

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Навчально-науковий інститут загальноуніверситетської підготовки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Машиновикористання в землеробстві

доцент _____ Володимир КУВАЧОВ

“ ___ ” _____ 2021 року

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

на тему: **«ОБґРУНТУВАННЯ СХЕМИ ТА ПАРАМЕТРІВ ОРНИХ
АГРЕГАТІВ НА ОСНОВІ ТРАКТОРІВ КЛАСУ 1,4 ТА 3 В СКЛАДІ
ТЕКРОНОВОГО ПЛУГА В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ»**

32МЗД.119.000000ПЗ

Виконав: студент 2 курсу 21МБАІ 3 групи
за ОПП Агроінженерія

_____ Євген ОСИПЕНКО

Керівник: доц.

Консультант: проф. _____ Юрій РОГАЧ

Нормоконтроль: доц. _____ Тетяна ЧОРНА

Рецензент:

_____ (підпис)

_____ (ініціали та прізвище)

**Мелітополь
2021**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

Інститут, факультет ННІ ЗУП
землеробстві

Кафедра Машиновикористання в

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 208 Агроінженерія

Освітня професійна програма Агроінженерія
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МВЗ

доцент _____ Володимир КУВАЧОВ

“ ___ ” _____ 20___ року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВО

ОСИПЕНКО Євгену Олександровичу

1 Тема роботи: «Обґрунтування схеми та параметрів орних агрегатів на основі тракторів класу 1,4 та 3 в складі текронового плуга в умовах півдня України»

керівник роботи

затверджена наказом ректора університету від “ ___ ” _____ 20___ р. № _____.

2 Строк подання здобувачем ВО роботи 22.01.2021 р.

3 Вихідні дані до роботи Результати практики, Інформація з науково-практичних періодичних видань України, рекомендовані технологічні карти на вирощування сільськогосподарських культур на півдні України, нормативні документи тощо.

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Проаналізувати актуальність теми роботи та проблеми, поставити задачі до виконання досліджень та/або розробки інновацій

2. Обґрунтувати схему та параметри орних агрегатів на основі тракторів класу 1,4 та 3 в складі текронового плуга

3. Обґрунтувати ресурсоощадну, енергозберігаючу операційну технологію основного обробітку ґрунту з використанням текронового плуга

4. Проаналізувати, обґрунтувати та розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

5. Оцінити економічну ефективність використання текронового плуга на оранці

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

1. Актуальність теми та аналіз проблеми використання орних МТА в складі текронових плугів

2. Теоретичні дослідження агрегаткування тракторів класу 1,4 та 3 з текроновими плугами

3. Схема текронового плуга з регульованою шириною захвата та спосіб його агрегаткування

4. Операційна технологія оранки агрегатом у складі МТЗ-82.1 і текронового плуга ПЛН-4-35

5. Карта контролю орного МТА за показниками безпеки

6. Оцінка економічної ефективності використання текронового плуга на оранці

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	РОГАЧ Ю.П., професор		

7 Дата видачі завдання 21.12.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Актуальність теми, постановка проблеми і аналіз останніх досліджень	21.12.2020 р.- 29.12.2020 р.	
2	Обґрунтування схеми та параметрів орних агрегатів на основі тракторів класу 1,4 та 3 в складі текронового плуга	30.12.2020 р.- 06.01.2021 р.	
3	Обґрунтування ресурсощадної, енергозберігаючої операційної технології основного обробітку ґрунту текроновим плугом	07.01.2021р. - 14.01.2021 р.	
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	15.01.2021р. - 18.01.2021 р.	
5	Оцінка економічної ефективності використання текронового плуга на оранці	19.01.2021 р.- 22.01.2021 р.	

Студент _____

(підпис)

Євген ОСИПЕНКО _____

(ініціали та прізвище)

(підпис)

(ініціали та прізвище)

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	№ аркуша	Примітка
	A4	32МЗД.119.000000ПЗ	Пояснювальна записка	83		
	A1	32МЗД.119.101000	Актуальність теми та аналіз проблеми використання орних МТА в складі текронових плугів	1	1	
	A1	32МЗД.119.201000	Теоретичні дослідження агрегування тракторів класу 1,4 та 3 з текроновими плугами	1	2	
	A1	32МЗД.119.202000	Схема текронового плуга з регульованою шириною захвата та спосіб його агрегування	1	3	
	A1	32МЗД.119.301000	Операційна технологія оранки агрегатом у складі МТЗ-82.1 і текронового плуга ПЛН-4-35	1	4	
	A1	32МЗД.119.401000	Карта контролю орного МТА за показниками безпеки	1	5	
	A1	32МЗД.119.501000	Оцінка економічної ефективності використання текронового плуга на оранці	1	6	
<div style="border: 1px dashed black; width: 100%; height: 100%;"></div>						
32МЗД.119.000000ВДР						
Зм.	Аркуш	№ докум.	Підп.	Дата		
Розроб.		Осипенко			Літ.	Аркуш
Перев.						1
Н. контр.		Чорна			ТДАТУ, 2021	
Затв.		Кувачов				
Дипломна робота						

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 83 сторінки машинопису, 5 розділів, 6 таблиць,
19 джерел літератури.

Графічна частина роботи – 6 листів формату А1.

Метою роботи є підвищення ефективності використання орних МТА у складі текронового плуга шляхом розроблення системи раціонального їх агрегування з тракторами класу 1,4 та 3.

Об'єкт досліджень – процес агрегування тракторів класу 1,4 та 3 з текроновим плугом.

Предмет досліджень – закономірності впливу схеми та параметрів текронового плуга на техніко-експлуатаційні показники роботи орного МТА.

В роботі проаналізовано актуальність теми та розкрита проблема використання текронових плугів в складі орних МТА.

Обґрунтовано схеми та параметри орних агрегатів на основі тракторів класу 1,4 та 3 в складі текронових плугів.

Проведені теоретичні дослідження агрегування тракторів класу 1,4 та 3 з текроновими плугами.

Обґрунтовано схему текронового плуга з регульованою шириною захвата та спосіб його агрегування.

Обґрунтовано ресурсощадну, енергозберігаючу операційну технологію основного обробітку ґрунту з використанням текронового плуга. Проаналізовані обґрунтовані та розроблені заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Оцінено економічну ефективність використання текронового плуга на оранці.

Ключові слова: ТЕКРОНОВИЙ ПЛУГ, ОРНИЙ АГРЕГАТ, АГРЕГАТУВАННЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, МОДЕЛЮВАННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ЗМІСТ

Вступ	7
1 Актуальність теми, постановка проблеми і аналіз останніх досліджень	9
1.1 Перспективи використання плугів з композитними (Tekrone) робочими органами	9
1.2 Аналіз проблеми використання плугів з композитними (Tekrone) робочими органами	13
1.3 Шляхи зменшення енергетичних витрат на оранці	18
2 Обґрунтування схеми та параметрів орних агрегатів на основі тракторів класу 1,4 та 3 в складі текронового плуга	23
2.1 Обґрунтування схеми та параметрів агрегування текронових плугів з тракторами класу 1,4 та 3	23
2.2 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми текронового плуга із регульованою шириною захвата	32
3 Обґрунтування ресурсощадної, енергозберігаючої операційної технології основного обробітку ґрунту текроновим плугом	39
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	51
4.1 Основні законодавчі та нормативно-правові акти	51
4.2 Аналіз стану з охорони праці у сільськогосподарських підприємствах Запорізької області	53
4.3 Нормативні вимоги з охорони праці до технологічних процесів в рослинництві	57
4.4 Проектовані рішення з охорони праці	58
4.5 Основні заходи у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру	63
5 Оцінка економічної ефективності використання текронового плуга на оранці	72
Висновки	79
Список літератури	82

ВСТУП

Сучасне сільське господарство – це високоінтенсивний процес, який вимагає застосування якісного, високопродуктивного, економічно обґрунтованого інструменту. Через це сучасні розробки, пропоновані підприємствами-виробниками, характеризуються широким асортиментним рядом, що дозволяє ефективно їх використовувати в різних експлуатаційних умовах та здатні задовольнити потреби в спеціалізованому обладнанні великих і малих агропідприємств. Одним з таких вітчизняних підприємств є ТОВ «АЙКЬЮ КОМПОЗИТ» – українське підприємство, що пропонує кращі торгові умови сучасного агросектору та гарантує високу якість наданого асортименту обладнання, зокрема агрегатів, механізмів, комплектуючих і витратних матеріалів, пропонує високопрофесійне сервісне та консультативне обслуговування. Зокрема, відвал композитний Текрон – зразок якості і ефективності асортименту, пропонованого цією фірмою – приклад високої ефективності застосування сучасних композитних матеріалів.

Традиційно одним із найбільш розповсюджених способів обробітку ґрунту є оранка. На практиці, як відомо, вона здійснюється плугами. І хоча історія їх появи і розвитку є досить довгою, принципових змін конструкції плугів за цей час досить мало. А із тих, що відбулися, більшість спрямована на зменшення тягового опору плугів. Це обумовлено тим, що оранка і нині залишається найбільш енергоємною технологічною операцією обробітку ґрунту. З усіх варіантів зменшення тягового опору плуга найдешевшим є заміна сталюї поверхні полиць плуга на таку, яка має менший коефіцієнт тертя по ній ґрунту. За своїми технічними характеристиками текрон дуже близький до сталі марки 60, із якої виготовляються полиці і польові дошки плугів. Але за величиною коефіцієнту тертя ґрунту по ньому текрон значно переважає сталь, оскільки значення цього параметру у нього у 2,6 рази менший. Цей факт вказує на те, що за умови заміни у плуга сталюї полиць і польових дощок текроновими можна очікувати зменшення його тягового опору. Водночас експериментальними випробуваннями текронового плуга було встановлено, що у нього, на відміну від сталюї полиць корпусів плуга, мало місце відсутність залипання ґрунтом, навіть при збільшенні його вологості.

Але потенційні переваги текронового плуга ще не до кінця реалізовані. Позитивні якості текронового плуга дозволяють суттєво змінити конструкцію

традиційного лемішного плуга, створюючи можливість збільшення та регулювання ширини захвату. Це дозволить, на нашу думку, ще більше зменшити питомі енергетичні витрати на оранці завдяки перерозподілу сил, які діють на трактор збоку плуга. Останнє представляє науково-практичний інтерес і є актуальним напрямком подальшого розвитку плугів з композитними відвалами.

Метою роботи є підвищення ефективності використання орних МГА у складі текронового плуга шляхом розроблення системи раціонального їх агрегування з тракторами класу 1,4 та 3.

1 АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ, ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ І АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Перспективи використання плугів з композитними (Tekrone) робочими органами

Композитний відвал Tekrone – приклад високої ефективності використання сучасних матеріалів у сільськогосподарському машинобудуванні [1]. Він розроблений для установки на сільськогосподарські ґрунтообробні машини - плуги типу ПЛН 3-35 і ПЛН 5-35. Характеризується ці знаряддя технічними і фізико-хімічними характеристиками, що забезпечують безперечну перевагу перед класичним рішенням металевих плугів. Їх використання дозволяє підвищити якість обробітку ґрунту і знизити витратність виконуваних робіт.



Рисунок 1.1 – Корпус плуга з текроновим відвалом

Композитний відвал Tekrone – високоякісна розробка за німецькими технологіями. Відвали зручно монтуються на плуги ПЛН 3-35 і ПЛН 5-35. Проведеними дослідженнями багатьох науковців, у тому числі і д.т.н., професора, члена-кореспондента НААН України Надикто В.Т. разом з науковцями Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного встановлено [1], що за рахунок малого тертя, нульового налипання ґрунту і т.д. – забезпечується суттєвий економічний ефект, через зменшення енергетичних витрат на оранці економиться значна кількість палива, підвищується швидкість і якість обробітку ґрунту, економиться ресурс часу, фонд оплати праці, знижуються витрати на обслуговування тракторної техніки.

Аналіз багатьох відеороликів з популярного відеохостингу YouTube за пошуковим посиланням «Текроновий плуг» показав, що застосування композитних відвалів Текrone дозволяє заощадити значні кошти, більш ефективно розподілити заощаджений час, зусилля, паливо, фінанси. Самі ж відвали в процесі експлуатації характеризуються високою зносостійкістю. Не вимагають витрат на обслуговування та розраховані на високі механічні навантаження і широкий діапазон температурного режиму. Застосування пластикових відвалів - інноваційне, економічно вигідне рішення.



Рисунок 1.2 – Випробування те кронового плуга на оранці

Високоміцний композитний матеріал Текrone володіє:

- низькими показниками тертя;
- високою стійкістю до зношування;
- нульової адгезію;
- високими характеристиками міцності (на розрив в 2 рази міцніший за сталь).

Таблиця 1.1 – Фізико-механічні характеристики те крону у порівнянні зі сталлю [1]

Показник	Одиниця вимірювання	Значина	
		<i>текрон</i>	<i>сталь 60</i>
Щільність	кг/м ³	930	7800
Твердість нормалізована	–	60 (по Шору)	217 (НВ)
Модуль пружності при розтягу (1 мм/хв.)	МПа	720	920
Модуль повзучості при розтягу (1 год)	МПа	460	590
Статичний коефіцієнт тертя (k_f)		0,20	0,52

Композитний відвал Tekrone не вимагає додаткових умов експлуатації та зберігання. Він розрахований на широкий діапазон експлуатаційних умов. Застосування полімерних відвалів забезпечує значну економію ресурсів та підвищує ефективність і продуктивність виконуваних робіт.

Чому аграрії та науковці рекомендують Текроне? На це є три основні причини:

- тертя при взаємодії з ґрунтом у плуга з Текроне в 2 рази менше, ніж у сталевих, що призводить до величезної економії пального. Випробування відвалів на 3-х корпусном плузі ПЛН показало економію палива 3-4 л / га, тільки польових дошок з Текроне - до 1,5 л / га;

- міцність ґрунтообробних знарядь з Текроне порівнянна з міцністю стали, а зносостійкість в 2 рази вище;

- у Текроне відмінні антиадгезійні властивості, тобто нульове налипання! Тому на нього при оранці вологого ґрунту нічого не налипає, що підвищує продуктивність і економить час на нескінченні очищення плуга від налипань та рослинних решток.

Окупність вітчизняних відвалів відбувається вже за 60-80 га оранки, на іноземні плуги відвали дешевше оригінальних. Так само з'являється можливість оранки вологого ґрунту в областях, де зорюють так званий "асфальт", який за 50 га роботи знищує леміш і відвал.



Рисунок 1.3 – Текронові полиці і польові дошки

Першим показником, за яким ці порівнювані матеріали відрізняються до- сить суттєво, є щільність. У сталі вона щонайменше у 8 разів більша, ніж у текрону [1]. Цілком зрозуміло, що це відповідним чином позначається на показнику нормалізованої твердості, яка у сталі теж вища. Водночас, як впливає із аналізу даних таблиці 1.1, за показниками модулів пружності та повзучості, межі текучості і відносної деформації при розтягу, зразки текрону та сталі відрізняються несуттєво. Розглянуті вище фізико-технічні характеристики текрону в основному можуть репрезентувати довговічність і надійність функціонування виробу із нього.

Із практики використання орних знарядь відомо, що за наявності залипання полиць має місце рух «грунт по грунту». А це завжди призводить до зростання тягового опору плуга. За результатами аналізу експериментальних даних проведених проф. В.Т. Надиктою встановлено [1], що застосування текронових полиць і польових дощок замість сталевих дозволило зменшити середню значину тягового опору досліджуваного плуга. Так, якщо зі сталевими елементами корпусу орного знаряддя величина цього показника становила 34,5 кН, то з текроновими – 29,8 кН. Отримана різниця між тяговими опорами плуга становить 4,7 кН або 13,6%. Результати польових випробувань показали, що швидкість робочого руху орного агрегату з текроновими елементами плуга становила 8,1 км/год. У орного агрегату зі сталевими елементами корпусів плуга цей показник був 7,2 км/год. Цілком зрозуміло, що така перевага у швидкісному режимі роботи МТА з текроновими полицями і польовими дошками орного знаряддя обумовлена його меншим, як це показано вище, тяговим опором. У підсумку, за практично однакової ширини захвату порівнюваних орних агрегатів (1,76 м) основна (тобто чиста) продуктивність їх роботи була різною: у модернізованого МТА вона була більшою на 12,6% (1,43 га/год проти 1,27 га/год).

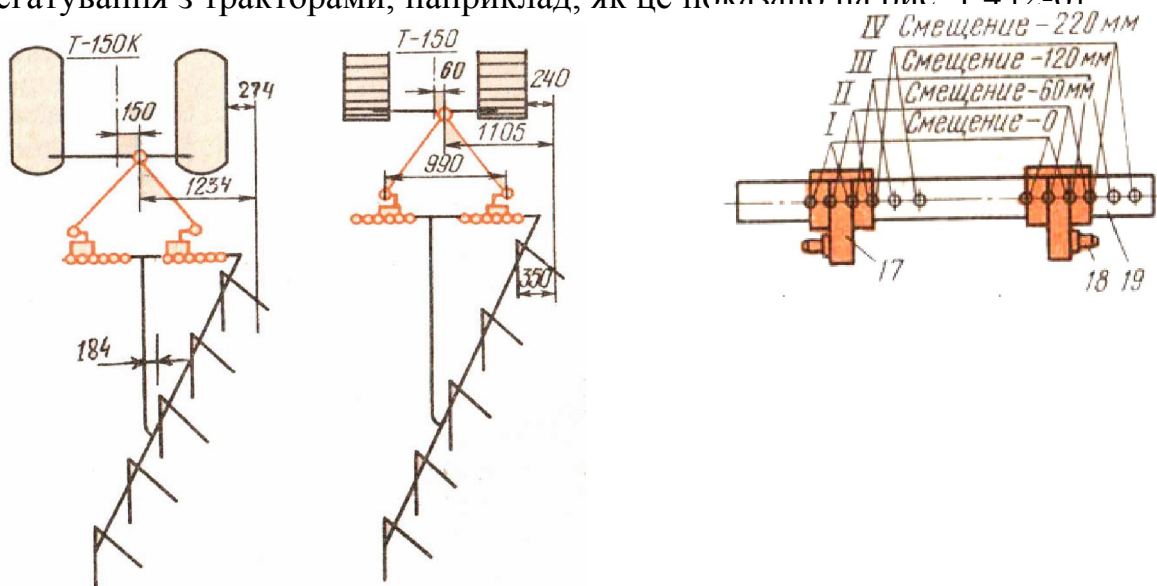
Таким чином, науковцями зроблений висновок, що у порівнянні зі сталлю коефіцієнт тертя ґрунту по такому композитному матеріалу як текрон практично у 2,6 рази менший. Це створює передумови використання цього 3. Експериментально встановлено, що застосування плуга з текроновими полицями і польовими дошками замість сталевих унеможливорює залипання полиць вологим ґрунтом. За рахунок цього замість руху «грунт по грунту» має місце рух «грунт по поверхні полиці». Як встановлено експериментальними дослідженнями, після заміни сталевих полиць і польових дощок текроновими тяговий опір плуга зменшується на 13,6% [1].

Продуктивність роботи нового орного агрегату при цьому зростає на 12,6%, а імовірність дотримання агротехнічного допуску на глибину оранки (± 2 см) збільшується з 88 до 93% [1].

1.2 Аналіз проблеми використання плугів з композитними (Tekrone) робочими органами

Але вищенаведений аналіз результатів експериментальних випробувань текронового плуга наводить нас на певне протиріччя та проблему. Її суть полягає в тому, що при відомому зменшенні коефіцієнта тертя текрону по ґрунту в 2-2,6 разів, порівняно зі сталлю по ґрунту, економія питомих витрат палива при цьому не перевищує 12-13%. Проте такий факт потенційно вказує на те, що плуг, обладнаний текроновими пліцями і польовими дошками замість сталевих, може мати зменшення витрат палива хоча б на 25%. Причина цієї проблеми на наш погляд полягає в тому, що використання традиційного плуга, переобладнаного текроновими відвалами, не усуває проблему правостороннього зміщення плуга відносно поздовжньої вісі трактора.

Так, для традиційних тракторів, типу Т-150К, Т-150, ДТ-75 та ін. ще з радянських часів було надані певні рекомендації, щодо правильності їх агрегування з тракторами, наприклад, як це показано на рис. 1 4 Г2-61



Трактор	Число корпусов	Смещение механизма навески трактора, мм	Положение кронштейнов-понижителей и догрузителя плуга	Расстояние от стенки борозды до движителей, мм
Т-150	6	—	III	240
	5	60	II	240
Т-150К*	6	150	IV	300
	5	150	IV	300

* При колесе 1680 мм.

Рисунок 1.4 – Приклад рекомендацій з налаштування заднього навісного механізму тракторів Т-150/Т-150К для агрегування з плугом ПЛП-6-35

Раніше існувало загальноприйняте визначення, що найменший тяговий опір плуг матиме місце при симетричному його приєднанні до трактора [4]. Тобто тоді, коли умовний «центр опору» цього знаряддя (т. До, рис. 1.5) знаходитиметься у поздовжній площині симетрії енергетичного засобу, коли теоретична ширина колії трактора дорівнювала дійсній:

$$B_T = B_d. \quad (1.1)$$

При цьому вважали, що таке можливе при виконанні наступних умов [11]:

$$B_T = b_k \cdot (n + 1) - 2 \cdot A - b; \quad (1.2)$$

$$B'_T = b_k \cdot (n + 1) + b, \quad (1.3)$$

де B_T , B'_T - колія енергетичного засобу при переміщенні рушіїв його правого борту поза борозною і в борозні відповідно;

b_k - конструктивна ширина захвату корпусу плуга;

n - число корпусів знаряддя;

A – відстань від борозни до зовнішньої крайки рушія;

b - ширина рушія трактора.

Натомість відомо, що коли дійсна значина колії енергетичного засобу (B_d) більша за бажану (B_T), то плуг приєднують не симетрично, а з певним правостороннім поперечним зміщенням (e_n). І воно тим більше, чим більшою є різниця між значинами цих колій:

$$e_n = (B_d - B_T)/2$$

З урахуванням (1.2) і (1.3) маємо:

$$e_n = [B_d + 2 \cdot A + b - b_k \cdot (n+1)]/2 \quad (1.4)$$

$$e'_n = [B_d - b - b_k \cdot (n+1)]/2 \quad (1.5)$$

Із аналізу цього рівняння випливає, що величина поперечного зміщення "центра опору" плуга залежить від відстані між зовнішнім крайчиком рушія і стінкою борозни (A), яка визначається стійкістю прямолінійного руху енергетичного засобу. Чим стійкіший останній проти дії зовнішніх збурень, тим меншою може бути величина A і навпаки.

У літературних джерелах підкреслюється, що залежно від фізико-механічних властивостей ґрунту і стійкості руху того або іншого енергетичного засобу у складі орного МТА відстань A може змінюватися в межах 10...29 см. За більшого значення, як показує практика, ускладнюється процес відтягування механізатором крайчика борозни попереднього проходу агрегату, що призводить до зростання нерівномірності його ширини захвату. За меншого значення A виникає небезпека сповзання енергетичного засобу правими рушіями у борозну, що негативно відбивається на якісних показниках роботи орного МТА.

Саме через це для трактора Т-150К, наприклад, при його роботі з плугами ПЛН-5-35 або ПЛП-6-35 вказану відстань A на практиці рекомендують приймати близькою до значення глибини оранки, але в тому випадку, коли ґрунт схильний до руйнації. Але при цьому величина правостороннього зміщення плуга має велике значення, що викликає додаткове навантаження на польові дошки, як наслідок, зростання тягового опору. Коли ґрунт достатньо міцний і ймовірність сповзання енергетичного засобу правими колесами у борозну мінімальна, з практичної точки зору необхідно приймати якомога найменше значення A (близько до діапазону $A=100-150$ мм), що, як правило, забезпечує мінімальне правостороннє зміщення центру опору плуга [6].

За триточкової схеми налагодження ЗНМ трактора вказане зміщення (1.4) можна здійснити тільки шляхом переміщення орного знаряддя відносно його власного зчіпного пристрою, тобто бугелів (рис. 1.5). Це веде до того, що між поздовжньою віссю симетрії плуга і лінією тяги OD_1 (рис.1.5) виникає кут γ . Наявність останнього призводить до появи бокової складової сили T' (T_{1y}). Під час роботи плуга сила T_{1y} є додатковим навантаженням на польові дошки, що призводить до зростання сили їх тертя об стінку борозни і, врешті-решт, до збільшення тягового опору орного знаряддя.

У процесі експериментальних досліджень дослідниками встановлено [12-16], що правостороннє переміщення плуга щодо власного зчіпного пристрою однозначно призводить до підвищення енергетичних витрат орним агрегатом. Так, наприклад, при зміщенні п'ятикорпусного знаряддя ПЛН-5-35 вправо на 100 мм тяговий опір останнього збільшився на 9%, а годинні витрати палива на 5,6%. У разі зсуву шестикорпусного плуга вліво на 100 мм і зняття з нього п'яти польових дощок приріст швидкості руху МТА становить 10,7%.

За доточкової схеми налагодження ЗНМ трактора правостороннє поперечне зміщення плуга на можна здійснити як відносно власних приєднувальних бугелів (варіант 1), так і шляхом відповідного переміщення нижніх тяг по осі (рис. 1.5) ЗНМ трактора (варіант 2). Причому, варіанту 2 слід віддавати перевагу у порівнянні із варіантом 1.

При симетричному приєднанні плуга його «центр опору» ($t.D_0$, рис.1.5) знаходиться в площині симетрії енергетичного засобу. Сила T_{1y} в даному випадку хоч і не зникає, проте її вплив зводиться до мінімуму. Навантаження на польові дошки плуга здійснюються в основному тими силами, які діють на орне знаряддя збоку переміщуваного вбік ґрунту (ΣP_y , рис.1.5).

Високі тягово-зчіпні показники і відносно вузька колія трактора дають можливість приєднувати до нього плуг не тільки симетрично, а й з лівостороннім поперечним зміщенням [11].

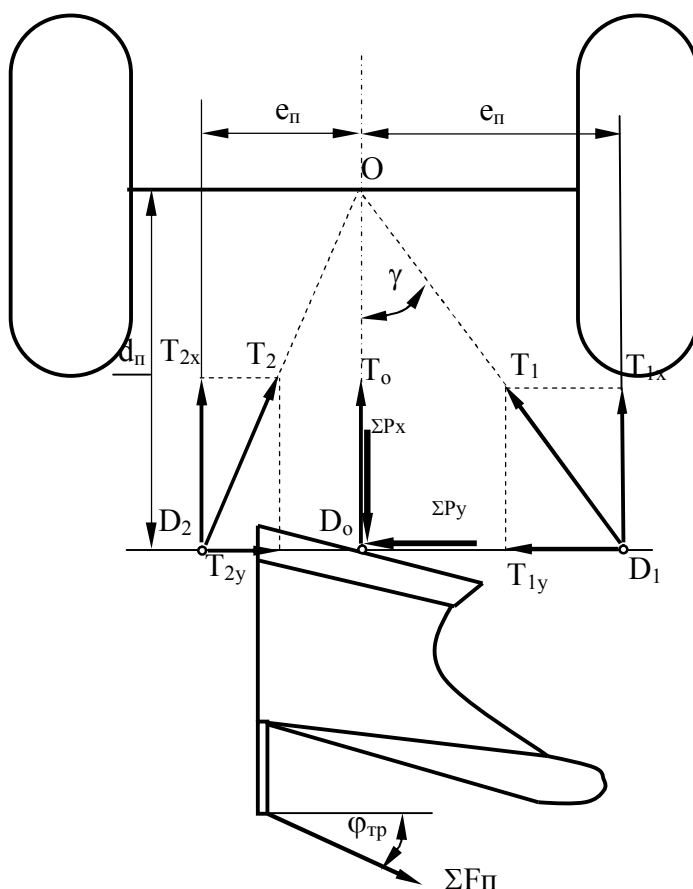


Рисунок 1.5 – Схема сил, які діють на плуг при його різних поперечних зміщеннях

У разі розташування «центру опору» знаряддя зліва від поздовжньої осі симетрії енергетичного засобу (D_2 , рис.1.5) бокова складова T_{2y} сили тяги T_2 сприяє зменшенню навантаження на польові дошки. В результаті це приводить до зменшення тягового опору плуга.

1.3 Шляхи зменшення енергетичних витрат на оранці

Як було зазначено нами у п. 1.2 роботи – рівень енергетичних витрат орним агрегатом багато в чому визначається величиною і напрямом поперечного зміщення "центра опору" плуга відносно поздовжньої осі симетрії енергозасобу. За вищезазначеним аналізом можна обґрунтувати певні рекомендації, щодо шляхів зменшення енергетичних витрат на оранці.

Якщо з тих або інших причин відсутня можливість приєднати плуг до енергетичного засобу симетрично, правостороннє його зміщення слід проводити в першу чергу шляхом зсуву по ЗНМ трактора, разом із зчіпним пристроєм, і лише потому (коли першого переміщення недостатньо) - щодо власного зчіпного пристрою.

Виходячи з аналізу виразу (1.4), величина правостороннього поперечного зміщення координати "центра опору" знаряддя e_n може бути зменшена в основному внаслідок відповідної зміни суми перших двох доданків. Пояснюється це тим, що за прийнятої конструктивної ширини захвату корпусу плуга максимальне значення величини $b_k \cdot (n+1)$ обмежене тягово-зчіпними властивостями енергозасобу, які, у свою чергу, погіршуються при зменшенні ширини його рушіїв b . Зважаючи на такий взаємно протилежний вплив один на одного, зміна третього і четвертого доданків, на відміну від перших двох, бажаного ефекту не дає.

З вищевикладеного напрошується висновок, що для зниження енерговитрат на оранці енергетичний засіб, який агрегується з плугом, повинен:

- 1) мати вузьку колію;
- 2) характеризуватися високими тягово-зчіпними властивостями;
- 3) рухатися на мінімально можливій відстані від стінки борозни.

Для практичної реалізації останньої вимоги необхідна достатньо висока стійкість ходу орного МТА. Інакше можливе "сповзання" енергетичного засобу в борозну.

Найбільш вдалим та ефективним прикладом практичної реалізації перших двох вимог є використання модульних енергетичних засобів (МЕЗ). Результати експериментальних досліджень науковців показали, що орні МТА на основі модульних енергетичних засобів МЕЗ серійних енергетичних засобів, вирізняються значно меншими енерговитратами, ніж агрегати на базі серійних тракторів.

За практично однакового номінального тягового зусилля з трактором Т-150К МЗС-200 має вужчу колію. Збільшена поздовжня база забезпечує новому енергетичному засобу достатньо високу стійкість ходу в горизонтальній площині. Завдяки цьому МЗС-200 в агрегаті з плугом може рухатися на відстані 100 мм від стінки борозни без руйнування і "сповзання" в неї.

За характерних для умов півдня України низької вологості і високої твердості ґрунту на момент оранки (8... 12% і 2...3 мПа відповідно) тяговий опір шестикорпусного плуга, навіть симетрично приєднаного до одного агрегату, може досягати такої величини, що буксування рушіїв використовуваного з цим знаряддям енергетичного засобу тягового класу 3 перевищуватиме агротехнічно допустимий 20%-й рівень. Правосторонній поперечний зсув "центра опору" плуга в таких ґрунтових умовах ще більше ускладнює положення, внаслідок чого буксування рушіїв трактора Т-150К може досягати гранично допустимого значення (30%) або навіть перевищувати його. Так, наприклад, у процесі експлуатаційно-технологічної оцінки орних агрегатів робота трактора Т-150К у складі з плугом ПЛП-6-35 за вологості ґрунту в шарі 5...15 см 6,5...12,5% і твердості 1,00...2,96 мПа виявилася неможливою. У зв'язку з цим вказаний енергетичний засіб агрегатували з п'ятикорпусним знаряддям [14].

В аналогічних ґрунтових умовах МЗС-200 міг працювати з шестикорпусним плугом ПЛП-6-35 тільки за умови лівостороннього поперечного переміщення "центра опору" знаряддя на 100 мм. Тяговий опір плуга знизився при цьому не менше ніж на 5%, а погодинні витрати палива зросли на 6% і більше [14].

Зняття п'яти польових дощок привело до подальшого зниження тягового опору і годинної витрати палива відповідно на 9,3 і 3,7%. Порівняно з симетричним ($e_{\text{п}}=0$) приєднанням поперечний лівосторонній зсув шестикорпусного плуга на 100 мм і зняття п'яти польових дощок у сумі дало змогу понизити тяговий опір знаряддя на 14,0%, а погодинні витрати палива — на 9,8%. Буксування рушіїв МЗС-200 не перевищувало при цьому 18,5% [14].

За сприятливих ґрунтових умов симетричне приєднання плуга ПЛП-6-35 до трактора Т-150К можливе тільки в тому разі, якщо відстань від стінки борозни до зовнішньої кромки його правих коліс буде не більшою за 115 мм. Проте, як показала практика, процес руху даного орного агрегату характеризується досить частим "сповзанням" енергетичного засобу в борозну. Спроба виправити положення

шляхом зсуву трактора лівіше призводить до поганого стикування суміжних проходів МТА.

Що стосується гусеничного трактора Т-150, то за його агрегуванням з плугом ПЛП-6-35 умова (1.4) повністю виконується навіть у разі його роботи відповідно до рекомендованого значення величини A . Симетричне приєднання до такого трактора п'ятикорпусного знаряддя можливе, якщо відстань від стінки борозни до кромки правої гусениці буде не більшою за 120 мм. Але практично реалізувати це вдається далеко не завжди, оскільки трактор Т-150 хоч і близький до МЗС-200 за тягово-зчіпними властивостями і параметрами ходової системи, проте значно поступається йому в поздовжній стійкості [14].

Симетричне приєднання плуга можливе шляхом постановки рушіїв правого борту енергетичного засобу в борозну. За кордоном така схема орного агрегату використовується досить часто, хоча і має ряд серйозних недоліків.

Підтвердженням цьому слугують лабораторно-польові дослідження орного МТА на базі МЕЗ універсально-просапного призначення, який рухався колесами правого борту в борозні і поза нею. За руху в борозні (тут і далі — перший варіант) його тягове зусилля при 12%-му буксуванні становило 27,2 кН проти 31,8 кН у разі роботи поза борозною (другий варіант) з таким самим буксуванням. Реалізація першого варіанта експлуатації орного МТА характеризується приблизно однаковим зниженням тягового зусилля МЕЗ (14... 15%) в усьому досліджуваному діапазоні опору плуга.

Зниження тягових властивостей МЕЗ в першому варіанті роботи відповідним чином позначилось на його паливно-енергетичних показниках. Так якщо максимальний умовний тяговий ККД η_y за руху енергетичного засобу в борозні становив 51,5%, то при переміщенні поза борозною цей показник зріс до 56,5%. За однакового значення η_y погодинні витрати палива МЕЗ в першому варіанті на 4,5... 10,4% вищі, ніж у другому. Крім того, в процесі руху МЕЗ в борозні дно останньої ущільнюється і борозна стає ширшою. А відтак це призводить до поганого стикування суміжних проходів орного агрегату. Для усунення вказаного недоліку потрібний поперечний правосторонній зсув плуга, але за цієї умови знаряддя працюватиме з неповною шириною захвату його першого корпусу. А це відповідним чином впливає на продуктивність МТА, оскільки робоча ширина захвату плуга знижується на 10... 12 см [14].

Як і МЗС-200, модульний енергетичний засіб загального призначення МЗС-300 ефективніше агрегується з плугом, ніж рівний з ним за тяговим класом колісний трактор (К-701, наприклад). Так якщо за рекомендованим значенням величини A дев'ятикорпусний плуг до обох енергозасобів можна приєднати з поперечним лівостороннім зміщенням, то восьмикорпусне знаряддя з К-701 (на відміну від МЗС-300) агрегується тільки з правостороннім зсувом. За оранки восьмикорпусним плугом на глибину 26 см витрати палива агрегатом на базі МЗС-300 становили 16,7 кг/га, агрегатом на основі К-701 - 20,8 кг/га.

Висновки.

1. Перспективою використання текронових плугів є те, що через менше, практично в 2 рази, його тертя з ґрунтом досягається економія пального до 3-4 л/га і вище та енерговитрат на оранці; в 2 рази вища їх зносостійкість; за рахунок відмінних антиадгезійних властивостей можна здійснювати оранку вологого ґрунту, що підвищує продуктивність і економить час на очищення плуга від налипань та рослинних решток.

2. Використання традиційного плуга, переобладнаного текроновими відвалами, не усуває проблему правостороннього зміщення плуга відносно поздовжньої вісі трактора. Через це при відомому зменшенні коефіцієнта тертя текрону по ґрунту в 2-2,6 разів, порівняно зі сталлю по ґрунту, економія питомих витрат палива при цьому не перевищує 12-13%. Тому **в дипломній роботі поставлена задача планування наукових та прикладних досліджень технологічного процесу оранки ґрунту агрегатом у складі текронового плуга з метою обґрунтування конструктивно-технологічної схеми та параметрів текронового плуга із регульованою шириною захвата, а також розробки нової енергоощадної технології оранки за допомогою текронового плуга.**

2 ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ТА ПАРАМЕТРІВ ОРНИХ АГРЕГАТИВ НА ОСНОВІ ТРАКТОРІВ КЛАСУ 1,4 ТА 3 В СКЛАДІ ТЕКРОНОВОГО ПЛУГА

2.1 Обґрунтування схеми та параметрів агрегування текронових плугів з тракторами класу 1,4 та 3

Положимо, що під правильним агрегуванням трактора з текроновим плугом будемо розуміти таке, яке за стійкого руху останнього у горизонтальній площині забезпечує йому якомога менший тяговий опір.

Відомо, що симетричне приєднання плуга до трактора, коли умовний «центр опору» цього знаряддя знаходиться у поздовжній площині симетрії енергетичного засобу, можливе, якщо колія енергетичного засобу буде дорівнювати:

$$B_T = b_k \cdot (n + 1) - 2 \cdot A - b; \quad (2.1)$$

$$B'_T = b_k \cdot (n + 1) + b, \quad (2.2)$$

де B_T , B'_T – колія енергетичного засобу при переміщенні рушіїв його правого борту поза борозною і в борозні відповідно, м;

b_k – конструктивна ширина захвату корпусу плуга, м;

n – число корпусів знаряддя;

A – відстань від борозни до зовнішньої крайки рушія, м;

b – ширина рушія трактора, м.

Натомість відомо, що коли дійсна значина колії енергетичного засобу (B_d) більша за бажану (B_T), то плуг приєднують не симетрично, а з певним правостороннім поперечним зміщенням (e_n). І воно тим більше, чим більшою є різниця між значинами цих колій:

$$e_n = (B_d - B_T)/2.$$

З урахуванням (2.1) і (2.2) маємо:

$$e_n = [B_d + 2 \cdot A + b - b_k \cdot (n+1)]/2, \quad (2.3)$$

$$e'_n = [B_d - b - b_k \cdot (n+1)]/2. \quad (2.4)$$

Відомо, що залежно від фізико-механічних властивостей ґрунту і стійкості руху того або іншого енергетичного засобу у складі орного МТА відстань A може змінюватися в межах 10...29 см. За більшого значення, як показує практика, ускладнюється процес відтягування механізатором крайчика борозни попереднього проходу агрегату, що призводить до зростання нерівномірності його ширини захвату.

За меншого значення A виникає небезпека сповзання енергетичного засобу правими рушіями у борозну, що негативно відбивається на якісних показниках роботи орного МТА.

Розглядаючи певні аспекти агрегування плугів з енергетичними засобами встановлено, якщо за умов (2.1) чи (2.2) параметри ходової системи трактора допускають симетричне агрегування плуга, енергетичний засіб може мати лише одну схему налагодження заднього навісного механізму — треточкову. Тим більше, що її, на відміну від двоточнової, немає потреби переналагоджувати при роботі трактора з іншими навісними машинами або знаряддями. Якщо за умов (2.1) чи (2.2) параметри ходової системи трактора не дають можливості приєднати до нього плуг симетрично, краще використовувати двоточкову схему налагодження ЗНМ енергетичного засобу. При цьому правостороннє поперечне зміщення орного знаряддя в першу чергу слід здійснювати переміщенням нижніх тяг навісного механізму трактора. І лише коли цього зміщення виявиться недостатньо, можна переміщувати раму орного знаряддя відносно його власних приєднувальних бугелів.

Лівостороннє поперечне зміщення плуга доцільно здійснювати саме шляхом переміщення його відносно власних приєднувальних бугелів. Адже, як відомо, тяговий опір знаряддя при цьому зменшується. Причому до такої міри, що з'являється можливість зняття усіх польових дощок, крім останньої.

Постановка завдання. Обґрунтувати схему приєднання вітчизняних тракторів класу 1,4 та 3 із текроновим плугом (рис. 2.1) у такий спосіб, за яким величина поперечного зміщення плуга має бути рівною, або меншою за нуль, тобто $e_{\text{п}} \leq 0$.

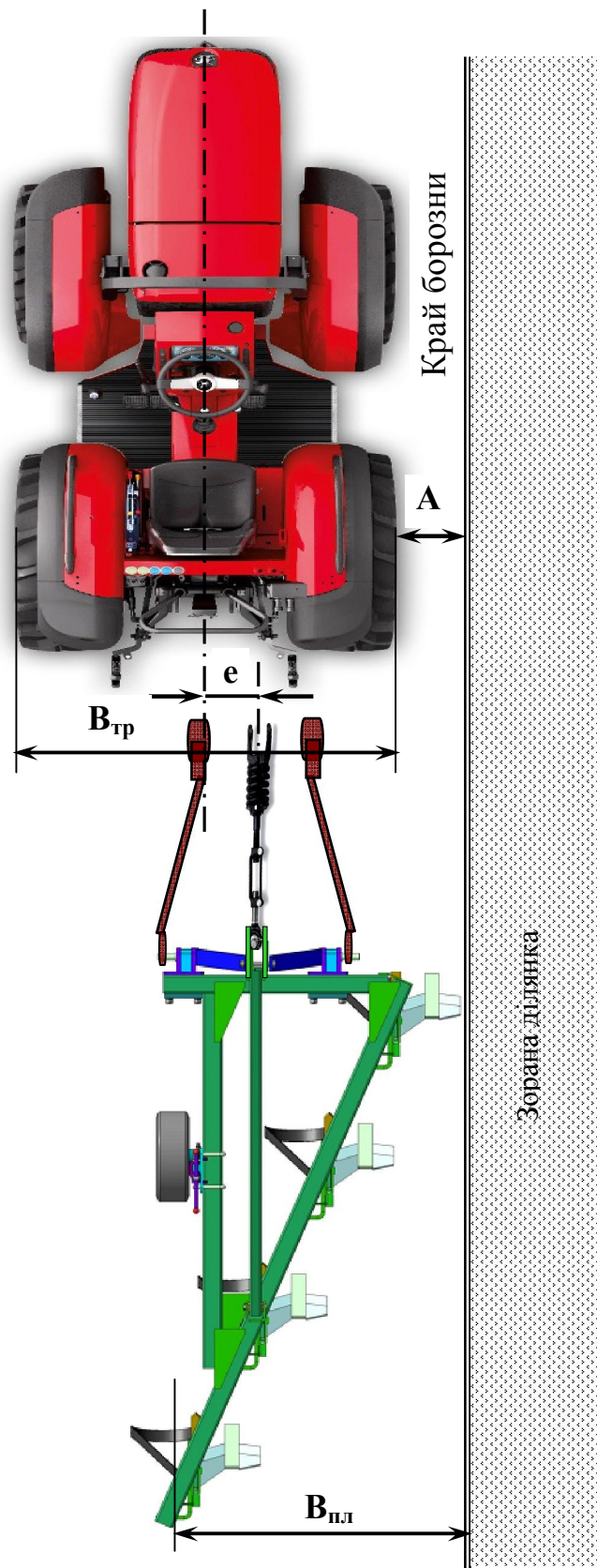


Рисунок 2.1 – Схема агрегування орного МТА та природа поперечного зміщення плуга відносно поздовжньої осі трактора

Для обґрунтування схеми та параметрів орних агрегатів розглянемо трактори класу 1,4 та 3, які виробляються на території України та користуються попитом серед аграріїв (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Характеристики тракторів класу 1,4 та 3, які користуються попитом в Україні

№ п/п	Трактор	Типорозмір шин коліс	Колія трактора, В _д , м	Ширина рушія трактора b, м	Агрегатується із плугом
1	ХТЗ-17221	23.1	1.86	0.587	ПЛН-5-35
2	ХТЗ-150К	21.3	1.68	0.541	ПЛН-5-35
		21.3	1.86	0.541	
3	ХТЗ-16131	16.9	2.05	0.429	ПЛН-4-35
4	ХТЗ-248К	23.1	1.86	0.587	ПЛН-5-35
5	Беларус-82.1	15.5	1.35	0.394	ПЛН-3-35
6	Беларус-892	16.9	1.5	0.429	ПЛН-3-35
		18.4	1.5	0.467	ПЛН-3-35
7	Беларус-1221	18.4	1.53	0.467	ПЛН-4-35
8	КІЙ-14102	15.5	1.43	0,394	ПЛН-3-35

Положимо, що при використанні те кронового відвалу на корпусі плуга, як це було зазначено нами в 1 розділі роботи, зменшення тягового опору сягає 13,6%. Якщо ще додатково використовувати те кроновий леміш та польову дошку на корпусі плуга, то, нехай, зменшення тягового опору від цього буде дорівнювати ще 3-4%. В результаті маємо зменшення тягового опору щонайменше на 17%.

З іншого боку відомо, якщо центр опору орного знаряддя зміщується в поперечному напрямку відповідно вліво відносно поздовжньої вісі симетрії агрегату, то це супроводжується відповідним зменшенням як поздовжньої (ΔR), так і поперечної (ΔP) складових його тягового опору (рис.2.2). Середні значення яких можна приблизно розрахувати, як:

$$P \cong 0.25 \cdot R, \quad (2.5)$$

$$\Delta R \cong 0.15 \cdot R. \quad (2.6)$$

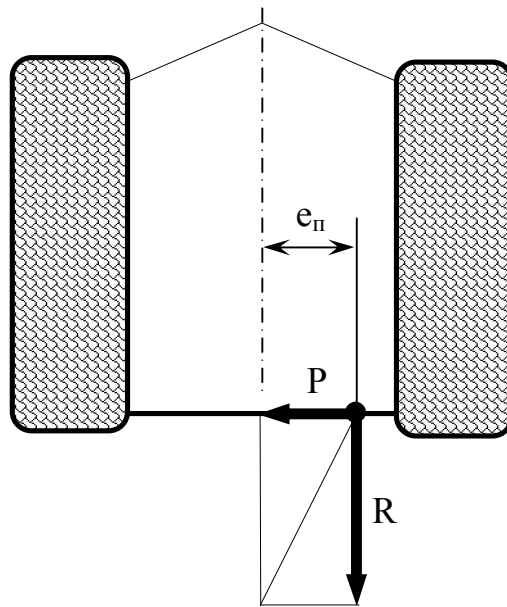


Рисунок 2.2 – Схема правостороннього поперечного зміщення рами плуга відносно його приєднувальних бугелів при незмінному положенні тяг заднього навісного механізму трактора: R, P - поздовжня та поперечна складові тягового опору плуга відповідно

З цього випливає, що ще до 15% можна зменшити тяговий опір плуга, якщо вилучити поперечну складову P, яка утворюється внаслідок правостороннього поперечного зміщення плуга відносно трактора.

В підсумку можемо констатувати, якщо замінити сталевий корпус плуга на те кроновий та мати симетричне агрегування плуга відносно трактора (або лівостороннє зміщення плуга відносно трактора), то можемо отримати до 32% зменшення питомого тягового опору орного МТА.

Розрахуємо, на скільки при цьому може збільшитися ширина захвата серійних плугів при їх агрегуванні з вказаними тракторами (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 – Результати розрахунків можливого збільшення ширини захвату плугів при гіпотетичному зменшенні його тягового опору на 32%

Марка плуга	Ширина захвату плуга, м	Можливе збільшення ширини захвату
ПЛН-3-35	1.05	1.386
ПЛН-4-35	1.4	1.848
ПЛН-5-35	1.75	2.31

За вказаними вхідними умовами розрахуємо величину поперечного зміщення вказаних плугів при їх агрегуванні з розглянутими тракторами, у варіантах їх використання зі стальними робочими органами і те кронowymi.

Необхідні розрахунки для виконання поставленого завдання виконаємо у середовищі Excell. Методика розв'язання поставленого завдання містила наступні етапи.

По-перше, нами був сформований певний інтерфейс робочої сторінки у середовищі Excell, у якому було відокремлено вхідні та вихідні розрахункові параметри (рис. 2.3).

Вхідні дані							Результат	
Енергозасіб	Коля Вд, м	Число корпусів плуга	Типорозмір ширини колеса	b, м	b _к , м	A, м	e _п	e _п '
ХТЗ-17221								
ХТЗ-150К								
ХТЗ-16131								
ХТЗ-150								
МЕЗ-80								
МТЗ-80								

Рисунок 2.3 - Інтерфейс робочої сторінки у середовищі Excell

По-друге, у відповідні комірки сформованої таблиці (рис. 2.3) далі вносилися кількісні значення вхідних параметрів та формули для обчислення проміжних розрахунків та вихідних параметрів.

Представимо приклад розрахунку величини поперечного зміщення e_p плуга відносно трактора для орного МГА у складі трактора ХТЗ-17221 і плуга ПЛН-5-35.

1) Із типорозміру рушіїв (23.1) трактора ХТЗ-17221 встановлюємо, що ширина його шин $b = 23,1 \cdot 25,4 = 586$ мм. Водночас, ширина корпусу плуга ПЛН-5-35 (а значить і ширина борозни) становить $b_k = 350$ мм. Оскільки $b > b_k$ то, із цього випливає, що трактор ХТЗ-17221 із вказаним орним знаряддям природно має рухатися поза борозною.

2) Із виразу (2.1) знаходимо потрібну колію трактора B_T :

$$B_T = b_k \cdot (n + 1) - 2 \cdot A - b.$$

В нашому випадку: $b_k = 350$ мм; $n = 5$; $b = 586$ мм.

Величину A приймаємо $A_1 = 150$ мм.

В результаті маємо:

$$B_{T1} = 350 \cdot (5 + 1) - 2 \cdot 150 - 586 = 1214 \text{ мм.}$$

3) Визначаємо напрям і величину поперечного зміщення плуга. Оскільки дійсна колія трактора ($B_d = 1860$ мм) більша за розрахункову, то плуг приєднують до трактора із правостороннім поперечним зміщенням, яке становить:

$$e_{пл} = (B_d - B_T)/2 = (1860 - 1214)/2 = 323 \text{ мм.}$$

4) Визначаємо схему налагодження заднього навісного механізму трактора. Переміщення плуга ПЛН-5-35 на величину 323 мм відносно його власних бугелів здійснити проблематично. Тому слід відмовитися від триточкової схеми на користь доточкової.

Результати розрахунків усіх варіантів орних МГА за табл. 2.1 представимо в таблиці 2.3.

Таблиця 2.2 – Результат розрахунків величини поперечного зміщення традиційних (металевих) та текронових плугів відносно трактора

Вхідні дані								Результат $\epsilon_p, \text{ м}$	
Трактор	Коля Вд, м	Число корпусів плуга	Ширина захвату плуга, м	Типороз мір ширини колеса	b, м	b _к , м	A, м	при русі позабо розною	при русі в борозні
Орні агрегати в складі традиційних (металевих) плугів									
ХТЗ-17221	1.86	5	1.75	23.1	0.587	0.35	0.15	0.323	-
ХТЗ-150К	1.68	5	1.75	21.3	0.541	0.35	0.15	0.211	-
	1.86	5	1.75	21.3	0.541	0.35	0.15	0.301	
ХТЗ-16131	2.05	4	1.4	16.9	0.429	0.35	0.15	0.515	-0.06
ХТЗ-248К	1.86	5	1.75	23.1	0.587	0.35	0.15	0.323	-
Беларус-82.1	1.35	3	1.05	15.5	0.394	0.35	0.1	0.272	-0.22
Беларус-892	1.5	3	1.05	16.9	0.429	0.35	0.1	0.365	-0.16
	1.5	3	1.05	18.4	0.467	0.35	0.1	0.384	-0.18
Беларус-1221	1.53	4	1.4	18.4	0.467	0.35	0.1	0.224	-0.34
КІЙ-14102	1.43	3	1.05	15.5	0.394	0.35	0.1	0.312	-0.18
Орні агрегати в складі текронових плугів									
ХТЗ-17221	1.86	6	2.1	23.1	0.587	0.35	0.15	0.148	-
	1.86	6	2.34	23.1	0.587	0.39	0.15	0.008	
ХТЗ-150К	1.68	6	2.1	21.3	0.541	0.35	0.15	0.036	-
	1.86	6	2.28	21.3	0.541	0.38	0.15	0.021	
ХТЗ-16131	2.05	5	2	16.9	0.429	0.4	0.15	0.19	-0.39
ХТЗ-248К	1.86	6	2.34	23.1	0.587	0.39	0.15	0.008	-
Беларус-82.1	1.35	4	1.52	15.5	0.394	0.38	0.1	0.022	-0.47
Беларус-892	1.5	4	1.6	16.9	0.429	0.4	0.1	0.065	-0.46
	1.5	4	1.6	18.4	0.467	0.4	0.1	0.084	-0.48
Беларус-1221	1.53	5	1.75	18.4	0.467	0.35	0.1	0.049	-0.52
КІЙ-14102	1.43	4	1.6	15.5	0.394	0.4	0.1	0.012	-0.48

Аналіз проведених теоретичних досліджень (див. табл. 2.3) показав, що збільшення кількості корпусів плугів з 5 до 6 в орних агрегатах на базі тракторів ХТЗ-17221 та ХТЗ-248К, а також збільшенні ширини захвата одного корпусу плуга з 35 до 39 см дозволяє агрегувати такий плуг симетрично відносно трактора (практично без поперечного його зміщення). При цьому ширина захвату плуга

дорівнює 2,34 м, що лише на 3 см більше за гіпотетично можливу величину збільшення ширини захвату, згідно табл. 2.2.

Аналогічна картина спостерігається і для орних МТА на базі трактора ХТЗ-150К. Навіть при використанні останнього з шириною колії 1,86 м при збільшенні ширини корпусу плуга до 38 см маємо випадок симетричного агрегування плуга з цим трактором. При цьому ширина захвату плуга становить 2,28 м, що менше за гіпотетично-допустиму 2,31 м за даними табл. 2.2.

Зовсім кращий результат ми отримуємо при агрегуванні 5-ти корпусного текронового плуга з трактором ХТЗ-16131. Так при збільшенні ширини корпусу плуга до 40 см маємо варіант агрегування орного МТА, за яким трактор ХТЗ-16131 вже може рухатися на оранці не в бороні, а поза борозною. При цьому величина правостороннього поперечного зміщення плуга становить 19 см, що цілком можна реалізувати налаштуванням або заднього навісного механізму трактора, або зміщенням рами самого плуга відносно його приєднувальних бугелів.

Також чудовий результат отриманий нами при агрегуванні те кронових плугів з тракторами Беларус. При цьому також рух зазначених тракторів в складі орних МТА вже можливий не в борозні, а поза борозною. Так, якщо збільшити кількість корпусів плуга з 3 до 4 для трактора Беларус-82.1, а також ширину захвата корпусу з 35 до 38 см маємо випадок симетричного агрегування плуга відносно трактора.

Аналогічна картина спостерігається для агрегування текронових плугів з трактором Беларус-1221.

Для тракторів Беларус-892 і КИЙ-14102 доцільним є використання текронових плугів зі збільшеною шириною захвату одного корпусу до 40 см. При цьому в залежності від використовуваних шин задніх коліс на цьому тракторі необхідна величина правостороннього поперечного зміщення становить не більше 8 см у варіанті руху трактора поза борозною.

Вищенаведений аналіз отриманих результатів вказує на необхідність створення текронових плугів з регульованою шириною захвату, що надасть можливість максимальне ефективно їх використання з різними тракторами і різних умовах експлуатації.

2.2 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми текронового плуга із регульованою шириною захвата

Суть поставленої задачі полягає в створенні такої конструктивно-технологічної схеми плуга з регульованою шириною захвата, за якою він може використовуватися як з традиційними металевими плужними корпусами, так і текроновими у кількості на 1 більше. При цьому слід створити можливість регулювання ширини захвата плуга в межах 30%.

Запропонована нами ідея призначена для основного обробітку ґрунту на оранці і може бути використана в сільському господарстві. Текроновий плуг з регульованою шириною захвата містить поворотну балку з встановленими на ній плужними корпусами, які з'єднані з нею шарніром. Передній брус плуга переміщається уздовж нього поперечно та має елементи для приєднання до шарнірів нижніх тяг навіски трактора, а також центральну тягу регульованої довжини. На поперечині виконаний шарнір до якого приєднана стяжка. З поворотною балкою стяжка з'єднана через шарнір. Шарнір розташований в безпосередній близькості від шарніра нижніх тяг навіски трактора. Завдяки тому, що велика частина навантажень від плужних корпусів переданих через стяжку на шарнір замикається на шарнірі нижньої тяги навіски трактора розвантажуються передній брус і поперечина. Дана конструкція дозволить підвищити міцність і зменшити масу плуга.

Пояснимо нашу ідею більш детально. Задля цього спочатку оберемо найбільш близьку конструкцію плуга з регульованою шириною захвату. Подібна конструкція плуга згадується у патенті СРСР N 1384183 (1988 р.), за яким плуг містить поворотну балку з встановленими на ній на вертикальних осях плужними корпусами; передній брус з поперечиною, що має елементи для приєднання до нижніх тяг трактора; волочильну балку, шарнірно з'єднану з поворотною балкою і переднім брусом; стяжку регульованої довжини, з'єднану з поворотною і волочильною балками. Стяжка служить для зміни кута між поворотною і волочильною балками. Поперечина виконана з можливістю її переміщення уздовж бруса. Ширина захвата плуга змінюється за допомогою повороту щодо переднього бруса пов'язаних між собою стяжкою волочильною і поворотною балками. Цей поворот відбувається під впливом навантаження від плужних корпусів. Встановлені на поворотній балці за допомогою вертикальних осей плужні корпуси внаслідок їх

тиску на ґрунт автоматично налаштовуються по напрямку оранки (у напрямку раніше прокладеної борозни). Прототип збігається із запропонованим рішенням в тому, що містить поворотну балку з встановленими на ній на вертикальних осях плужними корпусами, передній брус з поперечиною, що має елементи для приєднання до шарнірів нижніх тяг навіски трактора, стяжку регульованої довжини. У прототипі і пропонованому рішенні зміна ширини захвату плуга відбувається при зміні кута між поворотною балкою і переднім брусом, а плужні корпуси при цьому не змінюють своє кутове положення щодо напрямку оранки. Однак навантаження від плужних корпусів через поворотну балку і стяжку передаються на волочильну балку і потім на передній брус і через нього на поперечину. Це змушує для підвищення міцності збільшувати перетин волочильної балки, переднього бруса і поперечини і тим самим збільшувати масу плуга.

В основу винаходу поставлено задачу за якою на текроновому плузі з регульованою шириною захвату слід забезпечити можливість регулювання ширини його захвату, як за рахунок встановлення додаткового корпусу плуга, так і поворотом основної балки плуга в горизонтальній площині шляхом зміни місця і розміщення шарніра для установки стяжки, а також розміщення стяжки по відношенню до встановлених на поворотній балці плужного корпусу. При цьому слід максимально забезпечити йому (плугу) міцності і зменшити масу.

Поставлена задача вирішена в плузі із змінною шириною захвату, що містить поворотну балку з встановленими на ній плужовими корпусами, шарнірно з'єднану з поворотною балкою, стяжку і передній брус з рухомою уздовж нього поперечиною, що має елементи для приєднання до шарнірів нижніх тяг навіски трактора, і який відрізняється тим, що поперечина забезпечена шарніром для приєднання стяжки, при цьому для зниження навантажень, які сприймаються поперечиною і переднім брусом цей шарнір розташований в безпосередній близькості від шарніра нижньої тяги навіски трактора. Крім того, шарніри стяжки і центр опору плужних корпусів, встановлених на поворотній балці, розташовані в одній вертикальній площині.

На рис. 2.4 зображена схема текронового плуга з регульованою шириною захвату.

Плуг із змінною шириною захвату містить поворотну балку 1, на якій на вертикальних осях закріплені плужні корпуси 3. Поворотна балка 1 за допомогою шарніра 4 з'єднана з переднім брусом 6, на якій кріпиться поперечина 5, яка може

переміщатися уздовж нього. Фіксація положення поперечини 5 відносно переднього бруса 6 здійснюється стопором 7. На поперечині є елементи 8, до яких приєднуються шарніри нижніх тяг навіски трактора (не показані). На поперечині 5 в безпосередній близькості від шарніра нижньої тяги навіски трактора розташований шарнір 9 для приєднання стяжки 10 регульованої довжини. Іншим своїм кінцем стяжка 10 за допомогою шарніра 11 з'єднана з поворотною балкою 1. Положення шарніра 11 на поворотній балці 1 вибрано таким, щоб шарніри 9 і 11 стяжки і центр К опору встановлених на поворотній балці 1 плужних корпусів 3 були розташовані в одній вертикальній площині (їх проекції на горизонтальну площину лежать на одній прямій).

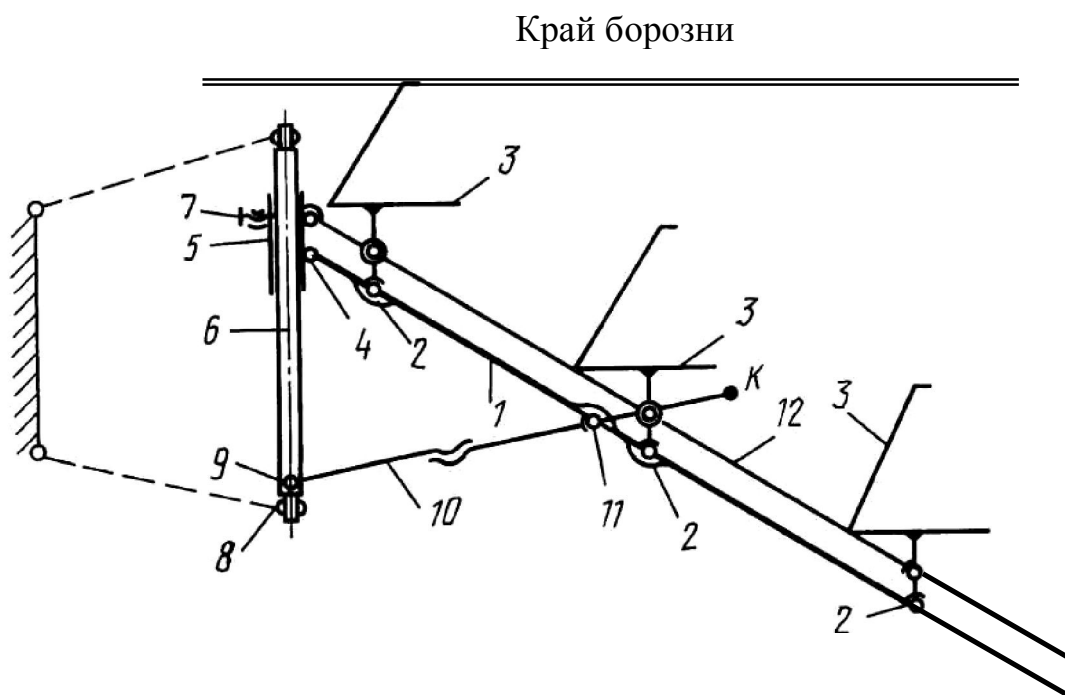


Рис. 2.4– Схема текронового плуга з регульованою шириною захвату

Плуг із змінною шириною захвату працює наступним чином (рис. 2.5). Через елементи 8 на передньому брусі 6 плуг приєднується до шарнірів нижніх тяг трактора. Потім встановлюється необхідна ширина захвату плуга. Здійснюється це зміною довжини стяжки 10 (наприклад гідроциліндром з кабіни трактора або автоматично). Внаслідок цього стяжка 10 повертає поворотну балку 1 за допомогою шарніра 4 на передньому брусі 6.

При додаванні плужного корпусу та/або для відновлення ідентичності оранки (тобто за відсутністю огріхів) перший плужний корпус 3 встановлюється на лінії раніше прокладеної борозни. Вказана установка першого плужного корпусу 2

відносно раніше прокладеної борозни проводиться переміщенням поперечини 5 уздовж переднього бруса 6 з фіксацією встановленого положення стопором 7.

Горизонтальна складова тягового опору плуга від зусиль з боку розташованих на поворотній балці 1 плужних корпусів 3 через стяжку 10 передається на шарнір 9, розташований в безпосередній близькості від встановленого на елементі 8 шарніра нижньої тяги навіски трактора, який (шарнір) виконує по відношенню поперечини 5 функцію опори. При цьому згинальний момент на поперечині 5 від цієї складової значно зменшується. У разі, коли шарніри стяжки 9, 11 і центр опору К встановлених на поворотній балці 1 і плужних корпусів 3 розташовані в одній вертикальній площині, найменше значення приймає і величина зусилля, що прагне зрушити передній брус 6 уздовж поперечини 5 (поворотна балка 1 врівноважена), що сприяє розвантаженню поперечини 5 і стопора 7 від поздовжньої складової навантаження з боку переднього бруса 6.

Завдяки зменшенню навантажень, які сприймаються поперечиною 5 і переднім брусом 6 у такий спосіб створена можливість регулювання ширини захвата плуга, як шляхом додавання 1 корпусу, так и поворотом балки 1.

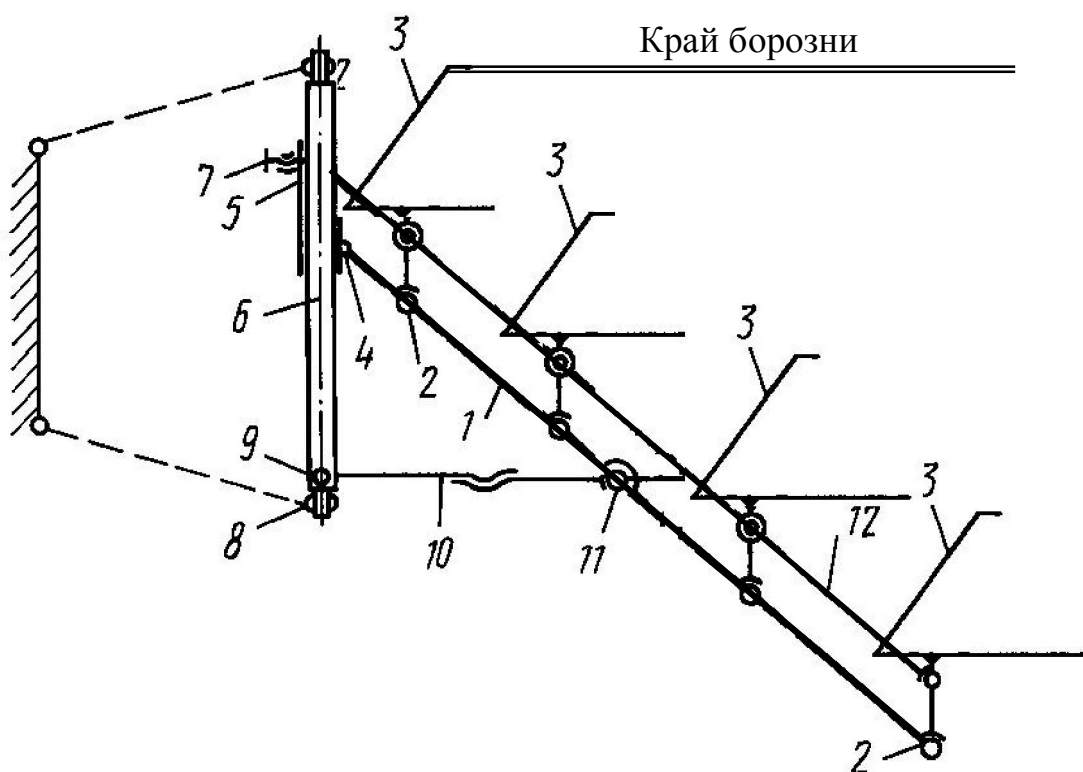


Рис. 2.5 – Схема плуга при зміні кількості корпусів і ширини захвата

Висновки.

1. В результаті проведених теоретичних досліджень процесу агрегування тракторів з текроновим плугом **прийняте рішення** про те, що збільшення кількості корпусів у останнього з 5 до 6 в орних агрегатах на базі тракторів ХТЗ-17221 та

ХТЗ-248К, а також збільшенні ширини захвата одного корпусу плуга з 35 до 39 см, дозволяє агрегувати такий плуг симетрично відносно трактора (практично без поперечного його зміщення).

2. Моделювання процесу агрегування орних МТА на базі трактора ХТЗ-150К показав, що при збільшенні кількості корпусів до 6 та ширини одного корпусу текронового плуга до 38 см маємо випадок симетричного агрегування плуга з цим трактором. При цьому ширина захвату плуга становить 2,28 м, що менше за гіпотетично-допустиму 2,31 м.

3. Результатами моделювання процесу агрегування 5-ти корпусного текронового плуга з трактором ХТЗ-16131 було отриманий результат, за яким збільшення ширини корпусу плуга до 40 см маємо варіант агрегування орного МТА, за яким трактор ХТЗ-16131 вже може рухатися на оранці не в бороні, а поза борозною. При цьому величина правостороннього поперечного зміщення плуга становить 19 см, що цілком можна реалізувати налаштуванням або заднього навісного механізму трактора, або зміщенням рами самого плуга відносно його приєднувальних бугелів.

4. В результаті моделювання процесу агрегування тракторів Беларус тягового класу 1,4 з текроновими плугами та проведення теоретичних досліджень з прийняттям ефективних рішень доведено, що збільшення кількості корпусів плуга з 3 до 4 для трактора Беларус-82.1, а також ширини захвата корпусу з 35 до 38 см маємо випадок симетричного агрегування плуга відносно трактора.

Для тракторів Беларус-892 і КИЙ-14102 доцільним є використання текронових плугів зі збільшеною шириною захвату одного корпусу до 40 см. При цьому в залежності від використовуємих шин задніх коліс на цьому тракторі необхідна величина правостороннього поперечного зміщення становить не більше 8 см у варіанті руху трактора поза борозною.

5. Оптимізовано інноваційну техніко-технологічну систему агрегування тракторів тягових класів 1,4 та 3 з текроновими плугами. За якою доведена необхідність створення текронових плугів з регульованою шириною захвату, що надасть можливість максимальне ефективне їх використання з різними тракторами і різних умовах експлуатації.

3 ОБҐРУНТУВАННЯ РЕСУРСОЩАДНОЇ, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОЇ ОПЕРАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТЕКРОНОВИМ ПЛУГОМ

Скомплектуємо орний агрегат у складі трактора Беларус-82.1 і текронового плуга. Для цього розв'язання поставленого завдання здійснимо за алгоритмом.

1) *Визначення можливих робочих передач трактора.*

Можливі робочі передачі в окремому агрегаті визначаються за умови [17]:

$$\max (V_{amin_k}) \geq V_{pH_j} \geq \min (V_{amax_k}), \quad (3.1)$$

де V_{amin_k} , V_{amax_k} – відповідно мінімальна та максимальна агротехнічно-допустима швидкість руху плуга, км/год;

Швидкості V_{amin_k} та V_{amax_k} беруться з паспортних даних відповідних машин, а V_{pH_j} - із тягової характеристики заданого трактора на відповідному агрофоні дані заносимо у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Показники тягової характеристики трактору.

Передача	Швидкість, км/год	Тягове зусілля, кН	Витрати палива, кг/год
2	3,5	18	7,8
3	6,8	14,7	11,5
4	8	12,6	12,5
5	10,3	10,6	13,1

2) *Визначення питомого тягового опору плуга на можливих робочих передачах трактора, кН/м [17]:*

$$K_v = K_0 \cdot \left[1 + \frac{\Delta_0 \cdot (V_p - V_H)}{100} \right], \quad (3.2)$$

де K_0 – питомий тяговий опір сільськогосподарської машини к-ої марки за швидкістю $V_H = 5$ км/год, кн./м ;

Δ_0 – темп змінювання K_0 від швидкості руху для сільськогосподарської машини к-ої марки , %

Для трактора Беларус-82.1:

$$\text{на 2 п.} - K_v = 39 \cdot (1 + (3,5 - 5)/10) = 36,08 \text{ кН/м;}$$

на 3 п. – $K_v = 39 \cdot (1+(6,8-5)/100) = 42,51$ кН/м;

на 4 п. – $K_v = 39 \cdot (1+(8-5)/100) = 44,85$ кН/м;

на 5 п. – $K_v = 39 \cdot (1+(10,3-5)/10) = 49,34$ кН/м.

3) Визначення кількості корпусів плуга на можливих робочих передачах трактора, од [17]:

$$n_{ei\delta ij} = \frac{(P_{крHj} - G \cdot i / 100) \cdot \xi_D}{b_k \cdot (K_{vj} \cdot h + K_{\bar{a}}) \cdot \beta_k + (g_{i\bar{e}} + g_{\bar{a}}) \cdot \lambda_{\bar{a}} \cdot i^3 / 100} \quad (3.3)$$

де ξ_p – припустимий ступінь завантаження трактора за тягою;

G – експлуатаційна вага трактора, кН;

i – ухил поверхні поля, %;

b_k – ширина захвата корпуса плуга, м;

h – глибина обробки, м;

K_{δ} – питомий опір додаткового знаряддя, приймається по завданню, кН/м.

β_k – коефіцієнт використання конструктивної ширини захвату відповідної машини – знаряддя

g_{nl} – середня вага плуга на один метр ширини захвату плуга, кН/м;

g_{δ} – середня вага додаткового знаряддя на один метр ширини захвату плуга, кН/м;

λ_{δ} – коефіцієнт, збільшення маси плуга і знаряддя при виконанні технологічного процесу $\lambda_{\delta} = 1,1 \dots 1,2$.

В результаті отримуємо:

– на 1 п. $n_{корп} = (18-35 \cdot 3/100)/(0,35 \cdot 36,08 \cdot 0,22 \cdot 1,05 + 4,52 \cdot 1,1 \cdot 3/100) = 5,30$

Приймаємо плуг ПЛН-5-35;

– на 2 п. $n_{корп} = 4,63$ Приймаємо плуг ПЛН-4-35;

– на 3 п. $n_{корп} = 4,01$ Приймаємо плуг ПЛН-4-35;

– на 4 п. $n_{корп} = 3,19$ Приймаємо плуг ПЛН-3-35.

4) Визначення тягового опору плуга

$$R_{aj} = h \cdot b_k \cdot \beta_k \cdot n_k \cdot K_{vj} + b_{\delta} \cdot n_{\delta} \cdot K_{\delta} + (G_{nl} + G_{\delta}) \cdot \lambda_{\delta} \cdot i / 100, \quad (3.4)$$

де G_{nl}, G_{δ} – вага плуга і додаткового знаряддя, кН

b_{δ} – ширина захвату одного додаткового знаряддя, м;

n_0 – кількість додаткових знарядь. Визначається, як $\frac{B_p}{b_0}$ кількість додаткових

знарядь округляється до цілого числа в більшу сторону.

– на 1 п. $R_a = 0,22 \cdot 0,42 \cdot 1,05 \cdot 5 \cdot 36,08 + 4,75 \cdot 1,1 \cdot 3/100 = 17,35$ кН

– на 2 п. $R_a = 14,47$ кН

– на 3 п. $R_a = 12,45$ кН

– на 4 п. $R_a = 11,91$ кН

5) *Орієнтовний вибір робочої передачі проводиться за умов найкращого завантаження трактора за тягою*

$$\xi_{PL} = \max(\xi_{pj}) < [\xi_p], j=N \dots M; \quad (3.5)$$

$$\xi_{pj} = \frac{R_{aj}}{P_{крпj} - G \cdot i / 100}; \quad (3.6)$$

де L - номер вибраної передачі трактора;

R_{aj} - тяговий опір МТА на j -й передачі трактора, кН;

$$R_{aj} = (K_{vjk} + g_{Hjk} \cdot i / 100) \cdot B_{mkj} \cdot n_{mkj} + G_{зчj} \cdot (f_{зч} + i / 100) \quad (3.7)$$

Для трактора Беларус-82.1 маємо:

– на 2 п $\xi_p = 17,35 / (19 - 0,762 \cdot 1,05 / 100) = 0,90$;

– на 3 п $\xi_p = 14,47 / (15,7 - 0,762 \cdot 1,05 / 100) = 0,87$;

– на 4 п $\xi_p = 12,45 / (13,6 - 0,762 \cdot 1,05 / 100) = 0,89$;

– на 5 п $\xi_p = 11,91 / (11,6 - 0,762 \cdot 1,05 / 100) = 0,92$.

6) Остаточний вибір основної робочої передачі проводиться за умови максимуму „чистої” годинної продуктивності МТА.

$$W_{чL} = \max (W_{чj}), j = N \dots M, \quad (3.8)$$

$$W_{чj} = 0,1 \cdot B_{pj} \cdot V_{pj} \cdot \tau, \quad (3.9)$$

де B_{pj} – робоча ширина захвату МТА на j -й передачі трактора, м;

$$B_{pj} = B_{kj} \cdot \beta_k, \quad (3.10)$$

V_{pj} – робоча швидкість МТА на j -й передачі трактора, визначається за тяговою характеристикою трактора, км/год.

τ - коефіцієнт використання часу зміни

Робочу швидкість агрегату, визначивши значення тягового опору визначаємо робочу швидкість V_{pj} по передачам та годинні витрати палива G_T , км/год.

$$V_{p2} = 3,58 \text{ км/год}$$

$$V_{p2} = 7,01 \text{ км/год}$$

$$V_{p4} = 8,31 \text{ км/год}$$

$$V_{p5} = 9,66 \text{ км/год}$$

Робоча ширина захвату визначається:

$$B_{pj} = B_{mj} \cdot n_{mj} \cdot \beta, \quad (3.11)$$

де β - коефіцієнт використання конструктивної ширини захвату відповідної машини – знаряддя.

Для трактора Беларус-82.1.

$$\text{– на 2 п. } W_{24} = 0,1 \cdot 1,65 \cdot 3,58 \cdot 0,75 = 0,443 \text{ га/год};$$

$$\text{– на 3 п. } W_{24} = 0,1 \cdot 1,4 \cdot 7,01 \cdot 0,75 = 0,736 \text{ га/год};$$

$$\text{– на 4 п. } W_{24} = 0,1 \cdot 1,4 \cdot 8,31 \cdot 0,75 = 0,872 \text{ га/год};$$

$$\text{– на 5 п. } W_{24} = 0,1 \cdot 1,05 \cdot 10,66 \cdot 0,75 = 0,839 \text{ га/год.}$$

Обираємо 4 передачу та агрегат у складі Беларус-82.1 + ПЛН-4-35 .

7) *Розрахунок показників ефективності роботи агрегатів.*

Питома витрата палива, кг/год.

$$g_w = \frac{G_o}{W_{\text{аіа}}}. \quad (3.12)$$

Витрата палива визначена за допомогою тягової характеристики при тяговому зусиллі 10,47 кН на 4-й передачі дорівнює 11,94 кг/год.

Тоді питома витрата палива становитиме:

$$g_w = 11,94 / 0,872 = 13,68 \text{ кг/га.}$$

Витрати праці, люд·год/га:

$$Z_n = m / W_{\text{тч}},$$

де m – кількість обслуговуючого персоналу на агрегаті, люд.

$$Z_n = (1+0) / 0,872 = 1,14 \text{ люд·год/га}$$

Результати розрахунків експлуатаційних витрат зводимо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Експлуатаційні показники

Складові орного МТА		Ширинна захвату, B_p , м	Швидкість руху, км/год.	Продуктивність, га/год.	Витрати пального, кг/га	Витрати праці, люд.-год./га	Коефіцієнт використання часу зміни	Спосіб руху МТА
трактор	плуг							
МТЗ-82.1	ПЛН-4-35	1,4	8,3	0,87	13,68	1,14	0,8	поза борозн.

Робоча довжина гону визначається по формулі:

$$L_p = L - 2E, \quad (3.13)$$

де L – довжина загону (поля), м;

E – ширина поворотної смуги, м.

$$E = n_{\text{пр}} \cdot B_p \geq E_{\text{min}}, \quad (3.14)$$

де E_{min} – ширина поворотної смуги для петльових з прямолінійною ділянкою поворотів, м

$$E_{\text{min}} = 2,8 \cdot \rho_y + e + d_k, \quad (3.15)$$

де d_k – кінематична ширина захвату агрегату для симетричних агрегатів, м

$$d_k = 0,5 \cdot B_p, \quad (3.16)$$

де ρ_y – умовний радіус повороту, м

$$\rho_y = 0,75 \cdot B_p, \quad (3.17)$$

e – довжина виїзду агрегату, м

$$e = 0,5 \cdot (l_T + l_{\text{зч}} + l_M), \quad (3.18)$$

де l_T , $l_{\text{зч}}$, l_M – кінематична довжина відповідно трактора, зчіпки та с.-г. машини визначається по формулі, м

$$e = 0,5 \cdot (2,45 + 0 + 2,6) = 2,53 \text{ м.}$$

$$\rho_y = 0,75 \cdot 1,4 = 1,05 \text{ м.}$$

$$d_k = 0,5 \cdot 1,4 = 0,70 \text{ м.}$$

$$E_{\text{min}} = 2,8 \cdot 1,05 + 2,53 + 0,70 = 6,94 \text{ м.}$$

$$n_{\text{пр}} = E_{\text{min}} / B_p = 6,94 / 1,4 = 4,95. \quad \text{Приймаємо } n_{\text{пр}} = 5,00.$$

$$E = 5,00 \cdot 1,4 = 7,0 \text{ м.}$$

$$L_p = 850 - 2 \cdot 7,0 = 836,0 \text{ м.}$$

Ширина поворотної смуги (E) вибирається такою, щоб вона була не менше

E_{\min} і кратна робочій ширині захвата агрегату, що буде здійснювати закладення поворотної смуги.

Довжина холостого ходу при ньому визначається, м

$$L_x = (3,2..4) \cdot \rho_y + 2 \cdot e.$$

$$L_x = 3,5 \cdot 1,05 + 2 \cdot 2,53 = 14,70 \text{ м.} \quad (3.19)$$

Оптимальна ширина заїмки розраховується за відомим виразом:

$$C_{\text{опт}} = (16 \cdot R_o^2 + 2 \cdot B_p \cdot L_p)^{0,5}, \quad (3.20)$$

де R_o – мінімальний радіус повороту МТА;

B_p – робоча ширина захвату агрегату;

L_p – довжина поля (дослідної ділянки).

З достатньою для практики точністю мінімальний радіус повороту агрегату на базі трактора з шарнірно-зчленованою рамою визначається так:

$$R_o = L \cdot \text{ctg}(\alpha), \quad (3.21)$$

де L – база трактора;

α – максимальний кут повороту керованих коліс енергетичного засобу.

При $L = 2,45$ м і $\alpha = 30^\circ$ маємо $R_o = 4,25$ м.

Тоді маємо:

$$C_{\text{опт}} = (16 \cdot 4,25^2 + 2 \cdot 1,4 \cdot 836)^{0,5} = 51,8 \text{ м.}$$

Отриманий результат оптимальної ширини заїмки 51,8 м при довжині гона 836 м становить площу обробітку 4,33 га. Отриманий результат десь приблизно дорівнює об'єму оранки за 1 зміну.

Баланс часу зміни.

Режим роботи агрегату залежить від технологічної операції, складу агрегату, способу його руху, робочої швидкості, технологічних і інших видів зупинок. Режим використання агрегату на заїмці поля рекомендується розробляти в наступній послідовності. Основні складові режиму роботи агрегату представлені в таблиці 2.2.

Нециклові елементи часу зміни в кількісному розумінні негативно впливають на продуктивність агрегату, а тому бажано використовувати всі можливості для їх зменшення, але не повної ліквідації (лише за винятком).

Витрати часу на заїзди-виїзди ($t_{зв}$) приймаються до 2...3 хв., так як мається на увазі, що агрегат знаходиться на краю поворотної смуги і необхідно лише заїхати на початок робочого ходу.

Витрати часу на переїзди ($t_{пер}$) орієнтовно (в навчальних цілях) можуть прийматися в межах 5...7 хв., а при необхідності розраховуються:

$$t_{i\ddot{a}\delta} = 60 \frac{L_{i\ddot{a}\delta}}{V_{i\ddot{a}\delta}}, \quad (3.22)$$

де $L_{пер}$ – середня відстань переїзду, км.

$v_{пер}$ – середня транспортна швидкість агрегату, км/год. (8...12 км/год.).

$$t_{пер} = 60 \cdot 4 / 15 = 16 \text{ хв.}$$

Час на підготовчо-заклучні роботи ($t_{пз}$) залежить від складності агрегату і, в багатьох випадках, може знаходитись в межах 5...10 хв.

Витрати часу на зупинки агрегату за випадковими технологічними причинами ($t_{оч}$) залежать від технологічної надійності агрегату і умов роботи. З деяким припущенням можна запланувати в межах 2...5% від часу зміни, тобто 8...20 хв.

Час на фізіологічні необхідності ($t_{ф}$) регламентується і становить 15...20 хвилин.

Витрати часу на технічне обслуговування агрегату (в період зміни) ($t_{то}$) також регламентуються і повинні бути в межах 10...15 хвилин з метою підтримки агрегати на достатньому технічному рівні.

Витрати часу на контроль якості виконання технологічного процесу ($t_{як}$) в значній мірі залежать від технологічної операції і можуть складати 10...20 хвилин.

Витрати часу на один цикл ($t_{ц}$) визначаються, хв.:

$$t_{ц} = (t_p + t_{пов}) \cdot n_{рцф} = t_{техн}, \quad (3.23)$$

де t_p – витрати часу на робочий хід, хв.;

$t_{пов}$ – витрати часу на поворот, хв.;

$n_{рцф}$ – фактична кількість робочих ходів за цикл;

$t_{техн}$ – час, що витрачається на технологічне обслуговування агрегату за цикл (заправка насінням, добривами і т.п.), хв..

$$t_{ц} = (7,14 + 0,09) \cdot 2 = 14,46 \text{ хв.}$$

Витрати часу (хв.) на робочий хід агрегату визначаються:

$$t_p = \frac{000,6 \cdot L_p}{V_p}, \quad (3.24)$$

$$t_p = 0,06 \cdot 834,57 / 7,01 = 7,14 \text{ хв.}$$

Ширина поворотної смуги повинна бути кратна (і бажано парна) ширині захвата агрегату.

Витрати часу на поворот агрегату ($t_{пов}$) розраховуються подібно, попередньо визначивши довжину траєкторії повороту і швидкість руху на повороті:

$$t_{пов} = 0,06 \cdot L_x / V_x, \quad (3.25)$$

де v_x – швидкість руху агрегату на поворотах, км/год.;

L_x – довжина шляху при повороті, м.

$$t_{п} = 0,06 \cdot 14,70 / 10 = 0,09 \text{ хв.}$$

Кількість робочих ходів за цикл для простих агрегатів, що не мають технологічних міст костей, дорівнює двум, а для агрегатів з технологічними місткостями розраховується:

$$n_{\delta\delta\delta} = \frac{Q_{\delta\delta} \cdot 10^4}{\hat{A}_i \cdot L_p \cdot n_{\delta\delta\delta} \cdot \dot{I}}, \quad (3.26)$$

де Q_{mm} – технологічна місткість машини, л (кг);

B_m – ширина захвата машини, м;

H – норма внесення матеріалу на одиницю площі, кг/га (л/га).

Результати розрахунків округляються до цілого $n_{рхц}$ числа в меншу сторону.

$$n_{рхц} = 10^3 / (1,1025 \cdot 834,57 \cdot 1) = 2,00. \quad \text{Приймаємо } n_{рхц\phi} = 2$$

Час для виконання основних циклів ($T_{осн}$) розраховується:

$$T_{осн} = T_{зм} - t_{нц} - t_{ц}, \quad (3.27)$$

де $T_{зм}$ – час зміни (нормативний). В більшості випадків $T_{зм} = 420$ хв.

$$T_{осн} = 420 - 80 - 14,46 = 325,54 \text{ хв.}$$

Кількість основних циклів ($n_{ц осн}$) визначається:

$$n_{ц осн} = T_{осн} / t_{ц}, \quad (3.28)$$

Результат округляється до цілого числа і приймається, як кількість циклів фактичних за основний період часу – $n_{ц осн. ф.}$.

$$n_{ц осн} = 325,54 / 14,46 = 22,51.$$

Приймаємо кількість фактичних залишкових циклів $n_{ц осн. ф} = 24$.

Площа обробітку за один прохід агрегату (га) розраховується:

$$S_{1p} = L_p \cdot B_p / 10^4, \quad (3.29) \quad \text{де}$$

B_p – робоча ширина захвата агрегату, м.

$$S_{1p} = 10^{-4} \cdot 1,4 \cdot 836 = 0,11 \text{ га.}$$

Площа обробітку агрегатом (га) за цикл визначається:

$$S_{\delta} = S_{1p} \cdot n_{\delta\delta\delta}. \quad (3.30)$$

$$S_{\text{ц}} = 0,11 \cdot 2 = 0,22 \text{ га.}$$

Площа обробітку за основні цикли розраховується:

$$S_{\text{ц}} \cdot n_{\text{ц}} = S_{\text{ц}} \cdot n_{\text{ц}} \cdot n_{\text{ц}} \cdot \dots \quad (3.31)$$

$$S_{\text{цосн}} = 0,22 \cdot 24 = 5,28 \text{ га.}$$

Фактичний час зміни (хв) виражається формулою:

$$T_{\text{змф}} = t_{\text{ц}} + t_{\text{ц}} \cdot n_{\text{ц}} \cdot n_{\text{ц}} + t_{\text{ц}} = t_{\text{ц}} \cdot (1 + n_{\text{ц}} \cdot n_{\text{ц}}) + t_{\text{ц}} \quad (3.32)$$

$$T_{\text{змф}} = 14,46 + 14,46 \cdot 23 + 80 = 427,11 \text{ хв.}$$

Продуктивність агрегату за годину змінного часу (га/год.) може також розраховуватись за формулою:

$$W_{\text{ц}} = 0,1 \cdot A_{\text{ц}} \cdot V_{\text{п}} \cdot T_{\text{п}} \cdot \tau \quad (3.33)$$

$$W_{\text{зм}} = 0,87 \cdot 7 = 6,09 \text{ га/зм.}$$

$$\tau = t_{\text{ц}} \cdot (1 + n_{\text{ц}} \cdot n_{\text{ц}}) \quad (3.34)$$

Коефіцієнт використання часу зміни (τ) представляє собою відношення $T_{\text{п}} / T_{\text{зм}}$

ϕ .

$$\tau = \frac{t_{\text{п}} \cdot n_{\text{рхцф}} \cdot (n_{\text{цосн}} + 1)}{T_{\text{змф}}} \quad (3.35)$$

$$\tau = 7,14 \cdot 2 \cdot (23+1) / 427,11 = 0,80.$$

Визначення погектарної витрати палива.

Витрата палива на одиницю виконуваної агрегатом роботи визначається відношенням кількості витраченого за зміну палива $G_{\text{т.зм}}$ (кг/зм) до змінної продуктивності агрегату $W_{\text{зм}}$, тобто

$$Q = \frac{G_{\text{тр}} T_{\text{р}} + G_{\text{тх}} T_{\text{х}} + G_{\text{то}} T_{\text{о}}}{W_{\text{рв}} T_{\text{зм}}} \quad (3.36)$$

де $G_{\text{тр}}$, $G_{\text{тх}}$, $G_{\text{то}}$ – значення середньої годинної витрати палива (кг/год) відповідно при робочому ході, на холостих поворотах і під час зупинок агрегату із працюючим двигуном;

$T_{\text{р}}$, $T_{\text{тх}}$, $T_{\text{о}}$ – відповідно за зміну робочий час, час холостого ходу й час зупинок агрегату, год.

$$Q = (13,5 \cdot 342,87 + 7,5 \cdot 4,06 + 1,9 \cdot 24,00) / (427,11 \cdot 0,62) = 15,75 \text{ кг/га}$$

Тривалість 13,5 зупинок агрегату на загоні протягом зміни визначається рівнянням:

$$T_{\text{о}} = T_{\text{мехн}} + T_{\text{то}} + T_{\text{ф}} \quad (3.37)$$

$$T_0 = 0,00 + 12 + 12 = 24,00 \text{ хв.}$$

Значення $G_{тр}$ і $G_{тх}$ можна, визначити по тягових характеристиках трактора, знаючи опір агрегату в робочому й транспортному положенні.

Витрати праці на одиницю роботи.

Загальні й прямі витрати праці на одиницю виконаної роботи Z_n (люд.-год./га; люд.-год./ткм або люд.-год./т) визначаються по формулах:

– загальні

$$Z_m = \frac{(m_{mp} + m_{дон})}{W_{зм}}, \quad (3.38)$$

– прямі

$$Z_{mnp} = \frac{m_{mp}}{W_{зм}}, \quad (3.39)$$

де $m_{тр}$; $m_{дон}$ – відповідно число основних і допоміжних робітників, чол.

$$Z_m = 1 / 0,87 = 1,14 \text{ люд.-год./га}$$

Результати розрахунку витрат часу орним агрегатом представимо у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Режим використання агрегату на загоні

Елементи часу зміни	Повторність	Швидкість руху, км/год.	Витрати часу, хв.	Площа обробітку, га	Примітка
а) Час не цикловий					
Заїзд, виїзд	1	10,0	5	-	$t_{зв}$
Переїзди	1	15,0	16	-	$t_{пер}$
Підготовчо-заклучні роботи	1	-	10	-	$t_{пз}$
Зупинки за технологічних випадкових причин	1	-	10	-	$t_{оч}$
Технічне обслуговування агрегату п період зміни	1	-	12	-	$t_{то}$
Фізіологічні причини	1	-	12	-	$t_{ф}$
Контроль якості	1	-	12	-	$t_{як}$
Всього	-	-	80	-	$t_{нц}$
б) Період одного циклу					
Робочий хід	2	8,3	6,04	0,11	$t_{рц}$
Поворот	2	10,0	0,09	-	$t_{повц}$
Всього за цикл	-	-	12,26	0,22	$t_{ц}$
в) Основні цикли					
Всього за зміну	24	-	294,24	5,28	$T_{осн}$
	-	-	427,11	5,28	$T_{зм}$

Висновки

1. Розроблений **ресурсоощадний, енергозберігаючий** технологічний процес основного обробітку ґрунту агрегатом у складі трактора тягового класу 1,4 та 4-х корпусного те кронового плуга, використання якого дозволяє збільшити продуктивність агрегату до 0,87 га/год та зменшити питомі витрати палива до 13,68 кг/га.

2. **Обґрунтовані рекомендації з вибору режимів, способів руху та витрат часу на оранці агрегатами в складі текронових плугів для їх використання в системі точного землеробства.** За якими прийняті рішення про нормування виробітку і витрачання палива агрегатами в складі тракторів класу 1,4 з те кроновим плугом ПЛН-4-35 (текрон) для використання цих даних при проектуванні сучасних енергоощадних та природоохоронних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах півдня України.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Основні законодавчі та нормативно-правові акти

1. Закон України «Про охорону праці».
2. Кодекс законів про працю України.
3. Закон України «Основи законодавства України про охорону здоров'я».
4. Закон України «Про пожежну безпеку».
5. Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення».
6. Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності».
7. Закон України «Про основні засади державного нагляду (контролю) у сфері господарської діяльності».
8. Закон України «Про дозвільну систему у сфері господарської діяльності».
9. Закон України "Про цивільну оборону України" ВРУ № 2974 - XII від 03.02.1993 р. - К., 1993.
10. Закон України "Про внесення змін до Закону України "Про цивільну оборону України" Постановою ВР N 2975-12 від 03.02.93, із змінами, внесеними згідно із Законами N 555-XIV від 24.03.99, та № 2470-III від 29.05.01) ВРУ № 555 - XIV. - К., 1999.
11. Закон України "Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру" ВРУ № 1809 - III від 08.06.2000 р. - К., 2000.
12. Закон України "Про правові засади цивільного захисту" ВРУ № 135 - IV від 24.06.2004 р. - К., 2004.
13. Закон України "Про аварійно-рятувальні служби" ВРУ № 128 - XIV від 14.12.1999 р. - К., 1999.
14. Закон України "Про внесення змін до Кодексу України про адміністративні правопорушення щодо встановлення відповідальності у сфері цивільної оборони та захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій" ВРУ №666 - IV - К., 2003 .

15. Постанова Кабінету Міністрів України від 25.08.2004 р. № 1112 «Деякі питання розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві».

16. НПАОП 0.00-4.03-04 «Положення про Державний реєстр нормативно-правових актів з питань охорони праці». Наказ Держнаглядохоронпраці від 08.06.2004 р. № 151.

17. НПАОП 0.00-4.09-07 «Типове положення про комісію з питань охорони праці підприємства». Наказ Держгірпромнагляду від 21.03.2007 р. № 55.

18. НПАОП 0.00-4.11-07 «Типове положення про діяльність уповноважених найманими працівниками осіб з питань охорони праці». Наказ Держгірпромнагляду від 21.03.2007 р. № 56.

19. НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці». Наказ Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 р. № 15.

20. НПАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці». Наказ Держнаглядохоронпраці від 29.01.1998 р. № 9.

21. НПАОП 0.00-4.21-04 «Типове положення про службу охорони праці». Наказ Держнаглядохоронпраці від 15.11.2004 р. № 255.

22. НПАОП 0.00-4.33-99 «Положення щодо розробки планів локалізації та ліквідації аварійних ситуацій і аварій. Наказ Держнаглядохоронпраці від 17.06.1999 р. № 112.

23. НПАОП 0.00-6.03-93 «Порядок опрацювання та затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві». Наказ Держнаглядохоронпраці від 21.12.1993 р. № 132.

24. НПАОП 0.00-6.13-05 «Порядок організації державного нагляду за охороною праці та гірничого нагляду в системі Держнаглядохоронпраці України». Наказ Держнаглядохоронпраці від 30.03.2004 р. № 92

25. Рекомендації щодо організації роботи кабінету промислової безпеки та охорони праці. Затверджено Головою Держгірпромнагляду 16.01.2008 р.

26. Рекомендації щодо побудови, впровадження та удосконалення системи управління охороною праці. Затверджено Головою Держгірпромнагляд 07.02.2008 р.

27. Постанова Кабінету Міністрів України від 10.05.1994 р. № 299 "Про затвердження Положення про цивільну оборону України". - К., 1994.

28. Постанова Кабінету Міністрів України від 03.08.1998 р. № 1198 "Про єдину державну систему запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру". - К., 1998.

29. Постанова Кабінету Міністрів України від 26.07.2001 р. № 874 "Про удосконалення підготовки, перепідготовки і підвищення кваліфікації керівних кадрів і фахівців у сфері цивільного захисту". - К., 2001.

30. ДНАОП 2.0.00-1.01-00 - Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві, затвердженим Наказом Держнаглядохоронпраці від 11.08.2000 № 202.

4.2 Аналіз стану з охорони праці у сільськогосподарських підприємствах Запорізької області

Сільськогосподарське виробництво Запорізької області знаходиться у тісному взаємозв'язку з навколишнім середовищем, наявністю і можливістю експлуатації природних ресурсів – землі, прісної води, рослинного і тваринного світу. Без господарського, науково обґрунтованого відношення до використання природних скарбів неможливе розширене виробництво в сільському господарстві.

Основними джерелами забруднення природного середовища, в першу чергу ґрунту, в процесі сільськогосподарського виробництва є мінеральні добрива, залишки пестицидів, а також ерозія ґрунтів.

У зв'язку з широким застосуванням мінеральних добрив постає питання про їх вплив на ґрунт, якість рослинної продукції, поверхневі і ґрунтові води. Внесені в ґрунт мінеральні добрива використовуються рослинами не повністю. Так, коефіцієнт використання азоту з добрив практично не перевищує 60-70%.

Втрати поживних речовин з поверхневим стоком і фільтрацією залежать від ряду факторів, основним з яких є кількість опадів: чим їх більше, тим вища величина фільтрації і, відповідно, кількість вимитих поживних речовин.

Величина втрат елементів живлення з ґрунту і добрив визначається також типом ґрунтів, його механічним складом, здатністю до поглинання, гумусованістю. На легких піщаних ґрунтах фільтрація атмосферних опадів відбувається досить

швидко і разом з цими водами з ґрунту виносяться рухомі форми поживних речовин [18].

Великий вплив на вимивання поживних речовин має стан ґрунтового покриву. На ґрунтах, покритих рослинністю, задернованих, вимивається, як правило, менше поживних речовин, як на ґрунтах із зрідженим рослинним покривом, на ділянках чорного пару і під просапними культурами.

Велика кількість нітратів вимивається з орного шару ґрунту під час холодної дощової весни, коли рослини не повністю використовують внесені добрива.

Надмірне накопичення нітратів шляхом їх фільтрації в ґрунтових водах також обумовлює ряд небажаних наслідків, які проявляються в специфічних захворюваннях людей і тварин. Самі по собі нітрати не шкідливі для людини. Проте під дією деяких видів шлункових бактерій, особливо активних в дитячому організмі, нітрати можуть перейти в нітріти, які є отруйними речовинами. В зв'язку з цим на вміст нітратів у воді введені гранично допустимі концентрації, які для помірних широт становлять 22 мг/л [18].

Нітрати можуть накопичуватися вище допустимих норм не тільки у воді, а і в рослинній продукції, що може призвести до хвороб печінки, нирок та інших органів людей і тварин.

Що стосується фосфорного забруднення середовища, то за багато чисельними даними, кількість фосфору, який поступає із удобрених угідь, дуже незначна. Це пояснюється тим, що фосфат-іон мало рухомий в ґрунті і, як правило, закріплюється у верхньому орному горизонті. Тому вимивання його за межі шару розміщення коренів і в ґрунтові води практично не спостерігається. В значно більших кількостях він потрапляє в поверхневі води внаслідок ерозійних процесів.

Застосування підвищених норм фосфорних добрив може викликати ряд небажаних наслідків, тому що вони містять небезпечні баластні речовини, такі як фтор, стронцій, уран та ін. Так, вміст фтору в суперфосфаті становить 1,5%, а в амофосі – 3%. Вміст стронцію в простому суперфосфаті сягає 1,2% [18].

Серйозні завданні по охороні навколишнього середовища виникають у зв'язку із зростанням масштабів застосування отрутохімікатів. Більшість з них згубні не тільки для шкідників, хвороб і бур'янів, а й токсичні для корисної мікро фауни, теплокровних тварин і людини. Тривалість зберігання стійких пестицидів у ґрунті різна – від кількох тижнів до 15-20 років. Накопичуючись у ґрунті, вони можуть

мігрувати в суміжні з ґрунтом середовища: повітря, воду, рослини. Ступінь міграції пестицидів залежить від ряду причин. Найважливіша з них – кількість препарату у ґрунті. При високому рівні вмісту він може накопичуватися в суміжних середовищах в кількостях, які перевищують допустимі гігієнічні норми.

Одна з основних форм забруднення і руйнування навколишнього середовища в процесі інтенсивного сільськогосподарського виробництва – це ерозія ґрунтів.

Зі змитим ґрунтом у водойми потрапляють мінеральні добрива, залишки пестицидів, органічні речовини які становлять небезпеку не тільки для водної фауни а і для тварин та людей. Водна ерозія є причиною евтрофікації водойм. При цьому слід відмітити, що ерозійні процеси наносять природному середовищу подвійну шкоду. З однієї сторони вони призводять до значного зниження родючості ґрунтів (в два і більше рази), а з іншої – до забруднення і евтрофікації поверхневих вод.

Ґрунтово-кліматичні і гідрогеологічні особливості лісостепової зони не створюють сприятливих умов для розвитку інфільтраційних процесів. Це пояснюється гарною дренажісткою місцевості і низьким рівнем ґрунтових вод. Кількість опадів також не створює промивного типу водного режиму. Все це виключає активну міграцію елементів живлення добрив за межі кореневого шару, а відповідно, і їх попадання в значних кількостях у ґрунтові води.

Застосування зростаючих доз мінеральних добрив, поряд з підвищенням родючості ґрунтів і поліпшення агрохімічних показників ґрунту, в перспективі може призвести до ряду небажаних змін в їх фізико-хімічних, водно-фізичних та інших властивостях. За тривалого внесення добрив, особливо азотних, відмічається підвищення рівня кислотності ґрунтів, особливо в слабо буферних ґрунтах, збільшення вмісту рухомого алюмінію. Істотні зміни відбуваються в складі обмінно-поглинутих катіонів, особливо в орному шарі. Майже в два рази зменшується вміст обмінно-поглинутого кальцію і магнію при відповідному збільшенні натрію. Все це призводить до погіршення структури ґрунтів, їх водно-фізичних властивостей, а відповідно, і до зниження родючості.

Зменшити негативну дію систематичного внесення мінеральних добрив на властивості ґрунтів можна внесенням вапнякових речовин і гною.

Для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин рекомендується:

- на високому науково-теоретичному рівні реалізовувати раціональну технологію застосування добрив (правильний вибір форм, доз, строків і способів внесення;
- дотримуватися комплексу заходів по скороченню втрат добрив при транспортуванні, зберіганні і внесенні у ґрунт;
- здійснювати комплекс заходів по боротьбі з водною та вітровою ерозією;
- строго дотримуватися встановлених регламентів по застосуванню пестицидів і технології робіт із ними.

4.3 Нормативні вимоги з охорони праці до технологічних процесів в рослинництві

1. Технологічні процеси вирощування, збирання та первинної обробки продукції рослинництва повинні відповідати типовим технологіям, затвердженим власником.

2. При розробці нових технологій вирощування, збирання та первинної обробки продукції рослинництва безпека працівників повинна забезпечуватися вимогами, викладеними в ДНАОП 2.0.00-1.01-00, а також через:

- усунення прямого контакту працівників із протруєним насінням під час завантаження у транспортні засоби, доставки на поле, завантаження сівалок і саджалок;

- забезпечення трактористу-машиністу з кабіни оглядовості робочих органів навісних сільськогосподарських машин;

- застосування сільськогосподарських машин з автоматичним приєднанням до енергетичних засобів;

- передбачення візуальної та звукової сигналізацій, які б забезпечували узгоджені та безпечні дії спільно працюючих агрегатів та машин;

- погодженість роботи агрегатів, яка унеможливорює виникнення небезпек.

Вимоги до виконання робіт з обробки ґрунту, посіву, садіння і догляду за посівами.

1. Механізовані роботи з обробки ґрунту, посіву, садіння та догляду за посівами необхідно проводити відповідно до вимог технологічних (операційних) карт, експлуатаційної документації і цих Правил.

2. В зоні можливого руху маркерів або навісних машин при розвороті машинно-тракторних агрегатів не повинні знаходитися люди.

3. Не допускається одночасне обслуговування одним працівником двох або більше сівалок під час руху агрегату.

4. Завантаження сівалок і садильних машин насінням, посадковим матеріалом та добривами повинно проводитися за допомогою засобів механізації. Ручне завантаження дозволяється тільки при зупиненому посівному або садильному агрегаті, заглушеному двигуні трактора, із застосуванням засобів індивідуального захисту і дотриманням гранично допустимих навантажень при переміщенні вантажів вручну.

5. Заміну, очищення і регулювання робочих органів навісних машин і знарядь, які знаходяться в піднятому стані, слід проводити після вжиття заходів, що запобігають їх самовільному опусканню.

6. Не допускається піднімання працівників на машини під час їх руху, а також спускання з них.

7. Не допускається робота сівачів на навісних сівалках.

4.4 Проектовані рішення з охорони праці

По характеру і часу проведення інструктаж працівників підрозділяють на: ввідний, первиний на робочому місці, повторний, позаплановий, цільовий.

Ввідний інструктаж проводить інженер з охорони праці або особа, яка виконує обов'язки керівника служби ОП.

Первиний інструктаж на робочому місці, повторний, позаплановий, текучий проводить керівник роботи.

Первиний інструктаж на робочому місці проводять у відповідності до статей закону України “Про охорону праці”.

Повторний інструктаж проходять усі працівники, за винятком людей, які не пов'язані з обслуговуванням, перевіркою, наладкою та ремонтом обладнання, використанням інструмента, охороною сировини та матеріалів, незалежно від кваліфікації, стажу роботи, освіти - 1 раз у пів року, а для робітників які виконують небезпечну роботу - 1 раз у 3 місяця. Його проводять у відповідності до статей закону України “Про охорону праці”.

Позаплановий інструктаж проводять при:

- зміні правил з охорони праці;
- зміні технологічного обладнання, або процесу, матеріалів та інших факторів, спливаючих на безпеку;
- порушенні працівниками вимоги безпеки праці, які можуть привести, або привели до нещасного випадку;
- перервах у роботі яка вимагає підвищених вимоги безпеки праці більш ніж на 30 календарних діб, а для інших робіт – 60 діб.

Позаплановий інструктаж проводять у відповідності до закону України “Про охорону праці”.

Цільовий інструктаж проводять з працівниками перед виконанням робіт які потребують наряд-допуск. Проведення цього виду інструктажу, а також і первинного інструктажу відбувається у відповідності до закону України “Про охорону праці”.

Для застереження аварійних ситуацій, або ліквідації їх наслідків слід керуватися Положенням про розслідування та запису нещасних випадків, професійних захворювань та аварій на підприємствах, та організаціях, а саме статтями 76, 77, 78, 79, 80, 88, 92 КЗОП.

В процесі виробництва пшениці можливі наступні аварійні ситуації:

- внаслідок розриву гумового шлангу при заправці робочої ємності на спеціальній площадці, виникла втеча азотного добрива;
- під час виконання однієї з операцій технологічного процесу трапився наїзд трактора на опору ЛЕМ та розрив проводів;

Заходи, прийоми, принципи та засоби застереження аварійної ситуації, які проектуємо.

В якості аналогової ситуації приймаємо ситуацію з викидом значної кількості азотної речовини в навколишнє середовище.

Для застереження цієї аварійної ситуації необхідно керуватися ГОСТом 12.2.003-84 ССБТ, а під час виникнення цієї ситуації слід керуватися статтею 78 Положення про розслідування та запису нещасних випадків, професійних хвороб та аварій в господарстві.

Першочергові заходи які рекомендується до виконання згідно поставленої мети приведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1- Заходи, що плануються з охорони праці

Заходи, методи, прийоми, принципи та засоби захисту	Посади працівників	Строк виконання	Витрати грн.	Плануєма ефективність
1	2	3	4	5
Дозабезпечити безпечні умови праці на робочих місцях	Керівник підприємства, керівник служби ОП, бригадир	Від 3 до 5 місяців	13000	Зменшення виробничого травматизму та захворювань робітників
Забезпечити проведення паспортизації санітарно-технічного стану виробничих ділянок та об'єктів	Керівник підприємства, керівник служби ОП	3 місяці	-	Покращення умов праці
Контролювати своєчасність та якість проведення первинного, повторного, позапланового та поточного інструктажів на робочих місцях	Керівник служби ОП, бригадир	1 рік	-	Зменшення травматизму та захворювань працівників
Вести пропаганду ОП, підрозділи забезпечити літературою, інструкціями, учбово-наглядними посібниками та технічними засобами навчання та пропаганди	Керівник служби ОП, бригадир	1 рік	10500,0	Зменшення травматизму, захворювань, втрат робочого часу
Своєчасно складати замовлення на ЗІЗ, забезпечити працівників	Бригадир	1 рік	13900,0	Зменшення захворювань, втрат

1	2	3	4	5
спецодягом, спецвзуттям				робочого часу
Обладнати трактори іскрогасниками	Бригадир	1 рік	13400,0	Теж саме
Скласти та затвердити безпечні маршрути руху сільськогосподарської техніки в межах господарства	Керівник служби ОП, бригадир	До 1 березня	–	Зменшення виробничого травматизму
Виділяти та позначати місця для короткочасного спочивання	Бригадир	До 1 березня	-	Покращення умов праці
Робочі місця трактористів та комбайнерів оснастити засобами пожежогасіння	Бригадир	До 1 березня	28500,0	Зменшення виробничого травматизму
Оснастити корпуси тракторів та комбайнів засобами заземлення	Бригадир	1 місяць	11400,0	Зменшення травматизму
Оснастити трактори медичними аптечками та термосами зберігання питної води	Бригадир	1 місяць	12060,0	Зменшення втрат робочого часу
Дообладнати обертаючі та рухливі деталі машин та механізмів захисними кожухами	Бригадир	1 місяць	11530,0	Зменшення виробничого травматизму
Ліквідувати підтікання ПММ в системах змащування та живлення двигунів тракторів	Бригадир	1 рік	11370,0	Зменшення втрат робочого часу
Розробити направлені на	Керівник	1 рік	–	Зменшення

1	2	3	4	5
дозабезпечення безпечних умов праці при регулюванні, ремонті та ТО машин і механізмів	служби ОП, бригадир			втрат робочого часу
Забезпечити працівників в процесах хімізації ЗІЗ	Бригадир	До 1 березня	14000,0	Покращення умов праці
Розробити заходи по до забезпеченню здорових та безпечних умов праці при виконанні оранки	Керівник служби ОП, бригадир	До 1 березня	–	Зменшення захворювань працівників та втрат робочого часу
Не допускати до виконання робіт осіб молодше 18 р.	Бригадир	Постійн о	–	Зменшення травматизму
Всього :	–	–	139700	–

4.5 Основні заходи у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру

Згідно Закону України «Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2000, N 40, ст.337, із змінами, внесеними згідно із Законами: N 1419-IV ([1419-15](#)) від 03.02.2004, ВВР, 2004, N 19, ст.259 N 3421-IV ([3421-15](#)) від 09.02.2006, ВВР, 2006, N 22, ст.199 N 587-VI ([587-17](#)) від 24.09.2008, ВВР, 2009, N 9, ст.117)..

Цей Закон визначає організаційні та правові основи захисту громадян України, іноземців та осіб без громадянства, які перебувають на території України, захисту об'єктів виробничого і соціального призначення, довкілля від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру.

Інформування та оповіщення

Інформування та оповіщення у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру є основним принципом та головним і невід'ємним елементом усієї системи заходів такого захисту. Інформацію у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру становлять відомості про надзвичайні ситуації техногенного та природного характеру, що прогножуються або виникли, з визначенням їх класифікації, меж поширення і наслідків, а також способи та методи реагування на них. Інформація у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, діяльність центральних та місцевих органів виконавчої влади, виконавчих органів рад у цій сфері є гласними і відкритими, якщо інше не передбачено законом. Центральні та місцеві органи виконавчої влади, виконавчі органи рад зобов'язані надавати населенню через засоби масової інформації оперативну і достовірну інформацію про стан захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, про виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, методи та способи їх захисту, вжиття заходів щодо забезпечення безпеки. Оповіщення про загрозу виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру і постійне інформування населення про них забезпечуються шляхом: завчасного створення і підтримки в постійній готовності загальнодержавної і територіальних автоматизованих систем централізованого оповіщення населення; організаційно-технічного з'єднання територіальних систем централізованого оповіщення і систем оповіщення на об'єктах господарювання; завчасного створення та організаційно-технічного з'єднання з системами спостереження і контролю постійно діючих локальних систем оповіщення та інформування населення в зонах можливого катастрофічного затоплення, районах розміщення радіаційних і хімічних підприємств, інших об'єктів підвищеної небезпеки; централізованого використання загальнодержавних і галузевих систем зв'язку, радіопровідного, телевізійного оповіщення, радіотрансляційних мереж та інших технічних засобів передавання інформації.

Спостереження

З метою своєчасного захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, запобігання та реагування на них відповідними центральними та місцевими органами виконавчої влади

здійснюються: створення і підтримання в постійній готовності загальнодержавної і територіальних систем спостереження і контролю з включенням до них існуючих сил та засобів контролю; організація збирання, опрацювання і передавання інформації про стан довкілля, забруднення харчових продуктів, продовольчої сировини, фуражу, води радіоактивними, хімічними речовинами, мікроорганізмами та іншими біологічними агентами.

Укриття в захисних спорудах

Укриттю в захисних спорудах, у разі необхідності, підлягає населення відповідно до його належності до груп (працююча зміна, населення, яке проживає в небезпечних зонах). Створення фонду захисних споруд забезпечується шляхом: комплексного освоєння підземного простору міст і населених пунктів для взаємопогодженого розміщення в ньому споруд і приміщень соціально-побутового, виробничого і господарського призначення з урахуванням необхідності пристосування і використання частини приміщень для укриття населення в разі виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру; обстеження і взяття на облік підземних і наземних будівель та споруд, що відповідають вимогам захисту, споруд підземного простору міст, гірничих виробок і природних порожнин; дообладнання з урахуванням реальної обстановки підвальних та інших заглиблених приміщень; будівництва заглиблених споруд, які окремо розташовані від об'єктів виробничого призначення та пристосовані для захисту; масового будівництва, в період загрози виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, найпростіших сховищ та укриттів; будівництва окремих сховищ та протирадіаційних укриттів. Перелік таких сховищ, укриттів та інших захисних споруд, які необхідно будувати, щорічно визначається спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади, до компетенції якого віднесено питання захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, і затверджується Кабінетом Міністрів України. Наявний фонд захисних споруд використовується для господарських, культурних і побутових потреб у порядку ([253-2009-п](#)), який визначається спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади, до відома якого віднесено питання захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, і затверджується Кабінетом Міністрів України.

Евакуаційні заходи

В умовах неповного забезпечення захисними спорудами в містах та інших населених пунктах, що мають об'єкти підвищеної небезпеки, основним засобом захисту населення є евакуація і розміщення його у зонах, які є безпечними для проживання людей і тварин. Евакуації підлягає населення, яке проживає в населених пунктах, що знаходяться у зонах можливого катастрофічного затоплення, можливого небезпечного радіоактивного забруднення, хімічного ураження, в районах виникнення стихійного лиха, аварій і катастроф (якщо виникає безпосередня загроза життю та здоров'ю людей). Залежно від обстановки, яка склалася на час надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру, може бути проведено загальну або часткову евакуацію населення тимчасового або безповоротного характеру. Загальна евакуація проводиться за рішенням Кабінету Міністрів України для всіх категорій населення і планується на випадок: можливого небезпечного радіоактивного забруднення територій навколо атомних електростанцій (якщо виникає безпосередня загроза життю та здоров'ю людей, які проживають в зоні ураження); виникнення загрози катастрофічного затоплення місцевості з чотиригодинним добіганням проривної хвилі. Часткова евакуація проводиться за рішенням Кабінету Міністрів України у разі загрози або виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру. Під час проведення часткової евакуації завчасно вивозиться не зайняте у сферах виробництва та обслуговування населення: діти, учні навчальних закладів, вихованці дитячих будинків, разом з викладачами та вихователями, студенти, пенсіонери та інваліди, які утримуються у будинках для осіб похилого віку, разом з обслуговуючим персоналом і членами їх сімей. У сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру евакуація населення планується на випадок: аварії на атомній електростанції з можливим забрудненням території; усіх видів аварій з викидом сильнодіючих отруйних речовин; загрози катастрофічного затоплення місцевості; лісових і торф'яних пожеж, землетрусів, зсувів, інших геофізичних і гідрометеорологічних явищ з тяжкими наслідками, що загрожують населеним пунктам. Проведення організованої евакуації, запобігання проявам паніки і недопущення загибелі людей забезпечується шляхом: планування евакуації населення; визначення зон, придатних для розміщення евакуйованих з потенційно небезпечних зон; організації

оповіщення керівників підприємств і населення про початок евакуації; організації управління евакуацією; всебічного життєзабезпечення в місцях безпечного розселення евакуйованого населення; навчання населення діям під час проведення евакуації. Евакуація населення проводиться способом, який передбачає вивезення основної частини населення із зон надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру усіма видами наявного транспорту, а в разі його відсутності чи недостатності, а також у випадку руйнування транспортних шляхів - організоване виведення населення пішим ходом по заздалегідь розроблених маршрутах.

Інженерний захист

Під час проектування і експлуатації споруд та інших об'єктів господарювання, наслідки діяльності яких можуть шкідливо вплинути на безпеку населення та довкілля, обов'язково розробляються і здійснюються заходи інженерного захисту з метою запобігання виникненню надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру. Заходи інженерного захисту населення і території повинні передбачати: врахування під час розроблення генеральних планів забудови населених пунктів і ведення містобудування можливих проявів у окремих регіонах та на окремих територіях небезпечних і катастрофічних явищ; раціональне розміщення об'єктів підвищеної небезпеки з урахуванням можливих наслідків їх діяльності у разі виникнення аварій для безпеки населення і довкілля; спорудження будинків, будівель, споруд, інженерних мереж і транспортних комунікацій із заданими рівнями безпеки та надійності; розроблення і здійснення заходів безаварійного функціонування об'єктів підвищеної небезпеки; створення комплексної схеми захисту населених пунктів та об'єктів господарювання від небезпечних природних процесів; розроблення і здійснення регіональних та місцевих планів запобігання і ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру; організацію будівництва протизсувних, протиповеневих, протиселевих, протилавинних, протиерозійних та інших інженерних споруд спеціального призначення; реалізацію заходів санітарної охорони території.

Медичний захист

Заходи запобігання або зменшення ступеня ураження людей, своєчасного надання медичної допомоги постраждалим та їх лікування, забезпечення епідемічного благополуччя в зонах надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру повинні передбачати: планування і використання існуючих

сил та засобів закладів охорони здоров'я незалежно від форм власності і господарювання; введення в дію Національного плану соціально-психологічних заходів при виникненні та ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру; розгортання в умовах надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру необхідної кількості лікувальних закладів; завчасне застосування профілактичних медичних препаратів та санітарно-епідеміологічних заходів; контроль за якістю харчових продуктів і продовольчої сировини, питної води і джерелами водопостачання; контроль за станом атмосферного повітря та опадів; завчасне створення і підготовку спеціальних медичних формувань; накопичення медичних засобів захисту, медичного та спеціального майна і техніки; контроль за станом довкілля, санітарно-гігієнічною та епідемічною ситуацією; підготовку медичного персоналу та загальне медико-санітарне навчання населення. Для надання безоплатної медичної допомоги постраждалим від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру громадянам, рятувальникам та особам, які беруть участь у ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, діє Державна служба медицини катастроф як особливий вид державних аварійно-рятувальних служб. Державна служба медицини катастроф складається з медичних сил і засобів та лікувальних закладів центрального і територіального рівнів незалежно від виду діяльності та галузевої належності, визначених центральним органом виконавчої влади з питань охорони здоров'я за погодженням із спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади, до компетенції якого віднесено питання захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, з питань оборони, з питань внутрішніх справ, з питань транспорту. Координацію діяльності Державної служби медицини катастроф на випадок виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру здійснюють спеціальні комісії загальнодержавного (регіонального, місцевого, об'єктового) рівня, що утворюються згідно з цим Законом. Організаційно-методичне керівництво Державною службою медицини катастроф здійснюється центральним органом виконавчої влади з питань охорони здоров'я. Положення про Державну службу медицини катастроф розробляється центральним органом виконавчої влади з питань охорони здоров'я та спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади, до компетенції якого віднесено питання захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій

техногенного та природного характеру, і затверджується Кабінетом Міністрів України. Постраждале населення, а також особи, залучені до виконання аварійно-рятувальних робіт при виникненні надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру, і рятувальники за висновком Державної служби медицини катастроф та/або медико-соціальної експертної комісії гарантовано забезпечуються відповідним лікуванням та психологічним відновленням у санаторно-курортних закладах, при яких створено центри медико-психологічної реабілітації. Неповнолітні особи, які постраждали у надзвичайній ситуації (у тому числі спричиненій дорожньо-транспортною пригодою), а також у яких внаслідок надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру (у тому числі спричиненої дорожньо-транспортною пригодою) загинув один із батьків або обоє батьків, гарантовано забезпечуються відповідним лікуванням та психологічним відновленням у санаторно-курортних закладах, при яких створено центри медико-психологічної реабілітації. { Частина четверта статті 13 в редакції Закону N 587-VI ([587-17](#)) від 24.09.2008 } Центри медико-психологічної реабілітації створюються при санаторно-курортних закладах незалежно від форми власності і підпорядкування. Перелік санаторно-курортних закладів, при яких створюються центри медико-психологічної реабілітації, а також їх відповідність вимогам медико-психологічної реабілітації кожні два роки визначаються в порядку ([859-2009-п](#)), встановленому Кабінетом Міністрів України. Зазначений перелік затверджується центральним органом виконавчої влади з питань охорони здоров'я та спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади, до компетенції якого належить захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру. { Частина п'ята статті 13 в редакції Закону N 587-VI ([587-17](#)) від 24.09.2008 } Медико-психологічна реабілітація рятувальників та постраждалих у не визначених і не затверджених відповідно до частини п'ятої цієї статті санаторно-курортних та інших закладах забороняється. { Статтю 13 доповнено частиною шостою згідно із Законом N 587-VI ([587-17](#)) від 24.09.2008 }

Біологічний захист.

Захист від біологічних засобів ураження включає своєчасне виявлення чинників біологічного зараження, залежно від їх виду і ступеня ураження, проведення комплексу адміністративно-господарських, режимно-обмежувальних і спеціальних протиепідемічних та медичних заходів. Біологічний захист передбачає:

своєчасне використання колективних та індивідуальних засобів захисту; запровадження режимів карантину та обсервації; знезаражування осередку ураження; необхідне знезаражування людей, тварин тощо; своєчасну локалізацію зони біологічного ураження; проведення екстреної та специфічної профілактики; додержання протиепідемічного режиму підприємствами, установами та організаціями незалежно від форм власності і господарювання та населенням.

Радіаційний і хімічний захист

Радіаційний і хімічний захист включає заходи щодо виявлення та оцінки радіаційної і хімічної обстановки, організацію та здійснення дозиметричного і хімічного контролю, розроблення типових режимів радіаційного захисту, забезпечення засобами індивідуального та колективного захисту, організацію та проведення спеціальної обробки. Виконання вимог радіаційного і хімічного захисту забезпечується шляхом: завчасного накопичення і підтримки в готовності засобів індивідуального захисту і приладів дозиметричного і хімічного контролю, обсяги і місця зберігання яких визначаються відповідно до встановлених зон небезпеки, забезпечення зазначеними засобами насамперед особового складу формувань, які беруть участь у проведенні аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт в осередках ураження, а також персоналу радіаційно і хімічно небезпечних об'єктів господарювання і населення, яке проживає в зонах небезпечного зараження та навколо них; своєчасного впровадження засобів, способів і методів виявлення та оцінки масштабів і наслідків аварій на радіаційно та хімічно небезпечних об'єктах господарювання; створення уніфікованих засобів захисту, приладів і комплектів дозиметричного та хімічного контролю; надання населенню можливостей придбавати в установленому порядку в особисте користування засобів індивідуального захисту і дозиметрів; завчасного пристосування об'єктів побутового обслуговування і транспортних підприємств для проведення санітарної обробки людей та спеціальної обробки одягу, майна і транспорту; розроблення загальних критеріїв, методів та методик спостережень щодо оцінки радіаційної і хімічної обстановки; завчасного створення та використання засобів колективного захисту населення від радіаційної та хімічної небезпеки; пристосування наявних засобів колективного захисту від інших видів загрози для захисту від радіаційної та хімічної небезпеки.

Висновок. В результаті аналізу рівня безпеки праці на виробництві у відповідності до вимог чинного законодавства України запропоновано комплекс

заходів з поліпшення охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, що надасть очікуваний ефект, а саме: запобігання захворювань, втрат робочого часу та скорочення травматизму.

5 ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕКРОНОВОГО ПЛУГА

В основу оцінки економічної ефективності використання орного агрегату в складі текронового плуга, покладемо метод порівняння з традиційним (металевим) плугом.

За методику визначення показників економічного оцінювання текронового плуга покладемо ДСТУ 4397:2005 «Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробовування» [19]. Цей стандарт поширюється на спеціалізовану сільськогосподарську техніку та встановлює загальні положення, показники економічного оцінювання та методи їх визначення на етапі випробування нових машин.

За базовий варіант орного МТА положимо агрегат у складі трактора МТЗ-82.1 і традиційного плуга ПЛН-3-35.

За новий варіант орного агрегату положимо МТА у складі трактора МТЗ-82.1 і текронового плуга ПЛН-4-35 з додатковим корпусом.

Річний економічний ефект від експлуатації нової машини з урахуванням кількості та якості продукції (E_p) у гривнях визначаються за формулою:

$$E_p = (P_b - P_n) \cdot B_z + E_y, \quad (5.1)$$

де P_b, P_n – сукупні витрати на га відповідно по базовій і новій машинах, грн/га;

B_z – річний обсяг наробітку новою машиною в умовах певної природно-кліматичної зони, га;

E_y – річний економічний ефект, отриманий за рахунок зміни кількості та якості продукції, грн.

Зональний річний обсяг наробітку новою машиною (B_z) в одиницях наробітку визначають за формулою:

$$B_z = W_{ek} \cdot T_z, \quad (5.2)$$

де W_{ek} – продуктивність нової машини за 1 год експлуатаційного часу, га/год.

T_z – зональне річне навантаження машини, год.

$$B_{zб} = 450 \cdot 0,67 = 301,5 \text{ га.}$$

$$B_{zn} = 450 \cdot 0,86 = 391,5 \text{ га.}$$

Річний економічний ефект, отриманий за рахунок зміни кількості та якості продукції ($E_{я}$) у гривнях, визначається за формулою:

$$E_{я} = C_{ян} - C_{яб}, \quad (5.3)$$

де $C_{ян}$, $C_{яб}$ – вартість продукції, отриманої у разі застосування відповідно нової та базової машини протягом року, грн.

В дипломному проекті положимо, що агротехнічна якість виконання оранки двома варіантами орних МТА є однаковою. Через це ефект від збільшення кількості та якості продукції приймемо рівним нулю.

Сукупні витрати (Π) у гривнях на га визначають за формулою:

$$\Pi = I + K \cdot E_n, \quad (5.4)$$

де I – прямі експлуатаційні витрати, грн/га;

K – питомі інвестиційні вкладення, грн/га.

Коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (E_n) визначають за формулою:

$$E_n = C_{\delta} / 100, \quad (5.5)$$

де C_{δ} – ставка пільгового кредиту Національного банку України у відсотках, $C_{\delta} = 17,5\%$.

Прямі експлуатаційні витрати (I) у гривнях на га визначають за формулою:

$$I = Z + \Gamma + A + \Phi + M, \quad (5.6)$$

де Z – затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн/га;

Γ – затрати на паливно-мастильні матеріали та електроенергію, грн/га;

P – затрати на технічне обслуговування, поточне та капітальне ремонтування, грн./га;

A – затрати на амортизацію, грн./га;

Φ – затрати на допоміжні матеріали, грн./га;

M – затрати на зберігання, страхування та монтування, грн./га.

Затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу (Z) у гривнях на га визначають за формулою:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n L_i \cdot t_i \cdot r_i \cdot k_d \cdot n_i}{W_{зм}}, \quad (5.7)$$

де L_i – кількість i -ої категорії виробничого персоналу, зайнятого для виконання основного технологічного процесу, технічного обслуговування та ремонтування машини (визначаються за даними випробувань), люд;

t_i – тривалість зайнятості і-го виробничого персоналу, год;

r_i – погодинна тарифна ставка оплати праці на і-му виді робіт, грн./люд.год.;

k_D – коефіцієнт, що враховує доплати до годинної ставки за продукцію, класність, стаж роботи тощо;

n_i – коефіцієнт нарахувань на заробітну плату (пенсійний фонд, соціальне страхування, фонд сприяння зайнятості);

W_{cm} – продуктивність машини за годину змінного часу, га/год.

$$C_a = \frac{100}{0,67} = 149,25 \text{ \$/га}.$$

$$C_r = \frac{100}{0,87} = 68,74 \text{ \$/га}.$$

Затрати коштів на паливно-мастильні матеріали (Γ) у гривнях на га визначають за формулою:

$$\Gamma = q \cdot k_n \cdot C_n, \quad (5.8)$$

де q – питомі витрати палива, кг/га;

C_n – ціна одного кілограма палива грн/кг;

k_n – коефіцієнт, що враховує вартість мастильних матеріалів.

$$\Gamma_{\sigma} = 16,35 \cdot 1,15 \cdot 29 = 545,3 \text{ грн/га}.$$

$$\Gamma_n = 13,68 \cdot 1,15 \cdot 29 = 456,2 \text{ грн/га}.$$

Затрати на капітальне, поточне ремонтування та технічне обслуговування (D) у гривнях на га визначають за формулою:

$$D = \frac{\hat{A} \cdot (r_{\sigma} + r_E)}{W_{ae} \cdot T_i}, \quad (5.9)$$

де r_T – коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт та технічне обслуговування;

r_K – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт;

T_H – нормативне річне завантаження, год.

$$D_a = \frac{492000 \cdot (0,0638)}{1800} + \frac{35900 \cdot (0,0146)}{301,5} = 19,18 \text{ \$/га}.$$

$$D_i = \frac{492000 \cdot (0,0638)}{1800} + 391,5 = 19,24 \text{ \$/га}.$$

Затрати на амортизацію машини (A) у гривнях на га визначають за формулою:

$$A = \frac{B \cdot a}{W_{zm} \cdot T_3}, \quad (5.10)$$

де a – коефіцієнт відрахувань на амортизацію машини. Визначають за допомогою прямолінійного методу нарахування амортизації, тобто

$$a = 1 / n, \quad (5.11)$$

де n – термін служби в роках.

$$\dot{A}_a = \frac{492000 \cdot (0,105)}{1800} + \frac{35900 \cdot (0,125)}{301,5} = 43,58 \text{ \$/год.}$$

$$\dot{A}_i = \frac{492000 \cdot (0,125)}{1800} + \frac{48475 \cdot (0,125)}{391,5} = 44,18 \text{ \$/год.}$$

Затрати на допоміжні технологічні матеріали (Φ) у гривнях на га визначають за формулою:

$$\Phi = \sum h_i \cdot C_{Ti}, \quad (5.12)$$

де h_i – питомі витрати i -го виду технологічного матеріалу, кг/га;

C_{Ti} – ціна одиниці i -го технологічного матеріалу, грн./кг.

Затрати на зберігання, страхування та монтування машин (M) у гривнях на га визначають за формулою:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n Z_{pi} \cdot r_i \cdot n_i + C_d + S_{ЗСМ}}{W_{ER} \cdot T_3}, \quad (5.13)$$

де Z_{pi} – затрати праці i -ої категорії працівників на доскладанні та монтуванні устаткування, люд.-год.;

C_d – вартість матеріалів, які використані на доскладанні та монтуванні машини, грн.;

$S_{ЗСМ}$ – річні витрати на зберігання та страхування машини, грн.

$$\dot{I}_a = \frac{492000 \cdot (0,03)}{1800} + \frac{35900 \cdot (0,03)}{301,5} = 11,77 \text{ \$/год.}$$

$$\dot{I}_i = \frac{492000 \cdot (0,03)}{1800} + \frac{48475 \cdot (0,03)}{391,5} = 11,91 \text{ \$/год.}$$

Питомі інвестиційні вкладення (K) у гривнях на га визначають за формулою:

$$K = \frac{B + K_{БУД}}{B_3}, \quad (5.14)$$

де $K_{БУД}$ – балансова вартість будівельної частини, необхідної для експлуатації машини, (вводиться в формулу за наявності різниці в обсягах будівельної частини нової та базової машини), грн.

$$\hat{E}_a = \frac{492000 + 0}{1800} + \frac{35900 + 0}{301,5} = 392,40 \text{ \$/га}.$$

$$\hat{E}_i = \frac{492000 + 0}{1800} + 391,5 = 397,15 \text{ \$/га}.$$

Прямі експлуатаційні витрати (I) у гривнях на га складатимуть:

$$I_b = 149,25 + 43,58 + 19,177 + 545,3 + 11,77 = 769,1 \text{ грн/га.}$$

$$I_n = 114,94 + 44,18 + 19,246 + 456,2 + 11,91 = 646,5 \text{ грн/га.}$$

Сукупні витрати (Π) у гривнях на га складатимуть:

$$\Pi_b = 769,1 + 392,405 \cdot 0,175 = 816,9 \text{ грн/га.}$$

$$\Pi_n = 646,5 + 397,152 \cdot 0,175 = 694,3 \text{ грн/га.}$$

Річний економічний ефект від експлуатації нової машини з урахуванням кількості та якості продукції (E_p) у гривнях дорівнюватиме:

$$E_p = (816,9 - 694,3) \cdot 391,5 = 389367,0 \text{ грн.}$$

Річний прибуток (O) від експлуатації нової машини у гривнях визначають за формулою:

$$O = (I_b - I_n) \cdot B_z + E_p, \quad (5.15)$$

де I_b , I_n – прямі експлуатаційні витрати відповідно по базовій та новій машинах на одиницю виробітку, грн/га.

$$O = (769,1 - 646,5) \cdot 391,5 = 389367,0 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових інвестиційних вкладень на нову машину ($T_{окд}$) у роках визначають за формулою:

$$T_{окд} = \frac{\hat{E}_i}{\hat{I}}, \quad (5.16)$$

де K_n – сумарні інвестиційні вкладення відповідно у нову машину, грн.

$$T_{окд} = \frac{540475}{389367} = 1,4 \text{ років}.$$

Результати розрахунку прямих експлуатаційних витрат по елементах представлено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Результати розрахунку прямих експлуатаційних витрат

Склад МТА за варіантом	Заробітна плата		Амортизація		Капітальне, поточне ремонтуння, ТО		Паливо		Затрати на допоміжні матеріали (мін. добрива)		Затрати на зберігання, страхування та монтування		Всього
	грн/год	грн/га	%	грн/га	%	грн/га	кг/га	грн/га	кг/га	грн/га	%	грн/га	
Базовий варіант													

МТЗ-82.1	100	149,2	10,5	28,7	6,38	17,44	16,35	545,3	-	-	3	8,2	769,1
ПЛН-3-35			12,5	14,88	1,46	1,74						3,57	
Новий варіант													
МТЗ-82.1	100	114,9	10,5	28,7	6,38	17,44	13,68	456,2	-	-	3	8,2	646,5
ПЛН-4-35 (текрон)			12,5	15,48	1,46	1,81						3,71	

Результати обчислювання показників порівняльної економічної ефективності представлено в табл. 5.2.

Результати розрахунків економічної ефективності свідчать, що орний МТА в складі те кронового плуга, за рахунок збільшення продуктивності роботи та зменшенні питомих витрат палива дозволяє на кожному 1 га оранки заощаджувати щонайменше 122,6 грн/га та одержати річний економічний ефект при його зональному завантаженні в сумі 389367 грн. Затрати на придбання нового текронового плуга ПЛН-4-35 при його річному зональному завантаженні окупляться за 1,4 роки.

Таблиця 5.2 - Показники порівняльної економічної ефективності нового культиваторного агрегату

Найменування показника	Варіант МТА		Відхилення (+,-)
	Базовий	Новий	
	МТЗ-82.1 ПЛН-3-35	МТЗ-82.1 ПЛН-4-35 (текрон)	
1	2	3	4
Вартість нового агрегату, грн	527900,0	540475,0	+12575
Продуктивність змінна, га/год	0,67	0,87	+0,2
Зональний наробіток, год	450	450	-
га	301,5	391,5	+90,0
Затрати праці, люд.-год/га	1,49	1,14	-0,34
Прямі експлуатаційні витрати, грн/га	769,1	646,5	-122,6
Сукупні витрати, грн/га	816,9	694,3	-122,6
Річний економічний ефект від експлуатації нового агрегату, грн.	-	389367,0	-
Термін окупності додаткових інвестиційних вкладень, років	-	1,4	-

ВИСНОВКИ

1. Перспективою використання текронових плугів є те, що через менше, практично в 2 рази, його тертя з ґрунтом досягається економія пального до 3-4 л/га і вище та енерговитрат на оранці; в 2 рази вища їх зносостійкість; за рахунок відмінних антиадгезійних властивостей можна здійснювати оранку вологого ґрунту, що підвищує продуктивність і економить час на очищення плуга від налипань та рослинних решток.

2. Використання традиційного плуга, переобладнаного текроновими відвалами, не усуває проблему правостороннього зміщення плуга відносно поздовжньої вісі трактора. Через це при відомому зменшенні коефіцієнта тертя текрону по ґрунту в 2-2,6 разів, порівняно зі сталлю по ґрунту, економія питомих витрат палива при цьому не перевищує 12-13%. Тому **в дипломній роботі поставлена задача планування наукових та прикладних досліджень технологічного процесу оранки ґрунту агрегатом у складі текронового плуга з метою обґрунтування конструктивно-технологічної схеми та параметрів текронового плуга із регульованою шириною захвата, а також розробки нової енергоощадної технології оранки за допомогою текронового плуга.**

3. **В результаті проведених теоретичних досліджень процесу агрегаткування тракторів з текроновим плугом прийняте рішення** про те, що збільшення кількості корпусів у останнього з 5 до 6 в орних агрегатах на базі тракторів ХТЗ-17221 та ХТЗ-248К, а також збільшенні ширини захвата одного корпусу плуга з 35 до 39 см, дозволяє агрегатувати такий плуг симетрично відносно трактора (практично без поперечного його зміщення).

4. **Моделювання процесу агрегаткування орних МТА на базі трактора ХТЗ-150К** показав, що при збільшенні кількості корпусів до 6 та ширини одного корпусу текронового плуга до 38 см маємо випадок симетричного агрегаткування плуга з цим трактором. При цьому ширина захвату плуга становить 2,28 м, що менше за гіпотетично-допустиму 2,31 м.

5. **Результатами моделювання процесу агрегаткування 5-ти корпусного текронового плуга з трактором ХТЗ-16131** було отриманий результат, за яким збільшення ширини корпусу плуга до 40 см маємо варіант агрегаткування орного МТА, за яким трактор ХТЗ-16131 вже може рухатися на оранці не в бороні, а поза

борозною. При цьому величина правостороннього поперечного зміщення плуга становить 19 см, що цілком можна реалізувати налаштуванням або заднього навісного механізму трактора, або зміщенням рами самого плуга відносно його приєднувальних бугелів.

6. В результаті моделювання процесу агрегування тракторів Беларус тягового класу 1,4 з текроновими плугами та проведення теоретичних досліджень з прийняттям ефективних рішень доведено, що збільшення кількості корпусів плуга з 3 до 4 для трактора Беларус-82.1, а також ширини захвата корпуса з 35 до 38 см маємо випадок симетричного агрегування плуга відносно трактора.

Для тракторів Беларус-892 і КИЙ-14102 доцільним є використання текронових плугів зі збільшеною шириною захвату одного корпуса до 40 см. При цьому в залежності від використовуємих шин задніх коліс на цьому тракторі необхідна величина правостороннього поперечного зміщення становить не більше 8 см у варіанті руху трактора поза борозною.

7. Оптимізовано інноваційну техніко-технологічну систему агрегування тракторів тягових класів 1,4 та 3 з текроновими плугами. За якою доведена необхідність створення текронових плугів з регульованою шириною захвату, що надасть можливість максимальне ефективне їх використання з різними тракторами і різних умовах експлуатації.

8. Розроблений **ресурсоощадний, енергозберігаючий** технологічний процес основного обробітку ґрунту агрегатом у складі трактора тягового класу 1,4 та 4-х корпусного текронового плуга, використання якого дозволяє збільшити продуктивність агрегату до 0,87 га/год та зменшити питомі витрати палива до 13,68 кг/га.

9. **Обґрунтовані рекомендації з вибору режимів, способів руху та витрат часу на оранці агрегатами в складі текронових плугів для їх використання в системі точного землеробства.** За якими прийняті рішення про нормування виробітку і витрачання палива агрегатами в складі тракторів класу 1,4 з текроновим плугом ПЛН-4-35 (текрон) для використання цих даних при проектуванні сучасних енергоощадних та природоохоронних технологій вирощування сільськогосподарських культур в умовах півдня України.

10. У відповідності до вимог чинного законодавства України розроблені заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при використанні текронових плугів на оранці.

11. Результати розрахунків економічної ефективності свідчать, що орний МТА в складі текронового плуга, за рахунок збільшення продуктивності роботи та зменшенні питомих витрат палива дозволяє на кожному 1 га оранки заощаджувати щонайменше 122,6 грн/га та одержати річний економічний ефект при його зональному завантаженні в сумі 389367 грн. Затрати на придбання нового текронового плуга ПЛН-4-35 при його річному зональному завантаженні окупляться за 1,4 роки.