

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

Допущено до захисту
“ ____ ” _____ 20 ____ р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь, вчене звання)
А.В. Войтік
(підпис) (ініціали, прізвище)

ДИПЛОМНА РОБОТА

магістр

(освітній рівень)

тема роботи «ОБҐРУНТУВАННЯ ФРЕЗОПОДІБНОГО РОБОЧОГО ОРґАНУ
ДЛЯ ПРЯМОЇ СІВБИ»

Виконав: студент 2 курсу, групи 21м-ім
освітньої програми магістр
спеціальності 208
«Агроінженерія»
Гибало А.Г.
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент Лісовий І.О.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2023 рік

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**
“ _____ ” _____ 20 __ р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ

студенту _____ **Гибалу Артуру Георгійовичу** _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Обґрунтування фрезоподібного робочого органу для прямої сівби»

керівник роботи _____ **Лісовий І.О., к.т.н., доцент** _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
«30» червня 20 23 р. № 01-06/161

2. Строк подання студентом роботи _____ 24.11.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: навчальна, наукова та періодична література за темою роботи;

4. Перелік питань, які потрібно розробити: _____

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 20 слайдів) як
додаток до доповіді за темою дипломної роботи:

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	Лісовий І.О., доцент		

7. Дата видачі завдання 19 квітня 2023 року**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	При- мітка
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
7.			
8.			
9.			

Студент

(підпис)Гибало А.Г.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)Лісовий І.О.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ	8
1.1 Огляд конструкцій для підсіву трав	8
1.2. Аналіз існуючих технологій поліпшення сіножатей і пасовищ	11
1.3. Обґрунтування доцільності прямого підсіву трав в дернину	16
1.4. Постановка питання, мета і задачі досліджень	20
Висновки по розділу	22
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ ДЛЯ ПРЯМОЇ СІВБИ В ДЕРНИНУ	23
2.1. Обґрунтування параметрів робочого органу	23
2.2 Теорія взаємодії робочого органу на ґрунту та дерниною	25
Висновки по розділу	34
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	36
3.1 Перевірка достовірності аналітичного обґрунтування	36
3.2 Дослідження характеру підрізаної скиби	36
Висновки по розділу	38
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	39
4.1 Характеристика і аналіз небезпечних та шкідливих факторів, які можуть виникнути під час експлуатації сівалки	39
4.2 Розробка організаційно-технічних заходи по забезпеченню нормальних санітарно-гігієнічних умов при посіві	40
4.3 Моделювання небезпечних ситуацій під час роботи на сівалки	41
Висновки по розділу	42
РОЗДІЛ 5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИ ПРЯМІЙ СІВБИ ФРЕЗОПОДІБНИМ РОБОЧИМ ОРГАНОМ ТРАВ В ДЕРНИНУ	43
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	46
ДОДАТКИ	50

РЕФЕРАТ

Гибало А.Г. «Обґрунтування фрезоподібного робочого органу для прямої сівби». (Магістерська робота. Умань, Уманський національний університет садівництва, 2023: пояснювальна записка на сторінках, рисунка, таблиць, графічна частина підготовлено ілюстративний матеріал у вигляді презентації 12 слайдів як додаток до доповіді за темою магістерської роботи)

В роботі підвищено продуктивності природних кормових угідь за рахунок прямої сівби трав. Розроблено робочий орган, який забезпечує агротехнічні вимоги при сівбі насіння трав.

Розроблено методику експериментальних і теоретичних досліджень взаємодії робочого органу з ґрунтом.

Обґрунтовано параметри робочого органу та встановити аналітичну залежність між геометричними, кінематичними, технологічними параметрами та, фізико-механічними властивостями ґрунту.

Обґрунтовано параметри і методику експериментальних досліджень.

Визначено економічний ефект від застосування поверхневого поліпшення пасовищ, на основі прямої сівби.

Ключові слова: ФРЕЗОПОДІБНИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН, СІВАЛКА, СОШНИК ПРЯМОГО ПОСІВУ, МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ, СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ КУЛЬТУРИ, НАСІННЯ ТРАВ, ПАСОВИЩЕ .

ВСТУП

Основним джерелом повноцінних і дешевих кормів в Україні є природні кормові угіддя, які складають біля 13% від загальної площі с. г. угідь [1].

Аналіз сучасного стану лук (пасовищ) в Україні показує, що вони знаходяться в незадовільному стані. Урожайність цих природних угідь до 13 центнера кормових одиниць з гектара. Порівнюючи з іншими європейськими країнами з високорозвиненим тваринництвом, такими як Нідерланди, Фінляндія, ФРН, Швеція, де луки займають 45...60 % площ сільськогосподарських угідь, з урожайністю до 80 ц.к.о. з га.

Утримання дійних корів на пасовищах (навіть без додаткової годівлі концентратами) забезпечує щоденні надої на корову до 16...20 літрів, а добові прирости молодняку великої рогатої худоби у віці одного року – до 800-900 грам. Крім того пасовищне утримання тварин в літній період є важливим для їх оздоровлення.

Тому для успішного розвитку тваринництва в Україні необхідно збільшити площі пасовищ, для чого потрібно залужити частину орних земель і перезалужити частину існуючих пасовищ, створивши на них культурні пасовища з продуктивністю 60...70 центнерів кормових одиниць з гектара. Слід довести частку лук до 30...40% від загальної площі сільськогосподарських угідь [2].

Застосування традиційних технологій перезалуження вимагають значних матеріальних та трудових затрат. Вагомим недоліком їх є також великий строк введення перезалуженого пасовища в експлуатацію.

Для усунення цих недоліків необхідно застосовувати доступні і маловитратні технології, які б враховували особливості регіону та тип природних кормових угідь.

Аналіз існуючих технологій показав, що значну перспективу має технологія прямого прискореного перезалуження і поверхневого поліпшення, в основі якої лежить процес підготовки смуги дернини з одночасною прямою сівбою трав.

Для цього потрібно розробити сівалку, яка б могла за один прохід провести смуговий обробіток дернини, висівання насіння трав і його прикочування. Реалізація такої технології прямого смугового підсіву трав в існуючий травостій можлива при наявності малоенергоємних робочих органів.

Отже, основною причиною, що стримує застосування технології прямого прискореного перезалуження, або підсіву трав в існуючий травостій є відсутність засобів механізації, які дозволили б при мінімальних енергозатратах забезпечити агротехнічні вимоги щодо підготовки смуги дернини під сівбу насіння трав.

Об'єкт досліджень. Процес підготовки смуги дернини під сівбу насіння трав та технічні засоби для його реалізації.

Предмет дослідження. Залежність показників якості підготовки смуги дернини під сівбу насіння трав від конструктивно-технологічних параметрів розробленого робочого органу.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ

1.1 Огляд конструкцій для підсіву трав

Розвиток тваринництва, збільшення виробництва молока і м'яса неможливе без розвитку луківництва, зокрема без підвищення продуктивності природних та сіяних сіножатей і культурних пасовищ.

Академік Сайко В. Ф., аналізуючи сучасний стан землеробства в Україні [3] зазначив, що розширення ріллі завжди було єдиним, хоч і згубним для майбутнього, засобом збільшення виробництва продукції рослинництва. Лише за останні десятиліття було введено додатково в обробіток 1,5 млн. га землі, у тому числі розорано майже 1 млн. га сіножатей і пасовищ. Такий традиційний екстенсивний підхід до використання землі призвів до спаду виробництва продукції рослинництва, занепаду тваринництва, виснаження землі, екологічного навантаження на навколишнє середовище [4, 5].

Розораність сільськогосподарських угідь у країні становить майже 82% [83-84], у деяких областях (Вінницька, Тернопільська, Кіровоградська) понад 90%. Такого рівня розораності угідь ніколи не знали розвинуті країни світу.

Таке становище в Україні призвело до розвитку небувалих ерозійних процесів.

Для зміни ситуації необхідні радикальні, неординарні заходи, в яких головним має бути комплексний підхід до сільськогосподарського виробництва з системно організаційних позицій на базі науково-технічного прогресу з врахуванням соціальних, економічних, енергетичних матеріально-технічних та екологічних умов. Як зазначив академік Сайко В. Ф. в Україні необхідно зменшити площу землі в обробітку мінімум на 10 млн. га і перевести її в природні кормові угіддя. За даними вчених [3], в Україні необхідно збільшити площу луків у 2,7 рази [4].

Донедавна в Україні природні кормові угіддя займали більше 7 млн. га, або 13% усіх сільськогосподарських угідь [4]. На кожних 100 га орних земель луки в

зо ні Лісостепу займали 14 га, в Степу 19 га, в Поліссі 50 га, в гірських і передгірських районах Карпат 81 га.

В цілому по Україні середня врожайність пасовищ надто низька і складає 12...13 ц кормових одиниць з гектара, що становить 10-12% від усіх кормів, які ви-користовуються в тваринництві.

Як відзначають вчені Петриченко В. Ф. та Макаренко П. С. [4, 5], за відсутністю державного фінансування на проведення культуротехнічних та інших робіт з поліпшення природних кормових угідь, а також через незадовільне фінансове становище більшості сільськогосподарських підприємств, величезні площі лучних угідь деградують, заростають чагарниками, великостебловими бур'янами, вкриваються купинами, піддаються водній та вітровій ерозіям. Тому нині площі сіножатей і пасовищ у всіх сільськогосподарських підприємствах скоротилися до 2,97 млн. га.

Площа сіножатей зменшилась відповідно з 2,59 до 1,76 млн. га, а вихід кормів – з 2,87 до 1,2 млн. т, або в 2,5 рази. За цей період продуктивність природних кормових угідь знизилась до 6,4 ц. кормових одиниць з гектара.

Основні причини низької продуктивності пасовищ в Україні наступні:

- відсутність ефективних технологій системного догляду за довготривалими культурними пасовищами стосовно ґрунтово-кліматичних умов;
- відсутність спеціальних високопродуктивних засобів механізації для реалізації системного догляду за пасовищами.

Лукопасовищні корми в структурі кормового балансу країн Західної Європи складають: в Англії – 58,5%, Данії – 23,5%, Ірландії – 81,3%, Німеччині – 36,6%, США – 38%. Луки та пасовища Німеччини займають – 40,9%, в Англії – 65% від загальної площі с. г. угідь [1, 4, 5]. Продуктивність таких угідь досить висока і в середньому складає 60...80 центнерів кормових одиниць з гектара, тоді як в Україні цей показник складає не більше 13 к. о.

Як відомо корми з трав, особливо свіжа трава, є найбільш біологічно цінним кормом для тварин. Вони є дешевими, що в кінцевому результаті визначає ціну тваринницької продукції.

Отже, для успішного розвитку тваринництва, необхідно більше пасовищного корму, для чого треба залужити частину орних земель і перезалужити частину існуючих пасовищ, значна частина, яких складає старосіяні травостої віком 10...15 років і більше [1, 4, 5].

Одним з основних факторів, які негативно впливають на довговічність і продуктивність травостоїв, є дерноутворювальний процес, основні закономірності якого розкриті В. Р. Вільямсом [6]. Він вважав, що при відмиранні лучної рослинності на початку зими під впливом стійких морозів йде процес підсиленого накопичення не розкладених рослинних решток, що призводить до погіршення водно-повітряного і поживного режимів ґрунту. Внаслідок цього процесу значна кількість поживних речовин знаходиться у важкодоступних для рослин органічних сполуках, падає мінералізація цих речовин. В результаті змінюється склад рослинного покриття: в ньому переважають маловрожайні трави низької кормової якості [5-7].

Продуктивність старосіяних травостоїв, в складі яких переважають дикорослі види трав, знижуються на 20-50% [4-7]. Створивши на цих площах культурні луки можна отримувати урожай до 60...80 центнерів кормових одиниць з гектара.

В європейських країнах з високорозвиненим лукопасовищним господарством (Нідерланди, Бельгія, Великобританія, Німеччина) значно розширились роботи по перезалуженню старосіяних травостоїв, що дозволяє збільшити їх продуктивність в 1,5...4,0 рази. В Ірландії кожного року закладається біля 120 тис. га пасовищ [8]. В Великобританії на сінокосах і пасовищах старі травостої (більше 20 років) складають біля 50% досліджених площ. Тому перспективним напрямком визнано короткострокове їх використання і більш частіше перезалуження [1].

Щоб досягти збільшення ефективності існуючих травостоїв в Україні необхідно в комплексі проводити заходи по догляду за луками. До таких робіт відносяться: розкидання екскрементів тварин, розрівнювання кротовин, боротьба з бур'янами, підкошування не стравлених решток, внесення рідких і твердих

мінеральних і органічних добрив, вапнування, гіпсування, аераційний обробіток дернини, підсів трав [3, 5, 9].

Попри значну ефективність поверхневого поліпшення природних кормових угідь необхідно застосовувати і докорінний спосіб покращення.

Аналіз стану лучного кормовиробництва і наявні наукові розробки в цій галузі дають підставу констатувати, що інтенсифікація луківництва повинна відбуватися різними шляхами з використанням досягнень науки і передового досвіду [10].

Так за обмежених можливостей господарств для придбання добрив відновлення вироджених травостоїв може проводитись шляхом прискореного залуження, яке при достатньому зволоженні підвищує продуктивність поліпшуваних лук на 1...1,5 тис. кормових одиниць з гектара за рахунок мінералізації старої дернини [9].

Отже, розвиток луківництва в Україні в сучасних умовах повинен базуватися на застосуванні доступних і маловитратних технологій з врахуванням регіону, типу природних кормових угідь [3-5, 9].

1.2. Аналіз існуючих технологій поліпшення сіножатей і пасовищ

Значним резервом збільшення виробництва повноцінних і дешевих кормів є підвищення продуктивності природних кормових угідь. Для цього необхідно застосовувати нові технології і засоби механізації для їх впровадження. Відновлення старосіяних вироджених сіножатей і пасовищ можна проводити як шляхом корінного так і поверхневого поліпшення [1, 2, 4, 5].

В наукових працях П. М. Василенка, Л. В. Погорілого, Д. Д. Прокопенка, Г. С. Кияка, І. І. Бахтіна, Я. С. Петлаха, І. В. Трінченка, Я. С. Гукова, В. М. Сиротюка, І. І. Ріпки, Н. Куксіна викладено основи по підготовці ґрунту при перезалуженні пасовищ і сіножатей, а також проведений аналіз технологій поліпшення пасовищ і викладено їх переваги і недоліки [1, 4, 5].

Поверхнєве поліпшення на луках з природним травостоєм, в якому є до

25...35 і більше відсотків цінних в кормовому відношенні трав [4, 9] дає більш високий економічний ефект. На луках з виродженим травостоєм більш ефективним засобом підвищення продуктивності є корінне поліпшення, яке включає знищення старої дернини та висів травосуміші пасовищних трав.

Такий спосіб перезалуження може проводитись, як після попереднього вирощування однолітніх кормових культур, так і безпосередньо після знищення дернини.

Аналізуючи роботи Я. С. Петлаха, І. В. Трінченка, М. Ф. Щербакова, можна зробити висновок що в зв'язку із значною ерозією ґрунту при створенні сіяних лук перевагу необхідно надавати прискореному залуженню [11].

Прискорене залуження малопродуктивних угідь є дуже важливим заходом, який дозволяє в короткі строки різко покращити кормову базу в господарстві. Суть його в тому, що багаторічні трави висіваються безпосередньо по скибі однорічних культур без попереднього обробітку на протязі двох-трьох років. Цей спосіб перезалуження, як метод перетворення малопродуктивних угідь в культурні луки, необхідно широко використовувати, особливо коли господарство відчуває гостру потребу пасовищних, або трав'яних кормах для зимового утримання худоби. При перезалуженні з'являється можливість скорочення трудових і матеріальних затрат, здешевлення технології на відміну від технології докорінного поліпшення. Тому прискорене перезалуження – один з вагомих резервів швидкого збільшення виробництва кормів на луках [12].

Що стосується технології недоліками докорінного поліпшення є:

- сумарні питомі енерговитрати в 2...3 рази вищі ніж у прискореному перезалуженні;
- необхідність у застосовуванні гербіцидів;
- неможливість застосування таких технологій на луках, ґрунти яких піддаються вітровій або водній ерозіям та перезволожених луках [2, 5, 10, 13];
- строк окупності витрат на поліпшення складає до 2-3 роки;
- трудомісткість у 3-5 раз вища ніж при прискореному перезалуженні пасовищ [1, 4, 7, 14];

– неможливість використання луки під пасовище безпосередньо після поліпшення [15].

Якщо класифікувати технології перезалуження за інтенсивністю дії робочих органів на дернину то всі технології можна поділити на 4 групи:

- технології з обертанням скиби;
- технології без обертання скиби;
- технології з мінімальним обробітком;
- технології прямого підсіву трав.

До першої групи відносяться всі технології в яких підготовка дернини під сівбу здійснюється оборотними плугами, а в другій групі технології застосовують знаряддя з активними робочими органами, для суцільного знищення дернини.

До групи технологій з мінімальним обробітком, як зазначив Ярошенко В., відносяться всі технологічні прийоми, при яких проводиться повне, або часткове знищення існуючого травостою та суцільний або частковий обробіток ґрунту (дернини) на глибину 80 мм [16]. Ці технології використовуються як при докорінному так і при поверхневому способі (Рис. 1.2). Такі технології в даний час широко застосовуються в Австралії, Великобританії, Німеччині, США, Канаді, Франції, Швейцарії, Голландії та інших країнах [4, 5, 11, 17].

В системі заходів по підвищенню продуктивності кормових угідь важливе місце займають роботи по догляду за поверхнею пасовищ.

Застосовуючи систему поверхневого поліпшення лук, природну рослинність не знищують, а лише поліпшують різними агротехнічними заходами. Досвід і практика свідчать проте, що на значних площах природних лук можна вирощувати високі врожаї доброякісного сіна та пасовищного корму, застосовуючи комплекс агротехнічних заходів для поверхневого їх поліпшення. Такі заходи проводять на сіножатах і пасовищах, в травостоях яких є цінні кормові трави, навіть якщо вони перебувають у пригніченому стані. В результаті поверхневого поліпшення урожайність низькопродуктивних лук і пасовищ підвищується в 3...5 разів порівняно з не поліпше ними.

До системи заходів поверхневого поліпшення природних кормових угідь

належать: розкидання екскрементів тварин, розрівнювання кротовин, поліпшення, регулювання водного, повітряного і поживного режимів, боротьба з бур'янами, підкошування не стравлених решток, підсівання трав, тощо [14, 18, 19].

Одним з ефективних способів поверхневого покращення природних кормових угідь є підсів насіння трав в існуючий травостій.

Існують наступні способи підсіву трав:

- суцільний підсів насіння трав в необроблену дернину;
- суцільний підсів в дернину оброблену гербіцидами;
- суцільний підсів в розпушену дернину;
- підсів в попередньо оброблену смужку дернини.

При застосуванні технології докорінного поліпшення, передбачається висівання насіння трав з міжряддям 100...150 мм і нормі висіву 25...35 кг/га. При поверхневому поліпшенні ширина міжрядь становить 200...400 мм, а норма висіву складає 0,25...0,50 повної норми [4, 5].

К. І. Сайчук і А. А. Зотов, стверджують що суцільний підсів трав в необроблену дернину переважно дає негативний результат, тому що сходи не витримують конкуренції існуючого травостою і гинуть [20].

Однією з основних передумов від яких залежить результативність технологій цієї групи, є зменшення конкурентної дії існуючого травостою. Як правило висіяні трави дають дружні сходи та добре укорінюються, якщо сівба здійснюється в зріджений травостій. Зрідження травостою проводиться, як механічним способом, так і за допомогою гербіцидів. Механічне зрідження може проводитися шляхом фрезерування, дискування, боронування та іншими способами [21].

Підсів трав в дернину попередньо оброблену гербіцидами, хоча і дає позитивний результат, але не знайшов широкого практичного застосування.

В працях Н. Ф. Щербакова, Н. Куksіна, А. А. Зотова, Н. Крилової доведено, що ефективним способом суцільного підсіву є сівба в дернину, попередньо розпушену 3...4 кратним дискуванням або двохкратним фрезеруванням [5, 9, 15] з

наступним боронуванням і коткуванням. При такому способі підсіву урожайність збільшується на 30...150% [14]. Проте ця технологія, як було сказано раніше, має ряд суттєвих недоліків.

В. М. Сиротюк, Л. І. Любчик, І. І. Ріпка, В. К. Малієв, В. Н. Рибakov, В. А. Філоненко, М. С. Хоменко, В. О. Зирянов, В. А. Насонов доводять [22], що смуговий підсів в порівнянні з вище перерахованими способами має ряд переваг:

- низька енерго-, трудо- і матеріалоемність процесу;
- можливість підсіву трав на пасовищі, яке використовується;
- можливість застосування на луках, що розташовані на схилах, та з високою вологістю.

Такий спосіб підсіву знаходить широке застосування як в нашій країні так і за кордоном [20]. Суть його полягає в тому, що насіння трав висівається в попередньо підготовлені смуги, які розміщені з певним інтервалом. Обробка дернини смугами зменшує конкуренцію аборигенної рослинності і цим самим створює сприятливі умови для сходів і росту підсіяних трав. За даними С. Л. Мухамедова ширина оброблюваної смуги залежить від ґрунтово-кліматичних умов, типу і стану лук, ботанічного складу існуючого травостою і виду підсіяних трав. Вона коливається від 12,5 до 200 мм [4].

Отже, проаналізувавши існуючі технології що використовуються для поліпшення лук можна зробити наступні висновки:

- застосування традиційних технологій перезалуження, в яких передбачається повне знищення існуючого травостою є економічно не вигідним [17]. Цей спосіб потребує на 40% більше енергетичних затрат і у три рази більше затрат праці.

Також ця технологія унеможливорює використання лук під пасовище безпосередньо після поліпшення;

- найбільш перспективними є технологія прискореного перезалуження і поверхневого поліпшення, яка при незначних капіталовкладеннях дозволяє підвищити продуктивність пасовищ у 3-5 раз і отримати дешеві і якісні корми.

1.3. Обґрунтування доцільності прямого підсіву трав в дернину

Теоретичне обґрунтування прийому прямого підсіву трав було розроблено ще в 40...50 роках ХХ століття визначними радянськими геоботаніками-луківниками Л.Г. Раменським і Т. А. Работновим [7]. В зв'язку з відсутністю спеціальних сівалок для підсіву трав в дернину луки, цей прийом у вітчизняному луківництві виконувався раніше технічними засобами загального призначення (зернові сівалки з дисковими сошниками, підсів методом розкидання і т. д.).

Одним з головних завдань в сучасному луківництві є розробка технологій з меншою кількістю технологічних операцій, або суміщенням виконанням їх за один прохід агрегату. Це дозволить знизити в першу чергу витрати на паливе, експлуатацію машини та затрати праці [3 - 5].

Пряма сівба трав широко застосовується в Австралії, Болгарії, Великобританії, США та інших країнах [5, 23].

Суть цієї технології полягає в тому, що сівба проводиться без попереднього механічного обробітку дернини у вузькі смуги підготовленого сівалкою ґрунту.

У Франції, Австралії, Німеччині, Україні розроблено ряд комбінованих агрегатів для прискореного залуження [23]. Так в нашій країні (завод „Червона Зірка”) випущена партія машин АПЛ-1,5, АЛС-2,5, стерньові сівалки СЗПП-4, СЗС-2,1 і СЗС-6, а в Австралії – комбінований універсальний агрегат Seedavator. Сівалки для прямої сівби трав випускають також такі фірми, як Hassia, Amazone, Vaderstad, Horsch. Всі ці агрегати за один прохід розробляють дернину, прикочують її, вносять мінеральні добрива та висівають травосумішку. Для розробки дернини у всіх машинах цього типу використовують фрези, які за один прохід готують ґрунт під сівбу, а сівалках СЗС-2,1 і СЗС-6 стрілочасті лапи з потужними трубчастими сошниками і батарея клинчастих котків, що розташовані по слідах сошників.

За принципом дії на ґрунт сівалки для прямої сівби поділяються на машини з пасивними та активними робочими органами.

До першої групи відносяться сівалки з дисковими і наральниковими

сошниками, до другої – фрезерні.

З пасивних робочих органів найбільш часто зустрічаються тридисковий, який складається з дискового ножа 1 і дводискового сошника 2. Дисковий ніж може бути гладкий або гофрований. Деколи замість дискового ножа використовують чизельний [1, 4, 5, 10, 13, 22].

Для притискання ножа і дводискового сошника їх забезпечують окремими пружинами 3 і 4. Процес роботи тридискового сошника полягає в наступному. Дернина і рослинні рештки розрізаються переднім диском, а дводисковий сошник розширює канавку, в яку поступає насіння, що заробляється завдяки само обсіпанню ґрунту. Для якісної роботи сошникової групи заглиблювальна сила на кожну з них повинна бути не менше 2 кН. Тому сівалки такого типу мають велику масу, а також обладнуються спеціальними лотками для баласту [23].

Гофровані диски більш активно діють на ґрунт, краще само очищуються і призначені для роботи на полях з більшим вмістом рослинних решток.

Тридискові сошники використовуються на сівалках SD-300 (Франція), Massey Ferguson MF 130, "Bettinson DD2" (Англія), 20 Sex BL-150 (Чехія) і інші.

Недоліками тридискового сошника є:

- дуже вузька канавка (до 18 мм), тоді як для проростання і розвитку насіння рослин її ширина повинна бути не менше 30...40 мм;
- погане загортання насіння і контакт з ґрунтом через наявність в канавці стерні і рослинних залишків, які затягуються дисками на дно борозни, а це в свою чергу знижує схожість насіння і негативно впливає на врожайність.

Застосовують також однодискові сошники з сферичним або плоским диском. В сошнику сівалки "Taskers" (Англія) застосовують сферичний диск діаметром 457 мм, який на повідку встановлений під деяким кутом до напрямку руху агрегату.

Щільно до диска прилягає підпружинений полозок 8, який притримує рослинні залишки в момент їх різання. До повідка приєднана п'ята з стовбою встановленою по відношенню до диска з зазором в який встановлено насіннєпровід 4 та тукопровід. За диском розташовані пружинні загортачі. Для

рівноваги в роботі сферичного диска поводок обладнаний притискною пружиною. Диски, входячи в ґрунт під кутом до поверхні зменшують тягове зусилля і сприяють кращому різанню скиби. До недоліків однодискового сферичного робочого органу потрібно віднести винос на поверхню пасовища ґрунту а також попадання в канавку рослинних залишків, які заважають доброму контакту насіння з ґрунтом. Крім цього виникає значне бокове зусилля, що порушує прямолінійність рядка і вимагає підвищеної міцності і жорсткості повідків. Прикладом однодискового сошника є робочий орган сівалки фірми Moore (Північна Ірландія). Він складається з повідка, з обох сторін якого в шаховому порядку закріплені під деяким кутом до напрямку руху два плоских диска. До кожного диска з тильної сторони прилягає клиноподібний сошник, до якого підводиться насіннепровід. За сошниками встановлені спарені котки. В передній і задній частинах повідка закріплені натискні пружини і для незалежного дован-таження сошників і котків. Робочий орган створює одночасно два рядка з міжряддям 125 мм [1, 5, 10, 20, 23].

Такий вид робочих органів не забезпечує доброго загортання насіння, тому що на ґрунті з рослинними рештками неможливо досягти ефективної роботи загортачів. Для заглиблення сошників необхідне велике зусилля. Тому сівалки з таким типом робочих органів мають велику металомісткість, що зумовлює збільшення тягового опору і перевитрата палива.

Анкерні сошники для прямої сівби встановлені на сівалці "Bamlett CD" (Англія) та СЗС-2,1 (Україна). Вони обладнані вузькою зігнутою вперед лапою 2 з наконечником 1 з карбїду вольфраму, тукопровід і насіннепровід розміщені ззаду лапи, поводок 5 сошника навантажений пружиною 6, яка забезпечує примусове заглиблення. Така конструкція сошника не забезпечує перерізання рослинних решток і закривання насіння вологим ґрунтом. Друга група сівалок для прямої сівби – з активними робочими органами, які мають привід від вала відбору потужності трактора. Такий тип робочих органів застосовано в сівалках "Power-Till-1550" (США). Для прикладу розглянемо сівалку "Power-Till-1550" фірми John Deere, яка призначена для сівби насіння зернових культур, злакових та бобових

трав з міжряддям 200 мм по стерні і дернині. Робочий орган складається з активного зубчатого диска, який через ланцюгову передачу приводиться в рух від валу відбору потужності трактора через вал трансмісії. За диском шарнірно закріплені сошник з натискною пружиною, а за сошником розташований коток. Поводок навантажений пружиною. При русі агрегату з включеним валом відбору потужності обертання передається на диск, який розрізає щілину в дернині. По насіннєпроводу до сошника подається насіння, яке попадає на дно утвореної смуги розпушеного ґрунту і заробляється котками [23].

Прорізана щілина шириною 12,5 мм при міжрядді 200 мм робочим органом сівалки "Power-Till- 1550" займає всього одну шістнадцяту частину поверхні поля, а решта залишається недоторканою. Це захищає ґрунт від ерозії і не порушує процесу природного відновлення родючості, який проходить в ньому. До недоліків робочого органу необхідно віднести утворення обробленої смуги з рваними і нерівними дном і стінками, в яких залишається рослинні залишки, що перешкоджають доброму контакту насіння з ґрунтом і порушують його капілярну систему [1, 16, 21].

На базі фрези з горизонтальною віссю обертання деякі фірми створили сівалки для прямої сівби, як наприклад "Rotakaster E-80" (Англія), яка може використовуватися в трьох варіантах сівби: розкидному, рядковому та смуговому. На горизонтальному валу 1 фрезерного барабану закріплені Г-подібні ножі, які закриті кожухом. Над фрезою встановлений бункер.

За допомогою підсіву в існуючий травостій завдяки великій продуктивності процесу, порівнюючи з іншими способами, є можливість кожен рік значно збільшувати площі поліпшених лук.

Застосування поліпшення пасовищ при допомозі сівалок прямої сівби можливе, як для природних, так і для культурних кормових угідь.

Отже, пряма сівба або підсів трав в існуючий травостій має наступні переваги: дозволяє в 2,5...3,0 рази знизити затрати праці на 30-40% зменшити витрати пального; забезпечує можливість поліпшення лук з наявністю значної кількості купин; забезпечує можливість поліпшення лук, розміщених на ґрунтах

з малим гумусовим шаром; забезпечує в багатьох випадках, можливість використовувати поліпшені луки під пасовища в рік проведення робіт; дозволяє на відносно довгий період забезпечити високу продуктивність поліпшених лук. Перевагою прямої сівби трав є також зменшення затрат на мінеральні добрива, ціни на які зростають в усіх країнах з кожним роком. Витрата насіння зменшується на 22-50%, ніж при корінному поліпшенні сінокосів і пасовищ [16].

Численні досліді, проведені на різних типах ґрунтів, свідчать про те, що при застосуванні прямої сівби особливого значення необхідно надавати операціям, які пов'язані з попередньою підготовкою луки до поліпшення. Це такі операції, як низьке випасання, або скошування травостою, доведення кислотності ґрунту до нейтральної, боротьба з бур'янами та підвищення родючості ґрунту за рахунок поверхневого внесення добрив. Однією з основних передумов, від яких залежить результативність технологій з прямою сівбою трав в дернину є зменшення конкурентної дії існуючого травостою. На пасовищах з більш родючим ґрунтом в травостой яких є не менше 25% цінних видів трав доцільно проводити покращення методом прямої сівби [24].

На деградованих сіножатях і пасовищах пряме перезалуження, як показав досвід багатьох країн [3], є найбільш ефективним заходом, щодо одержання дешевих і якісних кормів. Отже, проаналізувавши вітчизняний і закордонний досвід можна зробити висновок, що підсів трав в дернину є більш ефективним прийомом в порівнянні з традиційним способом покращення лук. Для цього необхідно застосовувати сівалки, які б могли за один прохід провести смуговий обробіток дернини, висівання насіння трав і його прикочування. Пряма сівба насіння трав є одним з перспективних способів підвищення врожайності вироджених лук [12].

1.4. Постановка питання, мета і задачі досліджень

В результаті аналізу існуючих технологій поліпшення природних кормових угідь та засобів механізації завдяки яким можна їх застосовувати

встановлено, що доцільно застосовувати пряму сівбу насіння трав [17, 23] в дернину. Такий спосіб лук поліпшення дозволяє знизити:

- енергетичні затрати до 91,4%;
- експлуатаційні затрати до 79,7%;
- капіталовкладення до 79,3%;
- затрати праці до 76,7%.

Проте існуючі способи прямої сівби з мінімальним обробітком ґрунту мають ряд недоліків, щодо агротехнічних вимог поліпшення пасовищ [5, 17, 23].

В основу технології прямого прискореного перезалуження пасовищ покладена ідея висіву насіння трав в оброблену смугу ґрунту в дернині. При цьому оброблена смуга ґрунту повинна відповідати агротехнічним вимогам щодо якості обробітку при вирощуванні трав.

Реалізація запропонованої технології прямого смугового підсіву трав в існуючий травостій можливе тільки при наявності досконалих робочих органів. Зарубіжні та вітчизняні сівалки призначені для прямої сівби трав в дернину не задовольняють в повній мірі агротехнічні вимоги щодо якості обробітку смуги дернини, тому технологія прямої сівби не завжди дає бажані результати.

Метою роботи є підвищення продуктивності природних кормових угідь за рахунок прямої сівби трав. Основним напрямком в досягненні даної мети є розробка малоенергоємного робочого органу, який би забезпечив агротехнічні вимоги при сівбі насіння трав, щодо підготовки смуги дернини під сівбу.

На основі аналізу існуючих технологій поліпшення природних кормових угідь та засобів механізації для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні основні задачі:

- розробити методику експериментальних і теоретичних досліджень взаємодії робочого органу з дерниною;
- вибрати та обґрунтувати тип робочого органу для обробітку смуги дернини під сівбу трав;
- розробити конструкцію робочого органу, який забезпечить підготовку смуги дернини під сівбу відповідно до агротехнічних вимог;

- теоретично обґрунтувати параметри робочого органу та встановити аналітичну залежність між геометричними, кінематичними, технологічними параметрами та, фізико-механічними властивостями задернілого ґрунту;
- експериментально підтвердити теоретичні залежності;
- обґрунтувати параметри і методику експериментальних досліджень з метою підтвердження достовірності отриманих аналітичних залежностей та відповідності оптимізованих параметрів робочого органу, щодо агротехнічних вимог;
- розробити експериментальний зразок агрегату поліпшення природних кормових угідь для прямої сівби трав в дернину та провести його випробування;
- визначити економічний ефект від застосування поверхневого поліпшення лук, на основі прямої сівби.

ВИСНОВОК РОЗДІЛУ

Для успішного розвитку тваринництва в Україні необхідно підвищувати продуктивність природних кормових угідь на основі застосування нових технологій, які дали б можливість за короткий період при мінімальних енергетичних і трудових затратах отримувати високопродуктивні пасовища. Одним з раціональних способів є пряма смугова сівба трав в існуючий травостій. Впровадження прямого перезалуження на деградованих луках неможливе без застосування засобів механізації, які б дозволили за один прохід провести смуговий обробіток дернини, висівання насіння трав і його прикочування, задовольняючи в повній мірі агротехнічні вимоги, щодо якості обробітку смуги дернини. Основним напрямком у досягненні мети при застосуванні технології прямого перезалуження є розробка малоенергоємного робочого органу, який забезпечить агротехнічні вимоги.

РОЗДІЛ 2

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОЧОГО ОРГАНУ ДЛЯ ПРЯМОЇ СІВБИ В ДЕРНИНУ

2.1. Обґрунтування параметрів робочого органу

Технологічний процес підрізання дернини стрілкоподібною лапою з опорною поверхнею полягає в тому, що дисковий ніж розташований спереду лапи попередньо розрізає дернину у вертикальній площині. Далі дернина підрізається з низу стрілкою і надходить на конічний відвал, який піднімає і згинає розрізані частини скиби, розводячи їх в сторони, в результаті чого утворюється широка щілина для проходження стовби робочого органу, розташованої в зоні максимального розкриття щілини. В результаті підйому скиби леза стрілки підрізають вже натягнуті нижні шари ґрунту не відчуючи при цьому вертикального навантаження, яке бере на себе конічний відвал. Таким чином, зминання замінено згином скиби, на що необхідно значно менше енергії. Слід зазначити також, що при згинанні скиби його нижній шар зазнає розтягу і це спричиняє кришіння ґрунту і винесення його в щілину, куди в подальшому проводиться висів насіння. Проте, цей робочий орган має і ряд недоліків [5]:

- в результаті значної концентрації напружень з переду клина на луках з слаб-

- ким і нещільним дерновим покриттям відбувається зрив і зсув дернини, а також сильне спрацювання носка стрілкоподібної лапи;

- великий тяговий опір [13, 17];

- щілина, яка утворена таким робочим органом може бути замонолічена тільки при дуже великому тиску прикочувального котка на ґрунт;

- обволікання стовби робочого органу рослинними рештками, особливо коріннями пирію.

При застосуванні тарілчастого робочого органу використовувався дисковий ніж для розрізання дернини у вертикальній площині. Самий робочий орган складається з стовби і тарілки з опуклою поверхнею зверху у вигляді

гіперболоїда обертання. Стовба кріпиться жорстко, а тарілка вільно обертається на хвостовику нижньої частини стовби. Технологія утворення смуги розпушеного ґрунту в дернині полягає в наступному. Ніж розрізає дернину у вертикальній площині перед робочим органом. Кільцевий ніж робочого органу підрізає скибу знизу, опорна поверхня трохи піднімає краї скиби і частково руйнує його нижню частину, стовба розпушує нижні краї скиби і виносить розпушений ґрунт у вертикальний розріз утворюючи смугу розпушеного ґрунту без вивертання дернини. В смугу ґрунту висівається насіння, а під скибу при потребі добрива після чого ущільнюється котком.

Тарілкоподібний робочий орган має ряд переваг перед стрілкоподібним, це:

- мала енергоємність;
- спрацювання робочого органу здійснюється рівномірно по периферії [2].

Проте, недоліком робочого органу з гладким лезом, є те що він підрізаючи дернину обволікається рослинними рештками в зоні різання без ковзання (спереду) і обертається лише епізодично, коли випадкова різниця опору ґрунту зліва і справа достатня для прокручування. Аналізуючи результати досліджень можна зробити висновок, що тарілчастий робочий орган забезпечує технологічні та агротехнічні вимоги до підготовки смуги дернини під сівбу. В цього робочого органу забивання корінням і рослинними рештками спостерігалось в основному на лезі в зоні різання без ковзання. Самоочищення тарілчастого робочого органу проходить випадково, внаслідок несиметричного обволікання леза виникає обертальний момент і тарілка повертається в ту чи іншу сторону, скидаючи рослинні рештки з передньої частини леза. Проте цей процес має випадковий характер [2, 21].

Обволікання робочого органу призводить до збільшення тягового опору. Тому з метою усунення цих недоліків було розроблено принципово новий реактивний робочий орган з кільцевим ножом, що має по периферії фрезоподібні асиметричні зуби, загострені зверху, але не по всьому контуру зуба [19].

Як показали дослідження [13] у такого робочого органу спостерігалось найменше обволікання рослинними рештками. Це пояснюється тим, що даний

робочий орган постійно обертається і не перерізані рослинні рештки систематично скидаються при повороті на 15...200. Отже, фрезоподібний (реактивний) робочий орган є найбільш ефективний з позиції агротехнічних та технологічних вимог. Схема взаємодії робочого органу з ґрунтом наступна. Зубчастий ніж підрізає і частково зминає знизу шар дернини, попередньо розрізаного вертикально дисковим ножем, встановленим перед робочим органом. Підрізані частини скиби опорною поверхнею відгинаються в горизонтальній і вертикальній площинах і між ними утворюється щілина, в якій пересувається стовба робочого органу. Завдяки асиметричності зубів ножа тарілка робочого органу постійно обертається, що сприяє самоочищенню ножа від не перерізаних рослинних решток та коріння а це в свою чергу зменшує тяговий опір та пошкодження дернини. Ще однією особливістю такого робочого органу є те, що внаслідок встановлення його під деяким кутом до горизонтальної поверхні кінці зубів більш активно розпушують нижню площину скиби, що поліпшує його аерацію і зменшує вплив аборигенної рослинності на підсіяний травостій [8, 23].

2.2 Теорія взаємодії робочого органу на ґрунті та дерниною

З метою оптимізації параметрів робочого органу розглянемо взаємодію фрезоподібного реактивного робочого органу [19] з дерниною.

До геометричних параметрів робочого органу відносяться (рис. 2.1 і 2.2): R – зовнішній радіус кільцевого ножа, мм; d – товщина ножа, мм; a – відстань від зовнішнього контуру ножа до опорної поверхні, мм; b – висота тарілки, мм; λ – кут загострення ножа, град; α – кут нахилу ножа, град; l – висота зуба ножа, мм; β – кут вирізу зуба, град. Основними параметрами також є кількість зубів ножа – m , поступальна швидкість – V , м/сек і глибина обробітку – h .

Обґрунтування параметрів робочого органу полягає у визначенні таких значень, за яких досягаються мінімальні енерговитрати за умови забезпечення технологічного процесу [4, 5, 7, 9]. Для цього необхідно встановити

функціональний зв'язок між силами, що діють на робочий орган, його параметрами та фізико-механічними характеристиками задернілого ґрунту.

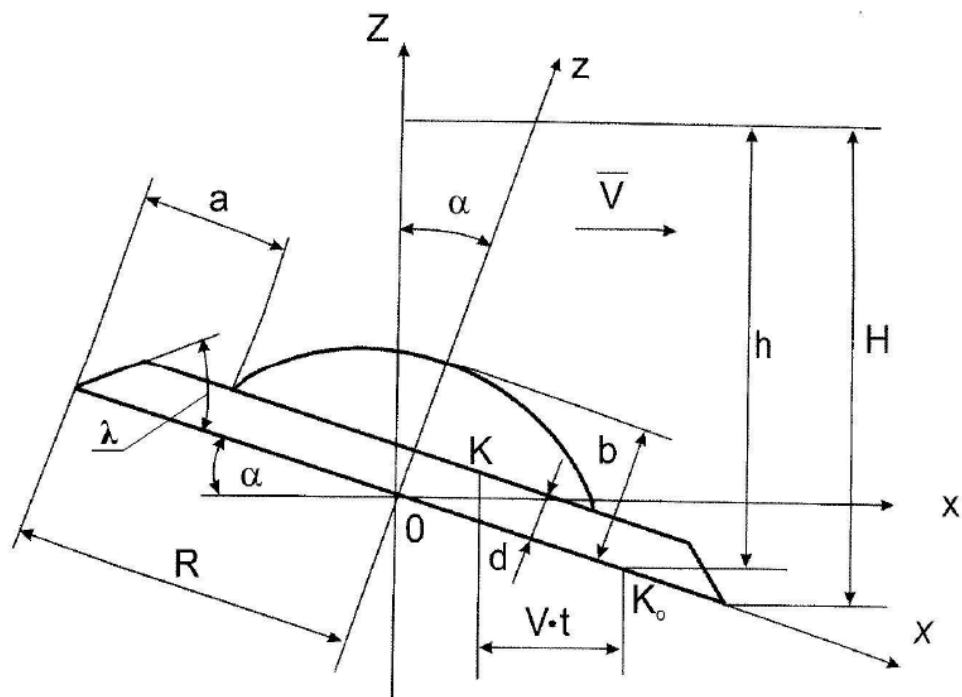


Рис. 2.1 Геометричні параметри тарілки робочого органу (вигляд збоку) [22].

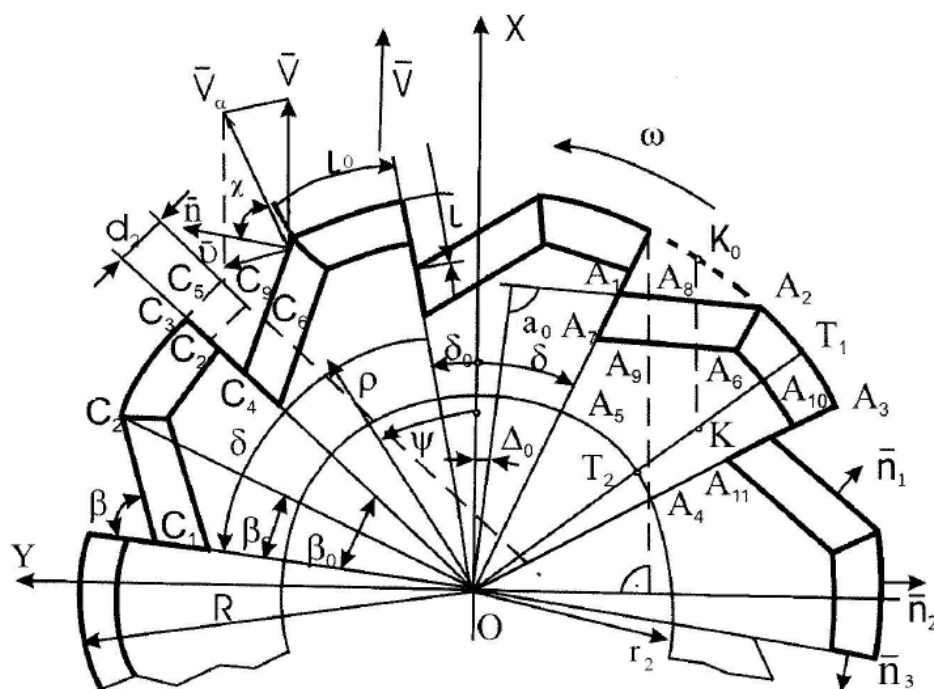


Рис. 2.2 Передня частина зубчастого ножа тарілки (вигляд в плані) [23].

Схема взаємодії робочого органу з дерниною є такою. Зубчастий ніж підрізає і частково зминає знизу скибу дернини, попередньо розрізаний вертикально ножем, встановленим перед робочим органом. Підрізані частини скиби опорною поверхнею відгинаються вбік та вгору, і між ними утворюється щілина, в якій пересувається стовба робочого органу. Завдяки асиметричності зубів ножа тарілка робочого органу постійно обертається, що сприяє самоочищенню ножа від неперерізаних рослинних решток та коріння [1, 3, 5, 23].

Сили прикладені до робочого органу розділимо на три групи:

- сили, що діють на опорній поверхні (опір згину, вага, сила інерції скиби та сила тертя);
- сили, що діють на зовнішньому контурі ножа (опір різання, опір зминання ґрунту та сила тертя на верхній поверхні ножа);
- сила, що діє на стовбу робочого органу (опір зминанню ґрунту).

Отже, відповідно до цього, на робочий орган діють такі сили: опір P на зовнішньому контурі зубчастого ножа (різання ґрунту загостреними і зминання ґрунту незагостреними кромками зубів); опір зминанню ґрунту N і сила тертя F на верхній поверхні ножа; опір згину Q , сила інерції J і вага G скиби дернини, а також сила тертя O F на опорній поверхні; опір зминанню ґрунту $R_{зм}$ стовбою робочого органу.

Сумарний опір R_C і обертаючий момент M відносно осі тарілки робочого органу запишуться як:

$$\overline{R}_C = \overline{R}_O + \overline{R}_H + \overline{R}_{зм}, \quad (1)$$

$$M = M_O + M_N + M_F + M_P. \quad (2)$$

Сили опору, прикладені до стовби (зм R) і опорної поверхні (Q , J , G , O F), та відповідні моменти визначаються за методиками [13, 19, 22]. У випадку, якщо ширина щілини недостатня, то частина скиби зминається і розрушений ґрунт обсипається.

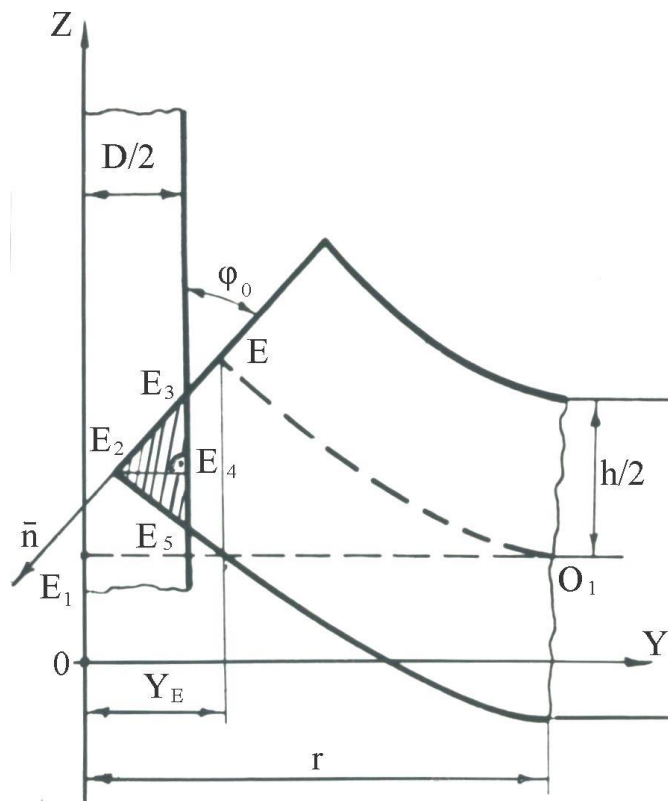


Рис. 2.3 – Схема зминання скиби стовбою робочого органу

Розглянемо згин половини розрізаної скиби, як згин пластини згідно з методикою [7], (Рис. 2.4).

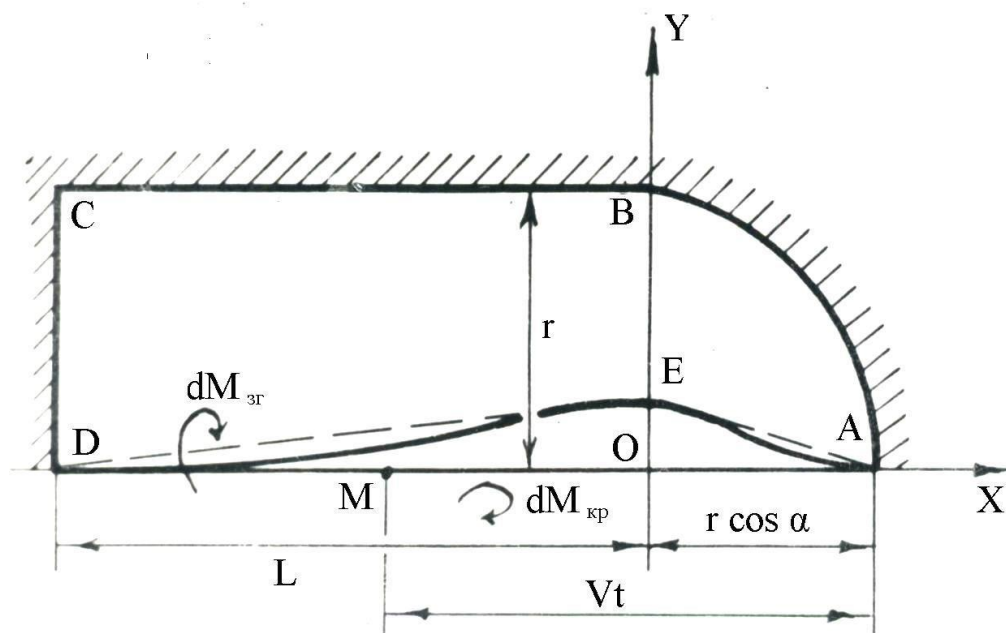


Рис. 2.4 – Згин половини розрізаної скиби [17]

Визначивши рівняння прогину середньої поверхні Y , знайдемо навантаження, яке може забезпечити заданий згин скиби. Припустимо, що пластина згинається розподіленим моментом згину dM (на одиницю довжини) і розподіленим крутним моментом $dM_{кр}$, прикладених до вільного краю скиби (Рис. 2. 4), при чому момент згину діє в площинах перпендикулярних OX , а крутний – осі OY . Тоді згідно (5) можемо записати [4, 5, 7, 16]:

$$dM_{зг} = \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)} \left[\frac{\delta^2 u(x_1, y)}{\delta y^2} + \mu \frac{\delta^2 u(x_1, y)}{\delta x^2} \right] \text{ при } y = 0, \quad (3)$$

$$dM_{кр} = \frac{Eh^3}{12(1-\mu^2)} \cdot \frac{\delta^2 u(x_1, y)}{\delta x \cdot \delta y} \text{ при } y = 0, \quad (4)$$

Оскільки дернина є пружно-в'язким середовищем і деформації при згині скиби є досить значні, то на основі рівнянь напружено-деформованого стану задернілого ґрунту отримаємо.

Сумарні моменти на контурі DOA визначалися інтегруванням по x виразів (3) і (4) при $x \geq 0$ і $x \leq 0$.

Отримані вирази визначають моменти, які потрібно прикласти, щоб зігнути скибу. Проте такі ж по величині моменти діють на опорну поверхню з боку скиби, внаслідок чого в точці дотику скиби і опорної поверхні діє сконцентрована сила, яка знаходиться з наступних міркувань (Рис. 2. 5).

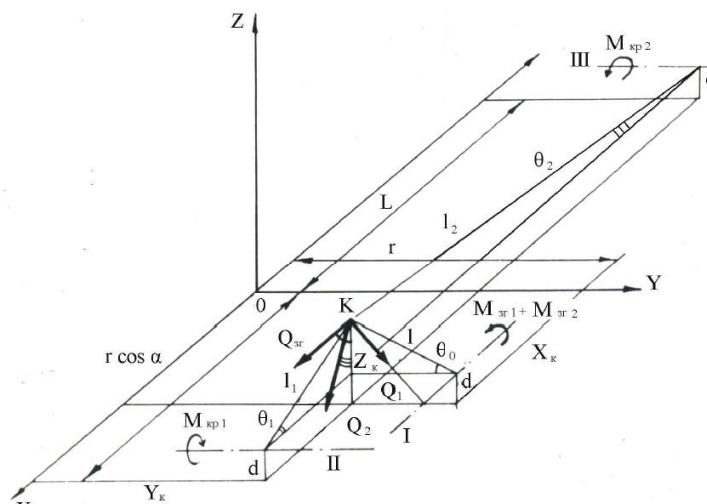


Рис. 2. 5 Схема сил та моментів при взаємодії опорної поверхні тарілки з дерниною

Моменти ($M_{зг1} + M_{зг2}$), $M_{кр1}$ і $M_{кр2}$ намагаються повернути скибу відповідно

навколо осей I, II, III вертикальних перерізів і скиби при $y=r$, $x = r \cos \alpha$ і $x=-1$ (в цих перерізах скиба закріплена), створюючи в точці дотику К сили $Q_{зг}$, Q_1 і Q_2 .

$$2ar + a(Y_E - r)\sqrt{1 + a^2(Y_E - r)^2} + \ln[a(Y_E - r) + \sqrt{1 + a^2(Y_E - r)^2}] = 0, \quad (5)$$

Знайдемо залежності для розрахунку сил та моментів на зовнішньому контурі і верхній поверхні ножа.

Задамо такі системи координат (рис. 2.1 і 2.2). Основна система $OXYZ$: початок O співпадає з центром нижньої площини ножа, вісь X – з напрямком швидкості V , вісь Z спрямована вгору, вісь Y лежить у нижній площині ножа. Система $Oxyz$ утворена поворотом системи $OXYZ$ на кут α навколо осі Y таким чином, що вісь z перпендикулярна до площини ножа, а вісь x лежить у цій площині. Полярна система $Or\psi$ лежить у нижній площині ножа, і кут ψ відраховується проти годинникової стрілки від осі x . Зв'язок між системами задається співвідношеннями [5, 23]:

Розглянемо (рис. 2.2) зовнішній контур довільного зуба $A_1A_2A_3A_{11}$, положення якого задається полярним кутом δ . Цей контур складається із загострених лез A_1A_2 і A_2A_3 , які ріжуть ґрунт, та незагостреної кромки A_3A_{11} , що зминає ґрунт.

В основу визначення опору різанню на лезах покладена розроблена математична модель, яка описує міцнісні характеристики задернілого ґрунту [7]. Якщо кут χ між швидкістю точок леза а V та нормаллю до леза не перевищує кута тертя φ ґрунту по лезу, то має місце різання без ковзання, а за умови $\chi > \varphi$ – різання з ковзанням, коли в точках леза крім нормальних сил різання прикладені також дотичні сили тертя. Отже, опір різанню на лезі P_P становить [20]

$$\bar{P}_P = \int_{(s)} d\bar{P}_P = \int_{(s)} (\bar{n} + u \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot \bar{V}_\tau / \bar{V}_a) \cdot q \cdot ds, \quad (6)$$

Глибина довільної точки нижньої площини ножа К0 визначається з рис. 2.1, 2.1. Дотичну і нормальну складові швидкості точок леза а V знайдемо з врахуванням того, що а V є векторною сумою поступальної V і обертової v швидкостей [17], тобто для проекцій і величин швидкостей в системі Oxyz (рис. 2.1, 2.2) отримуємо:

$$V_{ax} = V \cdot \cos \alpha - \omega \cdot \rho \cdot \sin \psi, \quad V_{ay} = \omega \cdot \rho \cdot \cos \psi, \quad V_{az} = V \cdot \sin \alpha, \quad (7)$$

$$\begin{aligned} V_a &= \sqrt{V_{ax}^2 + V_{ay}^2 + V_{az}^2}, & V_n &= \bar{V}_a \cdot \bar{n} = V_{ax} \cdot n_x + V_{ay} \cdot n_y + V_{az} \cdot n_z, \\ V_x &= V_{ax} - V_n \cdot n_x, & V_y &= V_{ay} - V_n \cdot n_y, & V_z &= V_{az} - V_n \cdot n_z, \\ V_\tau &= \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}, & \chi &= \arccos (V_n / V_a), \end{aligned} \quad (8)$$

де ω – кутова швидкість обертання, сек⁻¹; n_x, n_y, n_z – напрямні косинуси нормалі n.

Підставляючи однойменні проекції векторів n і V_τ в підінтегральний вираз (6), можемо визначити відповідні проекції сили P P . На основі цього запишемо також вираз для моменту сил опору різанню відносно центра обертання ножа O в площині ножа [5, 12, 21]:

$$\begin{aligned} M_{PP} &= \int dM_{PP} = \int (x \cdot dP_{Py} - y \cdot dP_{Px}) = \\ &= \int \left[n_x^{(s)} \cdot \sin \psi - n_y^{(s)} \cdot \cos \psi + u \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot (V_x \cdot \sin \psi - V_y \cdot \cos \psi) / V_\tau \right] \cdot q \cdot \rho \cdot ds. \end{aligned} \quad (9)$$

Обчислення сили і моменту згідно з (6) і (9) потребує переходу від криволінійних інтегралів по контуру леза до означених інтегралів по координатах.

Ділянка леза A1A2 (рис. 2.2) є відрізком прямої з рівнянням

$$\rho = a_0 / \cos(\psi - \Delta_0), \dots \quad (10)$$

Виходячи з вигляду рівняння, доцільно виконувати інтегрування по координаті ψ . З виразу (10) визначаємо елемент довжини і напрямні косинуси нормалі:

де k_e – коефіцієнт форми епюри дотичних напружень; V_{n1} – величина нормальної до поверхні клина складової швидкості точок клина, яка знаходиться з виразу (7)

для $n = n_1$; l_n – одинична зовнішня нормаль до грані клина (рис. 2.6).

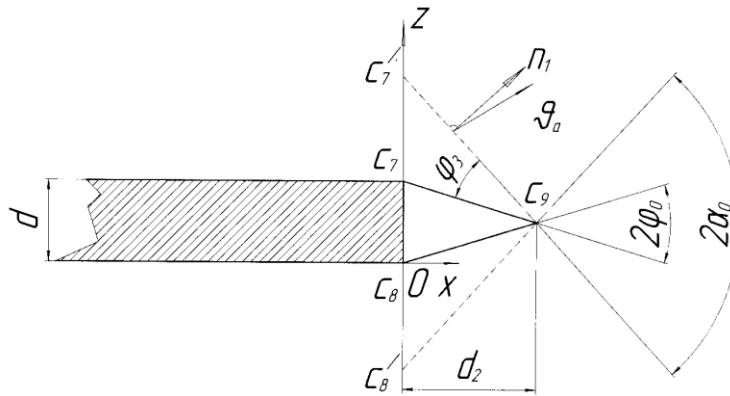


Рис. 2.6 Поперечний переріз незагостреної кромки зуба.

Розглянемо сили, що діють на верхню поверхню зубчастого ножа. Під час роботи вона частково зминає знизу скибу дернини, внаслідок чого на цій поверхні діють нормальна сила N і дотична сила тертя F , для яких в загальному вигляді можемо записати:

$$\bar{N} = \int_{\Omega} d\bar{N} = \int_{\Omega} \bar{n}' \cdot \sigma \cdot d\Omega, \quad \bar{F} = \int_{\Omega} d\bar{F} = -tg\varphi_1 \cdot \int_{\Omega} \frac{\bar{V}_\tau}{V_\tau} \cdot \sigma \cdot d\Omega, \quad (11)$$

$$M_N = \int_{\Omega} dM_N = \int_{\Omega} (x \cdot n'_y - y \cdot n'_x) \cdot \sigma \cdot d\Omega, \quad (12)$$

$$M_F = \int_{\Omega} dM_F = -tg\varphi_1 \cdot \int_{\Omega} \frac{y \cdot V_{\tau x} - x \cdot V_{\tau y}}{V_\tau} \cdot \sigma \cdot d\Omega, \quad (13)$$

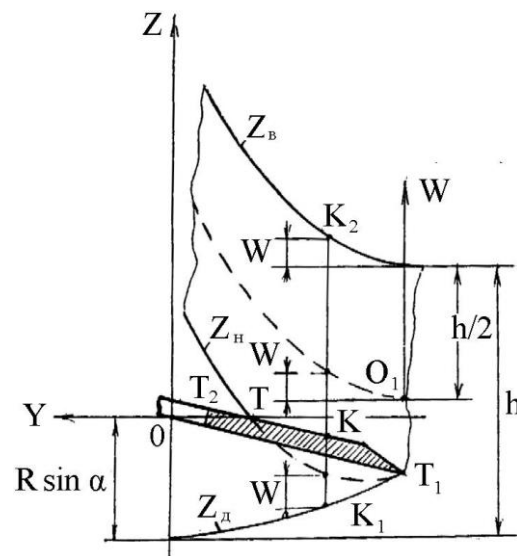


Рис. 2.7 Вертикальний переріз ножа і скиби дернини

Для обчислення сил і моментів за виразами (11)-(13) слід перейти від поверхневих інтегралів по верхній поверхні ножа до подвійних інтегралів по її проекції на координатну площину Oxy та інтегрувати в полярних координатах [5, 9, 10].

Поверхня окремого зуба ножа $A_1A_2A_3A_4A_5A_1$ (рис. 2.2) розбивається на три частини, в яких рівняння поверхні різні. Поверхня $A_1A_2A_6A_7A_1$ (загострена пряма кромка зуба – площина, що проходить через пряму A_1A_2 і нахилена до площини Oxy під кутом λ в бік початку координат) задається рівнянням

$$z = [a_0 - \rho \cdot \cos(\psi - \Delta_0)] \cdot \operatorname{tg} \lambda, \quad (14)$$

Межі інтегрування визначимо з рис. 3.6 і рівняння (14), вважаючи, як і вище, що зминання ґрунту відбувається лише на тій частині поверхні, яка не „затінена” спереду іншим зубом. Аналізуючи можливі положення зуба, отримуємо:

Отже, отримані всі залежності, які дозволяють визначити сумарний опір S і обертаючий момент M з виразів (1) і (2) при заданій кутовій швидкості обертання робочого органу ω і заданого положення зубчастого ножа (кута $\delta\theta$). Під час роботи кут $\delta\theta$ безперервно змінюється, а кутова швидкість ω встановлюється такою, що в кожному положенні обертаючий момент дорівнює нулю. Цей процес повторюється періодично після повороту робочого органу на один зуб. Тому схема розрахунку сумарного опору робочого органу полягає в наступному. Для кожного значення кута $\delta\theta$ (з ряду рівновіддалених значень в межах від 0 до $\beta\theta$) із трансцендентного рівняння $M=0$ знаходимо кутову швидкість ω з рівняння. В результаті отримуємо ряд значень R_c і ω протягом одного періоду, з яких знаходимо мінімальні, максимальні та середні значення.

З метою обґрунтування геометричних та кінематичних параметрів робочого органу за одержаними аналітичними залежностями побудовано графічні залежності. Криві будувались в залежності від одного з параметрів робочого органу і зафіксованих значень решти параметрів, які становили: $2R=150$ мм; $\beta=75^\circ$; $t=15$ мм; $V=1,5$ м/с; $H=80$ мм; $b=300$ мм; $m=9$; $a=35$ мм; $d=$

6 мм; $\lambda = 30^0$; $\alpha = 6^0$. Інтеграли обчислювалися за алгоритмом D1 [1], а трансцендентні рівняння – відомим способом поділу відрізка навпіл. Рішення здійснювалося за допомогою ЕОМ.

При розрахунках приймалися параметри ґрунту на якому проводилися експериментальні дослідження: в'язкість ґрунту $1,2 \text{ г/см}^3$; відносна вологість 75%; задернілість 6,3%; $E_0 = 5,74 \text{ МПа}$; $B_1 = 90,6 \text{ с}^{-1}$; $\gamma_2 = 102,3 \text{ с}^{-1}$; $E_n = 0,92 \text{ МПа}$; $B_2 = 85 \text{ с}^{-1}$; $\gamma_3 = 71,3 \text{ с}^{-1}$; $\sigma_n = 0,054 \text{ МПа}$; $C_0 = 8,5 \text{ кПа}$; $\eta = 16 \text{ кПа с/м}$; $\varphi_0 = 20,60$; $E_1 = 0,5 \text{ МПа}$.

Висновки по розділу

1. Проаналізувавши результати досліджень різних типів робочих органів виявлено, що найбільш придатним для підготовки смуги розпушеного ґрунту для прямої сівби насіння трав є тарілчастий фрезоподібний реактивний робочий орган.

Він має такі переваги:

- низький тяговий опір, що досягається завдяки конструкції тарілки, яка постійно обертається і цим самим самоочищається від рослинних решток і коріння;
- покращує аерацію підрізаної скиби і зменшує вплив аборигенної рослинності внаслідок постановки під деяким кутом до горизонтальної площини зубчастої тарілки, що спричиняє більш активне розпушення піддернового шару кінцями зубів;
- рівномірне спрацювання тарілки робочого органу по периферії;
- найменше спричиняє нетехнологічні пошкодження дернини порівнюючи з іншими досліджуваними типами робочих органів.

2. Дослідивши особливості фізико-механічних властивостей задернілого ґрунту встановлено, що дерновий шар є пружно-в'язкий матеріал, який складається з арматури, тобто коренів і наповнювача – мінеральної маси (ґрунту).

Запропоновано наступну класифікацію фізико-механічних властивостей задернілих ґрунтів:

- властивості що характеризують склад, будову і стан ґрунтів;
- механічні властивості ґрунтів;
- деформаційні, міцнісні та реологічні властивості ґрунтів.

3. Розв'язано задачу взаємодії тарілчастого фрезоподібного робочого органу з дерниною на основі положень механіки суцільних середовищ та отримано рівняння, що встановлюють функційний зв'язок між складовими силами опору для кожного з елементів робочого органу, а також його геометричними, кінематичними і технологічними параметрами.

РОЗДІЛ 3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Перевірка достовірності аналітичного обґрунтування

В основу розв'язання задачі взаємодії робочого органу з задернілим ґрунтом покладені основні положення механіки суцільних середовищ [2, 5, 7, 10, 24].

Це дає можливість отримати рівняння, що встановлюють функційний зв'язок між складовими силами опору для кожного із елементів робочого органу, геометричними, кінематичними і технологічними параметрами робочого органу, та фізикомеханічними властивостями задернілого ґрунту. Ці залежності базуються на математичній моделі задернілого ґрунту, яка описує напружено-деформований стан середовища в функції найбільш впливових факторів. За отриманими залежностями будуються графіки на основі інтерпретації яких обґрунтовуються параметри робочого органу [10, 17].

Під час досліджень визначалися складові опору горизонтальна R_x , та вертикальна R_z , частоту обертання пасивного робочого органу, в залежності від кількості зубів m , довжини зубів l висоти опорної поверхні b , глибини обробітку H , кута встановлення α , кута вирізу β , технологічної швидкості V .

3.2 Дослідження характеру підрізаної скиби

Запропонована технологія обробітку дернини під смугову сівбу передбачає розрізання дернини в вертикальній та підрізання в горизонтальній площинах (Рис. 3.1).

При такій технології нижні краї підрізаної скиби 1 припіднімаються опорною поверхнею 4, внаслідок чого скиба вигинається і її нижня частина частково розпушується. Далі розпушений ґрунт стовбою робочого органу 3 та опорною поверхнею виноситься у вертикальний розріз, створюючи смугу з розпушеного ґрунту 2 шириною 25...35 мм в яку здійснюється висів насіння, а скиба сходячи з робочої поверхні лапи під дією своєї ваги укладається на моноліт

5, на якому знаходиться деяка частина розпушеного ґрунту 6, внаслідок чого створюються порожнини в зоні контакту скиби і моноліту.

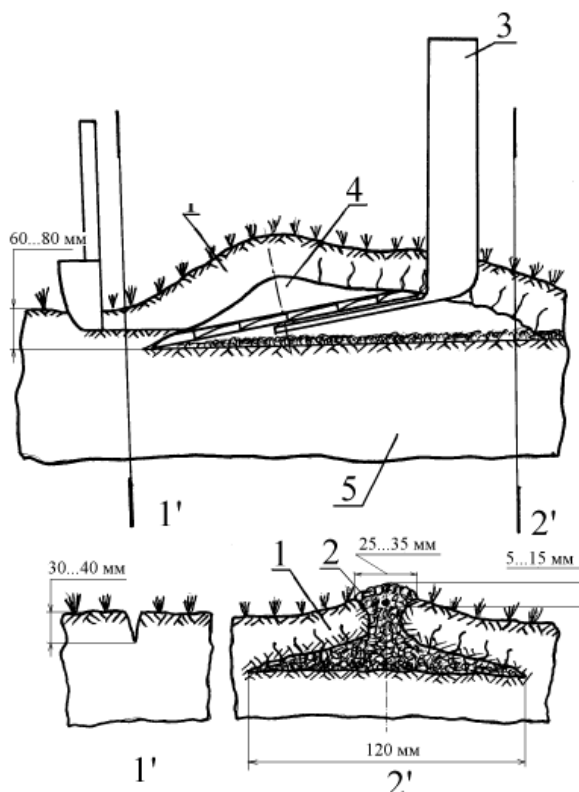


Рис. 3.1 Схема взаємодії робочого органу з дерниною [5]

Технологічна схема роботи робочих органів секції показана на рис. 3.2.

При такій технології щільність ґрунту в розпушеній смузі є надто мала. Крім того, піднята скиба укладається на поверхню вільно і тому погано контактує з монолітом. В зв'язку з цим виникла необхідність вивчити вплив профілю поперечного перерізу ущільнюючого котка, питомого навантаження на нього і швидкості на щільність насіннєвого ложа та ступінь контакту підрізаної скиби з монолітом.

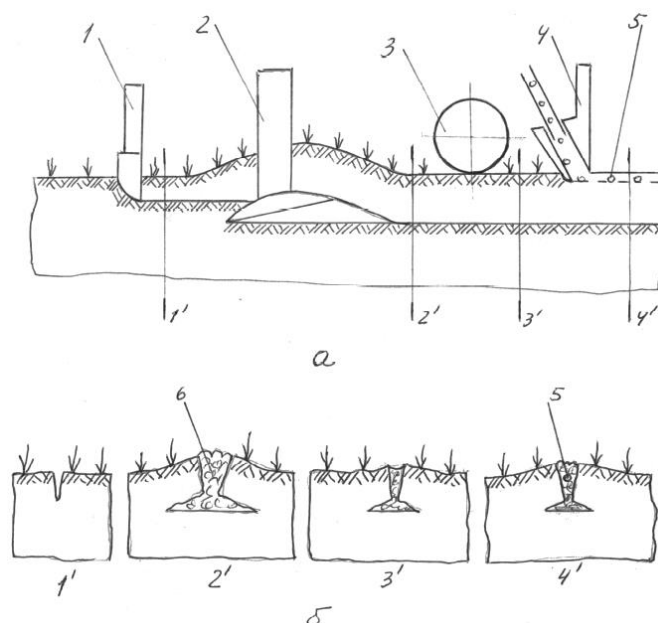


Рис. 3.2 Технологічна схема роботи робочих органів секції а) технологічна схема роботи секції 1 – вертикальний ніж; 2 – розпушувальна лапа; 3 – коток; 4 – сошник; 5 – насіння та добрива; 6 – розпушений ґрунт б) поперечні перерізи після проходу: 11 – ножа; 21 – лапи; 31 – котка; 41 – сошника

При русі агрегату ніж 1 робить в дернині вертикальний розріз, по сліду якого йде стовба розпушувальної лапи. Лапа 2 підрізає дернину з двох боків від вертикального розрізу і своєю опуклою поверхнею трохи підносить підрізані скиби, розпушуючи їх нижні поверхні. Після проходу лапи в дернині залишається щілина заповнена розпушеним ґрунтом, по цій щілині йде прикочувальний коток 3, який ущільнює верхній шар ґрунту створюючи ущільнене ложе для насіння. За котком йде анкерний сошник 4, який подає насіння трав та добрива 5 в створене котком ложе.

Висновки по розділу

Проаналізувавши результати випробувань розробленого експериментального зразка для прямої сівби травосумішки по дернині і порівнявши їх з вихідними вимогами встановлено, що агрегат забезпечує експлуатаційно технологічні, енергетичні та якісні показники виконання технологічного процесу і надійності.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

У сучасному світі вкрай важливими та актуальними на підприємствах усіх форм власності є питання створення безпечних умов праці через впровадження безпечних для життя та здоров'я персоналу технологічних процесів. Охорона праці є одним з найбільш важливих аспектів соціальної політики держави. Це система правових, технічних, економічних, санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на забезпечення здорових і безпечних умов праці [25]. За оцінками МОП, щорічно близько 2,3 млн осіб у світі гинуть внаслідок нещасних випадків на робочому місці або через захворюваннями, пов'язаними з роботою, – в середньому 6000 осіб щодня. Також, щорічно у всьому світі трапляється близько 340 млн нещасних випадків на виробництві і 160 млн жертв професійних захворювань. Водночас матеріальні збитки від втрачених робочих днів, витрати на лікування та компенсаційних виплат перевищує 1,25 трлн дол. (приблизно 4% світового ВВП) [26, 27].

4.1 Характеристика і аналіз небезпечних та шкідливих факторів, які можуть виникнути під час експлуатації сівалки

Сільське господарство, отримане сектором економіки, має значний вплив на довкілля. Використання пестицидів, а також викиди шкідливих речовин впливають на навколишнє середовище, воду і повітря, а також на здоров'я людей і тварин. Крім того, харчова діяльність може бути пов'язана з небезпеками для працівників, пов'язаних із використанням сільськогосподарської техніки, отруєнням або іншими професійними ризиками. У світлі таких проблем сільськогосподарські підприємства повинні мінімізувати негативний вплив своєї діяльності на навколишнє середовище та створювати безпечні умови роботи для своїх співробітників. Оцінка ризиків: Перед початком роботи необхідно провести аналіз робочої зони та визначити потенційні ризики. Зверніть увагу на наявність

нерівної поверхні, кабелі лінії електропередач, ями та фактори, які можуть спричинити ризик для працівників. Використання захисного спорядження: Працівники, захоплені посівом, мають бути оснащені відповідними захисними засобами. Навчання та інструктаж: Працівники повинні бути навчені правилам безпеки та процесуальним діям, які здійснюються з посівом. Правильне використання сільськогосподарського устаткування. Встановити, що обладнання знаходиться у справному стані, правильно встановлене та безпечне для використання [1, 8, 30].

4.2 Розробка організаційно-технічних заходів по забезпеченню нормальних санітарно-гігієнічних умов при посіві

Робота з посівними машинами відбувається в умовах підвищеної запиленості. В зв'язку з цим працівники, які приймають участь в процесі посіву повинні бути забезпечені спец одягом та засобами індивідуального захисту. До роботи допускаються тільки ті особи, що досягли 18 річного віку та пройшли інструктаж на робочому місці. Посів потруєного насіння виконують працівники, які пройшли додаткове виробниче навчання за 14 годинною програмою та отримали відповідний сертифікат. Заходи з охорони праці при експлуатації сівалки прямого посіву практично не відрізняються від класичних сівалок. Відмінність в технологічному процесі. Необхідно бути особливо уважним під час процесу заправки бункера та насінням використовувати засоби індивідуального захисту окуляри. Проводити періодичний огляд енергетичної частини на предмет витоків стиснутого повітря з магістралей. З метою забезпечення безпечної експлуатації сівалки енергетична частина закрыта захисним кожухом. Перед початком посіву необхідно оглянути ділянку за потреби прибрати зайві предмети. Агрегаткування сівалки з трактором відбувається самостійно трактористом за допомогою автозчипки або з залученням помічника. Всі роботи по заправці чи дозаправці виконуються тільки за умови зупиненого двигуна трактора. Перед початком роботи провести всі технологічні налаштування та зробити пробний

заїзд з контролем точності висіву. В процесі посіву тракторист повинен вести моніторинг роботи основних частин сівалки. За виявлення поломок необхідно негайно зупинити сівалку та усунути несправності, за необхідності звернутися за допомогою до керівництва [1, 8, 28].

4.3 Моделювання небезпечних ситуацій під час роботи на сівалки

Наприклад розглянемо по одній небезпечній умові, що може виникнути в кожній небезпечній зоні (додаток рис. 1). Небезпечна умова один (НУ1) – надлишковий тиск у гідросистемі. НУ2 – сівалка знаходиться у відчепленому стані поза майданчиком. НУ3 – сільськогосподарська машина пофарбована в колір, що збігається з загальним фоном. НУ4 – працівник не провів ТО у встановлений строк. НУ5 – рухомі частини машини на захищені щитками. НУ6 – працівник не пройшов інструктаж перед початком робіт. НУ7 – нехтування вимогами виробничої санітарії [8, 28, 31].

Наведені вище небезпечні умови при поєднанні з небезпечними діями працівника можуть призвести до виникнення небезпечних ситуацій, а в подальшому і до отруєнь, аварій, травм чи захворювання. Так, НД1 – працівник знаходиться поблизу гідросистеми сівалки. НД2 – причеплення сівалки до трактора. НД3 – працівник не розрахував габарити сівалки. НД4 – налагодження чи проведення технічного огляду. НД5 – робота без засобів індивідуального захисту. НС1 – порив магістралей гідросистеми. НС2 – перекидання сівалки. НС3 – наїзд на працівника. НС4 – травмування працівника при налагодженні сівалки. НС5 – потрапляння агрохімікатів в організм працівника [8, 28, 31].

Для попередження виникнення аварій, травм, отруєнь чи захворювання необхідно дотримуватись всіх вимог безпеки в усіх небезпечних зонах, так як порушення хоч однієї з них в кінцевому результаті може призвести до небажаних наслідків [8, 28, 31].

Висновки по розділу

Основними причинами низького рівня організації охорони праці в Україні є: низький рівень кваліфікації, виробничої культури та технологічної дисципліни; відсутність ефективного галузевого та регіонального управління охороною праці; відсутність достатніх інвестицій у виробництво та охорону праці; відсутність підготовки фахівців з охорони праці, низький рівень підвищення кваліфікації та перепідготовки кадрів з питань охорони праці; відсутність на підприємствах чіткої організації охорони праці; відсутність розробленої державної політики в галузі охорони праці і стимулюючої системи щодо безпечної праці [27].

РОЗДІЛ 5

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИ ПРЯМІЙ СІВБІ ФРЕЗОПОДІБНИМ РОБОЧИМ ОРГАНОМ ТРАВ В ДЕРНИНУ

Економічна ефективність технологічного процесу від експлуатації сівалки, розробленої на базі тарілчастого фрезоподібного робочого органу визначається у порівнянні з традиційним технологічним процесом прискореного перезалуження пасовищ. Цей технологічний процес приймаємо за базовий. Економічна ефективність визначається для порівняльних варіантів, як різниця зведених затрат на виконання річного об'єму робіт, трудових ресурсів і здійснюються згідно загальноприйнятої методики [32]. Виходячи з експлуатаційних показників роботи комплексу машин для базового і нового варіантів, нормативно довідкових даних, цін на сільськогосподарську техніку, гербіциди, паливо-мастильні матеріали та інше формувалася таблиця вихідних даних для розрахунку економічної ефективності від запровадження нової машини. Розрахунок економічної ефективності проводили на ЕОМ. Вихідні дані в діалоговому режимі вводилися в програму. Обчислені показники економічної ефективності виводились на екран.

Висновки по розділу

Аналіз результатів дає можливість зробити висновок, що впровадження розробленої сівалки на базі тарілчастого фрезоподібного робочого органу у запропонованому технологічному процесі, порівнюючи з існуючою технологією прискореного перезалуження, дозволить зменшити питомі капіталовкладення на 74,2%, експлуатаційні витрати на 76%, енерговитрати на 77,5%, а продуктивність праці зросте на 53,22%.

Сумарний економічний ефект від впровадження технологічного процесу становить 872,17 грн/га.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Для впровадження прямого перезалуження на деградованих луках необхідно застосовувати сівалки, які б могли за один прохід провести смуговий обробіток дернини, висівати насіння і ущільнювати його, забезпечуючи такі вимоги: відсутність виривання дернини, що дає можливість використовувати луки в рік перезалуження; підрізання дернини в горизонтальній площині відносно щілини з обох сторін, що сприяє пригніченню і зменшенню конкурентної дії існуючого травостою; якісне загортання насіння на глибину до 30 мм.

2. Проведено дослідження різних типів робочих органів, таких як стрілчаста лапа з опорною поверхнею, тарілчасті робочі органи з гладким і фрезоподібним лезом і обґрунтовано раціональний тип робочого органу для підготовки смуги дернини під сівбу трав. Встановлено, що найбільш придатним для підготовки смуги дернини з позиції агротехніки та енергетики є тарілчастий фрезоподібний робочий орган. Цей робочий орган покладено в основу оптимізації геометричних, кінематичних та технологічних параметрів.

3. Вивчивши фізико-механічні властивості ґрунтів, такі як міцнісні, реологічні, деформаційні, вирішено задачу взаємодії робочих органів з задернілим ґрунтом. Отримано рівняння, що встановлюють функційний зв'язок між складовими силами опору для кожного з елементів робочого органу, а також його геометричними, кінематичними і технологічними параметрами. За отриманими залежностями побудовано графіки, на основі інтерпретації яких, можна обґрунтувати параметри робочого органу.

4. На основі теоретичних і експериментальних досліджень встановлено такі раціональні геометричні параметри для фрезоподібного тарілчастого робочого органу: діаметр тарілки 120 мм; кількість зубів $m = 9...11$; довжина зубів $l = 15...20$ мм; висота опорної поверхні $b = 25...30$ мм; кут встановлення до горизонтальної площини $\alpha = 8^\circ$; кут загострення зубів верхній і повинен становити $20...25^\circ$. При

цьому такі параметри повинні бути максимальними і одночасно задовольняти умову (12).

5. За результатами експериментальних досліджень визначено наступні раціональні технологічні параметри роботи і розміщення фрезоподібних робочих органів на сівалці при прямому перезалуженні пасовищ: технологічна швидкість 3...4 км/год; ширина міжряддя 200...250 мм; розміщення робочих органів на сівалці – дворядне; відстань між суміжними робочими органами по напрямку руху 300...350 мм. Встановлено, що такий робочий орган забезпечує вимоги, щодо показників якості технологічного процесу.

6. На основі експериментальних досліджень встановлено, що плоский коток не задовольняє агротехнічних вимог. Він контактує тільки з краями піднятої дернини внаслідок чого ширина канавки мала, а навантаження на коток необхідне для створення оптимальної щільності ґрунту в канавці, в порівнянні з U-подібним, майже у 2 рази більше [82]. Тому найбільш придатним є U-подібний коток при застосуванні якого, підрізана скиба добре прилягає до моноліту і порожнин в зоні підрізання не спостерігається. Такий тип котка забезпечує створення насінневого ложа з потрібною щільністю ґрунту в зоні висівання насіння.

7. Польові випробування розробленого експериментального зразка сівалки для перезалуження деградованих пасовищ підтвердили працездатність машини і відповідність її вихідним вимогам. Встановлено, що впровадження розробленої сівалки з новими робочими органами у запропонованому технологічному процесі, порівнюючи з існуючою технологією прискореного перезалуження пасовищ дозволить знизити питомі капіталовкладення на 74,2%, експлуатаційні витрати на 76%, енерговитрати на 77,5%, а питомі затрати праці зменшаться на 34,7%, при цьому продуктивність праці зросте на 53,22%. Сумарний економічний ефект від впровадження технологічного процесу становить 872,17 грн/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бугайов М. А. Удосконалення технологічного процесу сівби насіння гідропневматичною сівалкою з розробкою сошника. Дніпровський державний аграрно-економічний ун-т. Дніпро, 2023. 73 с. Режим доступу : URI: <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/7987>
2. Розробити технологічний процес та засоби механізації для утримання довготривалих культурних пасовищ високопродуктивними. Звіт Західного філіалу ННЦ „ІМЕСГ”. Підгірне. 2000. 98 с.
3. Сайко В. Ф. Землеробство в сучасних умовах. Вісник аграрної науки. 2002. № 2. С. 5-10.
4. Пйонтик Ю. Л. Енергоощадна технологія поліпшення природних кормових угідь. Вісник ЛДАУ: Агроінженерні дослідження. Львів: Львів. держ. агроуніверситет. 2005. №9. С. 189-193.
5. Кісліцин В.Я. Обґрунтування конструктивних параметрів робочого органу машини для підсіву пасовищ. ВНТУ. 2019. 109
6. Кісліцин В.Я. Обґрунтування конструктивних параметрів робочого органу машини для підсіву пасовищ.
7. Прокопенко Д. Д., Сажко Л. І., Пйонтик Ю. Л. Теорія взаємодії фрезоподібного реактивного робочого органа із задернілим ґрунтом. Вісник ЛДАУ:Агроінженерні дослідження. Львів: Львів. держ. агроуніверситет. 2005. – №9. – С. 176-188.
8. Маляренко Є.О. Обґрунтування параметрів ріжучого елемента сошника для прямої сівби. УНУС. Умань. 2021. 76 с.
9. Пйонтик Ю. Л. Дослідження технологічних процесів догляду за поверхнею пасовищ. – Міжвідомчий тематичний науковий збірник. УААН ННЦ "ІМЕСГ".2003. Випуск 87. С. 180-182.
10. Сиротюк В. М., Любчик Л. У., Ріпка І. І. Порівнювальна економічна оцінка двох технологій поверхневого поліпшення лук та пасовищ. – Наук. ПР Львівського СГП.1973. т. 47. с. 3-8.

11. Лінник М. К., Прокопенко Д. Д. Розвиток механізованих технологій для поліпшення природних кормових угідь. Вісник аграрної науки. 2005. №12. С.39-41.
12. Гуков Я. С. Обробіток ґрунту. Технологія і техніка. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів для механізації обробітку ґрунту в умовах України. – Видання друге, доповнене. К. ДІА. 2007. 276 с.
13. Розробити технологію та універсальний агрегат для підсіву трав на пасовищах, аераційного обробітку дернини, суцільної сівби травосумішки та насінників трав. Звіт ЗФ ННЦ „ІМЕСГ”. Підгірне. 1997. 75 с.
14. Пйонтик Ю. Л. Обґрунтування параметрів фрезерного робочого органу з вертикальною віссю обертання. Міжвідомчий тематичний науковий збірник. УААН ННЦ "ІМЕСГ". 2005. Випуск 89. С. 234-241.
15. Керівний нормативний документ з стандартизації КНД-3-6-93. К. 1992. 41 с.
16. Погорілий Л. В., Лінник М. К., Дубровін В. О. Перспективні конструкції ґрунтообробних машин: Тенденції розвитку та еволюція технології. Сільськогосподарська техніка України. 1998. №2. С. 6-12.
17. Розробка екологічно чистого енергоресурсозберігаючого протиерозійного технологічного процесу та засобів механізації перезалуження кормових угідь, розміщених на схилах. Звіт Західного філіалу ННЦ „ІМЕСГ”. Підгірне. 1991. 75 с.
18. Декл. пат. на винахід № 67106A(UA) A01B45/00. Пристрій для розтягування куп гною та кротовин/ Прокопенко Д. Д. , Ясніков Г. К., Корзун В. І., Сажко Л. І., Пйонтик Ю. Л. Опубл. 15.06.2004. Бюл. №6.
19. Декл. пат. на винахід № 69621 А (UA) A01B49/06. Пристрій для прямої сівби трав та піддернинного внесення добрив на луках. Прокопенко Д.Д., Сажко Л.І., Пйонтик Ю.Л. та ін. Опубл. 15.09.2004, Бюл. №9.
20. Сайчук К. І. Поліпшення природних кормових угідь Житомирщини. Київ. Урожай. 1975. 71 с.
21. Розробка малоенергоємних технологічних процесів та засобів механізації для виробництва кормів, утримання худоби, обробітку ґрунту і захисту рослин в

- умовах Західного регіону України. Звіт Західного філіалу ННЦ „ІМЕСГ”. Підгірне. 2003 р. 100 с.
22. Прокопенко Д. Д., Ріпка І. І., Сиротюк В. М. Релаксація напружень в задернілих ґрунтах. Механізація виробничих процесів в с. г. виробництві. Наукові праці ЛСХІ. Т. 60. Львів. 1975.
 23. Прокопенко Д.Д., Пйонтик Л.Д., Корзун В.І. та ін. Робочий орган для щільювання природних кормових угідь Механізація та електрифікація сільського господарства. К.: Аграрна наука. 1997. Вип. 82. С. 32-40.
 24. Тройнич М. П. Вплив різноманітних факторів на процес стиску задернілих ґрунтів штампами. ЛСГІ. 1973. С. 11-13.
 25. Закон України «Про охорону праці» прийнятий 14.10.1992 р.
 26. Цопа В. Принципи, структура та процес керування ризиками. / Журнал «Охорона праці». 2019. № 1. С. 26–29
 27. Полодюк, О. В., Марич, В. М. Проблематика охорони праці в Україні. Охорона праці: освіта і практика. Проблеми та перспективи розвитку охорони праці: 36. наук. праць III Всеукраїнської науково–практичної конференції викладачів та фахівців–практиків та XIII Всеукраїнської науково-практичної конференції курсантів, студентів, аспірантів та ад’юнктів. – Львів: ЛДУ БЖД, 2023. С. 121-122.
 28. Педан І.В. Обґрунтування параметрів зубчастого диска-очисника сошника для прямої сівби. УНУС. Умань, 2020: 70с.
 30. Гулий Д. О. Удосконалення процесу механізації сівби з розробкою сошника сівалки УПС-8. Дніпровський державний аграрно-економічний ун-т. Дніпро, 2023. – 64 с. URI: <https://dspace.dsau.dp.ua/handle/123456789/7998>
 31. Прокопенко Е.В., Лісовий І.О., Лісова Т.С. Моделювання виробничих небезпек та зменшення їх шкідливого впливу при проведенні механізованих робіт. Збірник наукових праць Уманського НУС. – Умань, 2015. – Вип. 87. – Ч. 1: Агрономія. – С. 79–86.
 32. Економічна оцінка спеціалізованої сільськогосподарської техніки. Методичні рекомендації для дипломного проектування студентів спеціальності 3113

„Механізація сільськогосподарського виробництва”. Львів: Львівський державний сільськогосподарський інститут. 1994. 27 с.

ДОДАТКИ

