

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
“ ____ ” _____ 2023 р.
Зав. кафедри _____ к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
_____ А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи
_____ магістр
(освітній рівень)

тема роботи: «Обґрунтування технологічного процесу обробітку ґрунту з
розробкою чизельно-полицевого робочого органу для його використання в
умовах півдня України»

Виконав: студент 2 курсу, групи 21м-ім
освітньої програми _____ магістр
спеціальності _____ 208
_____ «Агроінженерія»
_____ КИРИЛЕНКО О.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент ШЕВЧУК В.В.
_____ (науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2023 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Освітня програма _____ магістр _____
Спеціальність _____ 208 «Агроінженерія» _____
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ **А.В. Войтік**
“ ____ ” _____ **2023 р.**

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

студенту _____ **Кириленко О.М.** _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Обґрунтування технологічного процесу обробітку ґрунту з розробкою чизельно-полицевого робочого органу для його використання в умовах півдня України»

керівник роботи к.т.н., доцент ШЕВЧУК В.В. _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
“14” листопада 2023 р. № 01-06/261

2. Строк подання студентом роботи _____ 25.11.2023 р. _____

3. 3 Вихідні дані до роботи: Результати практики, Інформація з науково-практичних періодичних видань України, каталоги с.-г. техніки, нормативні документи тощо.

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): проаналізувати технології основного обробітку ґрунту та стабілізації тягових навантажень сільськогосподарських машин і знарядь; обґрунтувати технологічний процес основного обробітку ґрунту з використанням чизельно-полицевого робочого органу; теоретично дослідити процес стабілізації тягових навантажень чизельно-полицевого робочого органу у поздовжньо-горизонтальній площині; проаналізувати, обґрунтувати та розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; оцінити економічну ефективність основного обробітку ґрунту агрегатом в складі чизельно-полицевого робочого органу.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): аналіз способів основного обробітку ґрунту та стабілізації тягових навантажень робочих органів; конструктивно-технологічна схема чизельно-полицевого робочого органу; моделювання тягових навантажень чизельно-полицевого робочого органу у поздовжньо-горизонтальній площині; вплив параметрів лемеша на ефект стабілізації його тягових навантажень в горизонтальній площині; операційно-технологічна карта на основний обробіток ґрунту; оцінка економічної

ефективності від стабілізації тягових навантажень чизельно-полицевого робочого органу.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		
Техніко-економічне обґрунтування	Шевчук В.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 23 квітня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	При- мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	30.04.2023 р.	
2.	Розділ 1.	14.05.2023 р.	
3.	Розділ 2.	28.05.2023 р.	
4.	Розділ 3.	11.06.2023 р.	
5.	Розділ 4.	25.06.2023 р.	
6.	Розділ 5.	24.09.2023 р.	
7.	Виконання ілюстративної частини роботи	23.10.2023 р.	
8.	Представлення роботи керівнику на перевірку	25.11.2023 р.	

Студент

(підпис)

Кириленко О.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Шевчук В.В.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 64 сторінки машинопису, 5 розділів, 14 рисунків,
2 таблиці, 24 літературних джерела.

Презентаційна частина роботи – 10 слайдів.

Метою досліджень є підвищення ефективності використання чизельно-полицевого робочого органу для основного обробітку ґрунту, шляхом покращення його тягово-енергетичних властивостей.

Гіпотеза досліджень полягає в тому, що стабілізувати тягові навантаження у горизонтальній площині чизельно-полицевого робочого органу для основного обробітку ґрунту, за відсутністю у нього польової дошки, можна, якщо леміш представити у формі трикутного робочого органу, поперечні складові його реакцій і полиці спрямувати у різному напрямку.

Об'єкт досліджень - процес взаємодії чизельно-полицевого робочого органу з ґрунтом.

Предмет досліджень - закономірності впливу параметрів лемеша чизельно-полицевого робочого органу на реакції опору різанню ґрунту.

В роботі проведений спосіб основного обробітку ґрунту та стабілізації тягових навантажень сільськогосподарських машин і знарядь.

Обґрунтовано технологічний процес основного обробітку ґрунту з використанням чизельно-полицевого робочого органу.

Теоретично досліджено процес стабілізації тягових навантажень чизельно-полицевого робочого органу у поздовжньо-горизонтальній площині.

Проаналізовано, обґрунтовано та розроблено заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Оцінено економічну ефективність основного обробітку ґрунту агрегатом в складі чизельно-полицевого робочого органу.

Ключові слова: ОСНОВНИЙ ОБРОБІТОК ҐРУНТУ, ЧИЗЕЛЬНО-ПОЛИЦЕВИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ПРИЙНЯТТЯ ЕФЕКТИВНИХ РІШЕНЬ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ.

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП	6
1 Аналіз способів основного обробітку ґрунту та стабілізації тягових навантажень сільськогосподарських машин і знарядь	8
1.1 Аналіз способів основного обробітку ґрунту, с.-г. машин і знарядь	8
1.2 Аналіз способів стабілізації тягових навантажень сільськогосподарських знарядь	13
2 Обґрунтування технологічного процесу основного обробітку ґрунту з використанням чизельно-полицевого робочого органу	19
2.1 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми чизельно-полицевого робочого органу для основного обробітку ґрунту	19
2.2 Розроблення технології і організації оранки агрегатом на основі трактора ХТЗ-160 в складі чизельно-полицевого с.-г. знаряддя	23
3 Теоретичні дослідження стабілізації тягових навантажень чизельно-полицевого робочого органу у поздовжньо-горизонтальній площині	32
4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	39
4.1 Нормативні документи та законодавчі акти	39
4.2 Охорона праці при комплектуванні та використанні чизельно-полицевого знаряддя для основного обробітку ґрунту	42
4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	45
5 Оцінка економічної ефективності основного обробітку ґрунту агрегатом в складі чизельно-полицевого робочого органу	53
Висновки	60
Список використаних джерел	62

ВСТУП

Основний обробіток ґрунту є найбільш енергоємною операцією в технологічному процесі вирощування с.-г. культур. Розвиток сучасної системи основного обробітку ґрунту направлений на зменшення енергетичних витрат на виконання польових робіт, покращення властивостей родючого шару ґрунту тощо. Тому, дослідження, щодо оптимізації параметрів ґрунтообробних знарядь, завжди були і є актуальними.

Однією із проблем, яку потрібно вирішувати при виконанні основного обробітку ґрунту є те, що ґрунтообробні знаряддя і обробіток ґрунту, навіть в межах одного регіону, потребує не тільки модернізації, але і адаптації до конкретних умов. В силу цього, першочерговою науковою задачею, на нашу думку, є створення низки знарядь максимально динамічно урівноважених.

Відомі конструкції серійних ґрунтообробних робочих органів с.-г. машин проектувалися під тракторну тягу, а стабілізація їх тягових навантажень здійснюється шляхом введення в конструкцію компенсуючих елементів. У полицевому плузі, наприклад, таким елементом є польова дошка. Проте, для агрегатів, побудованих за мостовим принципом, таке рішення не може бути прийнятним, бо створює додатковий тяговий опір, і, як наслідок, навантаження на ферму мостової машини.

Отримати ефект максимального врівноваження тягових навантажень ґрунтообробного знаряддя можливо шляхом введенням додаткових різучих елементів, для яких реакція опору різанню ґрунту компенсує дію реакцій інших робочих органів знаряддя.

Також, відомі приклади стабілізації тягових навантажень робочих органів с.-г. знарядь, шляхом перерозподілу напрямку діючих сил, за рахунок зміни кутів постановки різучих елементів, як це досягнуто у плузі-букер.

Наявність додаткової плоскорізної лапи в першому конструктивному рішенні буде ефективним для плугів традиційної конструкції, бо компенсує дію бокової складової за рахунок збільшення загального тягового опору. З позиції зменшення енерговитрат друге рішення, в цьому плані, є більш перспективним.

Саме тому обґрунтування технологічного процесу основного обробітку ґрунту, форми та параметрів сільськогосподарських знарядь для його виконання є нагальною науковою задачею сьогодення.

Метою досліджень є підвищення ефективності використання чизельно-полицевого робочого органу для основного обробітку ґрунту, шляхом покращення його тягово-енергетичних властивостей.

Гіпотеза досліджень полягає в тому, що стабілізувати тягові навантаження у горизонтальній площині чизельно-полицевого робочого органу для основного обробітку ґрунту, за відсутністю у нього польової дошки, можна, якщо леміш представити у формі трикутного робочого органу, поперечні складові його реакцій і полиці спрямувати у різному напрямку.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- обґрунтувати конструктивно-технологічну схему чизельно-полицевого робочого органу для основного обробітку ґрунту;
- провести аналіз способів стабілізації тягових навантажень робочих органів с.-г. знарядь у горизонтальній площині;
- теоретично дослідити вплив параметрів лемеша на величину сили опору різанню ґрунту.

Об'єкт досліджень. Процес взаємодії чизельно-полицевого робочого органу з ґрунтом.

Предмет досліджень. Закономірності впливу параметрів лемеша чизельно-полицевого робочого органу на реакції опору різанню ґрунту.

1 АНАЛІЗ СПОСОБІВ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ТА СТАБІЛІЗАЦІЇ ТЯГОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН І ЗНАРЯДЬ

1.1 Аналіз способів основного обробітку ґрунту, с.-г. машин і знарядь

До прийомів основного обробітку ґрунту відносять: оранку, луцення, культивуацію, боронування, шлейфування та прикочування. Оранка покращує фізичні властивості ґрунту, режим живлення ґрунту, життєдіяльність мікроорганізмів та очищує від шкідливих рослин. Вона буває відвальна та безвідвальна, що можна назвати глибоким розпушуванням. При відвальній обробці здійснюється обертання шару ґрунту, кришення, часткове перемішування ґрунту та підрізання шкідливих рослин [1].

Проводять оранку плугами які поділяють на плуги загального призначення та спеціальні. Першими обробляють головним чином староорні землі і поклади без кущів, а другими - торфовища, ґрунти в садах, при посадці кущів, зарослі кущами і лісом, кам'янисті та ін.

Більш за все розповсюджені тракторні лемішні плуги загального призначення. Головна частина плуга зветься корпусом. Плуг складається з лемешу, відвалу, стійки, пологої дошки. До робочих органів плугу відносять ніж, передплужник та ґрунтозаглиблювач. Лемеші бувають трапецеїдальні і долотоподібні. Перші використовують для оранки староорних земель, другі - важких і кам'янистих. Леміш підрізує пласт в горизонтальній площині, долаючи опір ґрунту, що становить близько 40% усіх тягових витрат при оранці.

Ступінь обертання шару ґрунту та його розпушування залежать від форми відвалу. Відвали у плугів бувають циліндричні, культурні, напівгвинтові та гвинтові (ПН – 4 – 35, ПН – 8 – 38, ПТК – 9 – 35, ПТК – 6/7 – 40).

Циліндричний відвал у плуга поставлений круто, а тому пласт, що підрізає, при підйомі по відвалу різко згинається, дає тріщини і при падінні кришиться. Під час оранки ґрунту плугом з циліндричним відвалом не буває повний оборота пласта, але відбувається задовільне його розпушування. Хорошу оранку дає цей відвал на

окультурених землях. Культурний відвал відрізняється від циліндричного тільки більшою вгнутістю (верхній його частині). Він добре розпушує ґрунт і задовільно його відвалює. Плуги з культурними відвалами застосовують на легких ґрунтах і при підйомі трав'яного пласта.

Напівгвинтовий відвал займає проміжне положення між циліндричним і гвинтовим. Він добре обертає пласт і частково його кришить. Його використовують при оранці як староорних ґрунтів, так і засмічених з кущами. Сильно засмічений ґрунт орють плугом з гвинтовими відвалами. Пласт, що підрізає, піднімаючись по гвинтоподібної загорнутої площині, перевертається і укладається у борозну, не скришившись. Тому його необхідно додатково розпушувати. У виробництві широко поширені плуги з культурними відвалами і передплужниками, які використовують як для оранки староорних ґрунтів [2].

Для більш якісної обробки, подрібнення та розпушування ґрунтового відвального пласта плуги обладнують передплужниками та дисковими ножами [3]. Передплужник скидає на дно борозни верхню частину орного шару а нижня частина добре кришиться на відвалі плугу та засипає зкинутий в борозну ґрунт розпушену дрібнокомковату структуру.

Безполицева оранка здійснюється спеціальними плугами або звичайними з демонтованими відвалами. Але після обробки ґрунту плугами без відвалів більшість насіння шкідливих рослин залишається у верхньому шарі ґрунту та на поверхні. Стерня з шкідниками та збудниками хвороб рослин майже не обробляється, що сприяє їх розмноженню та поширенню. Цей вид оранки застосовують в зоні вітрової ерозії в комплексі з хімічними засобами боротьби зі шкідниками та збудниками хвороб рослин. В Нідерландах сконструйовано роторний плуг, який за якістю роботи порівняний зі звичайним але є більш економічним при оранці яким витрачається палива в 3 рази менше ніж звичайними плугами. Теоретичними передумовами розробки ґрунтозахисного безплужного землеробства є: використання захисної ролі рослин та післяжнивних залишків, використання стерні та залишків для снігозатримання, мінімалізація

обробки ґрунту, розробка системи знарядь для обробки та посіву без обертання шару ґрунту.

Плоскорізну обробку проводять культиваторами, плоскорізами та плоскорізами–глибокорозпушувачами на глибину від 8...10 до 27...30см (КПГ – 250, ПГ- 3-5). Головною особливістю обробки в тому, що при мінімальному розпушуванні на поверхні ґрунту залишається стерня та інші рослинні залишки. Її застосовують у степових і лісостепових районах ,тобто в умовах посушливого клімату, а також в зонах з кліматом недостатнього і нестійкого зволоження [6].

Поверхневу обробку ґрунту на малу глибину (до 10...12 см) проводять дисковими знаряддями на полях, що йдуть під озимі культури після непарових попередників. Її застосовують як в зонах недостатнього і нестійкого зволоження, так і в зонах стійкого зволоження.

Обробку ґрунту комбінованими агрегатами на малу глибину (до 6...10 см) здійснюють під озимину і ярові культури. Після непарових попередників вона дозволяє за один прохід агрегату підготувати ґрунт до посіву, створити дрібнокомкуватий шар. Її застосовують в зонах недостатнього, нестійкого і стійкого зволоження.

Чизельну обробку важкосуглинкових і глиняних ґрунтів без обороту пласта проводять за допомогою чизелів на глибину від 10...12 до 28...30 см, а іноді і більше. Її застосовують в зонах стійкого і надмірного зволоження.

Обробку глибокорозпушувачами без обертання пласта надмірно вологих поверхнево-гліївих ґрунтів проводять на вимочуваннях, на ділянках з погано працюючим закритим дренажем. Глибина обробки 60...70 см. Її застосовують для відведення надмірних вод.

Щілювання - обробка ґрунту без оберту пласта на схилах за допомогою щілювачів. Її здійснюють на глибину 60 см для затримання талих і зливових вод і іноді поєднують з дрібною безполицевою обробкою. Цей прийом широко застосовують в зонах посушливого клімату, недостатнього і нестійкого зволоження.

Фрезерування – обробка важких ґрунтів і полів з грубими поживними залишками (соняшник, кукурудза, сорго) за допомогою фрези. Вона приводить ґрунт в рихлий стан, дрібнить поживні залишки. Її виконують на глибину від 5...7 до 14...16 см і застосовують в зонах різного зволоження.

Кротування - обробка перезволоженого ґрунту за допомогою щільорізу-кротувателю. Її проводять на глибину до 70 см для відведення надмірної вологи. Застосовують в зонах надмірного зволоження.

Нульова обробка ґрунту - дія на ґрунти безпосередньо при сівбі культур, за допомогою сівалок-культиваторів і сівалок прямого посіву. При посіві у такий спосіб ґрунт залишається непорушеним. Її застосовують в посушливих зонах, зонах недостатнього, урівноваженого і надмірного зволоження.

Мінімальний обробіток ґрунту - обробіток, при якому ґрунт впродовж усього року залишається в непорушеному стані і мульчований рослинними залишками. Для посіву проводять розпушування по вузьких смужках шириною 3...5 см. В ці смужки висівають насіння. Застосовують в зонах нестійкого зволоження і в посушливій зоні.

Отже кожний з прийомів і робочих органів для основного обробітку має в своїй основі специфіку його застосування. Ці обставини створюють передумови для розробки нових робочих органів основного обробітку, які б могли використовуватись в новітніх системах обробітку ґрунту.

Застосування плугу та інших клиноподібних робочих органів тягової концепції з різанням пласту в горизонтальній площині призвело до інтенсивного руйнування родючого шару ґрунту, яке відбувається по декільком причинам. Необхідність приводити в дію клиноподібний орган з горизонтальним різанням через тягове зусилля потребує застосування важких тракторів ущільнюючих ґрунт на глибину більшу, ніж глибина ходу лемешу плугу, що сприяє утворенню переущільненого шару ґрунту, розташованого нижче за орний шар. Створення цього шару ускладнює розвиток кореневої системи та призводить до зниження врожайності с.-г. культур. Ущільнена ходовими системами важких машин ґрунт втрачає структуру яка не відновлюється лише проведенням розпушування.

Структурні зміни у ґрунті спостерігаються також при буксуванні ведучих органів тракторів, особливо в областях зі зниженою вологістю ґрунту. Отже розпилення структурних часток ґрунту спостерігається внаслідок тертя між шаром ґрунту, що обробляється та поверхнею робочого органу/

Крім лемешно-полицевих плугів, плоскорезів-глибокорозпушувачів і фрез для основної обробки ґрунту в деяких випадках застосовують і інші знаряддя - ротаційні машини, зокрема лопаткові. Їхня класифікація досить повно освітлена в роботі [5]. Відповідно до цієї класифікації ротаційні машини (рис. 1.1) віднесені до плугів. У машин активної дії передача енергії від двигуна до робочих органів здійснюється через трансмісію, тяговий засіб необхідно лише для напрямку ходу машини. Створення порівняно невеликих тягових зусиль може бути здійснено легким трактором. Це зменшує навантаження на ґрунт, що зменшує негативний вплив на родючість і підвищує загальний КПД агрегату. Тобто, порівнянний результат роботи повинен досягатися при менших витратах енергії. При цьому машини активної дії будуть більше складними у виготовленні через більше складну форму робочих органів, організації більше складного їхнього руху і необхідності застосування спеціальної трансмісії.



Рисунок 1.1 - Класифікація машин і знарядь для основного обробітку ґрунту [4]

1.2 Аналіз способів стабілізації тягових навантажень сільськогосподарських знарядь

Найпоширенішим процесом основного обробітку ґрунту до сьогодні залишається оранка за допомогою лемішно-полицевого плуга. Деякі ґрунтознавці безспідставно вважають, що винахід плуга по значимості для людства можна зрівняти з винаходом колеса, і застосування плуга стало першою сходинкою до ери механізації сільськогосподарського виробництва [10]. Історія застосування плуга настільки ж древня, як і застосування перших удосконалених знарядь праці.

При великій розмаїтості конструкцій і призначення плугів, принцип їхньої дії залишається незмінним протягом всієї історії застосування: для розпушування ґрунту плуг необхідно тягти, опираючись на ґрунт і відштовхуючись від неї. Основою робочої поверхні полицевого плуга є клин, про яке основоположник вітчизняної землеробської механіки, академік В.П. Горячкін, сказав: «Незважаючи на надзвичайну розмаїтість різного роду с.-г. знарядь, форма знарядь, які застосовуються для обробітку за допомогою руйнування частин тіла, зводиться до простої схеми, а саме до клина. Знаряддя можуть бути двох видів: 1 - клин для перетворення прямолінійного руху в одному напрямку в прямолінійне, 2 - важіль для взаємного перетворення поступального і обертового рухів. Колесо є безперервно діючий важіль. ...У просторі трьох вимірів можливо поступальний рух по довільному напрямку і обертальне навколо точки, а в загальному випадку – гвинтовий рух. Гвинт є безперервно діючий клин. У загальному випадку клин служить для руйнування і переміщення матеріалу. Тому в основу загальної теорії знарядь повинні бути покладені теорія руйнування матеріалів і теорія клина. Ніяких інших (ґрунтообробних) знарядь у просторі трьох вимірів існувати не може» [4]. Категоричність В. П. Горячкіна в тім, що крім клина не може існувати інших ґрунтообробних знарядь, можна пояснити тим, що в період становлення загальної теорії знарядь монопольним енергетичним засобом у рослинництві була робоча худоба, гужове тягло, що дозволяло здійснювати практично єдиний робочий рух – тягти знаряддя. Трактори тільки лише створювалися як заміна

живого тягла механічним. При горизонтальному русі ґрунтообробної машини її робочі органи повинні були забезпечити різання, розпушення і досить складне переміщення шару для його обертання. Для цього клин виявився найпростішим і надійним механізмом. Класична загальна теорія знарядь В. П. Горячкіна прийнята за основу проектування ґрунтообробних машин і викладена практично у всіх вітчизняних підручниках по теорії ґрунтообробних машин. Так в [4] читаємо: «При руйнуванні (матеріалів) використовується принципова особливість клина, заснована на тім, що, прикладаючи порівняно невелику рушійну силу T , можна розвинути більшу нормальну силу тиску клина N на шар (матеріал), що приводить до зминання і сколювання його елементів. Як видно із силового трикутника (рис. 1.2) нормальна сила реакції шару $N = T/\sin\alpha$, де α – кут нахилу робочої грані клина. Нескладно підрахувати, що при $\alpha = 15^\circ$ сила $N = T \cdot 4$ ».

Енергетичною проблемою плужної обробки, і взагалі обробки клинчастими робочими органами, варто вважати занадто низький КПД робочого органа, у якому до 50% підведеної механічної енергії витрачається на тертя між робочими поверхнями і ґрунтом [9]. В процесі тертя між шаром і поверхнею робочого органа мають місце не тільки втрати енергії, що супроводжуються зношуванням знаряддя, але ще відбувається руйнування мікроагрегатів ґрунту, наявність яких визначає її родючість. Відносна величина цих руйнувань у порівнянні з обсягом розпушеного шару незначна, що на фоні наявності запасу родючості мало відчутно. Але явище стирання мікроагрегатів безумовно сприяє загальній деградації ґрунтів [10].

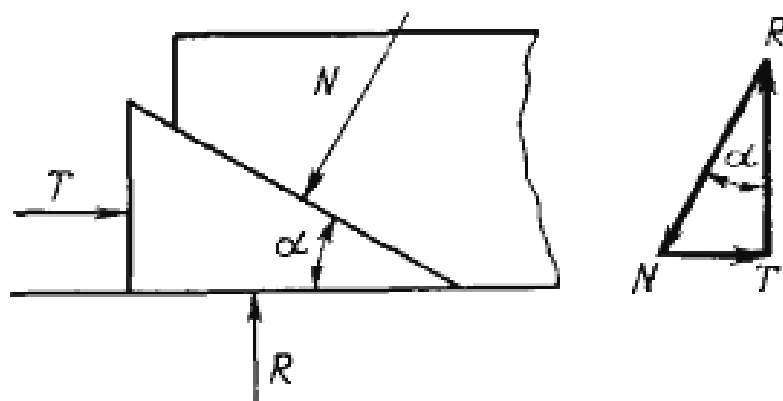
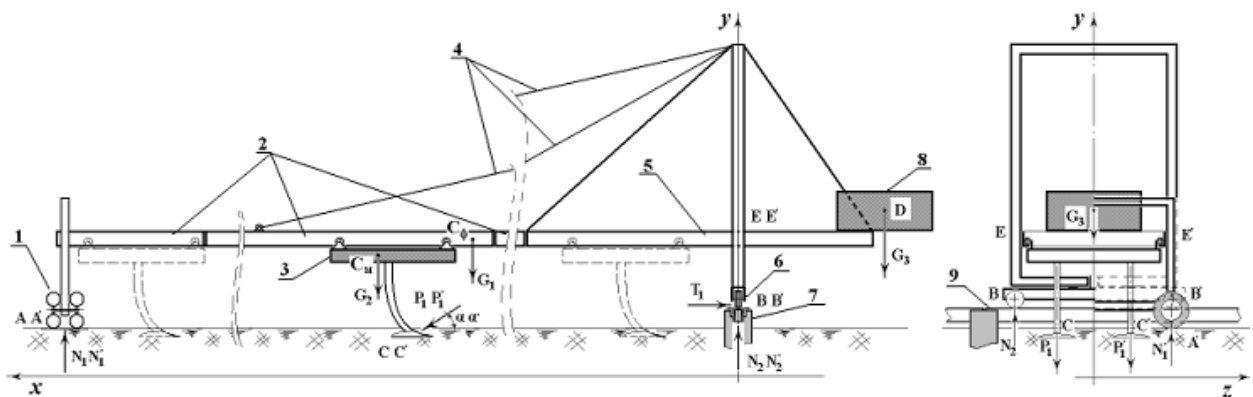


Рисунок 1.2 - Взаємодія клина із шаром і силовий трикутник

Основною відмінністю мостових машин є можливість відтворення будь-яких траєкторій руху робочих органів у будь-який час. Це визначає одну з важливих складові концепції робочих органів для мостового землеробства - застосування зонної (координатної) обробки протягом усього циклу вирощування культури, включаючи основну обробку ґрунту.

Відомі ґрунтообробні робочі органи проектувались під мобільні агрегати і їх стабілізація виконувалася шляхом введення в конструкцію компенсуючих елементів. У полицевому плузі, наприклад, це є польова дошка. Проте у випадку мостового застосування (рис. 1.3), таке рішення не може бути прийнятним, бо створює додатковий тяговий опір і, як наслідок, додаткове навантаження на ферму. Треба шукати рішення, в якому елементи робочого органу самокомпенсують неврівноваженість один одного.

Не зважаючи на різні тенденції та погляди на систему землеробства, обробіток ґрунту з обертом шару найближчим часом буде практикуватись, в тому числі, і в системі мостового землеробства. Використання для цього серійних робочих органів практично не можливе.

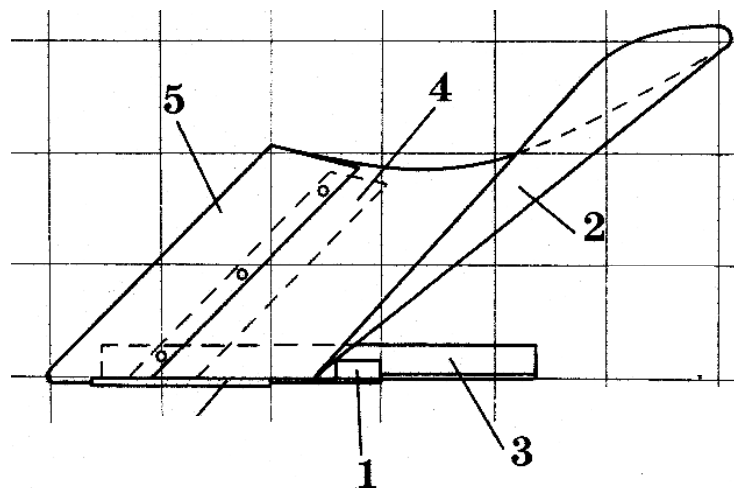


- 1 – візок; 2 – секції ферми; 3 – каретка (візок) технологічного модуля з робочими органами; 4 – розтяжки (ванти); 5 – основна секція ферми;
6 – рухомий візок; 7 – опора в ґрунті; 8 – врівноважувальний баласт;
9 – рейковий шлях

Рисунок 1.3 - Конструктивна схема одноконсольного агромоста [3]

Однією із проблем, яку потрібно вирішувати при виконанні основного обробітку ґрунту мостовими засобами механізації є те, що їх несуча ферма має доволі значну довжину і, в той же час, повинна сприймати всі реакції з боку робочих органів с.-г. знарядь. До того ж, природно зрозуміло, що ґрунтообробні знаряддя і обробіток ґрунту, навіть в межах одного регіону, потребує не тільки модернізації, але і адаптації до конкретних умов. В силу чого, першочерговою науковою задачею, на нашу думку, є створення низки знарядь максимально динамічно урівноважених і таких, що передають мінімальну реакцію опору на ферму мостової машини, як у повздовжній, так і у поперечній площинах.

Відомі конструкції серійних ґрунтообробних робочих органів с.-г. машин проектувалися під тракторну тягу, а стабілізація їх тягових навантажень здійснюється шляхом введення в конструкцію компенсуючих елементів. У полицевому плузі, наприклад, т таким елементом є польова дошка (рис. 1.4). Проте, для агрегатів, побудованих за мостовим принципом, таке рішення не може бути прийнятним, бо створює додатковий тяговий опір, і, як наслідок, навантаження на ферму мостового агрозасобу [4].

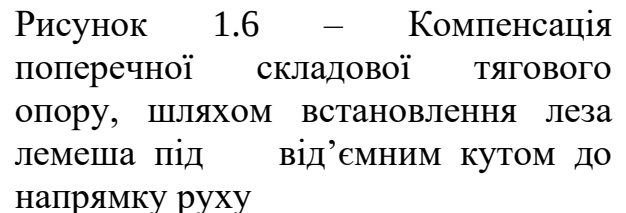
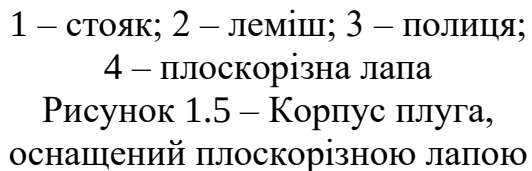


1 - стійка; 2 - полиця; 3 - польова дошка; 4- башмак; 5 - леміш

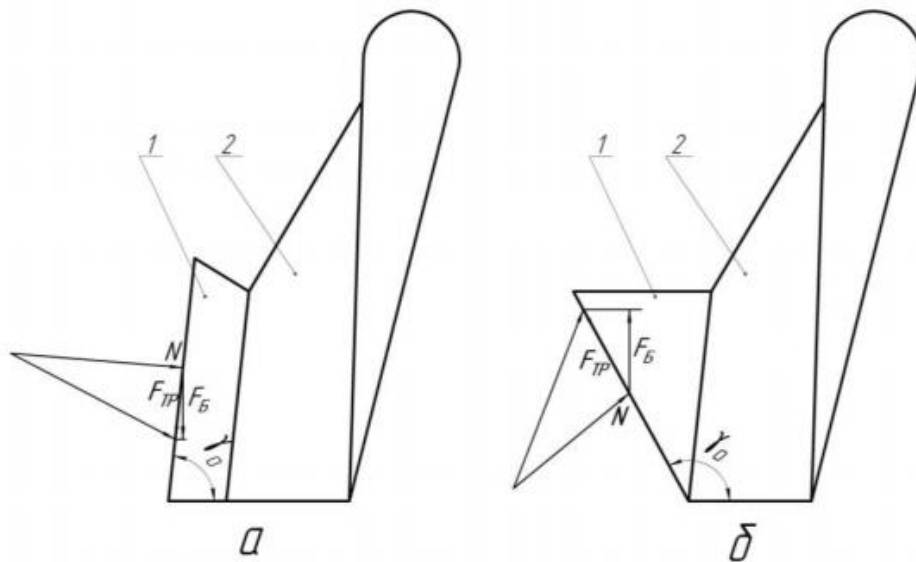
Рисунок 1.4 – Корпус «класичного» плуга

Отримати ефект максимального врівноваження тягових навантажень ґрунтообробного знаряддя можливо шляхом введенням додаткових ріжучих

Також, відомі приклади стабілізації тягових навантажень робочих органів с.-г. знарядь, шляхом перерозподілу напрямку діючих сил, за рахунок зміни кутів постановки ріжучих елементів (рис. 1.6), як це досягнуто у плузі-букер [16].



17



а – «класичний» лемішно-полищевий корпус; б – плуг-букер;

1 – леміш; 2 – полиця

Рисунок 1.7 - Схема діючих сил на корпус плуга [16]

Відомо, що реакція опору корпусу плуга в процесі роботи, складається з опору ґрунту на різання лемешем і переміщення підрізаного шару полицею [18]. Якщо у вказаному знарядді використовувати «класичний» лемішно-відвальний робочий орган, то встановлення лемеша і полиці під кутом до напрямку руху, утворює поперечну складову реакції опору F_B , яка спрямована в бік стінки борозни (рис. 1.7а) [19]. Остання, як відомо, компенсується в лемішних плугах польовою дошкою.

Виникає питання, якщо поперечні складові реакції лемеша і полиці спрямувати у протилежних напрямках, то в ідеальному випадку можна відмовитись від польової дошки.

Суто теоретично така компенсація можлива, якщо леміш представити у формі трикутного робочого органу, поперечні складові реакцій лемеша і полиці спрямовані у різному напрямку (рис. 1.7б) [15].

2 ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ ЧИЗЕЛЬНО- ПОЛИЦЕВОГО РОБОЧОГО ОРґАНУ

2.1 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми чизельно- полицевого робочого органу для основного обробітку ґрунту

Розвиток сучасної системи основного обробітку ґрунту спрямовано на скорочення витрат на виконання польових робіт, ефективної роботи машинно-тракторного парку, поліпшення якісних показників ґрунту. Ґрунтообробні знаряддя з робочими органами чизельного типу використовуються в різних кліматичних умовах, у тому числі для сухого і зрошуваного землеробства півдня України. Різними науковцями встановлено, що чизелювання ріллі ефективніше традиційної лемешно-полицевої оранки. Основна перевага чизелювання ґрунту полягає в економії енергоресурсів при її обробітку, часткове запобігання водної та вітрової ерозії на еродованих і похилих землях, поліпшення реологічних властивостей ґрунту, підвищення родючості.

Чизельний обробіток можна проводити при більшій вологості ґрунту, на відміну від оранки і плоскорізного розпушування. При цьому способі навесні ґрунт краще протистоїть ущільненню енергонасиченим тракторам і важким сільськогосподарським машинам. Внаслідок меншої енергоємності, високої протиерозійної ефективності чизельна оранка незамінна в системі основного обробітку ґрунту.

У найпростішій інтерпретації робочий орган чизельного знаряддя - це пряма (рис. 2.1а) або похила (рис. 2.1б) стійки. Остання містить накладний ніж для підвищення ефективності різання, вичісування і закладення в ґрунт бур'янів.

До простих стійок можна віднести так називані Х-образні стійки (рис. 2.1в), які змонтовані на рамі таким чином, що на виді попереду (або позаду) похилі частини роздвоюються. Завдяки цьому стійки розміщуються на рамі досить компактно. Кількість стійок в одному знарядді залежить від тягових можливостей трактора. Головна особливість чизельного розпушування - гребнисте дно борозни

(рис. 2.1г), що у принципі однаково після проходження знарядь із прямими, похилими або Х-образними стійками.

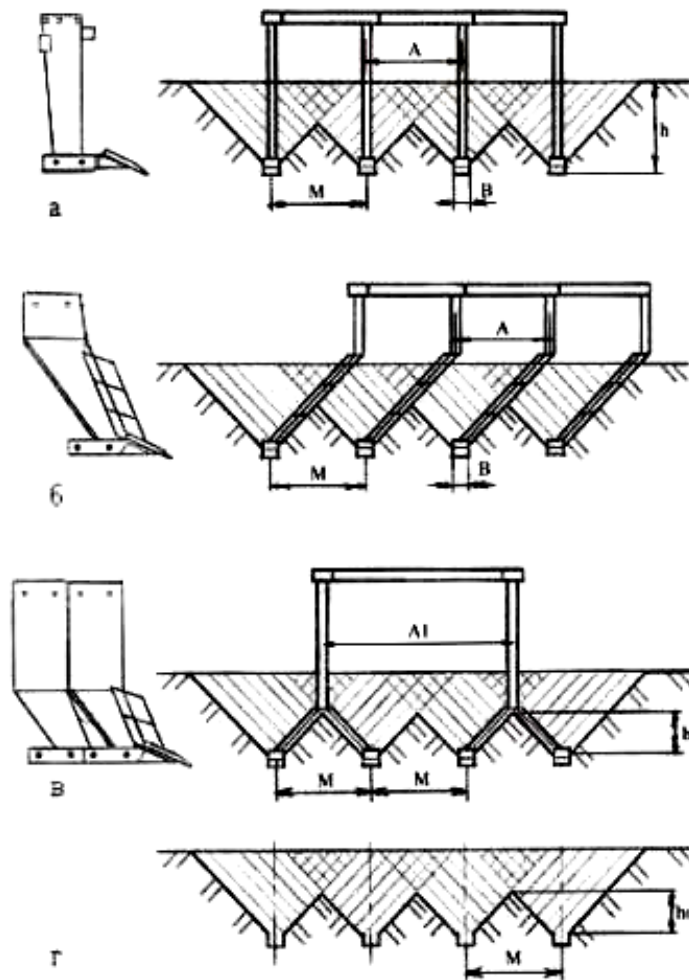


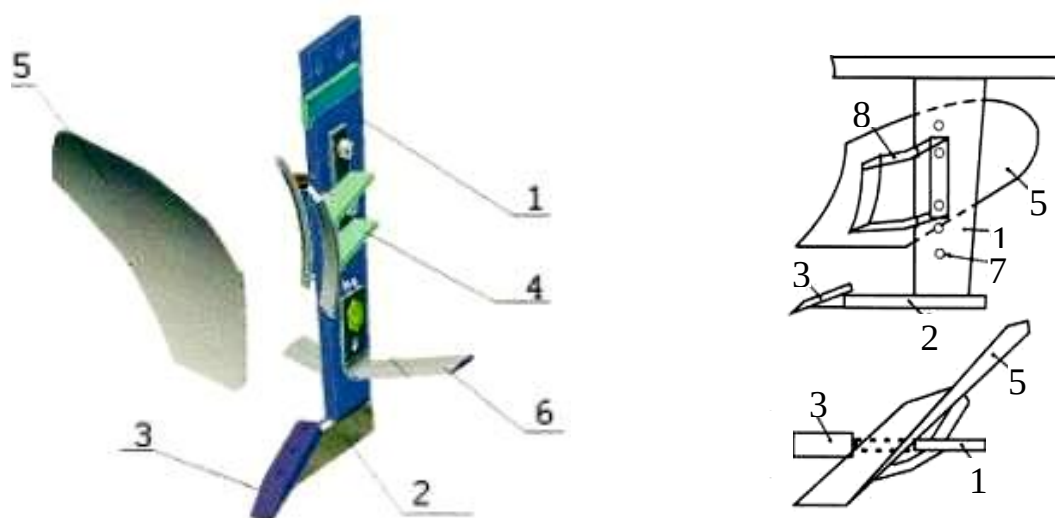
Рисунок 2.1 – Схема робочих органів чизеля і сформована ним борозна: а – пряма стійка; б - похила стійка з накладним ножом для підвищення ефективності різання, вичісування і заробки в ґрунт бур'янів; в - Х- образні стійки; г - гребенисте дно борозни; М – ширина між слідами; А – відстань між стійками ($A=M$); A_1 – відстань між Х-образними стійками ($A_1=2M$); В – ширина заглиблення борозни, яка дорівнює ширині долота стійки; h – загальна глибина чизелювання; h_r – висота гребенів борозни; h_0 – глибина заглиблення після проходження долота

Відомо, що основна перевага чизелювання ґрунту полягає в економії енергоресурсів при його обробі, частковому запобіганні водної та вітрової ерозії, поліпшенні реологічних властивостей ґрунту, підвищенні його родючості. Але «класичні» чизельні знаряддя із прямими або нахиленими стійками після розпушування залишають на полі до 80% стерні. Одночасно зі стернею на полі

залишаються і бур'яни. До того ж, «класичні» чизелі не здатні заробляти в ґрунт різні види добрив.

Із числа робочих органів для чизельних знарядь найбільш перспективними є стійка з відвалом. Ріжуча частина ножів такого знаряддя відокремлює шар ґрунту, а відвал - додатково розпушує і обертає його. Оптимальна глибина встановлення відвалу в розпушений ґрунт може становити 0,15-0,20 м. На тильній стороні стійці можна прокласти трубку для подачі в ґрунт рідкого добрива. При необхідності відвал можна легко демонтувати.

В якості об'єкту досліджень розглянемо робочий орган на основі чизельної стійки з полицею (рис. 2.2).



- 1 – чизельна стійка; 2 – башмак; 3 – долото; 4 – кронштейни; 5 – полиця;
6 – підрізаючі лапи; 7 – пази для перевлаштування по висоті полиці;
8 – рамка для кріплення полиці

Рисунок 2.2 - Чизельно-полицевий робочий орган

Вказане чизельно-полицеве знаряддя характеризується широкими технологічними можливостями, зокрема:

- 1) «класичне» чизелювання ґрунту з формуванням гребенистого дна борозни (відсутній відвал і підрізаючі лапи на знарядді);
- 2) чизелювання ґрунту з повним підрізанням бур'янів і додатковим розпушуванням верхнього шару ґрунту (підрізаючі лапи знаряддя встановлені у крайньому верхньому положенні);

3) чизелювання з глибоким розпушуванням ґрунту (підрізаючі лапи знаряддя встановлені у крайньому нижньому положенні);

4) чизелювання ґрунту з обертотом і додатковим розпушуванням верхнього шару на глибину 0,10-0,15 м (відвал на знарядді встановлений у крайньому верхньому положенні, можливо встановлення декілька відвалів при ярусному обробітку);

5) чизелювання ґрунту з обертотом на різній глибині і додатковим розпушуванням верхнього шару, формуванням на поверхні протиерозійних гребенів (відвали на знарядді встановлені на різній висоті);

6) комплексна обробка і розпушування ґрунту на глибину 0,10-0,15 м (відвал на знарядді встановлений у верхньому положенні, а підрізаючі лапи - у нижньому);

7) «класичне» щільювання ґрунту з установкою стійок на певну відстань і заміною широкого долота (60 мм) на вузьке (30 мм), при цьому зникає ефект формування гребенистого дна борозни;

8) щільювання ґрунту з повним підрізанням бур'янів – якщо за попереднім пунктом додати підрізаючі лапи, які розміщуються у крайньому верхньому положенні.

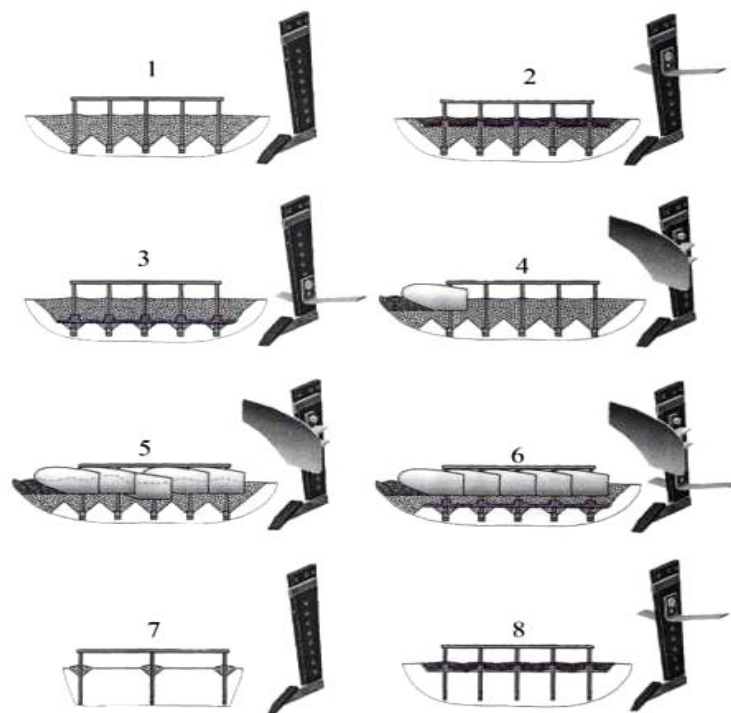


Рисунок 2.3 – Приклади використання чизельно-полицевого с.-г. знаряддя

2.2 Розроблення технології і організації оранки агрегатом на основі трактора ХТЗ-160 в складі чизельно-полицевого с.-г. знаряддя

1) Вихідні дані

Найменування операції: оранка.

Агрофон: стерня озимої пшениці.

Схил поверхні поля: не більше 3°.

Розміри поля: довжина - 1200 м; ширина - 400 м

Склад агрегату: трактор ХТЗ-160, 2-х корпусний передній та 3-х корпусний задній плуги.

2) Основні агротехнічні вимоги до виконання заданої операції

Фон обробленого поля після проходу орного агрегату на основі трактора ХТЗ-160 повинен відповідати наступним вимогам:

- допустиме відхилення середньої глибини оранки від заданої – не більше 5% (1-2 см); глибина обробітку ґрунту під звальними проходами повинна бути не менше половини середньої заданої значини;
- ґрунт повинен бути перевернутим, розкришеним на маленькі грудки і укладений без утворення порожнин;
- пласти від усіх корпусів повинні бути однакового розміру, а борозна – прямолінійною;
- поверхня зораного поля не повинна мати глибоких рознімних борозен і високих гребенів, а також розривів між суміжними проходами орного агрегату;
- висота гребенів допускається не більше 3-5 см, а глиби площею більше 10 см² не повинні перевищувати 10-15% всієї поверхні поля;
- глибокі розвальні борозни допускаються лише в тих випадках, коли це передбачено агро меліоративними заходами;
- бур'яни і всі рослинні рештки та внесені добрива повинні бути повністю заорані;
- огріхи та незорані клини не допускаються.

3) Підготовка агрегату до роботи

При підготовці МТА до роботи необхідно уважно перевірити стан всіх вузлів і деталей. Слабкі кріплення підтягти, а деформовані деталі відремонтувати або замінити.

Польова дошка і польова поверхня стояка корпусу повинні лежати в одній вертикальній площині. Польові обрізи лемеша та полиці повинні також знаходитися в одній вертикальній площині і можуть виступати за поверхню стояка на 5-8 мм.

Відхилення верхньої точки польового обрізу полиці від вертикальної площини допускається в сторону ріллі не більше, ніж на 10 мм. Відхилення площини польового обрізу полиці в сторону незораного поля не допускається.

Задній кінець польової дошки і носок лемеша повинні лежати в площині польової сторони корпусу. Відхилення заднього кінця польової дошки в сторону борозни допускається не більше, ніж на 5 мм.

Лезо лемеша повинно бути горизонтальним. У долотоподібних лемешів носок розміщується на 10 мм нижче п'ятки лемеша та заднього кінця польової дошки і виступає в сторону поля на 5 мм. Лезо лемеша повинно бути гострим, його стик з полицею – плавним.

Диск ножа заднього плуга повинен вільно обертатись на вісі. Товщина його леза не повинна перевищувати 0,4 мм. Вільний хід вилки на стояку ножа слід відрегулювати корончатою шайбою. Обмежувач повороту вилки ножа повинен дозволити дисковому ножу відхилятися при зустрічі з перешкодою вправо чи вліво по ходу плуга.

Після перевірки робочих органів задній та передній плуги встановлюють на майданчику так, щоб корпуси торкались лемешами опорної поверхні, а їх рами були б горизонтальними. Лемеші повинні контактувати з поверхнею майданчика по всій довжині леза. Останні повинні бути паралельними для всіх корпусів.

Дисковий ніж на задній секції плуга встановлюється у відповідності із загальноприйнятими вимогами [13].

Задній і передній навісні механізми трактора ХТЗ-160 повинні бути налагоджені по 3-х точковій схемі у відповідності з вимогами, викладеними в

розділі 2 даного дипломного проекту. Енергетичний засіб комплектується штатними шинами 16,9x38". Тиск повітря в них слід довести до наступних значин:

- передні шини: 0,12 мПа;
- задні шини: 0,10 мПа.

Після перевірки і підготовки трактора його подають заднім ходом до заднього 3-хкорпусного плуга, приєднують знаряддя, піднімають його в транспортне положення і регулюють довжину обмежувальних ланцюгів таким чином, щоб бокові переміщення задніх кінців нижніх тяг навісного механізму трактора не перевищували 30 мм, а передній брус рами плуга був би паралельним вісі задніх коліс енергетичного засобу.

Наступний етап – приєднання фронтального плуга. Будь-який поворот нижніх тяг переднього навісного механізму трактора в горизонтальній площині при цьому виключається.

Регулювання плугів на задану глибину оранки проводять у такому порядку. На рівному майданчику під ліві колеса трактора ХТЗ-160 та опорні колеса плугів підкладають бруси, товщина яких дорівнює глибині оранки, зменшеної на 1-4 см. З допомогою верхніх тяг та правих розкосин переднього і заднього навісних механізмів енергетичного засобу, а також опорних коліс плуга рами останніх вирівнюють у горизонтальній площині.

4) Підготовка поля

Підготовка поля до роботи полягає в розбивці поворотних смуг та прокладанні лінії першого проходу агрегату. Приймаємо загінний спосіб його руху. При виконанні першої звальної борозни МТА робить петльовий грушоподібний поворот, для якого розрахункову значину мінімальної ширини поворотної смуги (E_{min}) визначають із виразу [4]:

$$E_{min} = 2,8 \cdot R_o + d_a + e, \quad (2.1)$$

де R_o - мінімальний радіус повороту енергетичного засобу;

d_a - кінематична ширина орного агрегату;

e - довжина виїзду МТА.

Для трактора ХТЗ-160 $R_o=6,1$ м. Кінематична ширина орного агрегату на основі цього енергетичного засобу вліво і вправо різна. Вправо вона більша і становить:

$$d_a = B_{тр}/2 + B_{п}, \quad (2.2)$$

де $B_{тр}$ – габаритна ширина трактора ХТЗ-160;

$B_{п}$ - ширина захвату фронтального плуга, яки виходить вправо за габарит трактора.

Виходячи із цього:

$$d_a = 2,53/2 + 0,4 = 1,66 \text{ м.}$$

Кінематична ширина агрегату вліво дорівнює:

$$d_a = B_{тр}/2 = 1,26 \text{ м.}$$

Саме цю значину і приймаємо для розрахунків, оскільки загінний спосіб руху взвал передбачає правий поворот МТА.

Що стосується довжини виїзду, то для даного орного агрегату вона становить 10 м.

В результаті маємо:

$$E_{\min} = 2,8 \cdot 6,1 + 1,26 + 10 = 28,34 \text{ м.}$$

Дійсна ширина поворотної смуги (E_d) повинна бути кратною ширині захвату орного МТА. Оскільки значина останнього становить 1,75 м, то приймаємо, що

$$E_d = 16 \cdot 1,75 = 28,0 \text{ м.}$$

Оптимальна ширина загінки може бути розрахована із виразу [14]:

$$C_{\text{opt}} = [2 \cdot (L \cdot B_p + 8 \cdot R_o^2)]^{1/2}, \quad (2.3)$$

де L – довжина гону поля;

B_p – ширина захвату орного МТА.

Враховуючи вихідні дані, маємо:

$$C_{\text{opt}} = [2 \cdot (1200 \cdot 1,75 + 8 \cdot 6,1^2)]^{1/2} = 69 \text{ м.}$$

5) Порядок і режим роботи МТА на полі

При першому проході агрегату (туди і назад) оранка виконується тільки заднім плугом. Здійснення другого і наступних проходів розпочинається роботою

фронтального плуга. Задня секція знаряддя опускається тоді, коли її передній корпус виходить на контрольну лінію (лінію поворотної смуги).

Рух орного агрегату доцільний при максимальній значині тягового коефіцієнту корисної дії (ККД) [15]:

$$V = N_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{т}} / R_{\text{кр}}, \quad (2.4)$$

де V - максимальна швидкість руху агрегату;

$N_{\text{дв}}$ – потужність двигуна трактора;

$\eta_{\text{т}}$ - максимальна значина тягового ККД трактора;

$R_{\text{кр}}$ – тяговий опір орного агрегату.

Для розглядуваного орного агрегату на основі ХТЗ-160 маємо: $N_{\text{дв}} = 107$ кВт; $\eta_{\text{т}} = 0,66$, а $R_{\text{кр}} = 32,7$ кН.

Підставивши вихідні дані в формулу (2.4), отримаємо:

$$V = 107 \cdot 0,66 / 32,7 = 2,2 \text{ м/с} = 7,9 \text{ км/год.}$$

6) Експлуатаційно-технологічні показники роботи орного агрегату

Одним із основних експлуатаційно-технологічних показників роботи того чи іншого МТА є продуктивність праці, яка розділяється на основну, змінну і експлуатаційну.

Продуктивність на 1 год основного часу W_o розраховують по загальновідомій формулі:

$$W_o = 0,1 \cdot B_p \cdot V, \quad (2.5)$$

де B_p - робоча ширина захвата МТА.

В даному випадку:

$$W_o = 0,1 \cdot 1,75 \cdot 7,9 = 1,38 \text{ га/ч.}$$

Щоб визначити продуктивність праці машинно-тракторного агрегату за 1 год змінного часу ($W_{\text{см}}$), необхідно знати значину коефіцієнта її (зміни) використання ($\tau_{\text{см}}$).

Взагалі величину $\tau_{\text{см}}$ визначають шляхом оброблення за стандартною методикою результатів хронометражних спостережень за роботою відповідного МТА.

При виконанні подібних розрахунків з достатньою для практики точністю можна користуватися апроксимаційною залежністю виду [16]:

$$\tau_{\text{см}} = A \cdot B\rho^k, \quad (2.6)$$

де A, k - коефіцієнти апроксимації, які залежать від виду роботи.

Згідно даних [16] для оранки:

$A = 0,8; k = 0,08$, звідки

$$\tau_{\text{см}} = 0,8 \cdot 1,75^{0,08} = 0,84.$$

Враховуючи, що

$$W_{\text{см}} = W_0 \cdot \tau_{\text{см}},$$

отримуємо:

$$W_{\text{см}} = 1,38 \cdot 0,84 = 1,16 \text{ га/год.}$$

Експлуатаційна продуктивність МТА ($W_{\text{эк}}$) передбачає в балансі зміни наявності часу на періодичне технічне обслуговування і усунення технічних несправностей.

Другим, не менш важливим експлуатаційно-технологічним показником роботи МТА є витрати палива: годинні ($G_{\text{ч}}$) і питомі ($G_{\text{уд}}$). $G_{\text{ч}}$ визначається із тягової характеристики використовуємого енергетичного засобу. При крюковому навантаженні 32,7 кН і швидкості руху орного МТА 2,2 м/с годинні витрати палива тракторам ХТЗ-160 становлять 18,5 кг/год [17].

Питомі (погектарні) витрати палива новим агрегатом можуть бути розраховані по формулі:

$$G_{\text{уд}} = G_{\text{ч}}/W_0. \quad (2.7)$$

Стосовно нашого варіанту:

$$G_{\text{уд}} = 18,5/1,16 = 15,9 \text{ кг/га.}$$

Враховуючи співвідношення змінної і експлуатаційної продуктивності даного орного агрегату (1,03:1,00), для нового МТА приймаємо

$$W_{\text{эк}} = W_0 \cdot \tau_{\text{см}}/1,03 \approx 1,13 \text{ га/год.}$$

Як бачимо, впровадження агрегування орних знарядь по схемі “тягни-штовхай” забезпечує зниження питомих витрат палива майже на 11% (10,7%). Досягається це за рахунок зменшення тягового опору задньої секції плуга.

Зменшення тягового опору знаряддя приводить до зростання швидкості руху (а значить і продуктивності праці) орного МТА. У нового агрегату остання більша не менше, ніж на 13%.

7) Контроль якості роботи

Якість оранки оцінюється дотриманням заданої глибини обробітку ґрунту, вирівненістю та гребенистістю поверхні поля, ступенем обертання скиби, повнотою загортання рослинних решток та добрив, відсутністю огріхів тощо.

Під час приорювання плугів визначають середню значину їх ширини захвату, яка не повинна відрізнятись від конструктивної більше, ніж на 10%. Для цього на незораний стороні поля, відступивши від стінки борозни на величину, більшу, ніж ширина захвата плуга, установлюють кілочки. До і після проходу МТА 10-15 разів заміряють відстань від них до стінки нової борозни, а потім розраховують середню значину дійсної ширини захвату орного МТА.

Глибину оранки перевіряють борозноміром або лінійкою у відкритій борозні, а також на зораному полі (по діагоналі). Роблять це шляхом занурення у вирівняний шар спущеного ґрунту до дна борозни дерев'яного або сталюого стрижня. Кількість замірів - не менше 15-20. Інтервал взяття замірів – 2-4 м, а точність реєстрації даних – 0,5 см. Відхилення середньої глибини оранки від заданої не повинно перевищувати ± 2 см.

Вирівненість поверхні поля визначають з допомогою шнура і рулетки. Посеред зораного поля на відстані 10 м друг від друга установлюють два кілочки (рис. 2.4). В напрямку від одного із них до другого вільно (не натягуючи) прокладають шнур. Оскільки останній при цьому повністю відтворить усі нерівності зораного фону, то його кінець не дійде до другого кілочка. Відстань від цього кілочка до кінця шнура X виражають у відсотках і називають коефіцієнтом нерівності поля Δ :

$$\Delta = [X/10] \cdot 100\% . \quad (2.8)$$

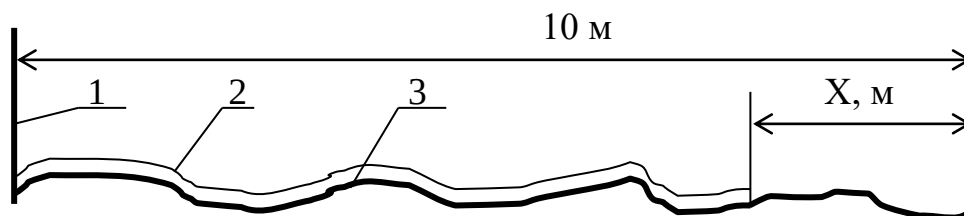


Рисунок 2.4 – Визначення міри вирівненості ріллі:

1 – кілочок; 2- шнур, довжиною 10 м; 3 – рілля.

Гребенистість ріллі оцінюють середньою значиною 10-15 замірів висоти гребенів. Ця величина не повинна перевищувати 7 см.

Ступінь кришення ґрунту визначають за допомогою квадратної рамки площею 1 м². Останню кладуть на ріллю і підраховують площу, яку займають брили ґрунту, поперечний діаметр яких перевищує 10 см. Вказана площа чисельно дорівнює коефіцієнтові кришення (у відсотках). Середня значина цього показника не повинна перевищувати 15%.

Суцільність оранки контролюють візуально. Якщо при огляді поля можна встановити кількість корпусів використовуваного плуга та легко знайти межі суміжних проходів агрегату, то таку ріллю слід вважати не суцільною.

Всі інші показники якості оранки (обертання скиби, загортання рослинних решток та мінеральних або органічних добрив, наявність огріхів тощо) визначають під час роботи орного МТА шляхом огляду зораного поля по діагоналі.

Висновки

1. Однією із проблем, яку потрібно вирішувати при виконанні основного обробітку ґрунту є те, що ґрунтообробні знаряддя і обробіток ґрунту, навіть в межах одного регіону, потребує не тільки модернізації, але і адаптації до конкретних умов. В силу цього, першочерговою науковою задачею є створення низки знарядь максимально динамічно урівноважених.

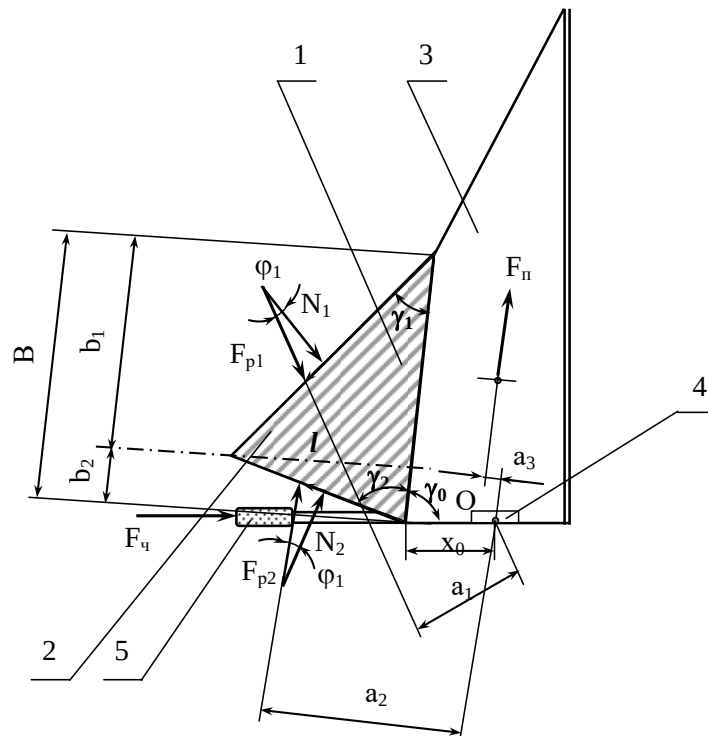
2. Запропоноване для використання чизельно-полицеве знаряддя характеризується широкими технологічними можливостями, зокрема: «класичне»

чизелювання ґрунту з формуванням гребенистого дна борозни; чизелювання ґрунту з повним підрізанням бур'янів і додатковим розпушуванням верхнього шару ґрунту; чизелювання з глибоким розпушуванням ґрунту; чизелювання ґрунту з обертом і додатковим розпушуванням верхнього шару на глибину 0,10-0,15 м; чизелювання ґрунту з обертом на різній глибині і додатковим розпушуванням верхнього шару, формуванням на поверхні протиерозійних гребенів; комплексна обробка і розпушування ґрунту на глибину 0,10-0,15 м; «класичне» щілювання ґрунту з повним підрізанням бур'янів.

3. Стабілізувати тягові навантаження чизельно-полицевого робочого органу, за відсутністю на ньому польової дошки, можна, якщо леміш знаряддя представити у формі трикутного робочого органу, для якого поперечні складові його реакцій тягового опору і полиці спрямувати у різному напрямку.

З ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАБІЛІЗАЦІЇ ТЯГОВИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЧИЗЕЛЬНО-ПОЛИЦЕВОГО РОБОЧОГО ОРГАНУ У ПОЗДОВЖНЬО-ГОРИЗОНТАЛЬНІЙ ПЛОЩИНІ

Розглянемо розрахункову схему чизельно-полицевого робочого органу у поздовжньо-горизонтальній площині (рис. 3.1), в якому леміш представлений у формі трикутного робочого органу, поперечні складові його реакцій і полиці спрямовані у різному напрямку, польова дошка відсутня. Леміш умовно розіб'ємо на дві частини: 1 – з гострим кутом атаки і 2 – з тупим кутом атаки. Основними діючими силами у поздовжньо-горизонтальній площині є: F_{p1} , F_{p2} – тяговий опір різанню ґрунту відповідно лезами лемеша 1 та 2; $F_{п}$ – тяговий опір на переміщення ґрунту вздовж полиці; $F_{ч}$ – тяговий опір чизельного робочого органу. З деяким припущенням положимо, що дією інших сил знехтуємо, як значно меншими, в порівнянні з вказаними [14].



1-ділянка лемеша з гострим кутом атаки; 2-ділянка лемеша з тупим кутом атаки;
3-полиця; 4-стояк; 5-долото чизеля

Рисунок 3.1 - Розрахункова схема сил, що діють на чизельно-полицевий робочий орган у поздовжньо-горизонтальній площині

Вказані сили у поздовжньо-горизонтальній площині утворюють обертаючі моменти довкола стояка 4. Рівняння останніх матиме вид:

$$F_{\Pi} \cdot a_3 + F_{P2} \cdot a_2 - F_{P1} \cdot a_1 = 0, \quad (3.1)$$

де a_1, a_2, a_3 - відстані (плечі) від т.О до точки прикладання відповідної діючої сили.

З рівняння (3.1) випливає, що при постійних значеннях сил опору різанню ґрунту величини приведених моментів залежать від плечей їх прикладання в межах проекції.

Із розрахункової схеми (рис. 3.1) випливає, що

$$\begin{cases} B = b_1 + b_2, \\ l = b_1 \cdot \operatorname{tg} \gamma_1 = b_2 \cdot \operatorname{tg} \gamma_2, \\ a_1 = x_0 + \frac{l \cdot \cos(180^\circ - \gamma_0 - \gamma_1)}{2 \sin \gamma_1}, \\ a_2 = x_0 + \frac{l \cdot \cos(180^\circ - \gamma_0 - \gamma_2)}{2 \sin \gamma_2}, \end{cases} \quad (3.2)$$

де B – ширина леза лемеша;

b_1 і b_2 – відповідно ширина кожної з частин леза лемеша;

l – горизонтальна проекція ширини лемеша;

x_0 – конструктивний параметр, природа якого зрозуміла з рис. 3.1;

γ_0 – кут нахилу лемеша до стінки борозни;

γ_1 і γ_2 – геометричні кути лемеша, природа яких зрозуміла з рис. 3.1.

Визначення реакції опору різанню ґрунту лемешем за методикою [19] надає можливість визначити сили F_{P1} і F_{P2} кожної з частин леза лемеша за наступним рівнянням:

$$\begin{aligned} F_{pi} = C_{y\theta} & \left[\frac{0,66 \cdot h^2 \cdot \operatorname{ctg} \varphi_2}{\cos(a_p + \varphi_2)} + (b_i + \frac{h}{2 \cdot \sin a_p \cdot \operatorname{tg} \varepsilon}) \cdot h \right] + 4,9 \cdot (b_i + \frac{h}{2 \cdot \sin a_p \cdot \operatorname{tg} \varepsilon}) \cdot h^2 \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi_2}{2}) \cdot \rho \cdot \\ & \cdot (\sin \varphi_2 + \cos(a_p - \varphi_2) \cdot \cos a_p \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 + h^2 \cdot (0,5 C_{y\theta} \cdot (\operatorname{tg}(a_p + \varphi_2) + \operatorname{ctg} a_p)) \cdot \frac{0,66 \cdot \operatorname{ctg} \varphi_2}{\cos(a_p + \varphi_2)} + \\ & + 4,9 \delta_p \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - \frac{\varphi_2}{2}) \cdot \sin \varphi_2 \cdot \rho)) \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 + K'(z + x \cdot \operatorname{tg} \varphi_1) \cdot (b_i + \frac{h}{2 \cdot \sin a_p \cdot \operatorname{tg} \varepsilon}) + \\ & + 9,81 \cdot (b_i + \frac{h}{2 \cdot \sin a_p \cdot \operatorname{tg} \varepsilon}) \cdot h \cdot \rho \cdot \frac{\sin a_p \cdot \cos \theta}{\sin(a_p + \theta)} \cdot V^2 \cdot \cos(\operatorname{arctg} \frac{\psi + \sin \varphi_1}{\cos \varphi_1} - \varphi_1), \end{aligned} \quad (3.3)$$

де $C_{уд}$ – питоме зчеплення частинок ґрунту, кН/м^2 ;

h – глибина обробітку, м;

b_i – ширина захвату i -ої ділянки леза лемеша, м;

φ_1 і φ_2 – кут зовнішнього та внутрішнього тертя, град;

α_p – кут різання лемеша, град;

ρ – щільність ґрунту, т/м³;

K' – межа несучої спроможності ґрунту, кН/м²;

z, x – параметри площадки затуплення леза лемеша, м;

θ – задній кут різання лемеша, град;

ε – кут у основи лемеша, град;

V – швидкість руху знаряддя, м/с;

ψ – коефіцієнт ковзання.

Тяговий опір F_n на переміщення ґрунту вздовж полиці знаходимо у відповідності до методики [19]:

$$F_n = 4,9 \cdot B \cdot H^2 \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi_2 / 2) \cdot \rho \cdot \cos(\varphi - \varphi_2) \cdot \cos \gamma_0 \cdot \operatorname{tg} \varphi_1, \quad (3.4)$$

де H – висота полиці, м;

φ – кут відвалювання.

Після об'єднання залежностей (3.1-3.4) в одну систему рівнянь можна визначити значення геометричних параметрів лемеша b_1 , b_2 та l , які, за певних фізико-механічних властивостей ґрунту, конструкції полиці, глибини обробітку і швидкості руху робочого органу, дозволяють отримати ефект стабілізації тягових навантажень останнього у поздовжньо горизонтальній площині за рівнянням (3.1).

Для перевірки достовірності запропонованої методики були обчислені параметри лемеша за наступних умов: глибина обробітку $h = 0,25$ м; швидкість руху знаряддя $V = 2$ м/с; фізико механічні властивості ґрунту – кути внутрішнього і зовнішнього тертя $\varphi_1 = 22^\circ$ і $\varphi_2 = 30^\circ$; щільність ґрунту $\rho = 1,4$ т/м³; питоме зчеплення частинок ґрунту $C_{уд} = 1,8$ кН/м²; параметри культурного лемішного корпусу плуга – висота полиці $H = 0,35$ м; ширина леза лемеша $B = 0,4$ м; кут нахилу лемеша до стінки борозни $\gamma_0 = 40^\circ$; кут відвалювання $\varphi = 75^\circ$; кут у основи лемеша $\varepsilon = 60^\circ$; кут різання лемеша $\alpha_p = 35^\circ$, задній $\theta = 12^\circ$; параметри площадки затуплення леза лемеша $z = x = 0,002$ м; коефіцієнт ковзання $\psi = 0,73$; конструктивні параметри - $x_0 = 0,25$ м; $a_3 = 0,05$ м.

Результат обчислення тягового опору F_{Π} на переміщення ґрунту вздовж полиці по (3.4) показав, що різниця обертаючих моментів сил опору різанню кожної з ділянки лемеша по (3.1) має вид:

$$F_{P1} \cdot a_1 - F_{P2} \cdot a_2 = 1,4 \cdot 10^{-3} \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Характер впливу ширини кожної з ділянки лемеша (b_1 та b_2) на величину реакції опору різанню ґрунту (F_{P1} та F_{P2}) представлено на рис. 3.2.

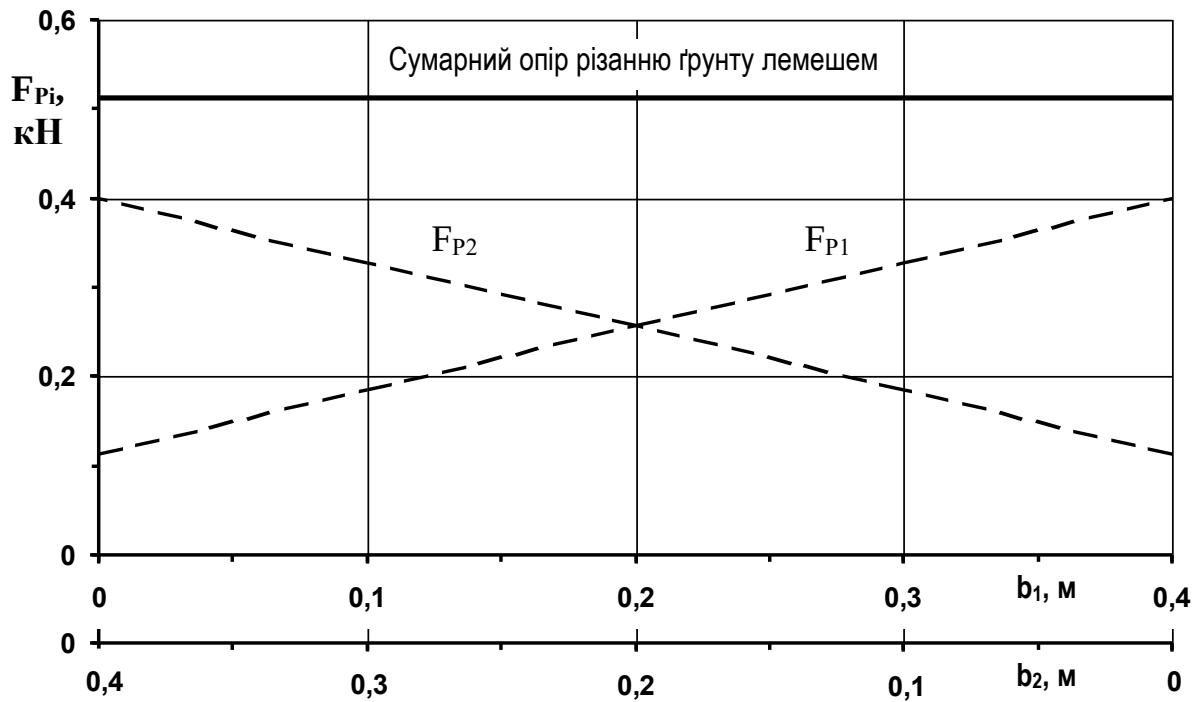


Рисунок 3.2 - Тяговий опір різанню ґрунту F_{P1} і F_{P2} в залежності від ширини b_1 і b_2 кожної з частин лемеша

Аналіз рис. 3.2 свідчить про те, що характер впливу ширини кожної з частин лемеша b_1 і b_2 на тяговий опір різанню ґрунту F_{P1} і F_{P2} є прямо пропорційним. Якщо загальну ширину лемеша в процесі моделювання не змінювати, а залишити постійною, то із збільшенням ширини однієї її ділянки, ширина іншої зменшується. При цьому, зростання величини опору різанню ґрунту з одного боку лемеша, зменшує вказану силу з іншого боку. Оскільки сумарний опір різанню ґрунту лемешем залежить від суми величин b_1 та b_2 , то при відносній зміні останніх вказаний опір різанню ґрунту лемешем не змінюється.

Результат представлених залежностей на рис. 3.2 дозволяє обчислити вказані моменти обертання реакцій опору по (3.1). Але ж, для цього слід мати залежності впливу кожної з частин лемеша b_1 і b_2 на величину пліч a_1 та a_2 .

Характер впливу ширини кожної з ділянки лемеша (b_1 та b_2) на величину відстаней (a_1 та a_2) представлено на рис. 3.3.

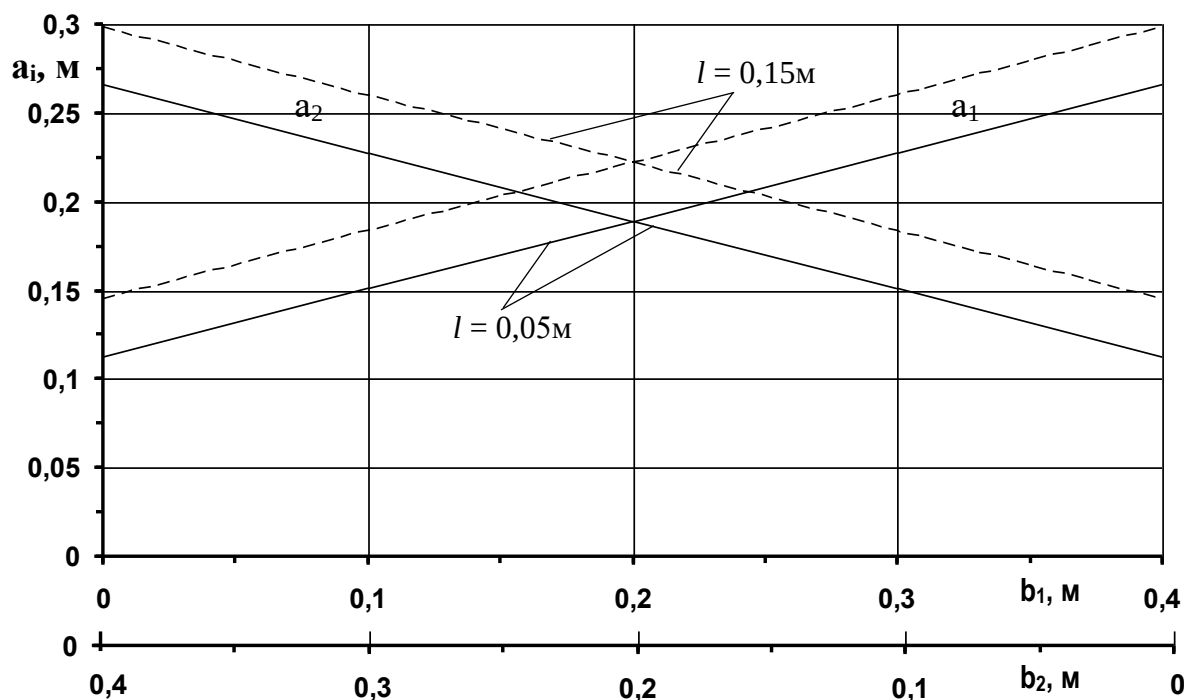


Рисунок 3.3 – Вплив ширини b_1 і b_2 кожної з частин леза лемеша на величини a_1 , a_2 відстаней (пліч) від т.О до точки прикладання відповідної діючої сили (рис. 3.1)

Аналіз рис. 3.2 свідчить про те, що характер впливу ширини кожної з частин лемеша b_1 і b_2 на величини a_1 , a_2 відстаней (пліч) від т.О до точки прикладання відповідної діючої сили (рис. 3.1) є прямо пропорційним. Збільшення горизонтальної проекції ширини лемеша l – збільшує і величину пліч a_1 та a_2 , але характер такого впливу не прямо пропорційний. Як це доведено на рис. 3.3 – із зміною l в 3 рази, відстані a_1 та a_2 змінювалися на 12-28%. Тому, нами зроблено висновок, що з позиції стабілізації тягових навантажень лемеша у поздовжньо-горизонтальній площині збільшення його габаритів є малоефективним.

Результат проведених досліджень дозволяє стверджувати про те, що домогтися умови нульової суми обертаючих моментів реакцій опору різанню

грунту навколо стояка чизельно-полицевого робочого органу можна, якщо зона бажаних значень ширини кожної з частин леза лемеша буде відповідати умові (рис. 3.4). Тобто, при створенні лемеша у формі трикутного робочого органу, де поперечні складові його реакцій і полиці спрямовані у різному напрямку, ширина першої його ділянки 1 з гострим кутом атаки повинна бути більшою за ширину другої ділянки 2 з тупим кутом атаки ($b_1 > b_2$). Ступінь такої нерівнозначності залежить від інших конструктивно-технологічних параметрів чизельно-полицевого робочого органу та фізико-механічних властивостей ґрунту.

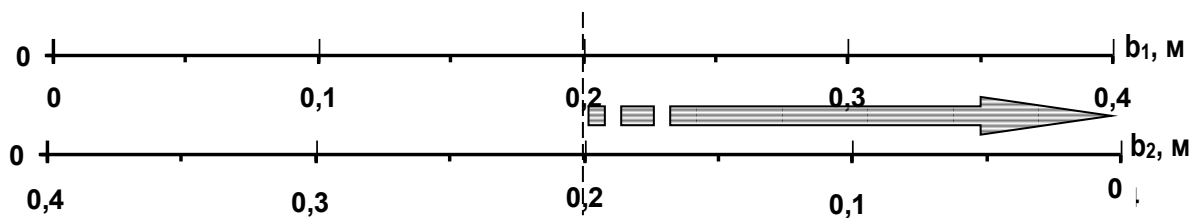


Рисунок 3.4 - Зона бажаних значень ширини кожної з частин леза лемеша

Висновки по розділу.

1. Зменшити енерговитрати при роботі чизельно-полицевого робочого органу для основного обробітку ґрунту можливо, якщо, за відсутності польової дошки, використати леміш у формі трикутного робочого органу. Поперечні складові реакцій останнього і полиці спрямовані у різному напрямку. При цьому, умовою стабілізації тягових навантажень чизельно-полицевого робочого органу у поздовжньо-горизонтальній площині є нульова сума обертаючих моментів реакцій опору різанню ґрунту навколо його стояка.

2. Запропонована методика дозволяє обґрунтувати геометричні параметри лемеша для чизельного-полицевого с.-г. знаряддя, за яких буде досягнутий ефект стабілізації його тягових навантажень у поздовжньо-горизонтальній площині.

3. За результатами проведених теоретичних досліджень встановлено, що вплив ширини кожної з ділянки лемеша (b_1 та b_2) на величину реакції опору різанню ґрунту (F_{P1} та F_{P2}) носить прямо пропорційний характер. Збільшення ширини однієї ділянки лемеша - збільшує і величину опору різанню ґрунту. При цьому, відповідне зменшення ширини іншої ділянки лемеша – відповідно зменшує

вказану силу з іншого боку. Оскільки сумарний опір різанню ґрунту лемешем залежить від суми величин b_1 та b_2 , то при відносній зміні останніх сумарний опір різанню ґрунту лемешем не змінюється.

4. Вплив ширини кожної з частин лемеша b_1 і b_2 на величини a_1 , a_2 відстаней (пліч) від т.О до точки прикладання відповідної діючої сили (рис. 3.1) носить прямо пропорційний характер. Збільшення горизонтальної проекції ширини лемеша l – збільшує і величину пліч a_1 та a_2 , але характер такого впливу не є прямо пропорційним. Наприклад, із зміною l в 3 рази, відстані a_1 та a_2 змінюються лише на 12-28%. Тому, суттєво вплинути на стабілізацію тягових навантажень знаряддя у поздовжньо-горизонтальній площині шляхом збільшення геометричних габаритів лемеша не є ефективним.

5. Домогтися умови стабілізації тягових навантажень чизельно-полицевого робочого органу у поздовжньо-горизонтальній площині можна, якщо ширина першої ділянки лемеша з гострим кутом атаки буде більшою за ширину другої ділянки з тупим кутом атаки ($b_1 > b_2$). Ступінь такої нерівнозначності залежить від інших конструктивно-технологічних параметрів знаряддя та фізико-механічних властивостей ґрунту.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Нормативні документи та законодавчі акти

1. Закон України «Про охорону праці» №229-IV від 21.11.2002 р. (ВВР №2 ст.10, 2003).
2. Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені наказом МНС від 19.10.2004 № 126, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 04.11.2004 за № 1410/10009:
3. Положення про паспортизацію потенційно небезпечних об'єктів Наказ МНС України 18.12.2000 N 338
4. Методика визначення соціально-економічної ефективності заходів щодо поліпшення умов і охорони праці - К.: Основа, 1999. – 94 с.
5. ДНАОП 2.0.00-1.01-00 Правила охорони праці у с.-г. виробництві
6. Правила пожежної безпеки в Україні – К.: Укрархбудінформ, 2004. - 224 с.
7. Положение по разработке планов локализации и ликвидации аварийных ситуаций и аварий. (Приказ Минтруда и социальной политики №112 от 17.06.99 г.)
8. Про єдину державну систему запобігання і реагування на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру (Постанова КМУ від з серпня 1998, № 1198).
9. Про комплексні заходи, спрямовані на ефективну реалізацію державної політики у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру, запобігання та оперативного реагування на них, на період до 2005 року(Постанова КМУ від 7 лютого 2001 р. №122).
10. Про порядок фінансування робіт із запобігання і ліквідації надзвичайних ситуацій та їх наслідків (Постанова КМУ від 4 лютого 1999 р. №140).
11. Про порядок класифікації надзвичайних ситуацій. (Постанова КМУ від

15.05 2003 №1099.)

12. Про порядок створення і використання матеріальних резервів для запобігання, ліквідації надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру. (Постанова КМУ від 29 березня 2001 р. №308.)

13. Про затвердження Положення про організацію оповіщення і зв'язку у надзвичайних ситуаціях (Постанова КМУ від 15.02.1999).

14. Про затвердження Плану реагування на надзвичайні ситуації державного рівня (Постанова КМУ від 16 листопада 2001. №1567).

15. Закон України «Про страхові тарифи» ВРУ 22.02.2001.32272-III

16. Про затвердження Інструкції про порядок перерахування, обліку та витрачання страхових коштів (Постанова Фонду соцстраху №32 від 28.05 2002.)

Державними стандартами ГОСТ 12.2.019-86 і санітарними правилами №4282-87 регламентовані вимоги до конструкції тракторів, самохідних та інших сільськогосподарських машин (обладнання машин приладами безпеки, сигналізації, спеціальними пристроями), гідроприводів і пневмоприводів, робочого місця оператора, органів керування та інших елементів конструкції, від яких залежать умови праці та безпека оператора.

Трактори і самохідні сільськогосподарські машини повинні бути зручними і безпечними при технічному обслуговуванні. Усі машини повинні мати безпечний доступ на робоче місце.

Машини, що застосовують у гірських умовах, обладнують захисними кабінами (захисними корпусами), креномірами-сигналізаторами.

Усі параметри мікроклімату повинні відповідати санітарним нормам.

Стандартами нормуються зусилля, що прикладаються до органів керування машинами. Наприклад, при дії ногами вони коливаються в діапазоні 60...200 Н, при дії руками – 30...200 Н [21].

Усі сільськогосподарські машини не повинні забруднювати навколишнього середовища (повітря, ґрунт, водойма) шкідливими викидами, бути джерелом пожеж і вибухів, а матеріали, які застосовують при експлуатації і технічному обслуговуванні, мають бути безпечними і не шкідливими для людей.

Спеціальними правилами безпеки передбачені вимоги до сидінь, електрообладнання, начіпних і причіпних пристроїв, робочих органів тощо.

До роботи допускаються лише технічно справні машини і знаряддя, що повністю відповідають вимогам безпеки. Нові, відремонтовані, а також машини, що тривалий час не працювали, допускаються до роботи лише після їх обкатки і ретельної перевірки роботи всіх органів.

Головним нормативним документом з охорони праці при виконанні технологічних процесів є ДНАОП 2.0.00-1.01-00 - Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві, затвердженим Наказом Держнаглядохоронпраці від 11.08.2000 № 202. Вказаний нормативний документ обумовлює наступні вимоги до технологічних процесів:

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 начіпних 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 [22]:

1. Механізовані роботи з обробітку 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.

3. 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.

4.2 Охорона праці при комплектуванні та використанні чизельно-полицевого знаряддя для основного обробітку ґрунту

Комплектує машинно-тракторний агрегат тракторист-машиніст, при потребі, за допомогою допоміжних робітників під обов'язковим контролем бригадира, механіка або агронома. Довільна заміна машин у складеному агрегаті без дозволу цих осіб не допускається. За технічний стан, комплектування і безпечне використання машин, що знаходяться у приватній власності, несе повну відповідальність власник. До експлуатації допускаються абсолютно справні, відрегульовані і перевірені машини, що пройшли відповідну обкатку, у тому числі і нові машини [23].

Причіпні і начіпні машини заздалегідь перевіряють і агрегатують лише з тими тракторами, що зазначені у заводській інструкції машини.

До роботи на агрегатах допускаються фізично здорові, навчені за спеціальною програмою (наявність посвідчення про кваліфікацію) і проінструктовані (за ГОСТ 12.0.004) механізатори. Залежно від виду роботи механізатори повинні бути забезпечені відповідними засобами захисту і спецодягом.

Перед виконанням польових робіт поле спочатку обов'язково оглядає агроном (власник). Після цього (при потребі) його підготовлюють: видаляють велике каміння, засипають рови, яри, ями та інші перешкоди, а ті, що неможливо усунути, позначають віхами, табличками з попереджувальними написами. Після цього поле засмічують відповідно до операційної карти. Якщо працюватиме група агрегатів, то обов'язково вибирають, обладнують і позначають місце відпочинку.

На місце роботи агрегатів не допускають сторонніх осіб, які не мають відношення до технологічного процесу.

Механізовані процеси роботи і рух агрегатів мають відповідати розробленим і затвердженим агрономом або керівником господарства технологіям та маршрутам руху агрегатів.

На ділянках полів і доріг, над якими проходять повітряні лінії електропередач, робота і проїзд машини дозволяються у тому випадку, якщо відстань від найвищої точки машини або вантажу на транспортних засобах до нижнього проводу лінії електропередач не менша за такі величини як наведені в таблиці 4.1 [23].

Таблиця 4.1 - Показники небезпечних зон

Напруга лінії електромережі, кВ	До 1	1-20	35-110	154	220	330-500
Відстань по горизонталі, м	1,5	2	4	5	6	9
Відстань по вертикалі, м	1	2	3	5	4	5-6

Особливу увагу не обхідно приділяти агрегатам, що працюють на схилах. До керування такими агрегатами допускають механізаторів не нижче II класу, зі стажем роботи за спеціальністю не менше трьох років, що пройшли спеціальне навчання та інструктаж з безпеки праці.

В умовах гористої місцевості (на схилах), як правило, застосовують спеціальні машинно-тракторні агрегати і окремі машини (круто схильної модифікації). До роботи на схилах крутістю не більше як 8-9° допускаються трактори і комбайни загального призначення.

Працювати на схилах колісним тракторам на вузькій колії заборонено.

При агрегуванні плугів із тракторами загального призначення застосовують автоматичні зчіпні пристрої. Під час автоматичного зачеплення машини на трактор не допускається перебування працюючих у небезпечній зоні, щоб запобігти виникненню небезпечних ситуацій в процесі агрегування. Значна кількість автоматичних причіпних і начіпних пристроїв, розроблених різними авторами і організаціями, промисловість серійно не випускає, тому, крім автоматичного начіпного пристрою АС-1, вони у господарствах не застосовуються. Більшість з них мають суттєві конструктивні недоліки: низька міцність, ненадійність, незручність у користуванні.

Одним з недоліків сільськогосподарських машин є те, що їх робочі органи не обладнані пристроями для самоочищення. Це призводить до травмування механізаторів (допоміжних працівників), які намагаються очищати робочі органи на ходу машини або при працюючому двигуні (що заборонено). Відповідно до існуючих правил таку роботу необхідно виконувати спеціальними пристроями (чистиками) при зупиненому агрегаті, а деяких машин – і при зупиненому двигуні.

Виконувати роботи під плугом, піднятим за допомогою гідромеханізмів (гідросистем), забороняється. Тому роботу можна виконувати при заглушеному двигуні і надійно зафіксованому у піднятому положенні плуга спеціальними підставками або пристроями.

4.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Попередження надзвичайних ситуацій – це комплекс заходів, що проводяться завчасно і спрямовані на максимально можливе зменшення ризику виникнення події, а також на збереження здоров'я людей, зниження розмірів збитку навколишньому середовищу і матеріальним втратам у випадку їхнього виникнення [23].

Організація роботи з попередження надзвичайних ситуацій у масштабах країни проводиться в рамках цільової програми щодо зниження ризиків і зм'якшення наслідків надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру. Відповідно до цієї програми визначені основні напрямки попередження НС та зменшення втрат і збитку від них. Серед них основними є [23]:

- моніторинг навколишньої природного середовища і стану об'єктів народного господарства;
- прогнозування НС природного і техногенного характеру й оцінка їх ризику;
- раціональне розміщення продуктивних сил по території країни з погляду природної і техногенної безпеки;
- запобігання в можливих межах деяких несприятливих і небезпечних природних явищ і процесів шляхом систематичного зниження їхнього потенціалу, що накопичується;
- запобігання аварій і техногенних катастроф шляхом підвищення технологічної безпеки виробничих процесів і експлуатаційної надійності устаткування;
- розробка і здійснення технологічних заходів для зниження можливих втрат і збитку від НС (зм'якшенню їхніх можливих наслідків) на конкретних об'єктах і територіях;
- підготовка об'єктів економіки і систем життєзабезпечення населення до роботи в умовах НС;

- розробка та участь у спеціальних заходах щодо попередження терористичних і диверсійних актів і їхніх наслідків;
- декларування промислової безпеки і ліцензування видів діяльності в області промислової безпеки;
- проведення державної політики в області захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій;
- проведення державного нагляду і контролю з питань природної і техногенної безпеки;
- страхування природних і техногенних ризиків;
- інформування населення про потенційні природні і техногенні загрози на території проживання.

ПЕРЕЛІК функцій та основних завдань органів управління і сил цивільного захисту, що залучаються до ліквідації наслідків надзвичайної ситуації.

1. Державний пожежно-рятувальний загін Головного управління ДСНС України в області:

- здійснення оповіщення та інформування місцевих органів виконавчої влади про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій;
- реагування на надзвичайні ситуації, проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт;
- забезпечення гасіння пожеж, рятування людей, надання допомоги в ліквідації наслідків аварій, катастроф, стихійного лиха та інших видів небезпечних подій, що становлять загрозу життю або здоров'ю людей чи призводять до завдання матеріальних збитків;

залучення підрозділів пошуково-рятувальних сил та аварійно-рятувальних служб підприємств, установ і організацій незалежно від форми власності та координація їх діяльності під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;

- організація проведення пошуково-рятувальних робіт та здійснення контролю за їх проведенням;
- участь у розслідуванні пожеж, причин виникнення надзвичайних ситуацій та невиконання запобіжних заходів, а також у проведенні оцінки дій

органів управління і сил цивільного захисту з організації та проведення ними рятувальних та інших невідкладних робіт.

2. Відділення відділу поліції Головного управління Національної поліції України в області:

- здійснення заходів з рятування людей, забезпечення їх безпеки та охорони майна;
- забезпечення публічної безпеки і порядку;
- надання допомоги у відселенні людей з місць, небезпечних для проживання, проведенні евакуації населення;
- охорона режимно-обмежувальних і карантинних зон навколо осередків радіоактивного, хімічного, бактеріологічного (біологічного) зараження та під час їх ліквідації;
- регулювання дорожнього руху та здійснення контролю за дотриманням Правил дорожнього руху його учасниками та за правомірністю експлуатації транспортних засобів на вулично-дорожній мережі;

- супроводження транспортних засобів у випадках, передбачених законом.

3. Відділ енергоменеджменту та екології міської ради:

- моніторинг навколишнього природного середовища;
- здійснення заходів з відтворення та охорони навколишнього природного середовища;
- забезпечення заходів з реалізації державної політики у сфері екологічної безпеки, поводження з відходами (крім поводження з радіоактивними відходами), хімічними речовинами, пестицидами та агрохімікатами, оцінки впливу на навколишнє природне середовище.

4. Відділ економіки, стратегії розвитку та інвестицій міської ради:

- здійснення заходів з відпуску запасів матеріально-технічних ресурсів для виконання першочергових робіт під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;
- здійснення контролю безпечності та окремих показників якості харчових продуктів (через Держпродспоживслужбу);

- усебічне забезпечення спільних заходів, зокрема взаємне надання допомоги транспортними, інженерними, матеріальними, технічними та іншими засобами.

5. Воєнізований рятувальний загін ОТГ:

- проведення аварійно-рятувальних робіт та ліквідація надзвичайних ситуацій на об'єктах гірничих підприємств незалежно від форм власності в період їх будівництва, реконструкції, експлуатації, ліквідації або консервації;

- пошук та рятування людей у разі виникнення аварій у шахтах та надшахтних будівлях і спорудах, на збагачувальних фабриках, а також інших об'єктах, що обслуговуються, надання невідкладної медичної допомоги потерпілим унаслідок аварій або нещасних випадків безпосередньо на місці виникнення аварії та під час евакуації до закладу охорони здоров'я;

- гасіння підземних пожеж, ліквідація наслідків вибухів, раптових викидів вугілля і газу, обвалень гірничих порід та інших аварій і аварійних ситуацій на шахтах та в надшахтних будівлях і спорудах, на збагачувальних фабриках, у небезпечних умовах:

- інформування населення щодо ліквідації наслідків аварій на вугледобувних підприємствах;

- залучення та використання матеріально-технічного резерву для локалізації наслідків надзвичайних ситуацій та ліквідації їх наслідків.

6. Відділ житлово-комунального господарства міської ради:

- забезпечення готовності сил і засобів підприємств, установ і організацій, що належать до сфери управління міської ради та суб'єктів господарювання, які надають комунальні послуги, до дій, спрямованих на запобігання і реагування на надзвичайні ситуації на об'єктах житлово-комунального господарства, здійснення заходів із запобігання виникненню надзвичайних ситуацій або небезпечних подій;

- участь у проведенні рятувальних та інших невідкладних робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій на об'єктах житлово-комунального господарства.

7. Центральна лікарня міської ради та «Центр первинної медико-санітарної допомоги міської ради»:

- контроль запобігання виникненню надзвичайних ситуацій;
- надання доступної, безоплатної, своєчасної та якісної екстреної медичної допомоги постраждалим унаслідок надзвичайних ситуацій та ліквідації їх наслідків;
- розгортання сортувального майданчика та проведення медичного сортування постраждалих;
- епідеміологічний нагляд за станом захворюваності населення, показниками середовища життєдіяльності людини та відповідного лабораторного моніторингу з метою прогнозування та запобігання виникненню надзвичайних ситуацій;
- забезпечення медичного захисту населення;
- створення, раціональне збереження і використання резерву матеріальних ресурсів та фінансових ресурсів, необхідних для запобігання і реагування на надзвичайні ситуації.

8. Відділ з надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення міської ради:

- інформування населення про загрозу виникнення або виникнення надзвичайних ситуацій через засоби масової інформації (преса, Інтернет, звукозаписи тощо).

9. Спеціалізовані служби цивільного захисту, що утворюються для проведення спеціальних робіт і заходів з цивільного захисту:

- участь у розробленні планів реагування на надзвичайні ситуації, планів цивільного захисту на особливий період;
- здійснення заходів з переведення спеціалізованих служб на функціонування в умовах надзвичайних ситуацій та особливого періоду;
- підготовка та здійснення контролю за готовністю органів управління, ланок, груп, команд або об'єктових підрозділів до дій за призначенням, їх забезпечення;

- організація та проведення навчання за програмою спеціальної підготовки фахівців певної спеціальності, які входять до складу спеціалізованої служби;
- підтримання в готовності техніки і майна спеціального призначення для виконання завдань із цивільного захисту в мирний час та в особливий період;
- підготовка пропозицій щодо проведення спеціальних робіт і заходів із цивільного захисту та їх забезпечення під час ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій та управління підрозділами спеціалізованих служб, що залучаються до таких робіт і заходів;
- організація та взаємодія з органами управління та силами цивільного захисту функціональних і територіальних підсистем, їх ланок, які залучаються до ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій;
- створення та поповнення матеріальних та інших ресурсів спеціалізованих служб.

Послідовність дій керівника робіт з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації.

1. Вийжджає на місце виникнення надзвичайної ситуації та здійснює безпосереднє керівництво організацією та проведенням робіт у зоні надзвичайної ситуації.

2. Створює штаб, призначає начальника штабу та організовує його роботу, дає вказівки та розпорядження щодо проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт.

3. Уточнює завдання суб'єктам, задіяним до ліквідації наслідків надзвичайної ситуації.

4. Організовує зв'язок з мобільними оперативними групами, які залучаються до реагування на надзвичайну ситуацію.

5. Утворює ешелоноване угруповання сил і засобів реагування на надзвичайну ситуації та організовує залучення сил цивільного захисту до ліквідації наслідків надзвичайної ситуації.

6. Організовує через штаб виконання таких заходів:

- визначення зони ураження надзвичайної ситуації, кількості і місць перебування в ній людей, організовує їх рятування та надання медичної допомоги;
- збирання даних про обстановку в зоні надзвичайної ситуації, їх аналіз та узагальнення;
- визначення головного напрямку ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, прийняття рішення щодо проведення аварійно-рятувальних робіт, захисту населення і території від наслідків надзвичайної ситуації та забезпечення життєдіяльності постраждалих;
- розроблення оперативних планів заходів з ліквідації надзвичайної ситуації, зосередження в районі надзвичайної ситуації необхідних сил і технічних засобів та своєчасне введення їх у дію;
- визначення кількості і складу аварійно-рятувальних формувань, необхідних для ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, порядку і строків їх залучення згідно з планами реагування на надзвичайні ситуації і планами взаємодії;
- організація взаємодії аварійно-рятувальних служб та формувань, залучених до ліквідації наслідків надзвичайної ситуації, з метою ефективного використання їх потенціалу;
- здійснення керівництва роботами з ліквідації наслідків надзвичайної ситуації;
- ведення обліку робіт, що були проведені аварійно-рятувальними службами та формуваннями під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації;
- ведення обліку загиблих та постраждалих унаслідок надзвичайної ситуації;
- інформування населення про наслідки та прогноз розвитку надзвичайної ситуації, хід її ліквідації та правила поведінки в зоні надзвичайної ситуації;
- проведення евакуаційних заходів, крім загальної або часткової евакуації населення;

- зупинення діяльності об'єктів, що розташовані в зоні надзвичайної ситуації, незалежно від форми власності і підпорядкування, введення обмеженого доступу на територію цієї зони;

- залучення в установленому порядку до проведення робіт аварійно-рятувальних формувань, громадських організацій та окремих громадян за їх згодою, необхідних транспортних та інших технічних засобів підприємств, установ та організацій незалежно від форми власності та підпорядкування, які перебувають в зоні надзвичайної ситуації;

- зупинення аварійно-рятувальних робіт у разі підвищення рівня загрози життю рятувальників та інших осіб, які беруть участь у ліквідації наслідків надзвичайної ситуації.

7. Організовує взаємодію органів управління і сил цивільного захисту, що залучаються до ліквідації наслідків надзвичайної ситуації.

8. Організовує з метою першочергового життєзабезпечення постраждалих та оперативної ліквідації наслідків надзвичайної ситуації контроль за виконанням усіх видів забезпечення під час дій у зоні надзвичайної ситуації.

9. Організовує забезпечення, контроль та координацію робіт, пов'язаних із здійсненням заходів безпеки під час проведення аварійно-рятувальних та інших невідкладних робіт.

10. Подає міському голові звіт щодо прийнятих рішень і стану справ під час ліквідації наслідків надзвичайної ситуації.

5 ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ОСНОВНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ АГРЕГАТОМ В СКЛАДІ ЧИЗЕЛЬНО- ПОЛИЦЕВОГО РОБОЧОГО ОРґАНУ

Розглянемо два варіанти чизельно-полицевого сільськогосподарського знаряддя для основного обробітку ґрунту. Згідно першого – лемішно-полицевий робочий орган представлений із польовою дошкою, згідно - другого – без неї, а стабілізація його тягових навантажень в горизонтальній площині представлена обґрунтованою формою лемеша.

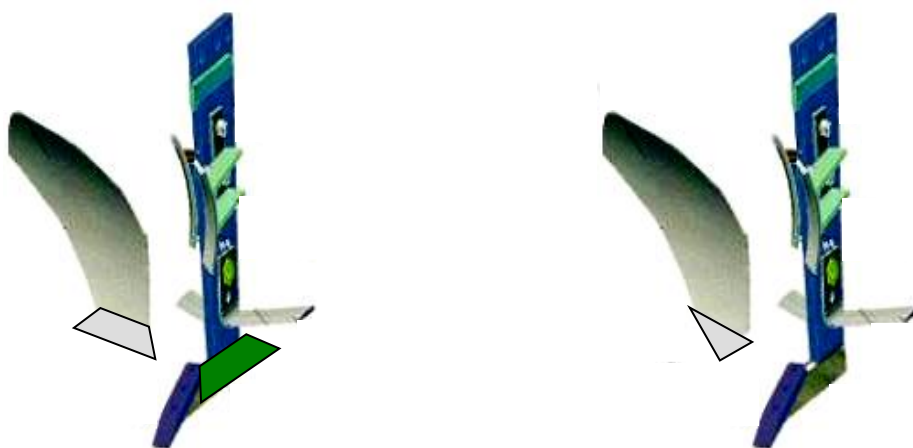


Рисунок 5.1 – Варіанти сільськогосподарського знаряддя для основного обробітку ґрунту: а) з польовою дошкою; б) без польової дошки

Тяговий опір у двох варіантів с.-г. знарядь відрізняється на величину сили тертя ґрунту о бокову поверхню польової дошки. Вказана сила тертя (P_{∂}) визначається за методикою [20]:

$$P_{\partial} = \operatorname{ctg}(\gamma_0 + \varphi_1) \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot P_{01}, \quad (5.1)$$

де γ_0 – кут нахилу лемеша до стінки борозни;

φ_1 – кут зовнішнього тертя, град;

P_{01} – дотична складова опору оранки плугом, кН:

$$P_{01} = P_{p1} + W_e, \quad (5.2)$$

де P_{p1} – опір різанню ґрунту лемешем, кН,;

W_e – опір вертикального руху шару ґрунту по полиці плуга [20]:

$$W_e = 4,9 \cdot B \cdot H^2 \cdot \operatorname{tg}^2(45^\circ - \varphi_2 / 2) \cdot \rho \cdot \cos(\varphi - \varphi_2) \cdot \cos \gamma_0 \cdot (\sin \varphi + \cos \varphi \cdot \operatorname{tg} \varphi_1), \quad (5.3)$$

де H – висота полиці, м;

φ – кут відвалювання;

φ_2 – кут внутрішнього тертя, град;

ρ – щільність ґрунту, т/м³;

B – довжина полиці, м.

Положимо, що трактор із сільськогосподарським знаряддям у першому варіанті його виконання розвиває таке тягове зусилля, яке на певній j -ій передачі, за його тяговою характеристикою, відповідає певному значенню коефіцієнта використання тягового зусилля ξ_{pj1} . Відповідно для другого варіанту сільськогосподарського знаряддя – ξ_{pj1} . Причому, з деяким припущенням положимо для подальших досліджень певну рівність:

$$\frac{P_{тяг1}}{P_{тяг1} - P_\delta} = \frac{\xi_{p1}}{\xi_{p2}}, \quad (5.4)$$

де ξ_{p1} та ξ_{p2} – коефіцієнти використання тягового зусилля енергозасобу у 1 та 2 варіанті використання сільськогосподарського знаряддя;

$P_{тяг1}$ – тяговий опір чизельно-полицевого робочого органу, кН, складається із суми наступних сил:

$$P_{тяг1} = P_\Pi + P_\Pi + P_\Pi + P_\Pi, \quad (5.5)$$

де P_Π – складова тягового опору від полиці знаряддя, кН;

P_Π – складова тягового опору від лемеша знаряддя, кН;

P_Π – складова тягового опору від чизельного робочого органу знаряддя, кН.

Відомо, що тяговий опір корпуса лемешно-полицевого плуга розраховується:

$$(P_{\text{п}} + P_{\text{л}} + P_{\text{д}}) = b_{\text{кор}} \cdot h \cdot k_{\text{пл}}, \quad (5.6)$$

де $b_{\text{кор}}$ – ширина корпуса плуга, м;

h – глибина обробітку, м;

$k_{\text{пл}}$ – питомий тяговий опір плуга, кН/м^2 .

Для оцінки економічного ефекту від використання чизельно-полицевого робочого органу за 2 варіантом положимо, що для ґрунтів регіону $k_{\text{пл}} = 43 \text{ кН/м}^2$. Якщо для традиційних лемішних плугів $b_{\text{кор}} = 0,35 \text{ м}$, то тяговий опір корпуса буде дорівнювати:

$$(P_{\text{п}} + P_{\text{л}} + P_{\text{д}}) = 0,35 \cdot 0,25 \cdot 47 = 4,1 \text{ кН}.$$

Тяговий опір чизельного робочого органу розраховується аналогічно:

$$P_{\text{ч}} = b_{\text{чиз}} \cdot k_{\text{чиз}}, \quad (5.7)$$

де $b_{\text{чиз}}$ – ширина захвату чизельного робочого органу, м;

$k_{\text{чиз}}$ – питомий тяговий опір чизеля, кН/м .

Результат розрахунку тягового опору чизельно-полицевого робочого органу у 1 варіанті виконання дорівнює $P_{\text{тяг1}} = 5,3 \text{ кН}$.

В результаті розрахунку сили тертя ґрунту о бокову поверхню польової дошки за (5.1) було отримане значення $P_{\text{д}} = 0,184 \text{ кН}$.

Нехай отриманому значенню $P_{\text{тяг1}}$ відповідає величина коефіцієнта використання тягового зусилля МТА $\xi_{\text{р1}} = 0,9$. В такому випадку, за рівнянням (5.4) для 2-го варіанту виконання вказаного знаряддя:

$$P_{\text{тяг2}} = 5,3 - 0,184 = 5,116 \text{ кН}.$$

А коефіцієнт використання тягового зусилля МТА для $P_{\text{тяг2}}$ буде дорівнювати $\xi_{\text{р2}} = 0,86$.

Економічний ефект від зменшення тягового опору чизельно-полицевого робочого органу (E , грн./га) розглянемо, як результат економії енергії (палива) ($\Delta E_{\text{п}}$) та збільшення річного наробітку знаряддя ($\Delta E_{\text{в}}$) [24]:

$$E = \Delta E_{\text{п}} + \Delta E_{\text{в}}. \quad (5.8)$$

Ефект від економії палива буде досягнутий за рахунок зменшення тягового опору знаряддя і, як наслідок, зменшення годинної витрати палива за тяговою характеристикою трактора. Остання визначається по значенню тягового опору на відповідній передачі за тяговою характеристикою трактора, або за формулою (кг/год):

$$G_{\text{трв}} = G_{\text{тнj}} - (G_{\text{тнj}} - G_{\text{тххj}})(1 - \xi_{\text{pj}}), \quad (5.9)$$

де $G_{\text{тнj}}$ номінальна годинна витрата палива, кг/год;

$G_{\text{тххj}}$ - годинна витрата палива на холостому ході енергозасобу на j -ій передачі;

ξ_{pj} - коефіцієнт використання тягового зусилля енергозасобу на j -ій передачі.

Положимо, що на тієї ж самої j -ій передачі у другому варіанті сільськогосподарського знаряддя за рахунок зменшення тягового опору прямо пропорційно зменшується величина коефіцієнта використання тягового зусилля. В такому випадку абсолютна різниця в годинній витраті палива буде становити:

$$\Delta G_{\text{трв}} = (G_{\text{тнj}} - G_{\text{тххj}}) \cdot (\xi_{\text{pj1}} - \xi_{\text{pj2}}), \quad (5.10)$$

де ξ_{pj1} і ξ_{pj2} - коефіцієнт використання тягового зусилля енергозасобу на j -ій передачі в 1 та 2 варіанті використання с.-г. знаряддя.

Величина питомого економічного ефекту $\Delta E_{\text{п}}$ з урахуванням (3.10) буде дорівнювати:

$$\Delta E_{\text{п}} = \Delta G_{\text{трв}} / W_{\text{га/год}}. \quad (5.11)$$

Економія від збільшення річного наробітку енергозасобу ΔE_n можна оцінити з позиції зменшення собівартості одиниці наробітку:

$$E_n = \frac{3}{t_{нар}} \left(\frac{1}{W_{за / год2}} - \frac{1}{W_{за / год1}} \right), \quad (5.12)$$

де 3 – річні витрати на виконання основного обробітку ґрунту вказаним чизельно-полицевим робочим органом, грн;

t – зональний річний наробіток сільськогосподарського знаряддя, год.

Збільшення продуктивності роботи енергозасобу можна отримати за рахунок збільшення швидкості руху при зменшенні тягового навантаження, що можна представити через коефіцієнти використання тягового зусилля:

Робоча швидкість агрегату визначається по значенню його тягового опору на відповідній передачі за тяговою характеристикою трактора або за формулою, км/год

$$\begin{aligned} V_{pv1} &= V_{pnj} + (V_{xxj} - V_{pnj})(1 - \xi_{pj1}), \\ V_{pv2} &= V_{pnj} + (V_{xxj} - V_{pnj})(1 - \xi_{pj2}), \end{aligned} \quad (5.13)$$

де V_{xxj} - швидкість холостого ходу енергозасобу відповідно на j-ій передачі, км/год;

V_{pnj} - номінальна робоча швидкість руху енергозасобу відповідно на j-ій передачі, км/год.

Враховуючи рівняння для розрахунку годинної продуктивності роботи машинно-тракторного агрегату залежність (5.12) з урахуванням (5.13) прийме вид:

$$E_n = \frac{3}{t_{нар}} \left(\frac{1}{0,1 \cdot K \cdot (V_{pnj} + (V_{xxj} - V_{pnj})(1 - \xi_{pj2})) \cdot \tau} - \frac{1}{0,1 \cdot K \cdot (V_{pnj} + (V_{xxj} - V_{pnj})(1 - \xi_{pj1})) \cdot \tau} \right),$$

де K – ширина захвату технологічної частини МТА, м;

τ – коефіцієнт використання робочого часу зміни.

Оцінимо економічний ефект від зменшення тягового опору чизельно-полицевого робочого органу для наступних за наступних умов: глибина обробітку $h = 0,25$ м; швидкість руху знаряддя $V = 2$ м/с; фізико механічні властивості ґрунту – кути внутрішнього і зовнішнього тертя $\varphi_1 = 22^\circ$ і $\varphi_2 = 30^\circ$; щільність ґрунту $\rho = 1,4$ т/м³; питоме зчеплення частинок ґрунту $C_{уд} = 1,8$ кН/м²; параметри культурного лемішного корпусу плуга – висота полиці $H = 0,35$ м; ширина леза лемеша $B = 0,4$ м; кут нахилу лемеша до стінки борозни $\gamma_0 = 40^\circ$; кут відвалювання $\varphi = 75^\circ$; кут у основи лемеша $\varepsilon = 60^\circ$; кут різання лемеша $\alpha_p = 35^\circ$, задній $\theta = 12^\circ$; параметри площадки затуплення леза лемеша $z = x = 0,002$ м; коефіцієнт ковзання $\psi = 0,73$; конструктивні параметри - $x_0 = 0,25$ м; $a_3 = 0,05$ м; коефіцієнти використання тягового зусилля енергозасобу $\xi_{p1} = 0,9$.

Результати розрахунків представимо у вигляді таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Техніко-економічні показники ефективності використання чизельно-полицевого робочого органу без польової дошки

Найменування показника	Значення для варіанту виконання чизельно-полицевого знаряддя	
	із польовою дошкою	без польової дошки
1. Зональне річне завантаження, год	480	480
2. Тяговий опір корпусу с.-г. знаряддя, кН	5,300	5,116
3. Підвищення продуктивності роботи (за рахунок пропорційного збільшення швидкості руху), %	-	4,65
4. Зменшення витрати енергоресурсів (палива), %	-	4,0
5. Економічний ефект від економії енергоресурсів та збільшення річного наробітку, грн/га	-	22,0

З аналізу табл. 5.1. випливає, що використання чизельно-полицевого знаряддя в якому, за рахунок складного лемеша та наявності чизельного робочого органу, відсутні польові дошки через економію енергоресурсів дозволяє на кожному гектарі оброблювальної площі заощаджувати щонайменше 22 грн/га.

ВИСНОВКИ

1. Запропоноване для використання чизельно-полицеве знаряддя характеризується широкими технологічними можливостями, зокрема: «класичне» чизелювання ґрунту з формуванням гребенистого дна борозни; чизелювання ґрунту з повним підрізанням бур'янів і додатковим розпушуванням верхнього шару ґрунту; чизелювання з глибоким розпушуванням ґрунту; чизелювання ґрунту з обертотом і додатковим розпушуванням верхнього шару на глибину 0,10-0,15 м; чизелювання ґрунту з обертотом на різній глибині і додатковим розпушуванням верхнього шару, формуванням на поверхні протиерозійних гребенів; комплексна обробка і розпушування ґрунту на глибину 0,10-0,15 м; «класичне» щілювання ґрунту з повним підрізанням бур'янів.

3. Зменшити енерговитрати при роботі чизельно-полицевого робочого органу для основного обробітку ґрунту можливо, якщо, за відсутності польової дошки, використати леміш у формі трикутного робочого органу. Поперечні складові реакцій останнього і полиці спрямовані у різному напрямку. При цьому, умовою стабілізації тягових навантажень чизельно-полицевого робочого органу у поздовжньо-горизонтальній площині є нульова сума обертаючих моментів реакцій опору різанню ґрунту навколо його стояка.

3. Запропонована методика дозволяє обґрунтувати геометричні параметри лемеша для чизельного-полицевого с.-г. знаряддя, за яких буде досягнутий ефект стабілізації його тягових навантажень у поздовжньо-горизонтальній площині.

4. За результатами проведених теоретичних досліджень встановлено, що вплив ширини кожної з ділянки лемеша (b_1 та b_2) на величину реакції опору різанню ґрунту (F_{P1} та F_{P2}) носить прямо пропорційний характер. Збільшення ширини однієї ділянки лемеша - збільшує і величину опору різанню ґрунту. При цьому, відповідне зменшення ширини іншої ділянки лемеша – відповідно зменшує вказану силу з іншого боку. Оскільки сумарний опір різанню ґрунту лемешем залежить від суми величин b_1 та b_2 , то при відносній зміні останніх сумарний опір різанню ґрунту лемешем не змінюється.

5. Вплив ширини кожної з частин лемеша b_1 і b_2 на величини a_1 , a_2 відстаней (пліч) від т.О до точки прикладання відповідної діючої сили носить прямо пропорційний характер. Збільшення горизонтальної проекції ширини лемеша l – збільшує і величину пліч a_1 та a_2 , але характер такого впливу не є прямо пропорційним. Наприклад, із зміною l в 3 рази, відстані a_1 та a_2 змінюються лише на 12-28%. Тому, суттєво вплинути на стабілізацію тягових навантажень знаряддя у поздовжньо-горизонтальній площині шляхом збільшення геометричних габаритів лемеша не є ефективним.

6. Домогтися умови стабілізації тягових навантажень чизельно-полицевого робочого органу у поздовжньо-горизонтальній площині можна, якщо ширина першої ділянки лемеша з гострим кутом атаки буде більшою за ширину другої ділянки з тупим кутом атаки ($b_1 > b_2$). Ступінь такої нерівнозначності залежить від інших конструктивно-технологічних параметрів знаряддя та фізико-механічних властивостей ґрунту.

7. Обґрунтовано технологічний процес основного обробітку ґрунту агрегатом у складі трактора ХТЗ-160, який агрегатується із чизельно-полицевим с.-г. знаряддям по схемі «тягни-штовхай» (2-х корпусний передній та 3-х корпусний задній плуги). При цьому очікуються більш кращі показники машино використання нового інноваційного агрегату, зокрема, продуктивність роботи агрегатом становить 1,16 га/год, а питомі витрати пального 18,5 кг/год.

8. Використання чизельно-полицевого знаряддя в якому, за рахунок складного лемеша та наявності чизельного робочого органу, відсутні польові дошки, через економію енергоресурсів дозволяє на кожному гектарі оброблювальної площі заощаджувати щонайменше 22 грн/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кравчук В., Погорілий В., Шустік Л. Новітні техніко-технологічні рішення для різних систем обробітку ґрунту і сівби при вирощуванні зернових культур. Техніка і технології АПК. 2010. №7(10). С. 9-14.
2. Надикто В.Т., Кюрчев В.М., Кувачов В.П. Використання техніки в АПК: підручник. Херсон: ОЛДІ-ПЛЮС, 2020. 268 с.
3. Надикто В.Т., Улексін В.О. Колійна та мостова системи землеробства. Монографія. Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2008. 270 с.
4. Улексин В.А. Мостовое земледелие. Монографія. Днепропетровск: Пороги, 2008. 224 с.
5. Надикто В.Т., Мітков В.Б., Кувачов В.П. та ін. Експлуатація блоково-модульних машино-тракторних агрегатів: посібник-практикум для виконання лабораторних робіт. Мелітополь: Люкс, 2020. 120 с.
6. Чорна Т. С., Кувачов В. П., Мітков В. Б. Механізовані технології виробництва сільськогосподарської продукції (рослинництво): Навчальний посібник-практикум для виконання лабораторних робіт для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» спеціальності 208-Агроінженерія. Мелітополь: Люкс, 2020. 120 с.
7. Аналіз можливостей зменшення енергоємності оранки плугом / С.І. Шмат, К.Д. Матвєєв, П.Г. Лузан, Ю.В. Мачок. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник. 2003. Випуск 33. С. 277-280.
8. Рыжих Н.Е. Совершенствование пахотного агрегата. Политематический сетевой электронный журнал Кубанского государственного аграрного университета №6(8), 2004. С.12-18.
9. Надикто В., Аюбов А., Кувачов В., Ігнат'єв Є. Удосконалене агрегування. *The Ukrainian Farmer*. 2020. № 10. С.46-48.
10. Акантьєва Л.И., Чиждова М.С. Почвозащитная обработка и агрофизические свойства почвы. Земледелие. 1985. № 1. С.44.

11. Булгаков Володимир Михайлович, Кувачов Володимир Петрович, Солона Олена Василівна, Борис Микола Михайлович. Експериментальне дослідження інтенсивності коливань сільськогосподарських машинно-тракторних агрегатів. Вібрації в техніці та технологіях. 2021. № 3 (102). С. 24-33.

12. Kuvachov V., Kiurchev S., Nurek T. et all. Scientific bases of increase movement smoothness of the machine-tractor units on base of modular power means. Monograph. Warszawa. 2021. 136 p.

13. Mitkov V., Kiurchev S., Nurek T. et all. Scientific bases of the combined units aggregation based on arable and row-crop tractor (second edition). Monograph. Warszawa. 2021. 150 p.

14. Кувачов В.П. Теслюк Г.В. Стабілізація тягових навантажень чизельно-полицевого робочого органу. Науковий вісник ТДАТУ. 2015. Вип.5, т.1. С.21-30.

15. Кувачов В.П. Оцінка стійкості руху ширококоліїних енерготехнологічних засобів механізації сільськогосподарського виробництва. Праці ТДАТУ. 2015. Вип. 15, т.3. С. 204-210.

16. Конащук В.В. Перспективи використання плуга-букера в системі точного (мостового) землеробства. Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. 2011. Вип. 93. С.46-50.

17. Теоретичне дослідження стійкості руху комбінованого машинно-тракторного агрегату / В.М. Булгаков, В.В. Адамчук, Э.А. Петриченко, В.Т. Надикто, В.П. Кувачов. Вісник аграрної науки. 2017. №5. С. 37-44.

18. Конащук В.В. Особливості конструкції та польові дослідження плуга – букера. Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. Вип. 107. 2011. С. 36-38.

19. Панченко А.Н. Теория измельчения почв почвообрабатывающими орудиями. Днепропетр. гос. агр. ун-т.- Днепропетровск, 1999. – 140с.

20. Панченко А.М., Штепа В.П. Аналитический метод определения тяговых сопротивлений почвообрабатывающих и землеройных машин и оценка их эффективности для энергосберегающих технологий. Днепропетровск: ДГАУ, 1995. 96 с.

21. Рогач Ю.П., Зоря М.В. Дослідження закономірностей виникнення

виробничих небезпек та травмонебезпечних ситуацій в аграрному секторі економіки України. Забезпечення цивільної безпеки в сучасних умовах: матеріали Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції (26-30 квітня 2021 р., м. Мелітополь, Україна). 2021. С. 79-83.

22. Гранкіна О.В., Рогач Ю.П. Застосування методів аналізу професійних ризиків при вивченні питань управління ризиком у надзвичайних ситуаціях. Збірник ТДАТУ. 2021. Вип. 24. С. 362-375.

23. Рогач Ю.П., Гранкіна О.В., Вітер Г.Ю. Охорона праці: навчальний посібник. Мелітополь: ТДАТА, 2007. 160 с.

24. Сільськогосподарська техніка. Методи економічного оцінювання техніки на етапі випробування: ДСТУ 4397:2005. К., 2005.