

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Допускається до захисту
Завідувач кафедри
_____ Андрій ВОЙТІК
“ ____ ” _____ 2024 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до дипломної роботи
_____ магістр
(освітній рівень)

на тему **«ОБҐРУНТУВАННЯ ЯКІСНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ
ПАРАМЕТРІВ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ВІДКРИТТЯ КОРЕНЕВИХ ГОЛІВОК
МАТОЧНИХ РОСЛИН»**

Виконав: студент 2 курсу, групи 21 м-ім
Спеціальність 208 Агроінженерія
_____ Олександр ДЕМЧЕНКО
(прізвище та ініціали)

Керівник _____ Юрій КОВАЛЬЧУК
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____ Олександр ТРУС
(прізвище та ініціали)

м. Умань – 2024 рік

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Освітній рівень _____ магістр _____
Спеціальність _____ 208 Агроінженерія _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
_____ Андрій ВОЙТІК
“ ____ ” _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

_____ Демченку Олександр Віталійовичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Обґрунтування якісних та енергетичних параметрів пристрою для відкриття кореневих голівок маточних рослин»

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ 04 ” _____ листопада 20 24 р. № 01-06/298

2. Строк подання студентом роботи _____ 30.11.2024 р. _____

3. Вихідні дані до роботи: фізико-механічні властивості маточних рослин плодкових культур; існуючі технологічні процеси та технічні засоби для вирощування клонових підщеп.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

аналіз існуючих способів та засобів для розкриття кореневих голівок маточних рослин, огляд попередніх досліджень з даного питання; визначення впливу прогину прутків ворсу щітки на якість виконання операції; обґрунтування конструктивних параметрів прутка ворсу; дослідження якісних показників роботи запропонованої машини; розробка заходів з охорони праці; визначення ефективності застосування розробленої машини.

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

підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 15 слайдів) як додаток до доповіді за темою магістерської роботи.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 14 вересня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	При- мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	02.10.2023 р.	
2.	Розділ 1. Стан питання та задачі досліджень	02.11.2023 р.	
3.	Розділ 2. Теоретичні визначення параметрів прутка ворсу	02.12.2023 р.	
4.	Розділ 3. Експериментальні дослідження	29.01.2024 р.	
5.	Розділ 4. Охорона праці	15.03.2024 р.	
6.	Розділ 5. Техніко-економічна ефективність машини	30.06.2024 р.	
7.	Виконання графічної частини роботи	17.10.2024 р.	
8.	Представлення роботи керівнику на перевірку	20.11.2024 р.	

Студент

(підпис)

Олександр ДЕМЧЕНКО
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Юрій КОВАЛЬЧУК
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Демченко О.В. Обґрунтування якісних та енергетичних параметрів пристрою для відкриття кореневих голівок маточних рослин (Магістерська робота. Умань, Уманський національний університет садівництва, 2024. – 31 с.).

Об'єкт дослідження – технологічний процес та технічні засоби для розкриття кореневих голівок маточних рослин.

Предмет дослідження – закономірності впливу параметрів поліпропіленового прутка ворсу на показники якості роботи циліндричної щітки.

Мета роботи – підвищення ефективності процесу видалення ґрунту із зони росту кореневих голівок маточних рослин шляхом обґрунтування параметрів прутка ворсу циліндричної щітки.

В роботі написано вступ, дана характеристика та приведено аналіз існуючих конструктивних рішень для розкриття кореневої системи маточних рослин. Проведено огляд попередніх досліджень з даного питання.

Визначено вплив прогину прутків ворсу циліндричної щітки на показники її роботи. Визначено оптимальні геометричні параметри прутка ворсу. Проведено дослідження по визначенню якісних показників роботи пристрою для розкриття кореневої системи маточних рослин.

Запропоновані заходи з покращення умов охорони праці та довкілля. Визначено показники економічної ефективності від впровадження запропонованого пристрою у виробництво.

Зроблено висновки і пропозиції, складено список використаної літератури, оформлено додатки.

Ключові слова: ґрунт, коренева голівка, щітка, прутки, прогин, поліпропілен.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
Розділ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА КЛОНОВИХ ПІДЩЕП ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР	6
Розділ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГИНУ ПРУТКІВ ВОРСУ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ЩІТКИ	11
Розділ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ПРИСТРОЮ	18
3.1. Методика визначення енергетичних показників роботи пристрою	18
3.2. Енергетичні показники роботи пристрою	21
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	24
РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	28
Загальні висновки.....	30
Список використаної літератури.....	31

ВСТУП

В минулому для виконання операції розкриття кореневих голівок маточних рослин були створені пристрої з різними типами робочих органів: механічними, пневматичними, пневмомеханічними, комбіновані з активними та пасивними робочими органами. Але з різних причин, переважно через недоліки у виконанні технологічного процесу, вони не знайшли широкого застосування. Тож на даний час не існує спеціальних чи універсальних технічних засобів для виконання цього процесу і в технологічних картах, розроблених в Інституті садівництва Української академії аграрних наук (УААН) в 2002 році, дану операцію пропонується виконувати вручну.

Для виконання наступного процесу відокремлення відсадків клонових підщеп велике значення має кількість не видаленого ґрунту навколо кореневої системи маточних рослин. Тому в даній роботі з метою покращення якості виконання технологічного процесу та зменшення його трудомісткості основна увага приділена дослідженню процесу видалення ґрунту з валка, що вкриває маточні рослини.

Одним з найбільш трудомістких процесів у плодovому розсадництві є розкриття кореневої системи маточних рослин з метою відокремлення відсадків клонових підщеп. На ці операції втрачається 583 люд-год/га чи 52 % від загальних затрат протягом року. Від способу виконання цієї операції значною мірою залежить як якість клонових підщеп, так і стан маточних рослин.

Розділ 1. ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА КЛОНОВИХ ПІДЩЕП ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР

Вирощування саджанців представляє складний технологічний процес, що поєднує в собі вирощування підщеп, щеплених саджанців, маточно-живцевих і маточно-насінних садів [1]. Для вирощування підщеп використовуються два істотно відмінних способи: насіннєвий і вегетативний. Відповідно вирощування насінних підщеп – сіянців відбувається в посівному відділенні з насіння, а клонових – у маточнику клонових підщеп. Вирощування щеплених саджанців проводиться на ділянці формування у двох або трьох полях.

Основними блоками технологічних операцій при виробництві саджанців є вирощування підщеп і щеплених саджанців.

Насіннєве розмноження дозволяє одержати рослини, вільні від вірусних хвороб, які звичайно не передаються через насіння й часто зустрічаються в рослин, що розмножуються вегетативно. Посів насіння, як і інші операції вирощування сіянців, легко механізувати; насінний спосіб набагато простіше вегетативного. Однак рослини, вирощені з насіння, мають істотні недоліки. У таких рослин у більшості випадків погіршується якість плодів, вони пізно вступають у плодоносіння. Насіннєві підщепи відрізняються між собою по спадковості, отже, по різному впливають на силу росту й плодоносіння щепленого сорту в саду.

Вегетативне розмноження – це вирощування рослин з вегетативних частин: коріння, стебел, бруньок. При цьому рідко змінюються спадкоємні ознаки у вирощених рослин. Всі ознаки материнської рослини передаються дочірній, тому що при клітинному розподілі виходить точне відтворення хромосомної системи. Тому вегетативне розмноження стало основою вирощування як клонових підщеп, так і промислових сортів плодових порід. Позитивною стороною клонових підщеп є те, що вони забезпечують однакову силу росту щеплених на них сортів, мають однакову сумісність із даним сортом. У маточнику клонових підщеп розмножують середньо- і низькорослі підщепи. Ці типи підщеп одержали найбільше поширення, оскільки є основою створення високоврожайного скороплідного саду інтенсивного типу.

Ділянка формування займає до 50% основної площі розплідника. У ньому вирощують тільки щеплені саджанці, у яких надземна частина належить прищепі – культурному сорту, а коренева система й частина надземної – підщепі. Ділянка може містити три поля: перше, друге й третє. Підщепи, вирощені в шкільці сіянців або маточнику клонових підщеп,

висаджують у перше поле й окулірують. На наступний рік це поле називають другим (поле одноліток), а ще роком пізніше – третім (поле дворічок).

У першому полі висаджують також підщепи, щеплені взимку (зимового щеплення), але основне поширення одержало окультурення підщеп шляхом окулірування. У розсадницьких господарствах України вирощують головним чином однолітні саджанці.

Виробничі операції в плодовому розпліднику дуже трудомісткі. Загальні витрати праці на вирощування кожної тисячі саджанців плодкових культур, становлять залежно від типу підщеп, сорту й віку саджанців (по даним Артеменко Н. М.), від 140 до 350 люд.-год. [2]. При прогнозованій щорічній потребі в саджанцях плодкових культур – 22 млн. штук – затрати праці в плодовому маточнику досягнуть 5,4 млн. люд.-год. Такі значні затрати пов'язані з ручним характером виконання основних технологічних операцій, що у свою чергу визначається різноманіттям і складністю технології вирощування саджанців.

Вирощування клонових підщеп представляє складний технологічний процес. Перші два роки закладки й формування маточника поєднують стандартні технологічні операції по підготовці ґрунту під закладку багаторічних насаджень, включаючи напівплантажну оранку на глибину до 0,45 м. Для закладки маточників бажано брати добре укорінені перерослі однолітні чи дволітні відсадки. Відбирають їх у другій половині червня. Попередньо однолітні перерослі відсадки обрізають косарками навесні до початку набрякання бруньок на висоті від 20 до 30 см від основи куща [3].

Посадка виконується, як правило вручну за схемою 1,4...1,6 x 0,2 м із застосуванням борознонарізувачів, що утворюють канавки глибиною до 0,25...0,27 м. При посадці стежать за дотриманням прямолінійності рядів (для зручного застосування машин при обробці). Слідом за посадкою проводять чизелювання чи культивацію міжрядь, а на зрошуваних ділянках – культивацію і полив [4].

Поряд із традиційними операціями догляду за насадженнями: розпушуванням ґрунту в міжряддях культиваторами для виноградників, знищення бур'янів в рядах, обприскуванням отрутохімікатами й підживлення мінеральними добривами – виконуються й специфічні операції. Навесні до початку першої вегетації рослини обрізають на 3-5 см нижче рівня ґрунту. У результаті основа голівки куща розміщується значно нижче поверхні ґрунту, що дозволяє надалі зменшити висоту підгортання кущів (рис. 1.1).

Також закладку маточних рослин клонових підщеп виконують за допомогою так званих дугоподібних та горизонтальних відсадків (рис. 1.1. п. 2, 3). Розмноження дугоподібними відсадками добре застосовувати для погано

сформованих та малих маточних рослин, а розмноження горизонтальними відсадками ефективно при ремонті маточника після випадіння маточних рослин.

Починаючи з другої вегетації, після відростання відростків до 15-25 см їх підгортають перший раз на 8-10 см, другий – 12-18 см при довжині відсадків 25-40 см і третій – на 18-25 при довжині відростків 40-60 см. Засипані ґрунтом кущі в результаті машинного підгортання розкривають вручну, щоб вони не загинули. Слідом за підгортанням проводять культивуацію. На півдні остаточна висота підгортання 25, рідше 30 см, у центральних і північних областях – 20 см.

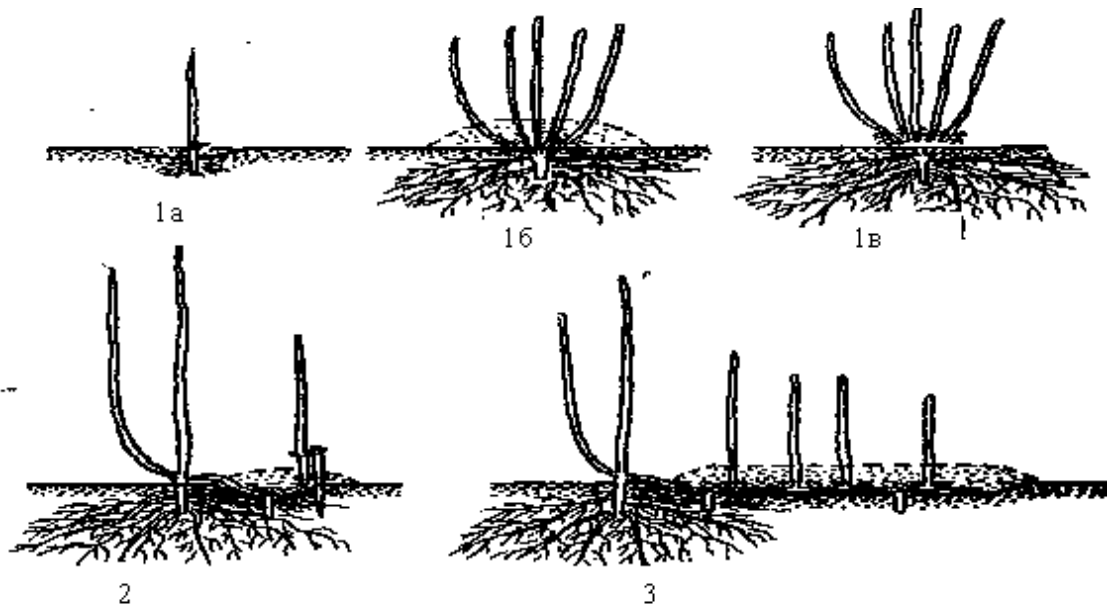


Рисунок 1.1 – Розмноження клонових підщеп відсадками:

1 – вертикальні відсадки: 1 а – посаджений відсадок перед першою вегетацією; 1 б – трьох-, п'ятирічний маточний куш, підгорнутий землею; 1 в – той же куш о момент відокремлення відсадків; 2 – дугоподібні; 3 – горизонтальні

Рано навесні маточні кущі розкривають. Несвоєчасне розкриття маточних кущів навесні веде до загибелі рослин.

Міжряддя маточника рихлять 6-9 разів, у рядках – 2-3 рази (після поливів чи дощів). Восени, після відокремлення відсадків, проводять безвідвальну оранку.

За 10-15 днів до відокремлення відсадків націпною косаркою зрізують верхню частину кущів на висоті 40 см від їхньої основи, потім їх обприскують дефоліантами. Після цього кущі розкривають, відсадки зрізують біля основи, залишаючи шипики висотою 0,5-1 см.

В міру росту в маточних кущів сильно розвивається коренева система, могутніми стають однолітні пагони, особливо в підщеп типу М9, М26, ММ106. Продуктивність маточника наростає поступово. У табл. 1.1 приведені середні

дані про продуктивність маточників різних типів підщеп, що розмножуються вегетативно [11]. Однак автор підкреслює, що в промислових маточниках вихід відсадків звичайно нижче на 20-60% через випадки й ушкодження кущів.

Витрати праці на вирощування 1 тис. штук клонових підщеп становлять 15,5 люд.-год., тобто майже у два рази вище, ніж на виробництво насінних підщеп [6]. Такі технологічні операції як апробація маточних кущів, інвентаризація, навішення етикеток, сортування, підрахунок, зв'язування відсадків у пучки, їх прикопка й т.п., носять організаційний специфічний характер, їхня механізація найближчим часом малоймовірна, а загальна сума затрат праці на їхнє виконання становлять 417 люд.-год./га. З іншої частини затрат праці 1130 люд.-год./га лише приблизно 98 люд.-год./га (9%) виконуються механізовано. На розкриття й відокремлення відсадків припадає 583 люд.-год./га або 52% від загальних затрат праці протягом року [6].

Якщо для вирощування насінних підщеп є набір універсальної сільськогосподарської техніки, то для вирощування клонових підщеп, що становлять основу сучасного садівництва, така техніка відсутня. Тому нами був узятий напрямок по розробці засобів механізації вирощування клонових підщеп, а точніше – механізації самих трудомістких операцій – розкриття кореневої системи маточних рослин та відокремлення відсадків.

Витрати праці на вирощування 45 тис. шт. однолітніх саджанців зерняткових порід на площі 1 га при схемі посадки 0,7 x 0,2 м становлять 5664 люд.-год. [6]. Крім комплексу робіт, пов'язаних з підготовкою ґрунту під закладку першого поля розсадника, вирощування саджанців включає посадку підщеп, догляд за насадженнями шляхом розпушування ґрунту в міжряддях, підживлення мінеральними добривами, захист шляхом обприскування, знищення бур'янів в рядах рослин, а також цілу групу технологічних операцій по окультуренню підщеп: підчищення штамбів підщеп із протиранням, заготівлю черешків у маточно-живцевому саду, окулірування, обв'язку й ревізію, зрізку на культурну бруньку, апробацію саджанців, видалення дикої порослі. Окулірування проводять у строки, коли відстає кора – у липні-серпні. Як прищепу беруть лише одну бруньку із щитком (шматочком кори або кори й деревини). На корі підщепи роблять довгий прямий розріз, кору відокремлюють від деревини, у простір, що утворився, установлюють бруньку, а потім щільно прив'язують до підщепи синтетичною стрічкою. Операції по окультуренню підщеп вимагають знання біології рослин і практичних навичок для ручного виконання. Затрати праці на їхнє виконання становлять 2385 люд.-год./га. Інша частина робіт обсягом 3279 люд.-год./га, що включає більше 50 технологічних операцій, має рівень механізації приблизно 5%. Серед них найбільш трудомісткими є посадка – 455 люд.-

год./га, обробка ґрунту в рядках – 820 люд.-год./га, викопування й вибірка саджанців – 622 люд.-год./га. Сумарно вони визначають 58% витрат праці, механізація яких реально здійсненна.

Виробництво дворічних саджанців передбачає ще додатковий комплекс робіт протягом третього року їхнього вирощування в третьому полі, основними з яких по трудомісткості є знищення бур'янів – 465 люд.-год./га, формування крони й апробація рослин 321 люд.-год./га.

Таким чином, загальні витрати на вирощування дворічних саджанців становить 6450 люд.-год./га [6, 7, 8]. Зменшення цих витрат в 2,5...2,9 рази за рахунок розробки й використання комплексу машин представляє важливе народногосподарське завдання.

Розділ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОГИНУ ПРУТКІВ ВОРСУ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ЩІТКИ

Вплив прогину прутків ворсу на параметри щітки.

Визначимо проекцію прутка ворсу на вісь y (рис. 2.1). В процесі своєї роботи прутки ворсу малого перерізу може отримувати деформації при згині, що співрозмірні навіть з його довжиною [15]. При великих переміщеннях принципи незалежності дії сил є неприємними так, як напрям дії сили і її величина змінюються в процесі згину. Зобразимо ще одну систему координат $x'Oy'$ таким чином, щоб вісь y' була паралельною напрямку дії сили F . Згідно з [15] маємо

$$\begin{aligned}\frac{y'-y'_0}{l} &= \frac{2}{\beta} (E(\psi) - E(\psi_0)) - \frac{s}{l}, \\ \frac{x'-x'_0}{l} &= \frac{2}{\beta} k(\cos\psi_0 - \cos\psi)\end{aligned}\quad (2.1)$$

де y' та x' – координати кінця прутка ворсу по осям, що відцентровані по напрямку дії сили F , м;

y'_0 та x'_0 – координати початку прутка ворсу по осям, що відцентровані по напрямку дії сили F , м;

$E(\psi)$ та $E(\psi_0)$ – еліптичний інтеграл Лежандра другого роду.

$$\begin{aligned}E(\psi) &= \int_0^{\pi/2} \sqrt{1 - k^2 \sin^2 \psi} d\psi; \\ E(\psi_0) &= \int_0^{\psi_0} \sqrt{1 - k^2 \sin^2 \psi} d\psi.\end{aligned}$$

В нашому випадку координати y'_0 та x'_0 дорівнюють нулю, а $s=l$. Звідси матимемо:

$$\begin{aligned}\frac{y'}{l} &= \frac{2}{\beta} \left(\int_{\psi_0}^{\pi/2} \sqrt{1 - k^2 \sin^2 \psi} \cdot d\psi \right) - 1, \\ \frac{x'}{l} &= \frac{2}{\beta} k(\cos\psi_0 - \cos\psi)\end{aligned}\quad (2.2)$$

Далі знайдемо координати точки 1 кінця прутка ворсу з рівняння (2.2) пружної лінії. Враховуючи, що координата y_1 кінця прутка ворсу дорівнює

$$y_1 = y' \cos\left(\frac{\pi}{2} - \zeta_0\right) + x' \sin\left(\frac{\pi}{2} - \zeta_0\right), \quad (2.3)$$

матимемо наступну формулу для її визначення:

$$y_1 = \left(\left(\frac{2}{\beta} \int_{\psi_0}^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1 - k^2 \sin^2 \psi} \cdot d\psi - 1 \right) \sin \zeta_0 + \frac{2}{\beta} k \cos \psi_0 \cos \zeta_0 \right) \cdot l. \quad (2.4)$$

Визначимо величину прогину прутка ворсу $_{\Delta}l$.

$$_{\Delta}l = l - y_1. \quad (2.5)$$

З урахуванням (2.4) отримаємо наступне:

$$_{\Delta}l = l \left(1 - \left(\left(\frac{2}{\beta} \int_{\psi_0}^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1 - k^2 \sin^2 \psi} \cdot d\psi - 1 \right) \sin \zeta_0 + \frac{2}{\beta} k \cos \psi_0 \cos \zeta_0 \right) \right). \quad (2.6)$$

Координата x_1 кінця прутка ворсу дорівнює:

$$x_1 = x' \cos\left(\frac{\pi}{2} - \zeta_0\right) - y' \sin\left(\frac{\pi}{2} - \zeta_0\right). \quad (2.7)$$

Підставивши значення y' та x' отримаємо

$$x_1 = \left(\frac{2}{\beta} k \cos \psi_0 \sin \zeta_0 - \left(\frac{2}{\beta} \int_{\psi_0}^{\frac{\pi}{2}} \sqrt{1 - k^2 \sin^2 \psi} \cdot d\psi - 1 \right) \cos \zeta_0 \right) \cdot l. \quad (2.8)$$

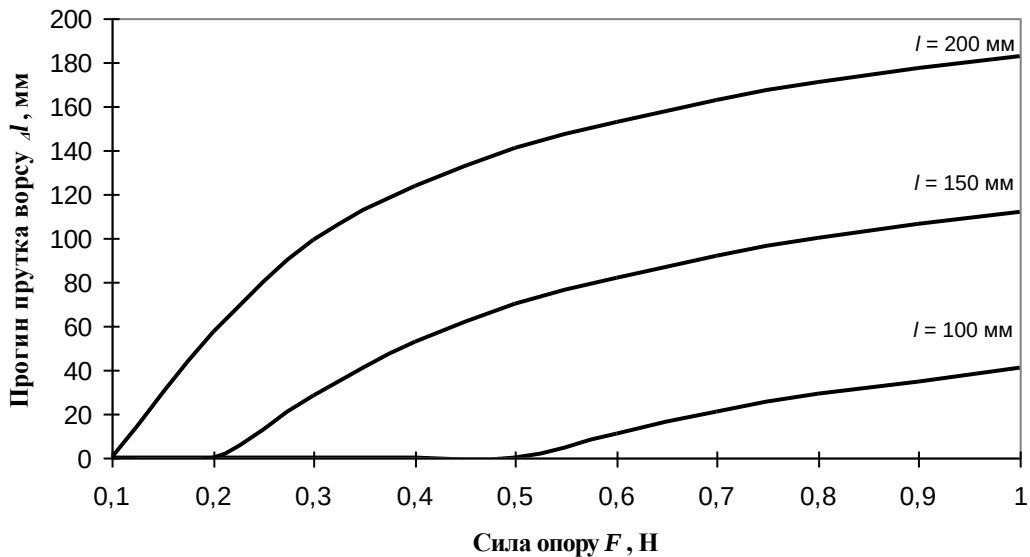


Рисунок 2.1 – Залежність прогину Δl прутка ворсу від сили опору F та довжини прутка ворсу l

Характер прогину прутків ворсу бачимо з графіка (рис. 2.1). Збільшення довжини l прутка ворсу призводить до збільшення його прогину Δl під час роботи. При чому прутки малої довжини можуть витримувати більші навантаження без прогину. Так, наприклад, пруток довжиною 100 мм і жорсткістю $0,006 \text{ Н} \cdot \text{м}^2$ починає прогинатися при досягненні силою F значення 0,5 Н, а пруток довжиною 150 мм – при досягненні силою F значення 0,2 Н. Зі збільшенням навантаження прогин прутка також збільшується, при чому спочатку крива зростає круто, а при наближенні значення прогину до довжини прутка плавно переходить в пряму. Прутки меншої довжини мають більш плавну характеристику залежності прогину відносно навантаження.

Якщо в рівняннях (2.7) і (2.8) отримано від'ємні значення, то це означає, що прогин прутка по осі x або y ще не почався, а тому отримане значення потрібно прирівняти до нуля.

Для визначення кінематичних параметрів щітки з урахуванням прогину прутків ворсу розглянемо її роботу (рис. 2.2). Пруток ворсу 1 в своєму русі по ґрунту описує траєкторію ОА. Після контакту з поверхнею ґрунту в точці О сила F опору переміщенню прутка зростає і досягає свого максимального значення в точці А. Відповідно до зростання сили опору переміщенню збільшується і прогин прутка ворсу. При досягненні прутком точки А сила F різко зменшується і пруток різким рухом випрямляється. Траєкторія ОА, яку описує пруток в своєму абсолютному русі, буде залежати від поступальної швидкості v_a руху машини та від швидкості обертання ω щітки.

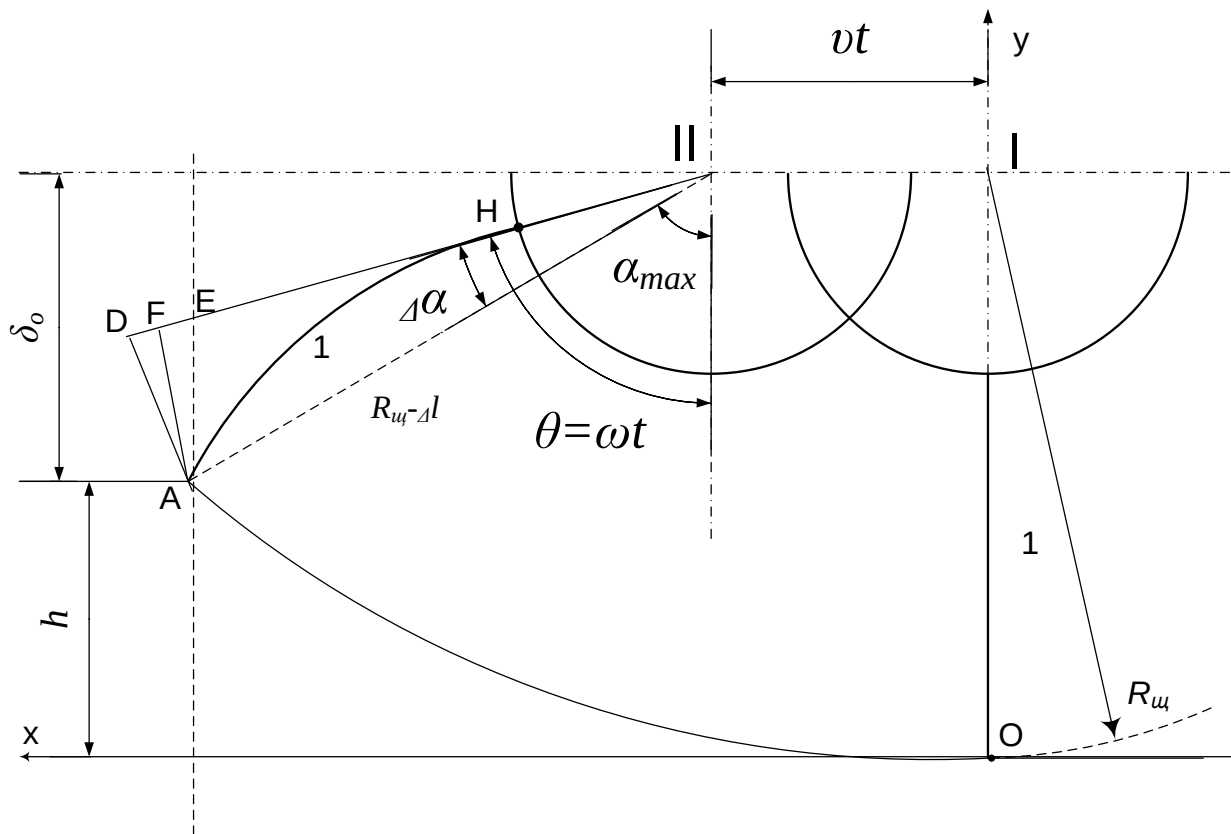


Рисунок 2.2 – Схема роботи щітки

Рівняння руху кінця прутка 1 по цій траєкторії можна записати наступним чином:

$$x_K = v_a t + R_{uy} \sin \omega t - x^*; y_K = R_{uy} (1 - \cos \omega t) - y^*, \quad (2.9)$$

де t – час, у який визначаються координати кінця прутка, с;

x^* – проекція величини відхилення прутка ворсу в наслідок прогину на вісь x , м;

y^* – проекція величини відхилення прутка ворсу в наслідок прогину на вісь y , м.

Значення x^* та y^* можна знайти з трикутника ADE (рис. 2.3). В цьому трикутнику AF є проекція прутка ворсу x_1 , а FD дорівнює величині прогину прутка ворсу Δl .

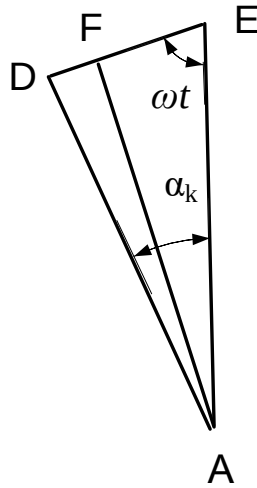


Рисунок 2.3 – Схема для розрахунку робочих параметрів прутка ворсу

З трикутника ADE маємо:

$$x^* = AD \sin \alpha_k; y^* = AD \cos \alpha_k, \quad (2.10)$$

де α_k – кут між сторонами AD та AE.

$$AD = \sqrt{AF^2 + FD^2} = \sqrt{x_1^2 + l^2}; \quad (2.11)$$

$$\alpha_k = 180 - \arctg \frac{x_1}{l} - \omega t. \quad (2.12)$$

Враховуючи рівняння (2.11) і (2.12) отримаємо:

$$x^* = \sqrt{x_1^2 + l^2} \sin \left(\pi - \left(\arctg \frac{x_1}{l} + \theta \right) \right); \quad (2.13)$$

$$y^* = \sqrt{x_1^2 + l^2} \cos \left(\pi - \left(\arctg \frac{x_1}{l} + \theta \right) \right). \quad (2.14)$$

Кут θ визначимо як

$$\theta = \alpha_{\max} + {}_{\Delta} \alpha,$$

де ${}_{\Delta} \alpha$ – кут, що враховує прогин прутка ворсу.

Кут з'являється внаслідок “відставання” кінця прутка ворсу при прогині від його недеформованої осі тобто, цей кут враховує те, що вісь недеформованого прутка ворсу вже вийшла за межі валка і перейшла у холосту

фазу, а кінець прутка ще залишається певний час, в залежності від величини прогину, в робочій фазі.

Згідно з теоремою косинусів маємо

$$_{\Delta}\alpha = \arccos \frac{R_u^2 + (R_u - l)^2 - AD^2}{2R_u(R_u - l)} = \arccos \left(1 - \frac{x_1^2}{2R_u(R_u - l)} \right). \quad (2.15)$$

Тепер, з врахуванням (2.14) і (2.15), одержимо рівняння для визначення кута θ .

$$\theta = \arccos \left(1 - \frac{h}{R_u} \right) + \arccos \left(1 - \frac{x_1^2}{2R_u(R_u - l)} \right). \quad (2.16)$$

Припустимо, якщо кут α_i змінюється в межах від 0 до θ , а величини R_{ui} і $_{\Delta}l_i$ змінюються в наступних межах від точки О до точки А:

$$\begin{aligned} 0 &\leq _{\Delta}l_i \leq l \\ R_u &\leq R_{ui} \leq R_u - l \end{aligned}$$

то будуть справедливими наступні залежності:

$$\begin{aligned} _{\Delta}l_i &= l \frac{\sin \alpha_i}{\sin \theta}, \\ x_{1i} &= x_1 \frac{\sin \alpha_i}{\sin \theta}. \end{aligned}$$

Тоді рівняння (2.9) руху кінця прутка ворсу приймуть вигляд

$$\begin{aligned} x_{\kappa} &= v_a t_i + (R_u - l_i) \sin(t_i \omega) - x_i^* \\ y_{\kappa} &= (R_u - l_i) (1 - \cos(t_i \omega)) - y_i^* \end{aligned} \quad (2.17)$$

де $t_i = \alpha_i / \omega$

Знайдемо перший диференціал рівнянь (2.17) і отримаємо проекцію абсолютної швидкості кінця прутка ворсу на осі x і y в залежності від кута повороту щітки.

$$\begin{aligned} v_x' &= v_a - l \omega \cos \alpha_i \frac{\sin \alpha_i}{\sin \theta} + \omega \left(R_u - l \frac{\sin \alpha_i}{\sin \theta} \right) \cos \alpha_i - \omega x^* \frac{\sin \alpha_i}{\sin \theta} \\ v_y' &= -l \omega \frac{\cos \alpha_i}{\sin \theta} (1 - \cos \alpha_i) + \omega \left(R_u - l \frac{\sin \alpha_i}{\sin \theta} \right) \sin \alpha_i - \omega y^* \frac{\sin \alpha_i}{\sin \theta} \end{aligned} \quad (2.18)$$

Відповідно абсолютна швидкість кінця прутка ворсу з врахуванням його прогину буде дорівнювати

$$v' = \sqrt{v_x'^2 + v_y'^2} . \quad (2.19)$$

З аналізу графіка (рис. 2.4), який побудовано згідно (2.19), видно, що прогин прутка значно впливає на абсолютну швидкість його кінця. Так, при наших розрахунках (сила опору $F = 0,29$ Н, жорсткість ворсу $H = 0,00625$ Н·м², радіус щітки 0,2...0,26 м) ворс невеликої довжини (140 мм) мало прогинається і швидкість його кінця зменшується від 6,7 до 4,8 м/с майже по прямій, яка лише в кінці переходить в криву. При збільшенні довжини ворсу характер зміни абсолютної швидкості його кінця змінюється. Спочатку, при довжині ворсу 170 мм, швидкість суттєво зменшується від 7,6 до 3,3 м/с. А при збільшенні довжини ворсу до 200 мм ми спостерігаємо зменшення швидкості його кінця більше ніж в два рази (від 8,4 до 3 м/с) по ввігнутій кривій. Наявність перегину на цій кривій пояснюється тим, що прогин прутка значно зростає і після досягнення кута 55° технологічний процес порушується, пруткок уповільнює рух і починає деформуючись виглиблюватися з ґрунту поки не зменшиться сила опору.

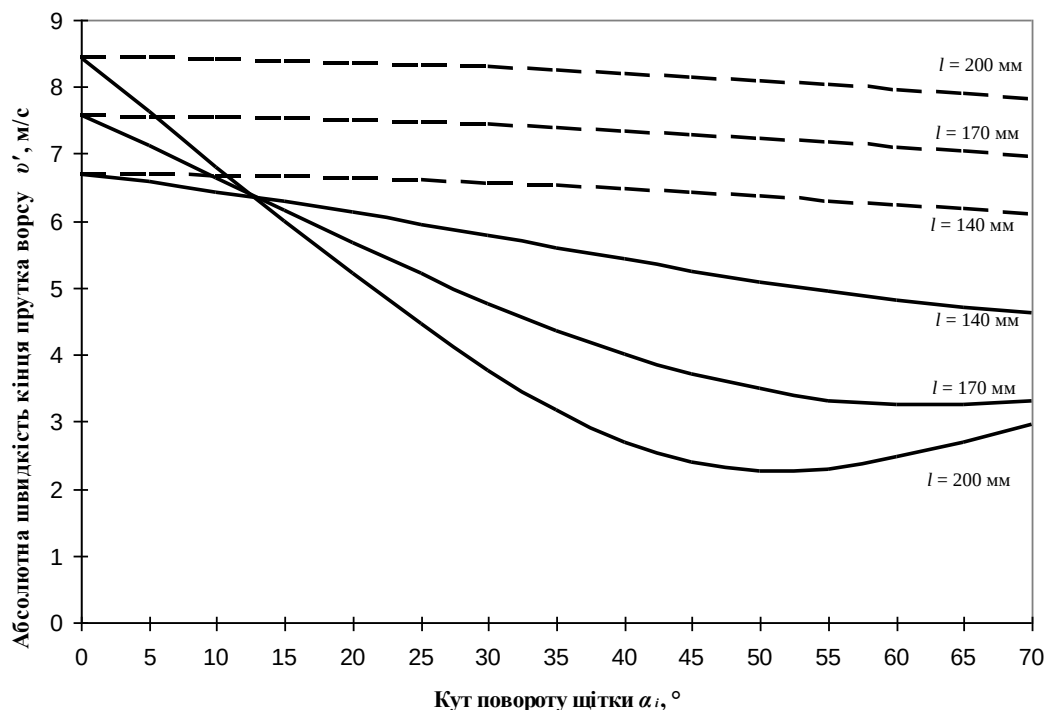


Рисунок 2.4 – Залежність абсолютної швидкості кінця прутка ворсу від кута повороту щітки: — з врахуванням прогину; - - без врахування прогину

Розділ 3. ВИЗНАЧЕННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ПРИСТРОЮ

3.1. Методика енергетичної оцінки роботи експериментального пристрою. Визначення показників енергетичної оцінки виконувалось за стандартною методикою ОСТ 70.2.2-73. Енергооцінка виконувалась по двом показникам:

витрати потужності на привід щіткових робочих органів;
тяговий опір пристрою.

Дослідження проводились на дослідній ділянці Інституту садівництва УААН. Показники визначалися як на робочому, так і на холостому ходу агрегату.

Енергетичні показники визначалися за допомогою тензометрування. При проведенні досліджень вимірювали і реєстрували наступні показники: швидкість руху агрегату, м/с; крутний момент на ВВП трактора, Н·м; частоту обертання роторів щіток, хв-1; тяговий опір пристрою; довжину шляху, який пройдено за дослід, м; час дослід, с.

Крутний момент на привід щіток фіксували з допомогою спеціального перехідного валу на ВВП трактора, на якому були змонтовані тензодатчики, омична напруга з яких з через ртутний струмознімач перетворювався в електричну напругу за допомогою підсилювача SPIDER8. Обробка даних виконувалась на ноутбучі HP6100 з використанням програми „Catman Express 5.1”.

Загальна потужність на виконання технологічного процесу пристроєм визначалась як:

$$N = N_{щ} + P \cdot v_a, \quad (3.1)$$

де $N_{щ}$ – потужність, яка необхідна для приводу щіток, Н·м;
 v_a – швидкість руху пристрою, м/с;
 P – тяговий опір пристрою, Н.

Для визначення енергоємності технологічної операції при роботі пристрою визначення потужності проводилось в наступній послідовності.

При включеному ВВП трактора виконувалась енергооцінка процесу розкриття кореневої системи маточних рослин, шляхом фіксування крутного моменту приводу щіток. Потужність яка споживається на розкриття кореневої системи визначалась з рівності:

$$N_{\dot{u}} = M_{\dot{u}} \cdot \omega_{\dot{a}}, \quad (3.2)$$

де $M_{\dot{u}}$ – крутний момент привода щіток, Н·м;
 $\omega_{\dot{a}}$ – кутова швидкість ВВП трактора, рад/с.

Визначення залежності витрат потужності на розкриття кореневої системи від кутової швидкості ω щіток, поступальної швидкості u_a руху пристрою та кількості ворсу на щітках з виконувалось за умовами плану експерименту (таблиця 3.1).

Залежність опору пристрою від його робочих параметрів визначалась при робочому ході за тим же планом, що і витрати потужності на привід щіток. Відповідний тяговий опір пристрою знаходився методом "другого трактора": агрегуванням трактора МТЗ-80 з експериментальним пристроєм та іншим трактором МТЗ-82. Для вимірювання тягового опору використовувалась тензоланка 10 т, яка була включена в тягу, що з'єднувала обидва трактора.

Тяговий опір пристрою визначався при цьому за наступною формулою:

$$P = P_{PX} - P_{XX}, \quad (3.3)$$

де P_{PX} – тяговий опір трактора МТЗ-80 з експериментальним пристроєм в робочому положенні;

P_{XX} - тяговий опір трактора МТЗ-80 з експериментальним пристроєм в неробочому положенні.

Підстановка знайдених складових $N_{\dot{u}}$ та P в рівняння (3.1) забезпечила визначення залежності витрат загальної потужності на розкриття кореневої системи маточних рослин клонових підщеп від кутової швидкості щіток, швидкості поступального руху пристрою та кількості ворсу.

Для обробітку даних, отриманих в результаті експериментів, застосовано методику математичного планування та статистики.

Після проведення експериментальних досліджень провели обробку отриманих результатів з метою одержання регресивної моделі, яка дала б змогу визначити не тільки вплив факторів на якісні та енергетичні показники роботи пристрою, а й визначити оптимальні значення цих факторів. Звичайні методи планування та обробки в даному випадку не підходять, а тому нами було використано метод планування та статистичного обробітку даних екстремального експерименту [94].

Для проведення трьохфакторного експерименту нам був вибраний D-оптимальний план. Ці плани на даний час є найбільш розробленими і доступними та базуються на теоретичній концепції спільних ефективних оцінок. Основною перевагою D-оптимальних планів є мінімізація узагальненої дисперсії, тобто об'єму еліпсоїда розсіювання оцінок параметрів. Дані плани дозволяють описати поверхню відгуку поліномом другого порядку варіюючи факторами лише на трьох рівнях замість п'яти, як це необхідно в рототабельних та ортогональних планах. D-оптимальні плани одночасно мінімізують дисперсію оцінок коефіцієнтів регресії і дають максимальну точність в передбаченні значень функції відгуку. Матрицю експерименту подано в таблиці 3.1.

Застосування такої методики дозволило значно скоротити об'єм експериментальних досліджень та знайти оптимальні робочі параметри пристрою з врахуванням якісних та енергетичних показників його роботи. Число повторюваностей кожної групи дослідів також визначається планом експерименту. В нашому випадку ми прийняли трьохфакторний план Бокса-Бенкіна.

Таблиця 3.1

Матриця експерименту при визначенні якісних та енергетичних показників роботи пристрою

№ дослідів	Вхідні фактори					
	Швидкість руху, м/с		Кутова швидкість щіток, с-1		Кількість ворсу на щітці, шт.	
	натуральні	кодовані	натуральні	кодовані	натуральні	кодовані
1	0,7	0	21	-1	5600	+1
2	0,55	-1	28	0	5600	+1
3	0,85	+1	28	0	5600	+1
4	0,7	0	35	+1	5600	+1
5	0,55	-1	35	+1	4900	0
6	0,85	+1	35	+1	4900	0
7	0,85	+1	21	-1	4900	0
8	0,55	-1	21	-1	4900	0
9	0,7	0	28	0	4900	0
10	0,7	0	28	0	4900	0
11	0,7	0	28	0	4900	0
12	0,55	-1	28	0	4200	-1
13	0,85	+1	28	0	4200	-1
14	0,7	0	21	-1	4200	-1
15	0,7	0	35	+1	4200	-1

Задачі оптимізації значно ускладнюються, якщо цілі оптимізації, відносно яких вони мають бути вирішені, визначаються власними окремими категоріями і не мають спільного визначника. Тобто, ефективність рішень потрібно оцінювати з урахуванням одночасно декількох критеріїв оптимізації. Задачі такого роду називаються компромісними. Якщо ж потрібно, як в нашому випадку, одні параметри оптимізації збільшувати, а інші зменшувати, то задачі оптимізації ускладнюються.

З існуючої множини методів для вирішення компромісних задач на практиці при кількості змінних $k=3$ найкраще застосовувати графічний метод, суть якого полягає в тому, що область оптимуму знаходять візуальним шляхом, співставляючи графіки, які характеризують співставлення двовимірних перерізів декількох поверхонь відгуку.

3.2. Енергетичні показники роботи пристрою

Для оцінки енергоємності процесу відкриття кореневої системи маточних рослин запропонованим нами пристроєм досліджено наступні параметри: крутний момент на валу відбору потужності трактора, що необхідний для приводу щіткових робочих органів, та тяговий опір пристрою.

Після обробки отриманих експериментальних даних отримані рівняння регресії (3.4) та (3.5), які адекватно відображають залежність потужності, необхідної для приводу щітки y_3 на ВВП трактора, та потужності, потрібної для подолання тягового опору y_4 пристрою від швидкості руху агрегату x_1 , кутової швидкості щіток x_2 та кількості ворсу на щітці x_3 .

$$y_3 = 7688,3 + 1859,8x_1 + 2140,8x_2 + 195,5x_3 + 223,6x_1^2 + 422,6x_2^2 + 219,6x_3^2 + 362x_1x_2 + 197x_1x_3 + 121,5x_2x_3; \quad (3.4)$$

$$y_4 = 1007,94 + 372,11x_1 + 16,34x_2 - 11,39x_3 + 73,92x_1^2 + 3,82x_2^2 + 1,86x_3^2 + 7,91x_1x_2 - 5,49x_1x_3 - 2,06x_2x_3. \quad (3.5)$$

Аналізом значимості коефіцієнтів в рівняннях (3.4) та (3.5) при рівні ймовірності 0,95 було встановлено, що в рівнянні (3.6) деякі коефіцієнти регресії є не значимими і ними можна знехтувати. Тоді рівняння (3.6) прийме вигляд

$$y_4 = 1007,94 + 372,11x_1 + 16,34x_2 - 11,39x_3 + 73,92x_1^2 + 3,82x_2^2 + 7,91x_1x_2 - 5,49x_1x_3. \quad (3.6)$$

Згідно з рівняннями побудовані графічні залежності (рис. 3.1 та рис. 3.2) потужності, необхідної для приводу щітки та тягового опору.

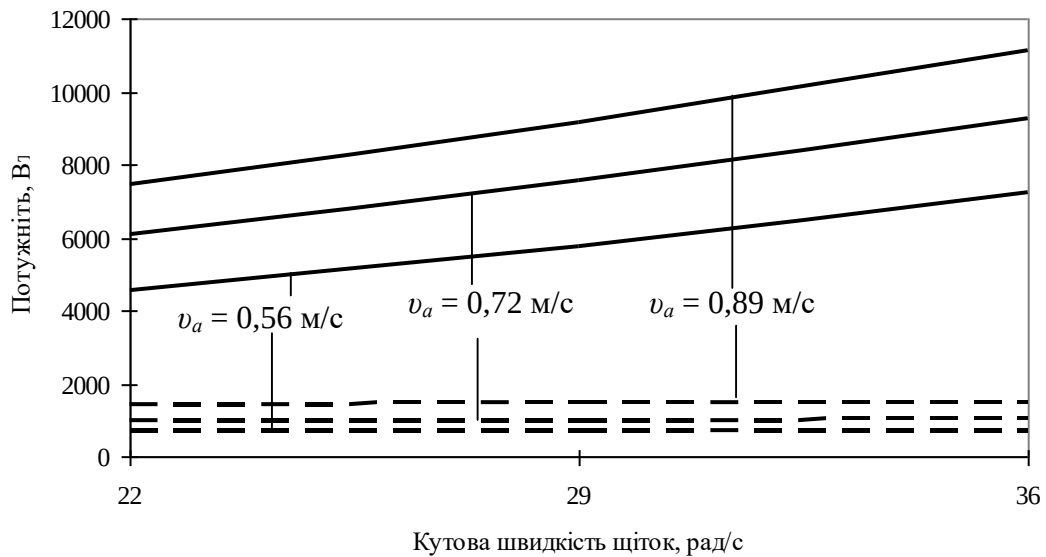


Рисунок 3.1 – Залежність потужності від кутової швидкості щіток: — потужність на привід щіток, --- потужність на подолання тягового опору

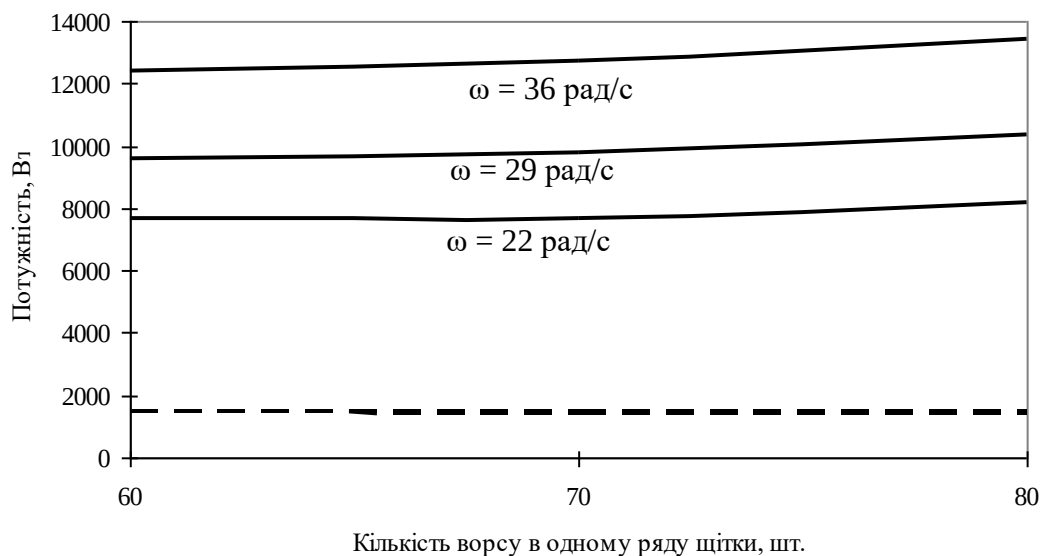


Рисунок 3.2 – Залежність потужності від кількості ворсу: — потужність на привід щіток, --- потужність на подолання тягового опору

З аналізу наведених залежностей видно, що швидкість v_a руху агрегату значно впливає на значення потужності як на привід щітки, так і на подолання тягового опору пристрою. Зменшення поступальної швидкості агрегату в значній мірі зменшує енерговитрати на виконання технологічного процесу. Так, при зменшенні швидкості руху з 0,89 до 0,56 м/с затрати потужності на привід щітки зменшуються на 40 %, а потужність на подолання тягового опору зменшується з 1478 до 701 Вт. Кутова швидкість ω щіток має невеликий вплив

на значення потужності, необхідної для подолання тягового опору, і її збільшення призводить до зростання потужності для приводу щіток. Наприклад, при швидкості руху 0,72 м/с збільшення кутової швидкості щіток з 22 до 36 рад/с збільшує витрати потужності від 5970 до 10250 Вт. А тому при можливості краще приймати менші значення ω , що позитивно відгукнеться на енергоємності процесу. Кількість ворсу z на щітках має малий вплив на значення необхідної потужності. Зменшення кількості прутків ворсу зменшує потужність на привід щіток та в незначній мірі збільшує потужність на подолання тягового опору.

На рис. 3.3 представлені графіки порівняння значень потужності, необхідної на привід щіток, отримані теоретичним та експериментальним методами.

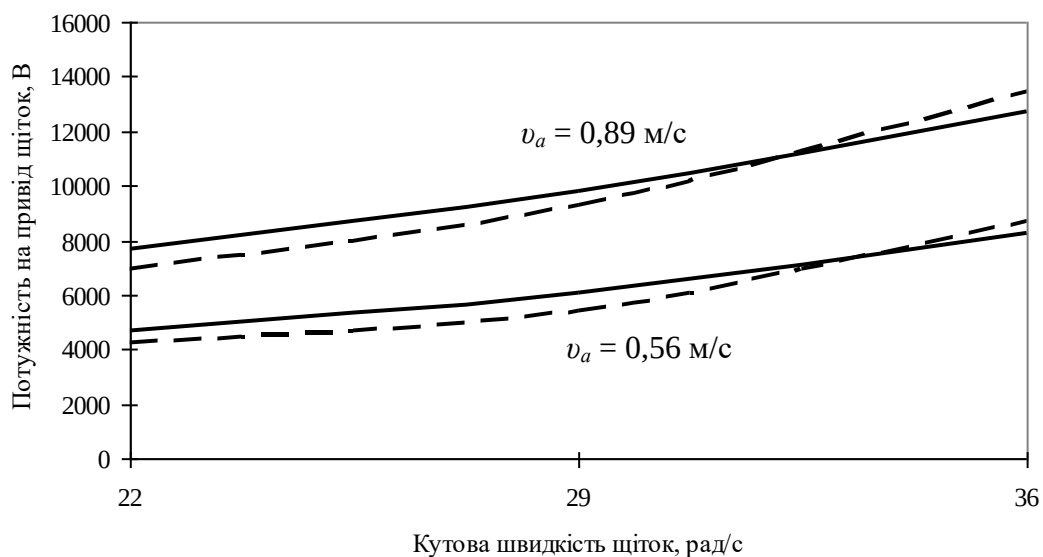


Рисунок 3.3 – Порівняння значень потужності на привід щіток: — експериментальна крива; --- теоретична крива

Як видно з графіків (рис. 3.3) в прийнятих межах рівняння з достатньою точністю відображає значення крутного моменту (похибка становить 5,4...10,7 %), а тому можна сказати, що виконані нами теоретичні дослідження з достатньою точністю відображають процес розкриття кореневої системи щітковими робочими органами з гнучким ворсом.

Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

Вимоги безпеки під час обробітку ґрунту, сівби, садіння сільськогосподарських культур

Польові роботи – це напружений етап річного циклу агропромислового виробництва. У цей час значно зростають обсяги та інтенсивність виконання відповідних технологічних операцій, пов'язаних із посівною кампанією, зокрема, зростає кількість осіб, що беруть участь у виробництві, збільшується кількість задіяної техніки та працівників, тривалість сільськогосподарських робіт протягом доби тощо. Усе це пов'язано із великою кількістю травмонебезпечних ризиків та об'єктивно збільшує вірогідність травматизму, особливо при недотриманні вимог нормативно-правових актів з охорони праці та промислової безпеки і внаслідок неналежної організації робіт. Тому Станично-Луганське відділення управління виконавчої дирекції Фонду соціального страхування України у Луганській області нагадує роботодавцям та працівникам підприємств району, які задіяні у сільськогосподарському виробництві, про вимоги безпеки під час обробітку ґрунту, сівби, садіння сільськогосподарських культур.

Вимоги безпеки під час виконання робіт у сільськогосподарському виробництві регламентують Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві, затверджені наказом Міністерства соціальної політики України від 29.08.2018 № 1240, зареєстровані у Міністерстві юстиції України 21.09.2018 за № 1090/32542 (НПАОП 01.0-1.02-18); Правила охорони праці під час технічного обслуговування та ремонту машин і обладнання сільськогосподарського виробництва, затверджені наказом Міністерства праці України від 30.11.2001 № 512 (НПАОП 01.41-1.01-01).

Під час обробітку ґрунту, сівби, садіння сільськогосподарських культур можуть діяти **небезпечні і шкідливі виробничі фактори**, що може призвести до нещасного випадку:

- зовнішні метеорологічні фактори (вітер, опади, гроза, сонячна радіація, низька або висока температура зовнішнього повітря, ожеледиця тощо);
- неправильні режими роботи технологічних систем;
- транспорт, що рухається;
- машини і механізми технологічних систем для обробітку ґрунту;
- рухомі агрегати і машини: причіпні (навісні) пристрої, робочі органи тощо;
- інженерні комунікації;

- устаткування, що працює під тиском;
- електрифіковане устаткування, інструмент і електропроводка;
- ручні роботи, що викликають фізичні і нервово-психічні перевантаження.

Вимоги безпеки під час обробітку ґрунту, сівби, садіння

1. Завантаження сівалок і садильних машин насінням, садильним матеріалом та добривами повинно бути механізованим. Ручне завантаження допускається лише за умови зупинення посівного або садильного агрегату та вимкнення двигуна трактора.

2. Машини повинні бути укомплектовані необхідними засобами для очищення робочих органів. Очищення або технологічне регулювання робочих органів на агрегаті, що рухається, або при працюючому двигуні забороняється.

3. Не дозволяється перебування працівників у кузові автомашини або тракторного причепа під час заповнення їх технологічним продуктом, а також під час транспортування продукту до місця складування.

4. Перед початком руху агрегату, ввімкненням гідросистеми або валу відбору потужності трактора необхідно подати сигнал (отримати зворотній сигнал, якщо агрегат обладнано засобами двосторонньої сигналізації), впевнитися, що це нікому не загрожує, і тільки після цього виконувати необхідні дії.

5. Заглиблення робочих органів повинно виконуватися тільки на ходу агрегату. Керувати робочими органами, а також переводити їх в робоче або транспортне положення необхідно тільки з кабіни трактора.

6. При роботі на тракторі з навісною машиною не дозволяється її піднімати з увімкненим валом відбору потужності і вмикати вал відбору потужності при транспортному положенні машини (знаряддя).

7. Зчеплення та навішування машин і обладнання на трактор необхідно виконувати удвох. Працівник, який здійснює зчеплення (навішування), не повинен стояти на шляху руху трактора, а зчеплення починати тільки після сигналу тракториста. З'єднувати причіпну сергу з причіпним пристроєм машин потрібно тільки при зупиненому тракторі і вимкненій передачі.

8. Не дозволяється залишати без нагляду ґрунтооброблювальний агрегат з увімкненим двигуном трактора. При тривалій зупинці агрегату необхідно його загальмувати, опустити робочі органи і вимкнути двигун.

9. При аварійній ситуації необхідно негайно зупинити агрегат, загальмувати й вимкнути двигун трактора.

10. В процесі роботи агрегату необхідно періодично перевіряти надійність причіпки (навіски) причіпної машини, кріплення і роботу робочих органів.

11. Заправляти машину, замінювати, регулювати й очищати робочі органи від зайвих предметів, земляних глиб, налиплого ґрунту і залишків рослин необхідно тільки при зупиненому агрегаті, опущених робочих органах та в рукавицях із застосуванням спеціальних засобів для очищення (скребки) при вимкненому двигуні трактора.

12. Сівальник під час виконання робіт повинен бути одягнений у спецодяг, спецвзуття, використовувати засоби індивідуального захисту (захисні окуляри, респіратор).

13. При виявленні вибухонебезпечних предметів (снарядів, мін, гранат тощо) всі роботи на ділянках повинні бути негайно призупинені, межі ділянки позначені попереджувальними знаками «Обережно! Небезпека вибуху». На ділянці повинна бути організована охорона, а в органи МНС необхідно негайно передати повідомлення.

14. На ділянках полів і доріг, над якими проходять повітряні лінії електропередач (ЛЕП), проїзд і робота машин дозволяється у разі, коли відстань від найвищої точки машини чи вантажу на транспортному засобі до проводу не менше:

15. Під час обробітку ґрунту, сівби, садіння, **забороняється:**

- заміна, регулювання та очищення робочих органів машин при ввімкненому двигуні трактора;
- перебування людей у зоні можливого руху маркерів або навісних машин при розвороті машинно-тракторних агрегатів;
- одночасне обслуговування одним працівником двох або більше сівалок під час руху агрегату;
- заміна, очищення та регулювання робочих органів навісних машин і знарядь, які перебувають у піднятому стані, дозволено після вжиття заходів, що запобігають їх самовільному опусканню;
- експлуатація машин без передбачених конструкцією огорож рухомих елементів;
- підніматися або спускатися з машин під час їх руху;
- сівальнику працювати на навісних сівалках;
- сівальнику під час руху агрегату переходити з сівалки на сівалку, сидіти на насінневих ящиках, працювати при знятих огорожах, очищати руками робочі органи;
- ґрунтообробіток полів до виконання підготовчих робіт (вивезення каміння, засипання ям та інших перешкод; відбивання поворотних смуг).

Вимоги безпеки під час експлуатації сільськогосподарської техніки

1. Обладнання, під час експлуатації якого можливе виділення шкідливих речовин у повітря робочої зони, має бути обладнане місцевою вентиляцією. Пуск місцевої вентиляції має бути заблокований із пуском технологічного обладнання.

2. Вузли та елементи сільськогосподарських машин, що рухаються, обертаються та можуть становити небезпеку, мають бути огорожені захисними кожухами, які забезпечують безпеку працівників.

3. Не дозволяється:

- експлуатація несправних машини та обладнання;
- експлуатація сільськогосподарських тракторів без електростартерного запуску двигуна та з відсутньою або несправною системою блокування запуску двигуна за ввімкнутої передачі.

4. Зовнішні поверхні всіх захисних засобів, приводів і карданів повинні бути пофарбовані в жовтий сигнальний колір.

5. Сівалки, ґрунтооброблювальні та посадкові машини, що допущені до експлуатації, повинні мати:

- справне сидіння сівача, площадку або підніжну дошку й поручні;
- підніжну дошку шириною не менш 350 мм і запобіжні бортики висотою 100 мм;
- гладкі й надійно закріплені поручні на висоті 1 м, якщо конструкцією передбачене робоче місце;
- захисні огороження рухливих деталей приводних передач;
- підключені прилади двосторонньої сигналізації;
- надійне кріплення маркерів у транспортному положенні;
- надійне з'єднання сім'япроводів з коробками сівальних апаратів;
- захисне огороження робочих органів фрез ґрунтооброблювальних машин, що мають примусовий привід і під час роботи розташовані над поверхнею ґрунту;
- справні та надійно закріплені циліндри і шланги гідравлічної системи машини;
- захисне огороження карданних валів приводу машин.

РОЗДІЛ 5

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Дослідний зразок пристрою для розкриття кореневої системи маточних рослин пройшов виробничу перевірку в маточнику клонових підщеп дослідного господарства Інституту садівництва Української академії аграрних наук. Чотирьохрічний маточник посаджено з міжряддями 1,5 м та кроком 0,25 м. Довжина гонів 160 м. Тип ґрунту у валках, що вкривають кореневу систему рослин – суглинки. Посадкові борозни при закладці маточника нарізалися механізованим способом, валки формувалися за допомогою дискового підгортача. На протязі вегетаційного періоду ґрунт у валках не оброблявся. Вологість ґрунту в горизонті 5-20 см становила 17,6-21,2 %, а твердість – 0,67-2,87 МПа. Ширина валків у нижній частині дорівнювала $1,1 \pm 0,03$ м.

Агрегат складався з трактора МТЗ-82 та дослідного зразка пристрою для розкриття кореневої системи. Продуктивність за годину змінного часу визначали за результатами хронометражу роботи агрегату протягом одної зміни. За результатами хронометражу час зміни склав 5,88 год., в тому числі основна робота – 5,3 год.; повороти – 0,36 год.; інші складові зміни – 0,22 год. Сумарна оброблена площа – 1,65 га. Отримана продуктивність за годину основної роботи – 0,31 га, а за годину змінного часу – 0,29 га. Середня робоча швидкість агрегату була 2,5 км/год.

При розкритті кореневої системи маточних рослин з міжряддям 1,5 м та середній ширині валків при основі 1,1 м змінна норма виробітку становить 2,1 га, а за годину змінного часу (при тривалості зміни 7 год.) – 0,29 га. Ціна пального складала 4,10 грн/кг. Вартість нового пристрою прийнята відповідно до розрахунків, виконаних економістами Інституту садівництва, рівною 8600 грн., а вартість дискового розгортача відповідно до вартості дискового підгортача з каталогу продукції відділу наукових розробок машин для садів Інституту садівництва прийнята рівною 3500 грн.

Також враховано затрати праці та коштів на ручне розкриття валків, що залишаються після проходження агрегатів.

Складові розрахованих витрат коштів на розкриття кореневої системи маточних рослин та їх суму наведено в таблиці 5.1.

Застосування розробленого пристрою для розкриття кореневої системи забезпечує економію коштів в порівнянні з ручним обробітком – 205,59 грн. (45,6%) на гектар маточника. В порівнянні з застосуванням дискового розгортача економія складає 36,1 грн. (17,6 %) на гектар.

Таблиця 5.1

Розрахунок показників економічної ефективності застосування пристрою для розкриття кореневої системи, віднесені на 1 гектар

Показник	Обробіток вручну	Механізований обробіток	
		Дисковий розгортач	Пристрій для розкриття кореневої системи
Сумарні прямі експлуатаційні витрати, грн.	451,25	96,13	143,28
Вартість обробітку невидаленого ґрунту, грн.	-	248,19	45,13
Сумарні витрати коштів на розкриття кореневої системи, грн.	451,25	344,32	188,41
Затрати праці на обробіток не видаленого ґрунту, люд.-год.	-	68,75	12,5
Сумарні затрати праці на розкриття кореневої системи, люд.-год.	125	72,08	15,83
Капіталовкладення, грн.	-	241,67	381,64
Приведені витрати, грн.	451,25	174,83	245,66
Економія коштів, грн.	-	169,49	205,59
Економія затрат праці, люд.-год.	-	52,92	109,17

Затрати праці при застосуванні дискового розгортача та пристрою для розкриття кореневої системи у порівнянні з ручним обробітком (125 люд.-год.) зменшились відповідно на 52,92 люд.-год. (42,3 %) та 109,17 люд.-год. (87,3 %) на гектар маточника. У порівнянні з дисковим розгортачем затрати праці при застосуванні пристрою для розкриття кореневої системи зменшуються на 56,25 люд.-год. (78 %) на гектар.

Висновки

1. В процесу роботи у виробничих умовах дослідного зразка пристрою для розкриття кореневої системи, розробленого за результатами досліджень, в агрегаті з трактором ХТЗ-3510 при робочій швидкості 2,56 км/год отримана продуктивність 0,29 га за годину змінного часу. Витрата палива 12,8 кг/га.

2. Економія коштів на гектарі при застосуванні пристрою для розкриття кореневої системи – 205,59 грн. (45,6%), а економія затрат праці становить 109,17 люд.-год. (87,3 %) на гектар маточника.

3. Найбільші витрати коштів при застосуванні пристрою для розкриття кореневої системи припадають на паливо-мастильні матеріали – 26,6 % та на відрахування на пристрій – 26 %.

ВИСНОВКИ

1. Теоретичним аналізом встановлено вплив довжини і жорсткості гнучких прутків щітки на рівномірність їх руху і величину кута кришення ґрунту прутками. Значення максимального кута деформації прутка, при якому забезпечується його рівномірний рух, становить 25° . Прутки щітки прямокутного поперечного перерізу, передні грані яких встановлено під кутом 90° до поверхні борозен, що утворюються під час їх контакту з ґрунтом, забезпечують компромісне рішення завдання: відокремлюють частинки ґрунту з валка з незначним його ущільненням, а з іншого боку при контакті з рослиною прогинаються при меншій реакції з її сторони мінімізуючи механічні пошкодження рослин. Так при куті між робочою гранню прутка ворсу і поверхнею ґрунту 80° прутки ворсу з поліпропілену з поперечним перерізом $1,5 \times 2,5$ мм та довжиною 140 мм починає прогинатися під дією сили в 0,11 Н, а при куті 10° – сила повинна становити 0,96 Н, тобто повинна бути майже в 9 разів більшою.

2. В результаті експериментальних досліджень отримані математичні моделі залежності витрат потужності на привід щіток та подолання тягового опору пристрою. Мінімальна енергоємність процесу 4,7 кВт досягається при $v_a = 0,56$ м/с, $\omega = 22$ рад/с, $z = 60$ шт.

Рациональними параметрами щіткового пристрою для розкриття кореневої системи маточних рослин, при яких забезпечується, згідно агрономічних, якість відкриття (89 %) та допустимі пошкодження рослин (2,8 %) є $v_a = 0,89$ м/с, $\omega = 29$ рад/с, $z = 70$ шт. Енерговитрати при цьому становлять: на привід щітки – 9,772 кВт, на подолання тягового опору – 1,454 кВт.

3. На підставі результатів теоретичного аналізу процесу видалення ґрунту гнучким прутком розроблена методика визначення основних параметрів щітки, яка застосована для обґрунтування параметрів дослідного зразка пристрою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Хоменко І.І. (за ред.) Сучасні проблеми садівництва, - Мліїв, 1999. – 194 с.
2. Бублик М.О. Технологічні та методологічні основи підвищення продуктивності сучасного садівництва (Автореферат), – К.: ДОД ІАЕ УААН, 2003. – 36 с.
3. Фришев С.Г. Обґрунтування і розробка технологічного комплексу машин для вирощування садивного матеріалу плодових культур. Дис. д-ра техн. наук: 05.20.01./ Національний аграрний ун-т. – К., 1999. – 287 с.
4. United States Patent № 6,056,067 May 2, 2000 Apparatus for clearing debris. A 01 B 13/04.
5. Демидко М.О. та ін. За ред. М.О. Демидка – 2-е видання, перероб. і доп. – К.: Урожай, 1992. – 261 с.
6. Садівництво / О.Б. Расторгуєв, В.І. Сенін, Н.М. Клочко, О.Г. Караєв, Т.А. Маркіна // Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Степу України. – К.: Аграрна наука, 2004. – С. 466–478.
7. Данильченко М.Г. Сільськогосподарські машини, - Тернопіль: „Економічна думка”, 2001. – 272 с.
8. Deutsches patentamp DT 2413425.6-23 A1 Vorrichtung zur Auflockerung der Bodenoberfläche an Abhängen der aufgeschütteten Beete. A 01 B 13/04, A 01 B 49/00, A 01 B 29/04. 2.10.1975, Luyken, R., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 8000 Munchen.
9. Nederland, Terinzagelegging № 8901860 Grondfreens en machine voor mechanisehe onkruidbestrijding. A 01 B 33/02, A 01 B 13/04, A 01 B 39/16 A 01 B 39/08. 18 februari 1991, Baveck Machines, broekheuvelsestraot 2 te 5321 JC Hedel.
10. Мельник І.І., Бабій В.П., Марченко В.В., Голуб Б.Л., Шатров Р.В, Надточій О.В., Кавецька В.Г., Якимів Р.Я. Методичні вказівки до виконання лабораторно-практичних завдань з курсу “Аналіз технологічних систем та обґрунтування рішень”, – К.: Видавничий центр НАУ, 2000. – 69 с.
11. Войтік А.В., Привалов І.С., Фришев С.Г. Порівняльна оцінка технологій розкриття та відокремлення відсадків клонових підщеп // Науковий вісник Національного аграрного університету. – 2005, № 80. – С. 62–66.
12. Гуков Я.С. Обробіток ґрунту. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів для механізації обробітку ґрунту в умовах України. – К.: Норма-Пріма, 1999. – 275 с.

- 13.Булгаков В.М. Теорія бурякозбиральних машин. Монографія. – К.: Видавничий центр НАУ, 2005. – 245 с.
- 14.Сафонов О.Ф. Механізація вирощування плодкових саджанців // Техніка АПК. № 7, – 1997. – С. 26–27.
- 15.Привалов І.С., Фришев С.Г., Майбенко М.І., Ведмідь Д.М., Войтік А.В., Розробити виготовити і провести випробування машини для відкриття кореневої системи вегетативних підщеп в маточнику / Звіт про НДР та ДКР. Інститут садівництва УААН. 2005. – 17 с.
- 16.Шевченко І.А. Обґрунтування технологій та технічних засобів для обробітку ґрунтів на базі їх агрофізичних показників. Автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.05.11. – К., 2002. – 36 с.
- 17.Заїка Л.М. Теорія сільськогосподарських машин. Т. 2. Частина 1. Машини для заготівлі кормів. – Х.: Око, 2003. – 360 с.