрив, особливо у суху погоду.

Особливо безпечних умов необхідно дотримуватись при навішуванні с.г. машин, особливо навісних, на навіски автозчіпки. При цьому слід

користуватись допомогою допоміжних працівників. Роботу можна розпочинати тільки при надійній фіксації машин на навісці.

4.3 Заходи з охорони ґрунтових покривів

Виконання великої кількості механізованих операцій під час вирощування і догляду за сільськогосподарськими культурами призводить до небажаних змін в природній системі, до порушення динамічної рівноваги в ній. Тому в процесі сільськогосподарського виробництва потрібно гармонійно поєднувати розвиток продуктивних сил з вимогами охорони навколишнього середовища для того щоб зберегти і покращити екологічну ситуацію довкілля.

Незважаючи на окремі позитивні заходи з покращення родючості ґрунтів і їх захисту від забруднення шкідливими речовинами, природоохоронні міроприємства здійснюються ще не в повній мірі. Насамперед це стосується запобігання негативного впливу на родючий шар ґрунту рушіїв тракторних агрегатів під час виконання механізованих робіт.

Використання великогабаритної техніки, багаторазові проїзди по полю, використання тракторів з низькою зчпною вагою призводять до переущільнення ґрунту, порушення його структури, створюють несприятливі умови для росту і розвитку сільськогосподарських культур.

Уникнути цих недоліків можливо за рахунок дотримання вимог правильного комплектування агрегатів - кожному тяговому класу трактора повинен відповідати певний набір сільськогосподарських машин.

Проблему ущільнення ґрунту машинно-тракторними агрегатами можна звести до мінімуму шляхом застосування малогабаритної техніки, тракторів з невеликою повною масою, зокрема ЮМЗ-652.

Крім цього важливим є виконання комплексу організаційно-технологічних заходів із захисту земель від ерозії, в основі яких лежить

дотримання сівозміни, недопустимість порушення прийнятої науково обґрунтованої системи чергування культур, чітка організація системи внесення органічних та мінеральних добрив. Велика увагу необхідно приділяти введенню прогресивних технологій вирощування сільськогосподарських культур.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Основна ціль цієї кваліфікаційної роботи полягає у покращенні ефективності внесення мінеральних добрив за допомогою удосконалення автоматичного зчіпного пристрою для трактора ЮМЗ-652.

У роботі було проведено аналіз наявних методів внесення мінеральних добрив, розроблено та виконано розрахунки оперативної карти для агрегату, що складається з трактора ЮМЗ-652 та причіпного розкидача мінеральних добрив МВСУ-0,6АГ. Розглянуто умови експлуатації, агротехнічні вимоги до проведення операцій, визначено оптимальну робочу швидкість агрегату, характеристики агрегату, процедури підготовки до роботи та підготовки поля, а також організацію роботи агрегату.

З'єднання зчіпних пристроїв трактора і причіпної машини вимагає значних трудових та часових витрат через необхідність ручного з'єднання трубопроводів гідросистеми, що впливає на загальну ефективність використання машинно-тракторного агрегату.

У цій кваліфікаційній роботі рекомендується оснастити навіску трактора автоматичним гідрофікованим пристроєм зчіплення, що дозволить автоматично з'єднувати гідросистеми трактора і причіпної сільськогосподарської техніки під час їх навішування. Це зменшить час на з'єднання причіпних агрегатів, усуне потребу у залученні додаткових робітників і покращить техніко-економічні показники експлуатації трактора.

Також були проведені розрахунки для пальцевого з'єднання трикутника автозчіпки з центральною тягою навіски, а також розрахунки для запобіжної пружини вузла з'єднання гідросистем. Здійснено моделювання процесів, що можуть призвести до виникнення травмонебезпечних ситуацій під час внесення мінеральних добрив.

У роботі були розроблені пропозиції щодо охорони праці та дотримання техніки безпеки під час механізованих робіт з внесення мінеральних добрив, а також рекомендації щодо захисту ґрунтових покривів.

Виконані розрахунки ефективності використання агрегату показали, що вартість внесення добрив на один гектар становить 308,74 грн/га за умови продуктивності агрегату 100.1 га/зміну.

Використання трактора ЮМЗ-652 з удосконаленою навіскою дозволить збільшити продуктивність машинно-тракторного агрегату (МТА) та зменшити трудові та часові витрати.

Урахування особливостей технологій внесення мінеральних добрив у певних аграрних умовах дозволить збільшити врожайність основних сільськогосподарських культур, а рекомендований агрегат підвищить загальну ефективність внесення добрив.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Березівський П.С., Більський Б.В., Дудаш Я.Я., Андрушко М.І. Організація і планування виробництва в аграрних формуваннях Львівщини. Львів: Укр. технології, 2000. 218 с.
2. Бондаренко М.Г., Демещук В.А. Комплектування машинно-тракторного парку в рослинництві. К.: Вища школа, 1995. 237 с.
3. Білоконь Я.Ю. Трактори та автомобілі / Я.Ю. Білоконь, А.І. Окоча, С.О. Войцехівський. К.: Вища освіта, 2003. 560с
4. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: Навчальний посібник / За ред. Д.Г. Войтюк, С.С. Яцун, Довжик М.Я. Суми: Університетська книга, 2008. 450 с.
5. Гречкосій В.Д. Довідник сільського інженера. Київ, «Урожай», 1988. 354 с.
6. Довбуш Т.А. Методи проектування сільськогосподарських машин: навчально-методичний посібник до курсового проектування /Т.А. Довбуш, Н.І. Хомик, А.Д. Довбуш. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 72 с.
7. Довідник з експлуатації МТП/ Ільченко В.Ю., Карасьов П.І., Пітонт А.С., та ін. К.: Урожай, 1987. 368с.
8. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві/ В.Ю. Ільченко, П.І. Карасьов, А.С. Лімот та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка. К.: Урожай, 1993. 288с.
9. Лапін В.М. Безпека життєдіяльності людини. / В.М. Лапін. – Львів: ЛБК НБУ. Київ: Знання, 2000. 188 с.
10. Машиновикористання в землеробстві/ В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолос та ін.; За ред. В.Ю. Ільченка та Ю.П. Нагірного. К.: Урожай, 1996. 384с.
11. Муха В.П. Трактори «Беларус», ЮМЗ-6КЛ и ЮМЗ-6КМ. Технічний опис і інструкція з експлуатації. Дніпропетровськ, 1989. 303 с.

- 12.Олексюк В.П. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи для студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Агроінженерія» / Олексюк В.П., Сташків М.Я. Тернопіль: ТНТУ ім. І Пулюя, 2022. 47 с.
- 13.Охорона праці в сільському господарстві [Електронний ресурс]: Режим доступу вільний: http://ipal.at.ua/publ/okhorona_praci/mozhlivi
- 14.Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. /В.Т. Павлище. К.: Вища школа, 1993. 556 с.
- 15.Хомик Н.І. Основи агрономії: навчальний посібник (курс лекцій) / Н. І. Хомик, Г. Б. Цьонь, Т. А. Довбуш, В. П. Олексюк. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2021. 232 с.
- 16.Енергетичні засоби сільськогосподарського виробництва. Методичні вказівки до виконання розрахункових робіт для студентів денної та заочної форм здобуття освіти за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / Олексюк В.П., Сташків М.Я. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2023. 31 с.
- 17.Технічний сервіс та ремонт машин агровиробництва. Методичні вказівки до виконання розрахункових робіт для студентів денної та заочної форм здобуття освіти за освітньо-професійною програмою 208 «Агроінженерія» / Олексюк В.П., Сташків М.Я. Тернопіль: ТНТУ ім. І. Пулюя, 2023. 39 с.
- 18.Nevko R., Stashkiv M., Lyashuk O., Vovk Y., Oleksyuk V., Tson O., Bortnyk I. Investigation of internal efforts in the components of the crop sprayer boom section. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering. Volume 105, Issue 1 (2021), 33 – 41.
- 19.Roman Nevko; Yurii Nykerui; Taras Dovbush; Vasyl Oleksyuk. Substantiation of constructive parameters of a frame structure elements of the rope mechanism transport system for storing piece loadings into small warehouses. Scientific Journal of TNTU. Tern.: TNTU, 2020. Vol 100. No 4. P. 62–74.

ДОДАТКИ