

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Допущено до захисту
“ ” _____ 2025 р.
Зав. кафедри, д.т.н., професор
_____ Дідур В.В.

Кваліфікаційна робота (дипломна робота)
_____ **другий (магістерський)** _____
(освітній рівень)

на тему **«ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ
ПЕРЕДПОСІВНОГО ДИСКОВОГО АГРЕГАТУ»**

Виконав: студент 2 курсу,
групи 21м-ім
Спеціальність _____ 208 _____
«Агроінженерія»
_____ **Володимир ПРИЙМАК** _____
(прізвище та ініціали)

Керівник _____ **Андрій ВОЙТІК** _____
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____ **Андрій ЧЕРНЕГА** _____
(прізвище та ініціали)

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Освітній рівень магістр
 Спеціальність 208 «Агроінженерія»
 (шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
 Завідувач кафедри
Дідур В.В.
 “ ” 2025 р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Приймаку Володимиру Вікторовичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Обґрунтування параметрів робочих органів передпосівного дискового агрегату»

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ 22 ” січня 20 16 р. № 20-08/9

2. Строк подання студентом роботи 20.11.2025 р.

3. Вихідні дані до роботи: фізико-механічні властивості найпоширеніших клонових підщеп плодових культур; існуючі технологічні процеси та технічні засоби у виробничому процесі садіння коренеплодів маточних рослин цукрових буряків.

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

аналіз існуючих способів та засобів садіння коренеплодів маточних рослин цукрових буряків, огляд попередніх досліджень з даного питання; вибір оптимального способу передпосівного обробітку ґрунту при садінні коренеплодів маточних рослин цукрових буряків; обґрунтування оптимальних параметрів робочих органів досліджуваної машини; визначення математичну модель процесу садіння; розробка заходів з охорони праці при роботі з начіпними машинами; визначення енергетичної та економічної ефективності впровадження розробленої машини.

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 магістерської роботи.

Андрій ВОЙТІК
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Приймак В.В. Обґрунтування параметрів робочих органів передпосівного дискового агрегату (Магістерська робота. Умань, Уманський національний університет, 2025. – 46 с.).

Об'єкт досліджень – технологічний процес передсадильної підготовки ґрунту та садіння коренеплодів маточних цукрових буряків.

Предмет досліджень – фізична модель лабораторної установки для садіння коренеплодів, висадкосадильна машина та її робочі органи, робочий орган, призначений для утворення садильної щілини, супутні матеріали – коренеплоди маточних цукрових буряків.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження ґрунтувались на теорії дискових робочих органів та теорії різання ґрунтів із застосуванням основ землеробської механіки з використанням розроблених програм для ПЕОМ. Результати досліджень обробляли методами дисперсійного, кореляційного та регресивного аналізів на ПЕОМ за допомогою прикладного програм.

Метою досліджень є зменшення енерговитрат при вирощуванні насінників цукрових буряків та підвищення якості роботи висадкосадильних машин шляхом удосконалення технологічного процесу передсадильного обробітку ґрунту та технічних засобів для утворення садильної щілини.

В роботі проведено аналіз відомих способів проведення передсадильної підготовки ґрунту та конструкцій висадкосадильних машин; обґрунтовано параметри садильної щілини та дискового щілиноутворювача; спроектовано спиці з постійним кутом входження у ґрунт; визначено техніко-економічні показники роботи висадкосадильної машини, обладнаної дисковими щілиноутворювачами.

Ключові слова: ґрунт, цукрові буряки, насінники, садильна щілина, диск, спиця, різання, коренеплід, якість.

ЗМІСТ

ВСТУП	5
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ	7
1.3.1. Розпушувачі пасивного типу.	7
1.3.2. Ротаційні розпушувачі.	11
РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСКОВОГО ЩІЛИНОУТВОРЮВАЧА	14
2.1. Обґрунтування технологічного процесу підготовки ґрунту та садіння коренеплодів маточних цукрових буряків.	14
2.2. Обґрунтування вирізів на робочій поверхні диска.	24
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ	32
РОЗДІЛ 4. ЕНЕРГЕТИЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ	37
4.1. Енергетична ефективність.	37
4.2. Економічна ефективність.	39
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44

ВСТУП

Для підвищення рентабельності вирощування сільськогосподарських культур необхідно застосовувати енергозберігаючі технологічні процеси та якомога повніше використовувати потенційні можливості рослин, враховуючи при цьому їхні біологічні особливості. Вирощування насінників цукрових буряків висадковим способом на сучасному етапі залишається найбільш енергоємною галуззю рослинництва. Однією з причин цього є недосконалість окремих елементів технології, зокрема, комплексу робіт, пов'язаних із підготовкою ґрунту до садіння коренеплодів маточних цукрових буряків.

Для забезпечення якісної роботи висадкосадильних машин безпосередньо перед садінням виконують 2-разову суцільну передсадильну культивуацію на глибину до 22 см, що потребує значних витрат енергії та коштів. Крім того, така інтенсивна дія на ґрунт у весняний період призводить до значних втрат вологи та ущільнення нижніх шарів ґрунту рушіями енергетичних засобів, задіяних для виконання передсадильної культивації. Усе це негативно впливає на приживання коренеплодів та подальший розвиток насінників цукрових буряків, адже основна частина кореневої системи насінників розташована в шарі 0...50 см, з якого рослина за вегетаційний період отримує понад 90 % всієї необхідної вологи.

Отже, основну увагу при вирощуванні насінників цукрових буряків необхідно спрямовувати на створення умов, які забезпечують збереження ґрунтової вологи. Особливе місце у цьому плані посідає комплекс весняно-польових робіт.

Аналіз вітчизняних та іноземних літературних джерел дозволяє зробити висновок, що врожай насіння цукрових буряків та його собівартість у значній мірі залежить від раціонального проведення робіт, пов'язаних із підготовкою ґрунту до садіння коренеплодів маточних буряків. Тому актуальним для сільськогосподарського виробництва України є удосконалення

технологічного процесу обробітку ґрунту перед садінням коренеплодів маточних цукрових буряків, з метою зменшення його енергоємності, підвищення показників якості роботи сучасних висадкосадильних машин і створення сприятливих ґрунтових умов для приживання коренеплодів та подальшого росту й розвитку насінників.

Розділ 1. АНАЛІЗ ВІДОМИХ КОНСТРУКЦІЙ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДЛЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ В ЗОНІ РЯДКА ТА ЇХ КЛАСИФІКАЦІЯ

Як зазначалось для обробітку ґрунту вздовж лінії рядка та (або) утворення садильної щілини в конструкціях висадкосадильних машин передбачено застосування розпушувальних робочих органів, які встановлено на рамі машини перед кожним садильним апаратом.

Дослідженням енергетичних та агротехнічних показників роботи різних типів розпушувачів та їх впливу на якість виконання технологічного процесу садіння маточних цукрових буряків займалися такі вчені: Бартенєв І.І. [20], Гаркуша А.І. [5], Євстратов О.І. [61], Корнієнко І.І. [11, 69], Крижко В.М. [13], Печонкін І.П. [10], Самойлов М.А. [124] та інші.

За типом розпушувачі, які застосовувалися на висадкосадильних машинах, можна розділити на пасивні [87, 11, 69, 10, 124] та ротаційні, які в свою чергу можуть бути активними [13] (з приводом від в.в.п. трактора) та реактивними [61] (привід яких здійснюється під дією сили реакції ґрунту) (рис. 1.1).

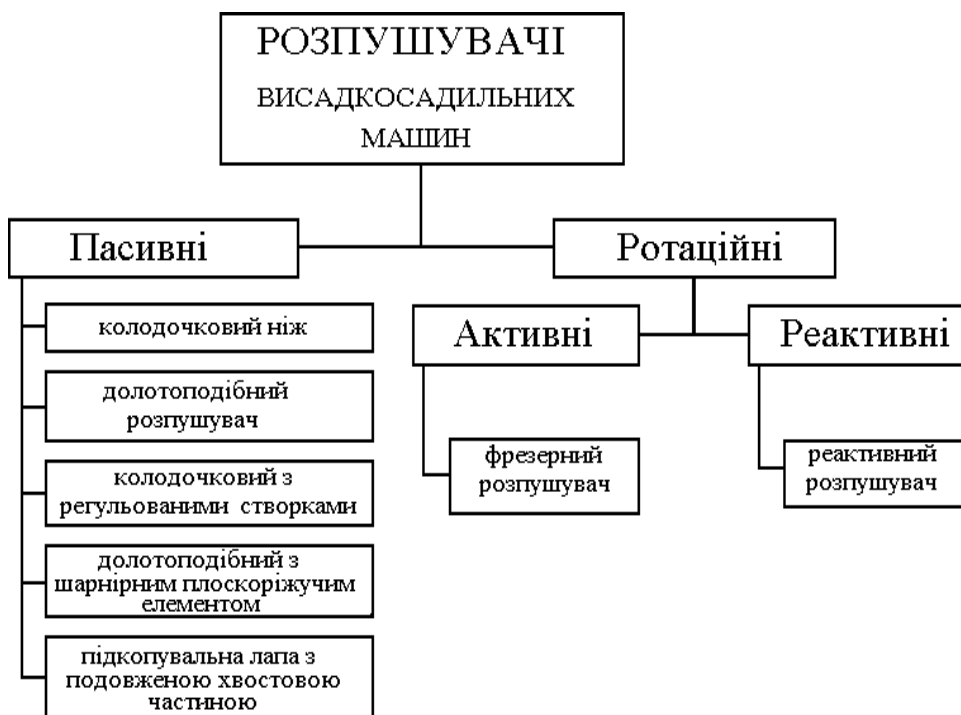


Рисунок 1.1 – Класифікація розпушувачів.

1.1. Розпушувачі пасивного типу.

Усі серійні висадкосадильні машини укомплектовувалися розпушувачами пасивного типу. Так, на машинах ВПГ-4 перших років випуску перед кожним садильним апаратом було встановлено розпушувач у вигляді колодочкового ножа об'єднаного з сошником (рис. 1.10). Тяговий опір машини при цьому становив понад 30 кН [120], а опір одного розпушувача при глибині обробітку 28 см – майже 3 кН. [124]. Борозна, утворена таким розпушувачем, була не завжди зручною для занурення конусів садильних апаратів, оскільки її нижня частина була у вигляді вузької щілини, в яку не міг увійти конус садильного апарата. Крім того, було встановлено, що при використанні колодочкоподібного розпушувача значна частина ґрунту з нижніх, більш вологих, шарів виноситься на поверхню поля, що призводить до втрат вологи [124].

З метою вибору більш раціонального розпушувача для садильної машини ВПГ-4, Самойловим М.А. у 1961 році було проведено дослідження різних робочих органів [124]. У ході цих досліджень було встановлено, що найкраще для обробітку ґрунту в зоні рядка використовувати долотоподібний розпушувач (див. рис. 1.10), оскільки його тяговий опір на 21,4% менший, а форма утвореної ним борозни допускає можливість нормального занурення садильних конусів при невеликій глибині розпушення. Якщо глибина борозни становить 29 см, то глибина занурення конуса при застосуванні долотоподібного розпушувача становить 27 см, а при застосуванні розпушувача ВПГ-4 – 25 см [124]. Тому, починаючи із середини 60-х років серійні висадкосадильні машини почали укомплектовувати розпушувачами у вигляді долотоподібних лап.

Для зменшення реакції ґрунту на робочі органи експериментальної висадкосадильної машини ВПГ-4М перед кожним її садильним апаратом було встановлено спеціальний щілиноутворювач (див. рис. 1.10). Щілиноутворювач являв собою колодочковий ніж з привареними нерухомими

стулками 1, до яких шарнірно кріпилися рухомі стулки 2. Залежно від стану ґрунту, за допомогою механізму регулювання 3 можна змінювати кут атаки рухомих стулок розпушувача, змінюючи тим самим параметри утвореної садильної щілини. За рахунок застосування цього щілиноутворювача вдалося зменшити навантаження на конуси садильних апаратів, ланцюгові передачі та розподільчий вал машини, підвищивши, тим самим, довговічність цих вузлів та деталей [87]. Однак, виникали проблеми із заглибленням та виглибленням такого робочого органа.

У 1973 році Печонкін І.П., для обробітку ґрунту в зоні рядка, запропонував використовувати долотоподібний розпушувач з шарнірним плоскорізальним елементом [10]. Розпушувач являв собою долотоподібну стійку, в робочій частині якої виконано поперечний отвір (див. рис. 1.2). В отвір вмонтовано плоскорізальний елемент 4, який вільно обертається навколо осі отвору. Така конструкція дозволила підвищити інтенсивність розпушення ґрунту в зоні рядка та покращити умови заглиблення та виглиблення робочого органа. Конструкція розпушувача Печонкіна І.П. виявилася найбільш простою та надійною у роботі, тому машини типу ВПС та ВС укомплектовувалися саме такими розпушувачами.

Застосування розпушувачів Печонкіна І.П. на висадкосадильних машинах, апарати яких працюють від в.в.п. трактора (типу ВПС та ВПГ) дозволило зменшити кількість простоїв під час роботи, пов'язаних із відмовою садильних апаратів та механізму їх приводу. Однак від проведення глибокої передсадильної культивуації відмовитися не вдалося.

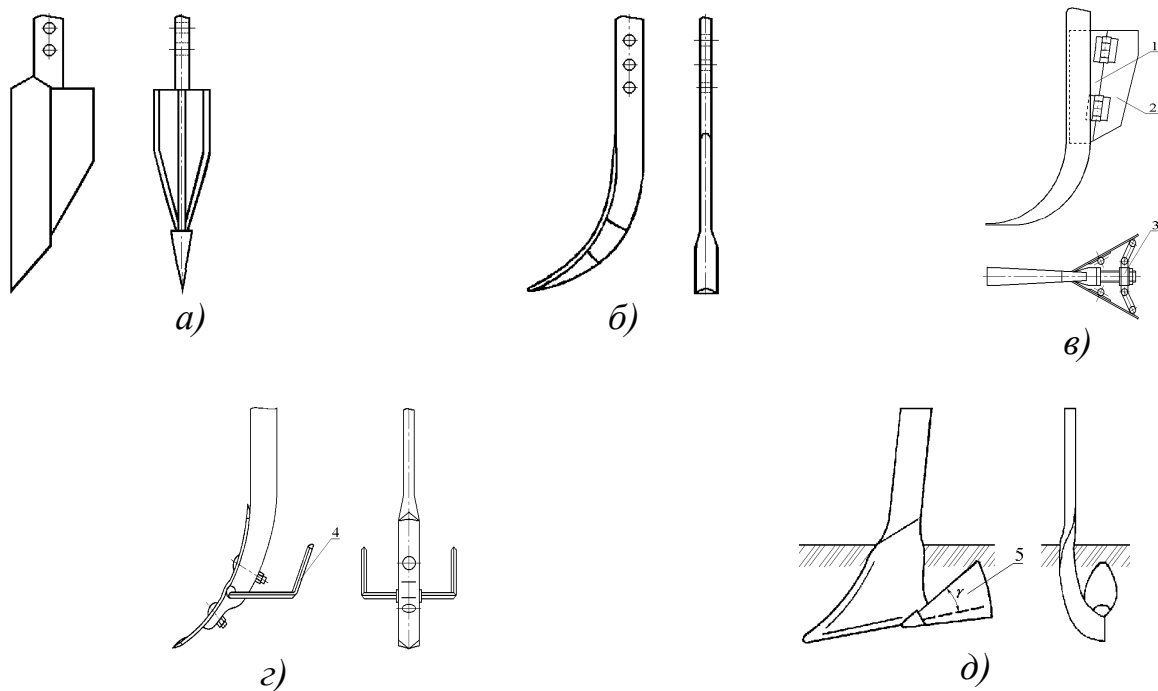


Рисунок 1.2 – Робочі органи для обробітку ґрунту в зоні рядка пасивного типу:

- а) – колодочковий ніж; б) – долотоподібний розпушувач;
 в) – колодочковий ніж з регульованими стулками; г) – долотоподібний розпушувач з шарнірним плоскорізальним елементом;
 д) – підкопувальна лапа з подовженою хвостовою частиною;
 1 – нерухома стулка; 2 – рухома стулка; 3 – механізм регулювання кута атаки; 4 – плоскорізальний елемент; 5 – напівконус.

У 1983 році Корнієнком І.І. для обробітку ґрунту в зоні рядка було запропоновано використовувати розпушувач, що являє собою долотоподібну стійку (див. рис. 1.2), яка у нижній частині виконана у вигляді підкопувальної лапи з подовженою хвостовою частиною, до верхньої площини якої шарнірно прикріплено напівконус 5 [11]. Передбачено можливість регулювання кута γ між твірною напівконуса та площиною подовженої хвостової частини. Конструкція цього розпушувача була складнішою порівняно з простим та надійним розпушувачем конструкції Печонкіна І.П., тому він не знайшов широкого практичного застосування.

Отже, усі розпушувачі пасивного типу, які застосовувалися для обробітку ґрунту в зоні рядка мають два основні недоліки. По-перше, вони не забезпечують необхідну якість обробітку ґрунту, що не дозволяє відмовитися від проведення глибокої передсадильної культивуації, по-друге – усі пасивні розпушувачі чинять значний тяговий опір.

1.2. Ротаційні розпушувачі.

У 1987 році Крижко В.М. запропонував для обробітку ґрунту в зоні рядка та утворення садильної щілини використовувати ротаційний активний робочий орган у вигляді фрезерного щілиноутворювача (рис. 1.3), який складався з дискової фрези 1 та розподільника ґрунту 2, нижня частина якого виконана у формі трапеції [13]. Привід фрези здійснювався від в.в.п. трактора.

Робочий процес виконувався таким чином. Під час руху полем, різальні елементи фрези 1 знімають ґрунтову стружку та подають її на нижню частину розподільника ґрунту 2. По нижній частині розподільника ґрунт піднімається та розподіляється на поверхні поля по обидва боки від утвореної садильної щілини. Використання фрезерних щілиноутворювачів передбачало утворення садильної щілини у формі трапеції (див. рис. 1.3). Такі робочі органи було використано на експериментальній машині, яка забезпечувала виконання технологічного процесу садіння без застосування ручної праці [77].

Не зважаючи на високу якість обробітку ґрунту в зоні майбутнього рядка, фрезерні робочі органи не знайшли широкого впровадження на виробничих висадкосадильних машинах через значну енергоємність та складну конструкцію.

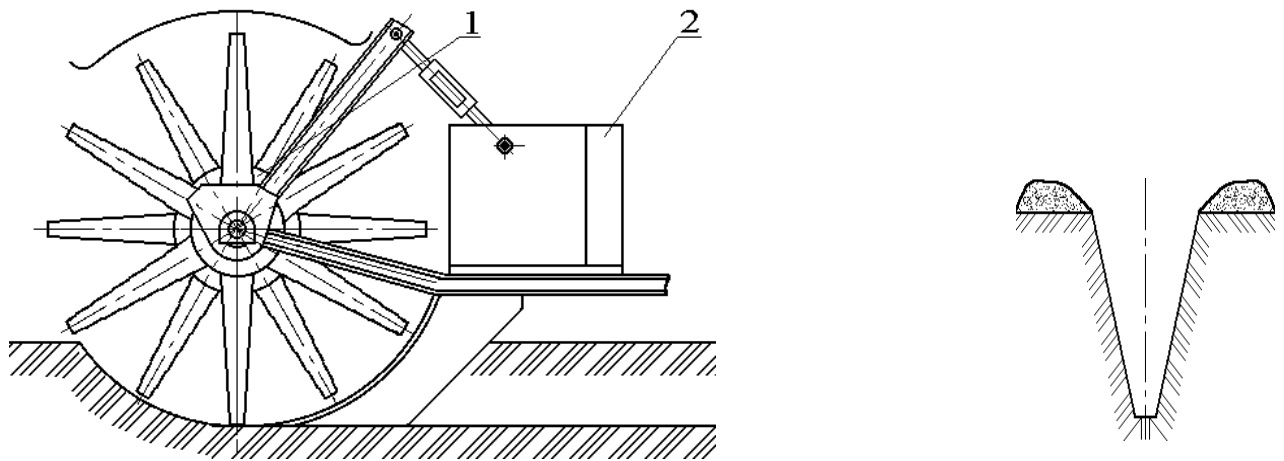


Рисунок 1.3 – Фрезерний щілиноутворювач:

1 – дискова фреза; 2 – розподільник ґрунту.

Для того, щоб відмовитися від проведення глибокої передсадильної культивуації в 1996 році співробітниками ВНИИСС (Росія) запропоновано для обробітку ґрунту в зоні рядка використовувати розпушувач реактивної дії [20], прототипом якого є знаряддя для безвідвального обробітку ґрунту [12, 15].

Цей розпушувач являє собою щілиноріз 1 (рис. 1.4), в який вмонтовано вал 2, що вільно обертається навколо своєї осі. До вала 2 шарнірно кріпиться блок реактивного розпушувача 3, який складається з розпушувальних елементів. Для подачі в зону садіння мінеральних добрив передбачено спеціальний канал 4. Розпушувальні елементи блоку 3 мають форму прямих тригранних призм і розміщені по конусу під кутом α , який не перевищує значення кута тертя ґрунту по поверхні металу [6]. Під час поступального переміщення, під дією реакції ґрунту блок розпушувача 3 починає обертатись, внаслідок чого забезпечується інтенсивне розпушення ґрунту та рівномірний розподіл мінеральних добрив, які подаються в зону садіння через канал 4. Такий розпушувач утворює оброблену стрічку шириною 160 мм та глибиною до 280 мм [20].

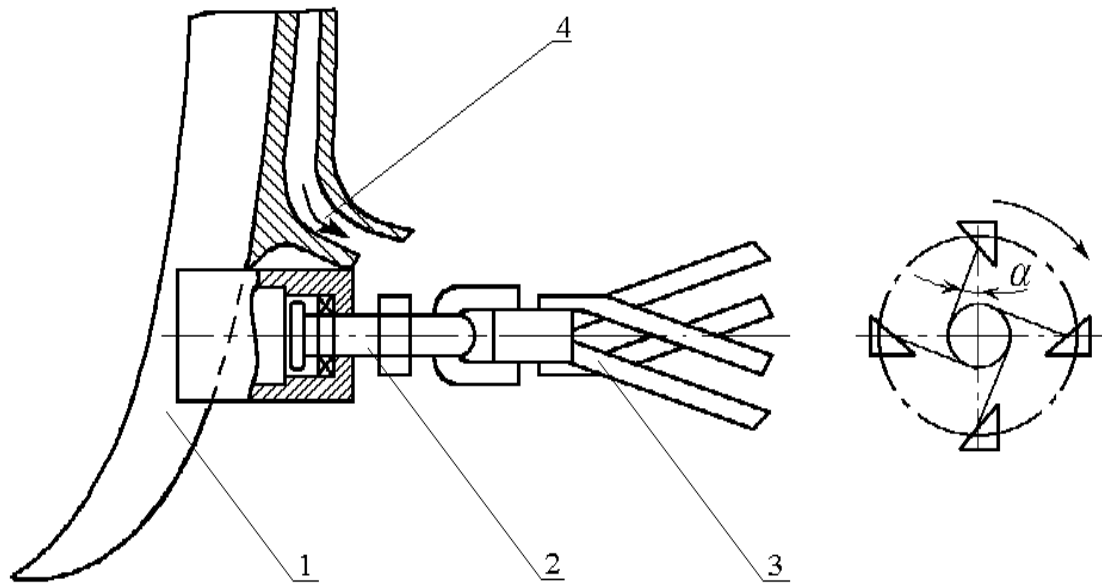


Рисунок 1.4 – Реактивний щілиноріз:

- 1 – щілиноріз; 2 – вал; 3 – блок розпушувача;
4 – канал для подачі мінеральних добрив.

У результаті досліджень, проведених Євстратовим О.І. протягом 1998-2000 рр. було доведено, що при застосуванні реактивного розпушувача відпала необхідність у проведенні глибокої передсадильної культивування. Це дозволило на 1,73 ц/га підвищити врожайність насіння, однак відчутно збільшився тяговий опір висадкосадильної машини [60].

Отже, застосування реактивних ротаційних розпушувачів дозволило підвищити якість обробки ґрунту в зоні рядка, в результаті чого відпала потреба у проведенні глибокої передсадильної культивування. Однак, при цьому зростає металомісткість та тяговий опір висадкосадильної машини, ускладнюється її конструкція та погіршуються умови заглиблення розпушувачів.

РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ТА КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСКОВОГО ЩІЛИНОУТВОРЮВАЧА

2.1. Обґрунтування технологічного процесу підготовки ґрунту та садіння коренеплодів маточних цукрових буряків

За традиційним способом (рис. 2.1), безпосередньо перед висаджуванням коренеплодів маточних цукрових буряків виконують глибоке суцільне розпушення ґрунту культиваторами-глибокорозпушувачами КРН-3,5; КПШ-9, або чизельними культиваторами АПЧ-2,5 на глибину до 22 см. Такий інтенсивний обробіток ґрунту виконують задля зменшення реакції ґрунту на робочі органи висадкосадильних машин, садильні апарати яких приводяться в дію від в.в.п. трактора. Для кращої якості розпушення на слабоструктурних, здатних до запливання ґрунтах та в районах достатнього зволоження передсадильну культивацію проводять у два сліди: перший – на глибину 10...12 см, другий – на 16...20 см [37, 118, 149].

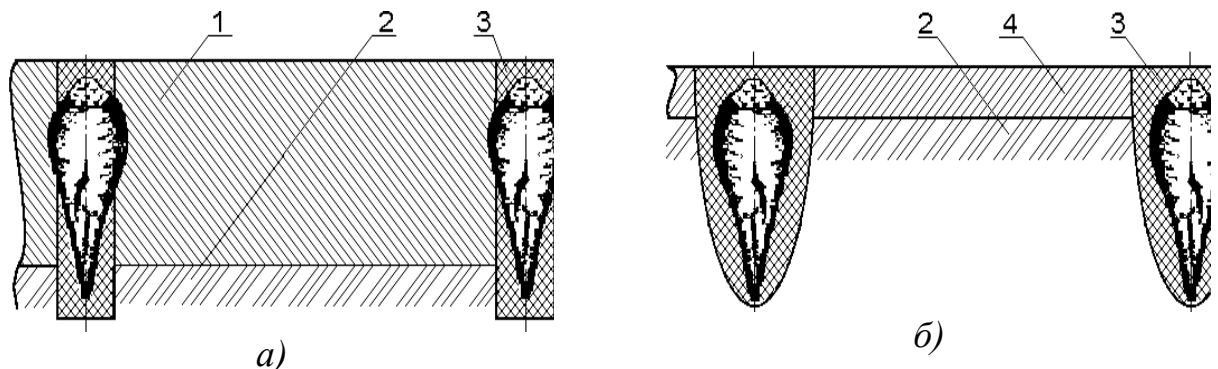


Рисунок 2.1 – Профіль поперечного перерізу борозни:

- а) – за традиційним способом, б) – за новим способом;
 1 – зона глибокого суцільного розпушення; 2 – необроблювана зона;
 3 – розпушення в зоні рядка; 4 – зона мілкої суцільної обробки.

Така інтенсивна дія на ґрунт протягом весняного періоду супроводжується низкою негативних наслідків.

По-перше, це призводить до значних втрат ґрунтової вологи [70] дефіцит якої особливо негативно впливає на ріст та розвиток рослини, оскільки

насінники мають велику поверхню випаровування і здатні інтенсивно витрачати вологу. Так із площі зайнятої висадками в середньому за вегетаційний період (від садіння до збирання) за добу витрачається 17...24 т/га вологи, а з площі, зайнятої фабричними цукровими буряками – 16...20 т/га. За таких умов кожна насіннева рослина потребує до 2 дм³ води на добу [17, 15]. Основна частина (70%) кореневої системи насінників розташована в шарі 0...50 см (рис. 2.2), з якого рослина за вегетаційний період отримує понад 90 % всієї необхідної вологи [13, 15]. Крім того насінники цукрових буряків характеризуються коротким вегетаційним періодом (90...110 діб) і не можуть використовувати часті опади другої половини періоду вегетації. Як свідчать дослідження, дефіцит вологи в початковий період росту насінника є особливо небажаним, оскільки призводить до значного недобору врожаю та зменшення посівних якостей насіння [15]. Тому, весняний обробіток ґрунту повинен бути направленим на збереження ґрунтової вологи.

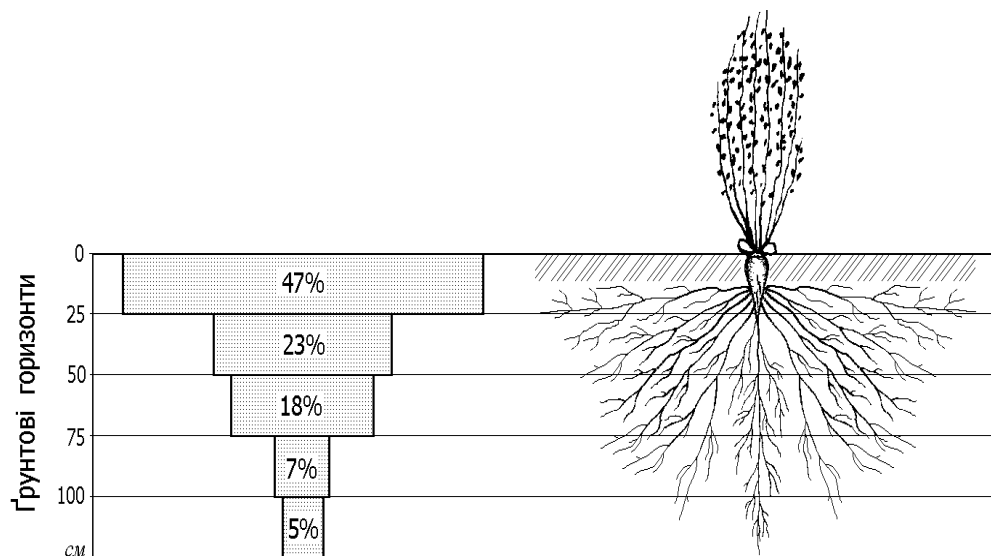


Рисунок 2.2 – Особливості розвитку кореневої системи насінників.

По-друге, необхідність проведення культивації на глибину до 20 см не дозволяє розпочати садіння висадків у більш ранні строки, за рахунок чого значно зменшується врожайність та продуктивність насіння. Так при затягуванні строків садіння на 10 днів врожайність насіння зменшиться на 16...20 % та на 15 % зменшується схожість отриманого насіння [1].

Не менш важливим, негативним наслідком є ущільнення нижніх шарів ґрунту рушіями енергетичних засобів, задіяних у виконанні культивації. Це ускладнює доступ капілярної вологи в зону залягання основної частини кореневої системи насінників. У дослідях, проведених на Уладово-Люлинецькій д-с.с. протягом 1986-1987 рр. було встановлено, що при ущільненні поверхні поля колісним трактором класу 14 кН в один слід, урожайність насіння цукрових буряків зменшувалася на 26,3 %, а при ущільненні у два сліди – на 45,6 % [36].

Крім того, для зменшення втрат ґрунтової вологи, відповідно до агровимог, передсадильну культивацію необхідно виконувати безпосередньо перед садінням, тому агрегат, який виконує культивацію більшу частину часу зміни змушений простоювати. Таке нераціональне використання засобів механізації негативно відображається на енергоємності процесу підготовки ґрунту.

Водночас відсутність глибокої передсадильної культивації призводить до погіршення якості виконання технологічного процесу механізованого садіння та пошкодження робочих органів висадкосадильних машин.

З огляду на це, було запропоновано відмовитися від проведення глибокої передсадильної культивації, замінивши глибоким обробітком ґрунту тільки в зоні майбутнього рядка, що складає приблизно 20 % усієї поверхні поля. Це стає можливим, якщо сумістити технологічні операції передсадильної підготовки ґрунту та садіння коренеплодів маточних цукрових буряків, шляхом обладнання висадкосадильної машини новими робочими органами, призначеними для утворення садильної щілини [10].

2.1.1. Обґрунтування параметрів садильної щілини.

Для забезпечення якісної роботи висадкосадильних машин необхідно, щоб конус садильного апарата вільно входив в утворену садильну щілину. Для того, щоб у процесі садіння уникнути пошкодження коренеплодів маточних

буряків необхідно, щоб глибина утвореної садильної щілини була не меншою за максимальну довжину садивного матеріалу. Оскільки довжина коренеплодів розподілена за нормальним законом розподілу, то можна записати:

$$\frac{1}{s\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^a e^{-\frac{(x-\bar{L})^2}{2s^2}} dx = \Phi(t) - \Phi(-\infty) = \Phi(t) \geq 1 - \alpha, \quad (2.1)$$

де a – глибина садильної щілини;

$\bar{L}$ – середня довжина коренеплодів;

s – середньоквадратичне відхилення довжини коренеплодів;

$\Phi(t)$ – значення функції розподілу нормованого нормального закону;

α – рівень значущості.

Знайшовши при заданому рівні значущості стандартизовану величину t , глибину садильної щілини можна визначити, скориставшись формулою:

$$a = \bar{L} + t \cdot s, \quad (2.2)$$

де t – стандартизована величина, при $\alpha = 0,05$ $t = 1,645$ [92].

На сьогоднішній день, для садіння використовують коренеплоди, отримані методом загущеного посіву маточних цукрових буряків. Довжина таких коренеплодів знаходиться в межах 100...180 мм. Тому максимальна глибина садильної щілини становить $a_{\max} = 180$ мм.

Для забезпечення безперешкодного занурення конуса садильного апарата в садильну щілину необхідно, щоб ширина щілини на рівні поверхні поля була не меншою за діаметр основи конуса садильного апарата:

$$b = d_k, \quad (2.3)$$

де b – ширина садильної щілини;

d_k – діаметр основи садильного конуса, $d_k = 130$ мм.

Для фіксації в процесі садіння хвостової частини коренеплодів, а також для створення сприятливих умов для приживання та подальшого росту й розвитку насінників необхідно, щоб садильна щілина була частково заповнена вологим розпушеним ґрунтом. При виборі форми садильної щілини необхідно, щоб площа її поперечного перерізу була мінімальною, оскільки в цьому випадку забезпечується мінімальна енергоємність процесу щілиноутворення [14].

З огляду на це, для утворення садильної щілини доцільно використовувати робочий орган у вигляді сферичного диска з вирізами на внутрішній робочій поверхні, застосування якого дозволяє отримати садильну щілину у вигляді сегмента еліпса, частково заповнену ґрунтом (див. рис. 2.1).

2.1.2. Обґрунтування параметрів дискового щілиноутворювача.

Теоретичні обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів та режимів роботи дискового робочого органа, призначеного для утворення садильної щілини виконували з урахуванням теорії дискових ґрунтообробних знарядь, розробленої на основі досліджень Аржаних А.І. [80], Булгакова В.М. [25], Буцоліча Е. [26], Вершиніна В.І. [28] та інших учених.

Як відомо, у процесі роботи довільна точка зовнішньої різальної кромки вертикального дискового робочого органа, встановленого під кутом α до напрямку переміщення (кутом атаки), описує в просторі гвинтову лінію, яка являє собою циклоїду навіту на еліптичний циліндр (рис. 2.3). Прийmemo за початок відліку точку O , що знаходиться на перетині осі обертання диска з площиною його зовнішньої різальної кромки. Вісь OX спрямуємо в напрямку поступального переміщення агрегату, а вісі OY та OZ , відповідно, у поперечному та вертикальному напрямках. Тоді, прийнявши за параметр час, параметричне рівняння руху точки, що належить зовнішній різальній кромці диска матиме вигляд [9]:

$$\begin{cases} X = v_n t - r \cdot \sin \omega t \cos \alpha \\ Y = r \cdot \sin \omega t \sin \alpha \\ Z = -r \cdot \cos \omega t \end{cases}, \quad (2.4)$$

де v_n – швидкість поступального переміщення агрегату; t – час;

r – радіус диска; ω – кутова швидкість обертання диска;

α – кут атаки диска.

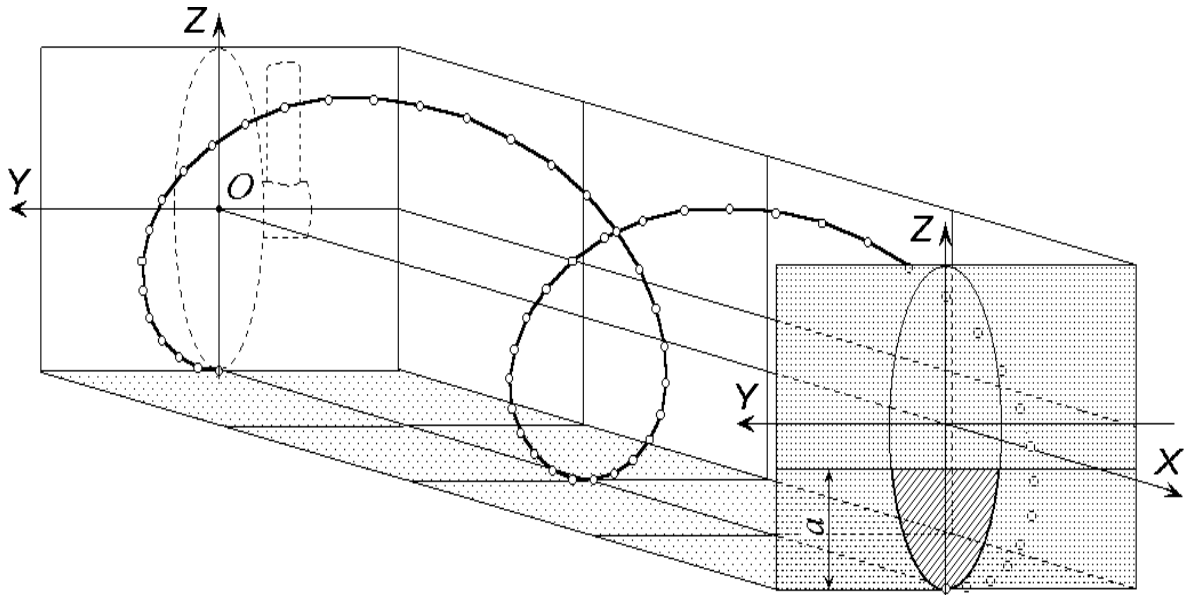


Рисунок 2.3 – Траєкторія переміщення точки зовнішньої різальної кромки диска

Спроектувавши гвинтову лінію (2.4) на площину поперечного перерізу борозни YOZ отримаємо еліпс, параметричне рівняння якого має вигляд:

$$\begin{cases} Y = r \cdot \sin \omega t \sin \alpha \\ Z = -r \cdot \cos \omega t \end{cases}. \quad (2.5)$$

Позбувшись параметра ωt отримаємо натуральний вигляд рівняння еліпса:

$$Y = \sin \alpha \cdot \sqrt{r^2 - Z^2}. \quad (2.6)$$

Оскільки утворена садильна щілина симетрична відносно осі OZ , то її ширину на відстані Z від осі диска можна визначити за формулою:

$$b = 2 \cdot \sin \alpha \cdot \sqrt{r^2 - Z^2} . \quad (2.7)$$

Підставивши в рівняння (2.7) $Z = r - a$, знайдемо ширину садильної щілини при заданій глибині a :

$$b = 2 \cdot \sin \alpha \sqrt{a \cdot (D - a)} , \quad (2.8)$$

де b – ширина садильної щілини;

a – глибина садильної щілини;

D – діаметр сферичного диска;

α – кут атаки сферичного диска.

У нашому випадку робочий орган дискового щілиноутворювача має індивідуальне кріплення, тому максимальна глибина його ходу обмежується не висотою заповзання підрізаної ґрунтової скиби на диск [13], а зазором між маточиною підшипників осі диска та поверхнею поля (рис. 2.4). Діаметр сферичного диска в цьому випадку визначається за формулою:

$$D \geq 2 \cdot (a + e) + d_c , \quad (2.9)$$

де: D – діаметр сферичного диска;

a – глибина садильної щілини;

e – зазор між поверхнею ґрунту та маточиною підшипників осі диска;

d_c – діаметр маточини підшипників осі диска.

Отже, для утворення садильної щілини, глибина якої не перевищує $a=180$ мм (при $e=10$ мм [95] та $d_c=70$ мм) необхідно щоб діаметр сферичного диска був не менше $D \geq 450$ мм.

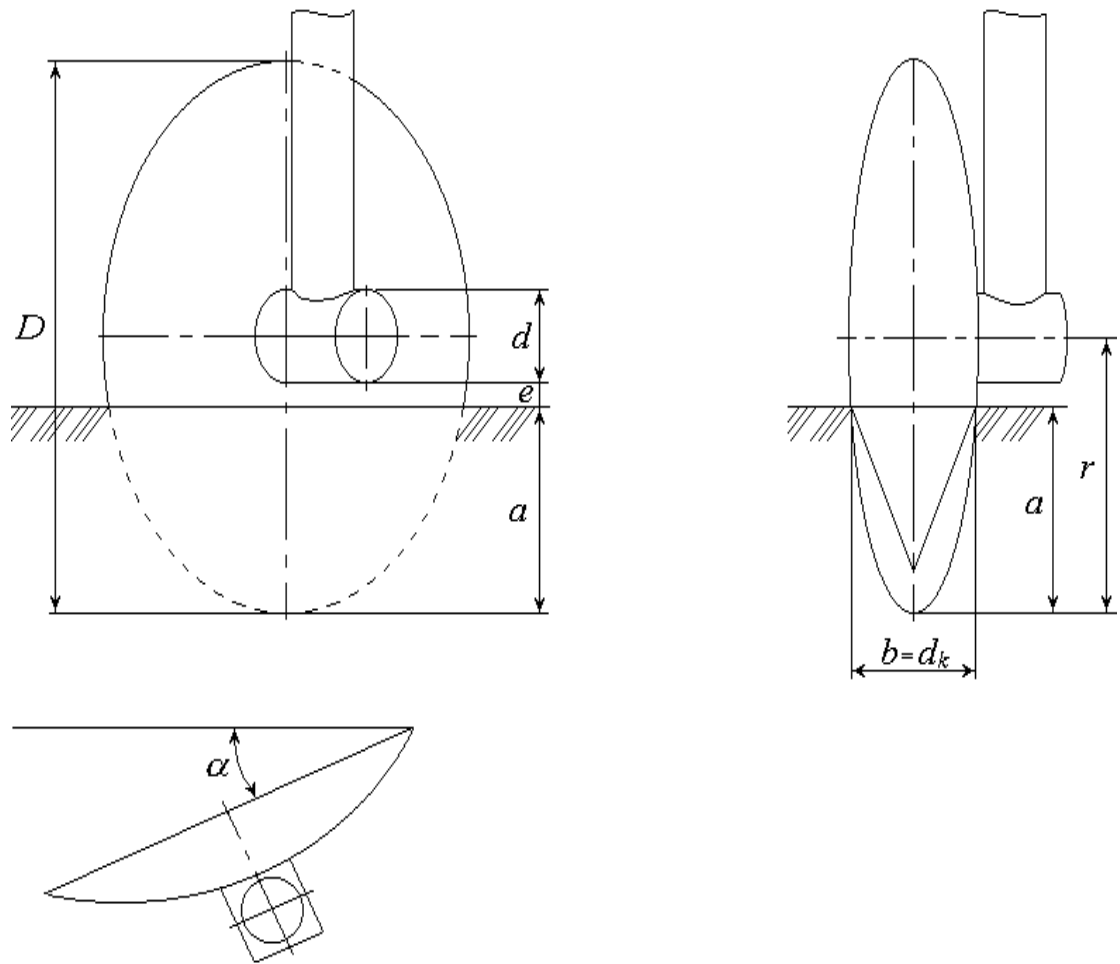


Рисунок 2.4 – Схема для визначення діаметра дискового щілиноутворювача

Площа контакту дискового робочого органа з ґрунтом залежить від діаметра диска та глибини садильної щілини і визначається за формулою:

$$S_{\text{конт}} = \frac{\pi \cdot D^2}{8} - \left(\frac{D - 2a}{2} \right) \cdot \sqrt{a(D - a)} - \frac{D^2}{4} \arcsin \left(\frac{D - 2a}{D} \right). \quad (2.10)$$

Із збільшенням діаметра диска при заданій глибині обробітки зростає площа контакту робочої поверхні диска з ґрунтом (рис. 2.5). Це призводить до збільшення повздовжнього та поперечного переміщення середньої точки підрізаного ґрунтового пласта [5], а також до збільшення величини тягового опору [9] та бокової реакції ґрунту [28].

Таким чином, збільшувати діаметр диска недоцільно, оскільки при цьому збільшується металомісткість та тяговий опір машини.

Відомо, що реактивні сили опору ґрунту мають оптимальні значення при відношенні радіуса кривизни R сферичного диска до його діаметра D в межах 1,2...1,3 [28].

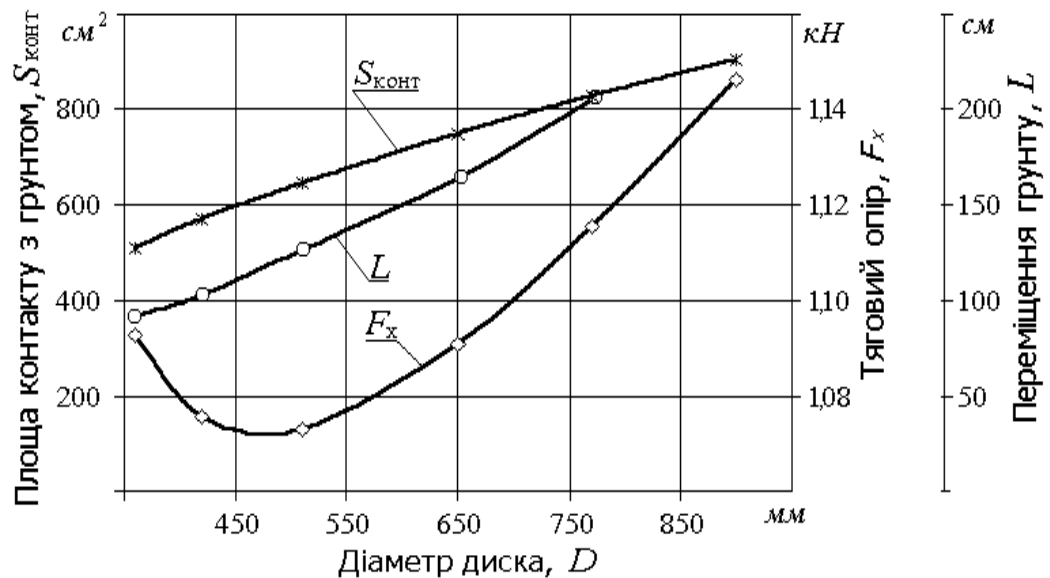


Рисунок 2.5 – Характер роботи сферичного диска залежно від діаметра

Від величини кута атаки дискового робочого органа залежить ширина утвореної ним садильної щілини, тому кут атаки визначали, розв'язавши рівняння (2.8) відносно α :

$$\alpha = \arcsin \left(\frac{b}{2 \cdot \sqrt{a(D-a)}} \right). \quad (2.11)$$

Отже, значення кута атаки залежить від діаметра диска, глибини та ширини утвореної ним садильної щілини (рис. 2.6). Для полегшення підбору a , D , b та α відповідно до конкретних умов роботи можна використовувати монограму, зображену на рис. 2.7.

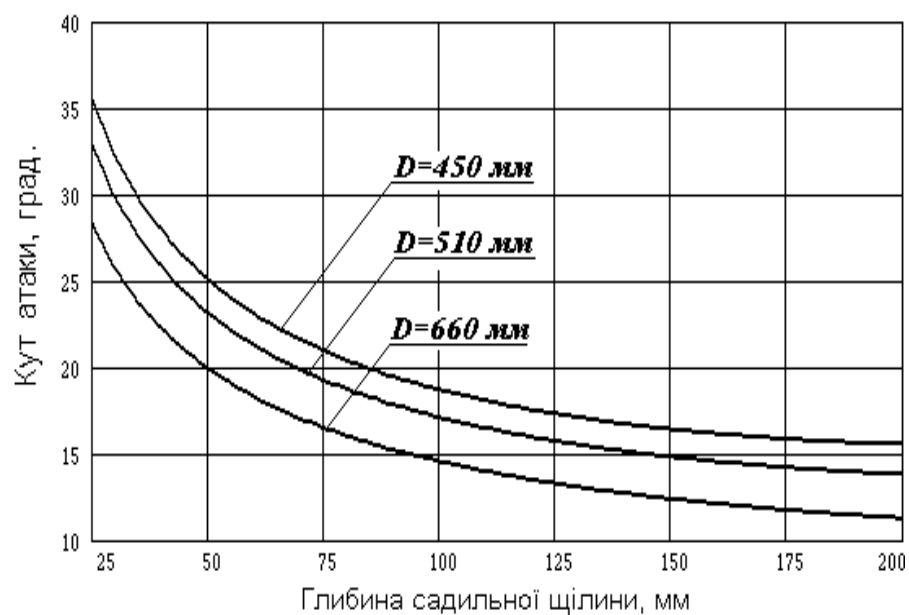


Рисунок 2.6 – Значення кута атаки залежно від глибини садильної щілини

У результаті розрахунків було встановлено, що для утворення садильної щілини доцільно використовувати сферичні диски В1-1-450-5-29, передбачені ОСТ 23.2.147-85 [107], діаметром $D=450$ мм та радіусом сферичної поверхні $R=600$ мм. Диски необхідно встановлювати під кутом атаки $\alpha = 15...20^\circ$ залежно від глибини садильної щілини.

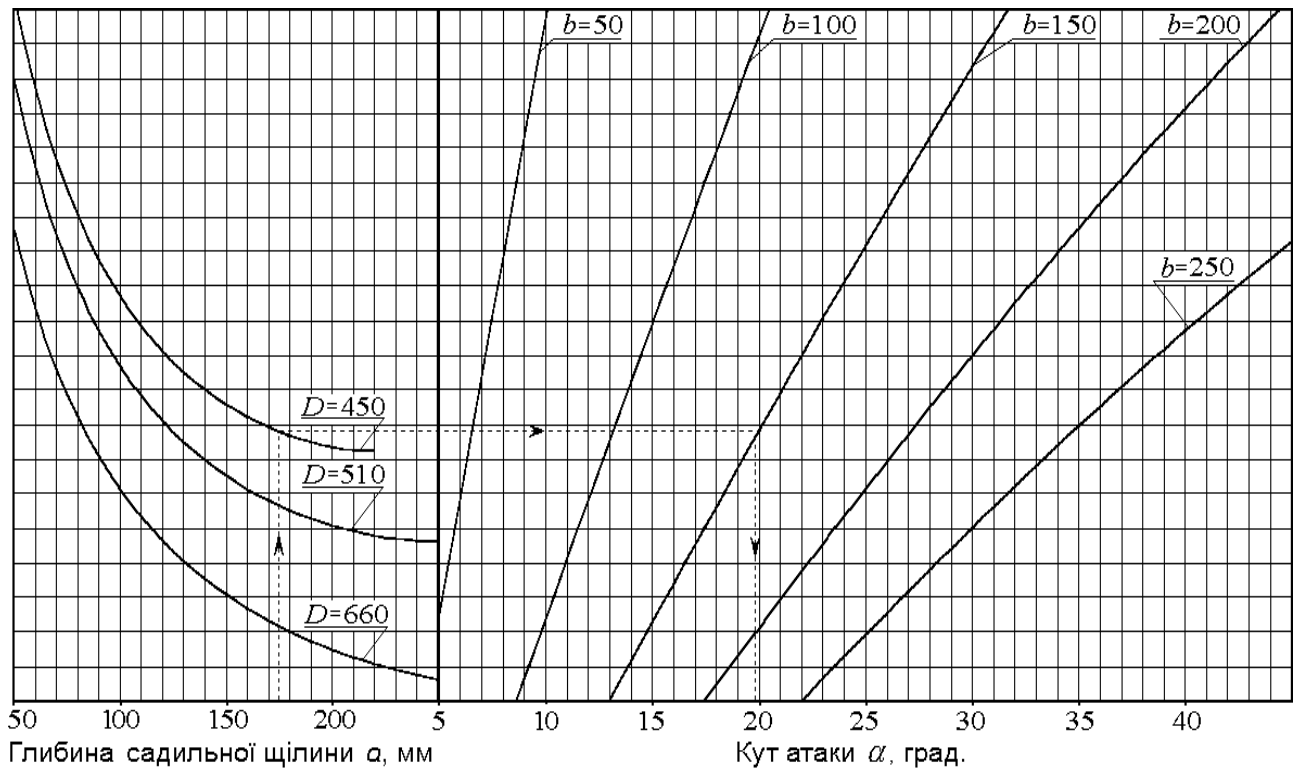


Рисунок 2.7 – Номограма для визначення геометричних параметрів диска.

2.2. Обґрунтування вирізів на робочій поверхні дисків

Робочі органи у вигляді сферичних дисків із суцільною робочою поверхнею, які знайшли широке застосування у багатьох сільськогосподарських машинах, забезпечують підрізання бур'янів, не забиваються рослинними рештками і вологим ґрунтом та легко долають різні перешкоди. Це дає можливість використовувати дискові знаряддя там, де лемішні працювати не здатні або результати їхньої роботи не відповідають вимогам агротехніки щодо якості обробітку ґрунту. Не зважаючи на вищезгадані переваги, дискові робочі органи занадто інтенсивно діють на ґрунт, виносять на денну поверхню нижні, більш вологі шари та сприяють появі гребенів на поверхні поля [39, 95, 137, 138, 139, 144, 169]. Це призводить до надмірних втрат вологи та розпилення ґрунту. Згадані недоліки стримують застосування дискових робочих органів для ранньовесняного глибокого обробітку ґрунту та утворення садильної щілини.

Результатами досліджень доведено, що диски з внутрішніми вирізами забезпечують кращу якість розпушення за рахунок того, що значна частина ґрунту, підрізаного зовнішньою різальною кромкою диска, проходить через вікна на робочій поверхні диска і заповнює утворену борозну, а не переміщується в поперечному та повздовжньому напрямках. У результаті зменшується гребінчастість поверхні поля та тяговий опір агрегату. Крім того, застосування вирізних дисків дозволяє отримати садильну щілину частково заповнену розпушеним вологим ґрунтом. Вирізи на робочій поверхні диска, як правило, виконують у формі сектора, таким чином зовнішня різальна кромка сполучена з центральною частиною диска прямолінійними спицями розташованими радіально [7, 8].

2.2.1. Обґрунтування доцільності проектування форми спиць.

Недоліком дисків з радіальними спицями є те, що спиці, які з'єднують зовнішню різальну кромку диска з його центральною частиною постійно забиваються рослинними рештками та залипають ґрунтом [96, 72]. Крім того, якщо глибина обробітку досить значна, а кут атаки невеликий спостерігається зминання стінки борозни випуклою поверхнею диска, у результаті чого спиці виконують підрізання стінок борозни. Це відбувається за умови, коли кут атаки менший критичного кута α' , який визначається за формулою (рис. 2.8):

$$\alpha < \alpha' = \frac{\pi}{2} - \arccos\left(\frac{D_a}{2R_a}\right) = \arcsin\left(\frac{D_a}{2R_a}\right), \quad (2.12)$$

де D_a – ширина основи сегмента диска на глибині a ;

R_a – радіус кривизни сферичної поверхні сегмента диска на глибині a .

Із прямокутного трикутника $O'O'_aM$ (див. рис. 2.8) маємо:

$$(O'_aM)^2 = (O'M)^2 + (O'O'_a)^2.$$

Оскільки $O'_aM = \frac{D_a}{2}$, $O'M = \frac{D}{2}$, $O'O'_a = \frac{D}{2} - a$, отримаємо:

$$\left(\frac{D_a}{2}\right)^2 = \left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{D}{2} - a\right)^2.$$

Розв'язавши останнє рівняння відносно D_a отримаємо:

$$D_a = 2\sqrt{a(D-a)}. \quad (2.13)$$

Із прямокутного трикутника OO_aM (див. рис. 2.8) можна записати:

$$(O_aM)^2 = (OM)^2 - (OO_a)^2.$$

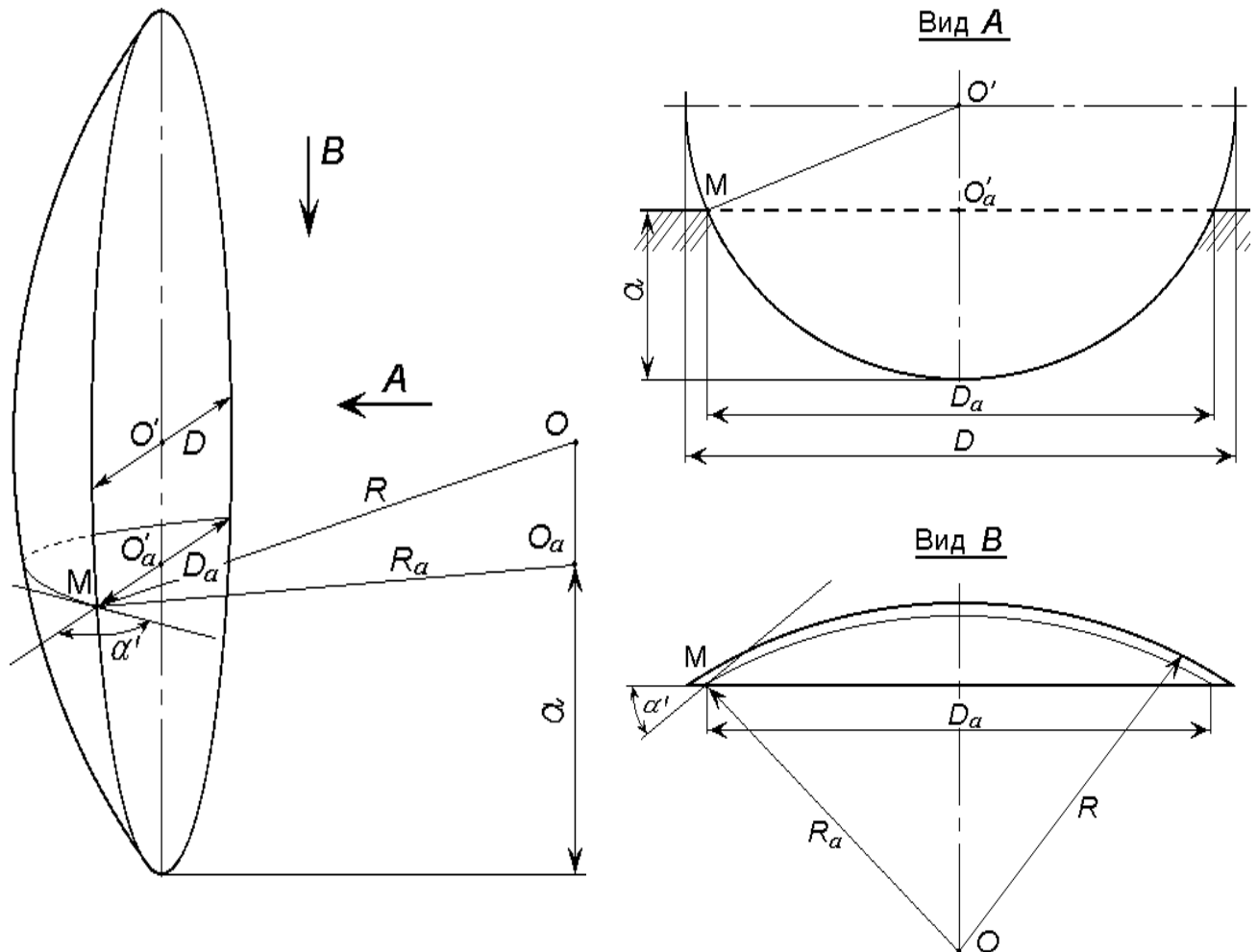


Рисунок 2.8 – Схема визначення кута атаки, при якому диск діє на стінку борозни випуклою поверхнею

Оскільки $O_a M = R_a$, $OM = R$, $OO_a = \frac{D}{2} - a$, отримаємо:

$$R_a^2 = R^2 - \left(\frac{D}{2} - a \right)^2,$$

$$R_a = \sqrt{R^2 - \left(\frac{D}{2} - a \right)^2}. \quad (2.14)$$

Підставивши формули (2.13) та (2.14) у (2.12) отримаємо:

$$\alpha' = \arcsin \left(\frac{\sqrt{\frac{a(D-a)}{R^2 - \left(\frac{D}{2} - a \right)^2}}}{\sqrt{R^2 - \left(\frac{D}{2} - a \right)^2}} \right). \quad (2.15)$$

Якщо, сферичний диск діаметром D та радіусом кривизни сферичної поверхні R утворює садильну щілину глибиною a і встановлений під кутом атаки α , який менший кута α' , то у процесі роботи буде відбуватися зминання стінки борозни випуклою сферичною поверхнею, а отже, спиці будуть виконувати різання. Для забезпечення необхідної ширини садильної щілини кут атаки визначається за формулою (2.10), тому, прирівнявши праві частини формул (2.10) та (2.15) можна визначити глибину, при якій буде спостерігатися підрізання спицями стінки утвореної садильної щілини:

$$\arcsin \left(\frac{d_k}{2 \cdot \sqrt{a(D-a)}} \right) = \arcsin \left(\frac{\sqrt{\frac{a(D-a)}{R^2 - \left(\frac{D}{2} - a \right)^2}}}{\sqrt{R^2 - \left(\frac{D}{2} - a \right)^2}} \right);$$

$$\frac{b}{2 \cdot \sqrt{a(D-a)}} = \frac{\sqrt{\frac{a(D-a)}{R^2 - \left(\frac{D}{2} - a \right)^2}}}{\sqrt{R^2 - \left(\frac{D}{2} - a \right)^2}}.$$

Після спрощення отримаємо рівняння 4-го порядку:

$$4a^4 - 8Da^3 + (4D^2 + b^2)a^2 - b^2Da - \left(R^2b^2 - \frac{D^2b^2}{4}\right) = 0.$$

Розв'язавши рівняння відносно a , знайдемо глибину, при якій відбувається зминання стінки борозни випуклою сферичною поверхнею диска (рис. 2.9):

$$a_T = \frac{D}{2} - \frac{\sqrt{2}}{4} \sqrt{2D^2 - b^2 - b\sqrt{b^2 + 16R^2 - 4D^2}}. \quad (2.16)$$

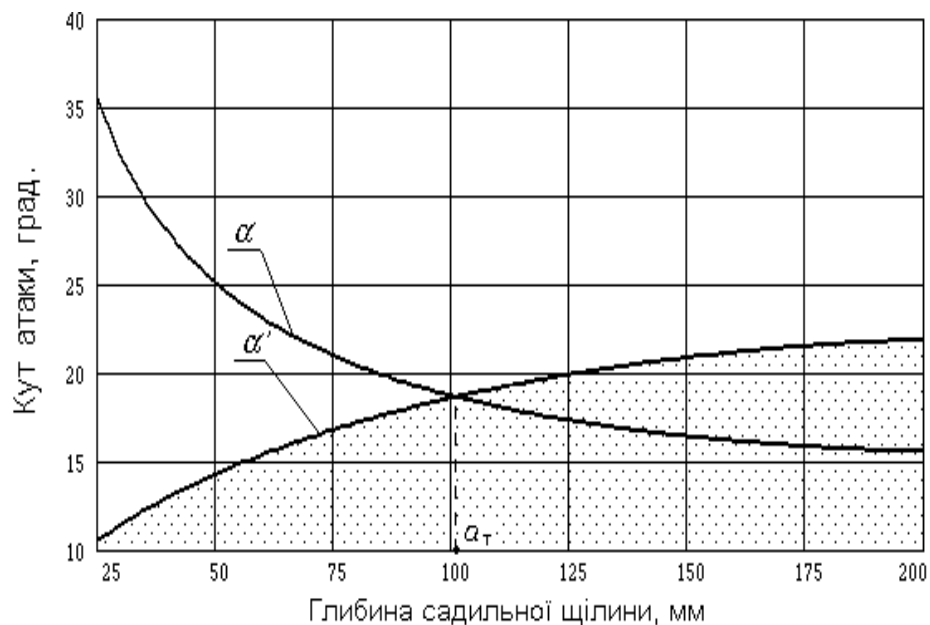


Рисунок 2.9 – Графік залежності кута атаки від глибини ходу диска

Розрахунки показують, що при глибині садильної щілини більше 10 см, спиці сферичного диска будуть приймати участь у підрізанні стінок щілини.

Якщо вирізи на робочій поверхні диска виконати таким чином, щоб спиці розташовувалися радіально і були прямолінійними (рис. 2.10), то кут різання ε кромки спиці можна визначити із трикутника швидкостей за теоремою синусів:

$$\frac{v'_n}{\sin\left(\frac{\pi}{2} - \varepsilon\right)} = \frac{\omega r}{\sin(\varepsilon + \omega t)}.$$

Розв'язавши рівняння (2.16) відносно ε отримаємо:

$$\varepsilon = \operatorname{arctg} \left(\frac{\omega r_K}{v'_n \cos \omega t} - \operatorname{tg} \omega t \right), \quad (2.17)$$

де v'_n – проекція швидкості руху агрегату на площину зовнішньої різальної кромки диска: $v'_n = v_n \cos \alpha$, де v_n – поступальна швидкість агрегату, α – кут атаки диска [95, 138];

r_K – радіус-вектор точки контакту спиці з ґрунтом;

ω – кутова швидкість диска; t – час.

Радіус-вектор точки контакту змінюється з часом відповідно до виразу:

$$r_K = \frac{D - 2a}{2 \sin \omega t}, \quad (2.18)$$

Підставивши формулу (2.18) у (2.17) отримаємо:

$$\varepsilon = \operatorname{arctg} \left[\frac{(D - 2a)\omega}{2 v'_n \sin \omega t \cos \omega t} - \operatorname{tg} \omega t \right]. \quad (2.19)$$

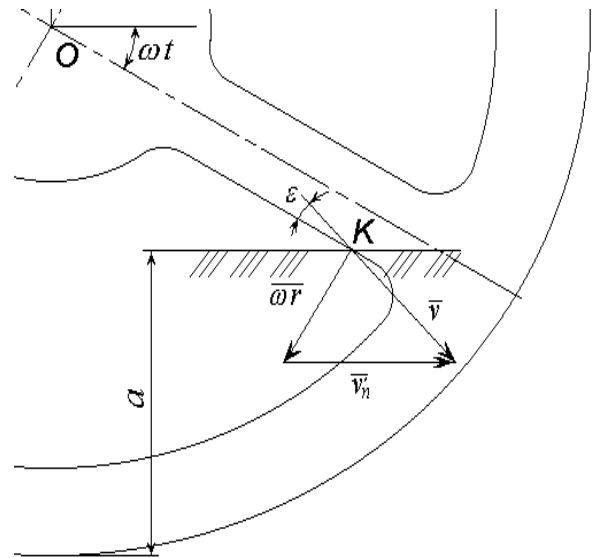
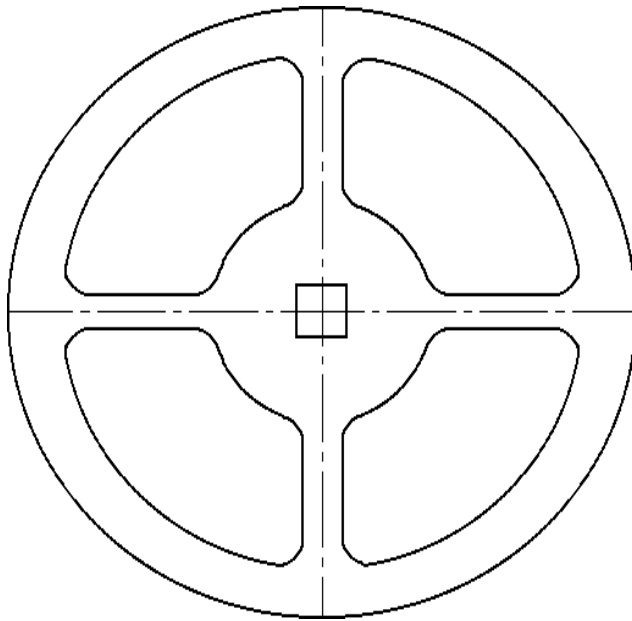
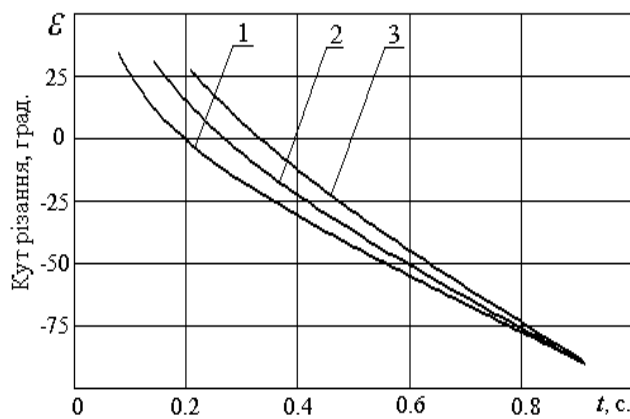
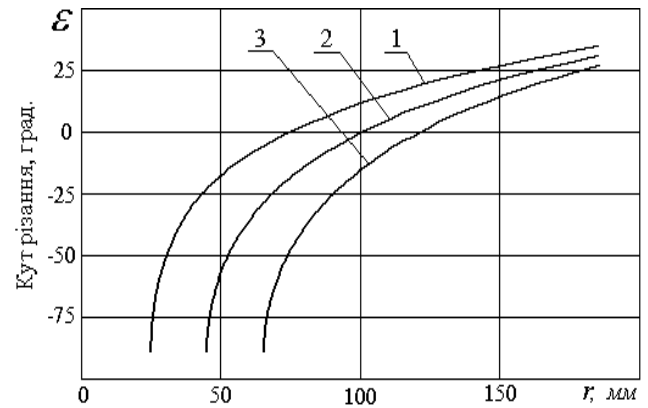


Рисунок 2.10 – Вирізний дисковий робочий орган із радіальними спицями



а)



б)

Рисунок 2.11 – Залежність кута різання прямолінійної радіальної спиці:

а) – від часу; б) – від довжини спиці;

1 – $a=200$ мм; 2 – $a=180$ мм; 3 – $a=160$ мм.

Розрахунки показують (рис. 2.11), що в процесі роботи значення кута різання прямолінійної радіальної спиці може приймати значення від 35° до -90° (при $\varepsilon > 0$ різання відбувається переднім краєм спиці, а при $\varepsilon < 0$ – заднім). Внаслідок цього відбувається різання без ковзання, що призводить до забивання вирізів рослинними рештками та вологим ґрунтом.

Усіх вищезгаданих недоліків вирізних сферичних дисків можна уникнути шляхом проектування раціональної форми спиць.

Висновки до розділу

Таким чином, у ході теоретичних досліджень було досягнуто таких результатів:

Виходячи з біологічних особливостей насінників цукрових буряків та умов забезпечення якісної роботи сучасних висадкосадильних машин, розроблено енергозберігаючий спосіб садіння, який забезпечує висаджування маточних коренеплодів у садильну щілину без проведення глибокої передсадильної культивуації.

Визначено, що для утворення садильної щілини глибиною до $a=180$ мм та шириною $b=120$ мм, частково заповненої розпушеним ґрунтом, доцільно використовувати сферичні диски, діаметром $D=450$ мм та радіусом кривизни $R=600$ мм із вирізами на внутрішній робочій поверхні.

На основі аналізу геометричних параметрів сферичного диска з внутрішніми вирізами та режимів його роботи, доведено необхідність проектування форми спиць, які з'єднують зовнішню різальну кромку диска з його центральною частиною.

РОЗДІЛ 3

ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці займає провідне місце в складній системі всього господарства. Людям, що працюють в даному господарстві, надають належну увагу. Їм надають засоби індивідуального захисту, а при потребі спеціальне харчування.

Кабінет по охороні праці знаходиться в спеціально відведеному приміщенні у ЦРМ. Він обладнаний стендами, плакатами, зразками індивідуальних засобів захисту і технічних засобів пожежегасіння. В ньому проводиться ввідний інструктаж по ТБ, курсові навчання. Відповідальність за стан охорони праці в господарстві несе керівник правління. Разом з профспілковим комітетом він розроблює план заходів по охороні праці і забезпечує його виконання. Він систематично перевіряє стан робочих місць і щорічно показує звіт по травматизму в комісію по сільському господарству при держадміністрації району.

В господарстві по штатному порядку є посада інженера по охороні праці. Затверджений на неї спеціаліст із вищою освітою. Стаж роботи на посаді 10 років. Він підлеглий безпосередньо керівникові господарства.

Інженер по охороні праці веде облік травматизму, вивчає причини нещасних випадків, проводить ввідний інструктаж. Також приймає активну участь в розробці плану заходів по охороні праці і контролює його виконання.

Головні спеціалісти господарства контролюють стан охорони праці на всіх об'єктах і приймають міри по ліквідації існуючих недоліків. Керівники підрозділів проводять інструктаж на робочих місцях, слідкують за станом механізмів і машин, контролюють наявність і справність пожежегасіння, не допускають до роботи осіб, що не пройшли інструктаж по охороні праці. В господарстві діє колективний договір, який включає в себе угоду по охороні праці.

В господарстві є спеціальна пожежно-строжева охорона – ПСО. В охорону входить п'ять чоловік, також є спеціальна пожежна машина на базі автомобіля ГАЗ-53, яка обладнана всіма засобами пожежегасіння. Місця заправки машин – водонапірні башти. Відповідальний за проти пожежну безпеку інженер по охороні праці. Всі важливі будівлі обладнано пожежною сигналізацією та блискавкозахистом, щитами з первинними засобами пожежегасіння: лопатами, ящиками з піском, вогнегасниками та ін. підчас зберігання врожаю зернових обладнують іскрогасниками, лопатами і вогнегасниками всі сільськогосподарські машини.

Відповідальним по охороні праці у бригадній майстерні господарства – головний інженер - механік. Навчання по охороні праці проводиться в спеціально обладнаному кабінеті бригадної майстерні. Проводиться постійний контроль і нагляд за станом охорони праці.

На кожному робочому місці є інструкція по ТБ, аптечка першої допомоги, знаки безпеки. Регулярно проводяться навчання робітників по наданню першої допомоги, в тому числі вміння провести зовнішній масаж серця, штучне дихання “з рота в рот” при зупинці серця і дихання. Кожний робітник майстерні забезпечується одягом, взуттям та індивідуальними засобами захисту відповідно від виду робіт: респіраторами, окулярами, діелектричними захисними засобами.

Майстерні постійно виконують вимоги техніки безпеки при експлуатації, ремонті обладнання. Електричні установки обгородженні суцільними або сітчастими захисними огорожами, які відгороджують струмоведучі частини. Від струмоведучих частин до огорож відстань відповідно: сітчастих – 100 мм, для суцільних – 50 мм. Всі електричні установки майстерні заземленні або зануренні.

Для захисту будівлі від прямого удару блискавки застосовують систему блискавкозахисту. Заземлюючий пристрій горизонтальний і комбінований. Верхні кінці стержнів заглиблено на 0,6- 0,7 м у землю.

Система вентиляції в майстерні притоково-витяжна. Система

освітлення комбінована. Опалення місцеве – електрокаміни.

При виконанні робіт по вирощуванню кукурудзи на людину діють шкідливі фактори. Це пил, шум, вібрація, шкідливі речовини.

Більшість робіт по вирощуванні кукурудзи проводиться за допомогою машин. Їх кабіни мають визначений захист від більшості шкідливих факторів, однак потрібно слідкувати за справністю амортизаційних підвісок кабін і сидінь, глушників, фільтрів. Потрібно, при русі агрегату поперек борозни уникати швидкості 12,5 км/год., так як при ній коливання рами трактора співпадає з коливаннями (власними) внутрішніх органів людини і при цьому проходить резонанс або подвоєння коливання.

При високій температурі навколишнього середовища обробіток посівів гербіцидами (пестицидами) переносимо на вечірній час.

При роботі з шкідливими речовинами, до них відносяться всі пестициди, деякі види мінеральних добрив, ПММ необхідно періодично визначати концентрацію шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Ця концентрація не повинна перевищувати гранично допустиму.

Таблиця 3.1 – ПДК деяких речовин в повітрі робочої зони

Найменування речовини	ПДК	Клас небезпеки
Аміак	20	4
Ацетон	200	4
Бензин паливний	100	4
Гексахлоран	0,1	1
Кислота сірчана	1,0	2
Ртуть металева	0,01	1
хлор	1,0	2

За агрегатом закріплюється вогнегасник типу ОП – 5, штикова лопата, брезент, іскрогасник.

Відповідальна особа по безпеці праці у полі-бригадир, на агрегаті – механізатор.

Всі робітники, що працюють в полі мають не менше, як 18 років, всі

пройшли медогляд, прослухали ввідний інструктаж по техніці безпеки перед початком польових робіт.

Робітники, які мають справу з ґрунтообробними машинами, забезпеченні також чистиками та лопатами для очищення робочих органів. Очищати робочі органи дозволяється тільки при зупиненому тракторі (агрегаті).

При підготовці агрегату до роботи, його наладці і регулюванні, потрібно користуватися справним інструментом на машинах потрібно, щоб були вказані зони небезпеки і в безпечних місцях захисні огороження.

При регулюванні і наладці сільськогосподарських машин, які знаходяться в піднятому стані гідросистемою трактора, підставляють опори чи підставки.

При виконанні культивуації на сільськогосподарських машинах виявлено ряд виробничих небезпек, які наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Основні виробничі небезпеки

Процес операція	Посів	Догляд	Збирання
Підготовка агрегату	Користування несправним інструментом. Проведення ТО при працюючому двигуні. Машина поставлена на випадкових підставках.		
Робота агрегату	Захламленість в кабіні трактора. Немає сигналізуючих пристроїв.		
		Немає індивідуальних засобів захисту	
Технологічні зупинки	Немає спеціальних заходів для очистки робочих органів, огорожень на механізмах, які обертаються. Не виключенні гальма при роботі на горбах. Важелі гідросистеми не в нейтральному положенні.		
Обслуговування	Наладка гідросистеми при піднятій сільськогосподарській машині. Немає підставки під колесами і не виключені гальма. Постановка машини на домкрати чи підставки.		

Виходячи з характеру виконуючої роботи і її тривалості, рівні шкідливих виробничих факторів, кількості зайнятих в даних умовах робочих, їх росту, визначимо вид необхідних засобів індивідуального захисту.

Підбираємо спецодяг для працівників. Чоловічий спецодяг випускається розмірами по росту (см): 158 – 164, 170 – 176, 182 – 188; по обхвату грудей (см): 88, 92, 95, 100, 104, 108, 112, 116, 120, 124. Кожен розмір спецодягу відповідає визначеному інтервалу розмірів фігури людини (2, Б, С. 146).

Також, як 2 допоміжні робітники працюють на полі на підживленні і мають справу з хімічною речовиною, зокрема аміачною водою, їм потрібні засоби індивідуального захисту органів дихання.

Розраховуємо і підбираємо річну потребу ЗІЗ для 2 робітників, зайнятих на підживленні рослин протягом 28 год. середня концентрація парів аміаку в робочій зоні – 25 мг/м³.

ПДК аміаку в повітрі робочої зони 20 мг/м³. На основі цього по додатку вибираємо для захисту органів дихання працюючих респіратор У – 2К, забезпечує захист в границях до 50 мг/м³. Знаходимо, що граничний строк служби респіратора У- 2К – 16 год. З врахуванням цього визначаємо необхідну кількість респіраторів для кожного працюючого по формулі:

$$\Pi = P \cdot \frac{T_p}{T_n},$$

де Π – необхідна кількість типорозміру ЗІЗ;

P – чисельність працюючих, чол.;

T_p – час роботи в даному ЗІЗ, год.;

T_n – нормативний строк експлуатації даного ЗІЗ, год.

$$\Pi = 2 \cdot \frac{28}{16} = 3,5 \approx 4 \text{ штуки}$$

Так, як по підрахунках, на час, що працівники затратили на роботу, кожному потрібно по 2 респіратори У – 2К з відповідними розмірами.

РОЗДІЛ 4. ЕНЕРГЕТИЧНА ТА ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

Для більш об'єктивної оцінки ефективності впровадження нового способу передсадильного обробітку ґрунту та садіння коренеплодів маточних цукрових буряків розрахунки показників проводили в енергетичних (МДж/га) та у грошових (грн./га) одиницях, за тарифами та цінами станом на 2015 рік.

4.1. Енергетична ефективність

Основою для розрахунку енергоємності нового способу, відповідно до методичних рекомендацій [86, 90, 91], є енерговитрати на виконання технологічного процесу підготовки ґрунту та садіння, які включають прямі витрати енергії, виражені витратою пального $E_{\text{п}}$, МДж/га; енерговитрати працюючого персоналу $E_{\text{ж}}$, МДж/га; енергоємність, закладену в засобах механізації, а саме: енергетичних засобах $E_{\text{т}}$, МДж/га; сільськогосподарських машинах $E_{\text{м}}$ та зчіпках $E_{\text{з}}$, МДж/га. Розрахунок цих показників проводили за методикою та формулами наведеними у третьому розділі, при цьому використовували вихідні дані подані в додатку Ж.

За існуючим способом безпосередньо перед садінням виконують глибоку передсадильну культивуацію у два сліди. Розрив у часі між культивацією та садінням не повинен перевищувати 2...3 години, тому продуктивність агрегату, який виконує культивуацію повинна бути такою ж, як і продуктивність садильного агрегату. Це було враховано під час розрахунку енергоємності передсадильної підготовки ґрунту. Хід розрахунку наведено в додатку Ж.

Як свідчать результати розрахунків (табл 5.1), при застосуванні нового способу енерговитрати на проведення передсадильної підготовки ґрунту зменшуються майже на 1,26 ГДж/га. Це досягається за рахунок заміни

глибокої 2-кратної передсадильної культивуації суцільним мілким обробітком ґрунту, що дало змогу істотно зменшити витрати пального та підвищити ефективність використання засобів механізації.

Таблиця 4.1 – Енергоємність робіт, пов'язаних із підготовкою ґрунту та садінням, МДж/га

ПОКАЗНИКИ	Спосіб		Ефект
	Традиційний	Новий	
Загальні енерговитрати	5342,1	4080,3	1261,8
у тому числі:			
• на підготовку ґрунту	1490,0	232,9	1257,1
у тому числі:			
– пальне	674,6	163,4	511,2
– засоби механізації	808,0	69,2	738,8
– робоча сила	7,4	0,3	7,1
• на садіння	3852,1	3847,4	4,7
у тому числі:			
– пальне	711,5	658,8	52,7
– засоби механізації	3108,0	3156,0	-48,0
– робоча сила	32,6	32,6	0

У ході розрахунку показників енергоємності процесу садіння враховували зменшення витрат пального при застосуванні нового способу садіння, що досягається за рахунок заміни серійних розпушувачів дисковими щілиноутворювачами. Крім того, при роботі садильного агрегату на фоні без проведення глибокої передсадильної культивуації зменшується коефіцієнт опору перекочування та підвищується коефіцієнт зчеплення рушіїв трактора з ґрунтом, що дає змогу покращити тягові можливості енергетичного засобу. Також враховували підвищення, відповідно до формули, енергоємності

висадкосадильної машини з дисковими щілиноутворювачами порівняно із серійними розпушувачами, оскільки маса дисків перевищує масу пасивних робочих органів. Склад та продуктивність садильних агрегатів при існуючому та новому способах садіння однакові.

За результатами розрахунків енергоємності процесу садіння (див. табл. 5.1) можна зробити висновок, що при застосуванні нового способу садіння, основою якого є заміна серійних розпушувачів дисковими щілиноутворювачами, енерговитрати на проведення садіння зменшаться на 4,7 МДж/га.

Таким чином, застосування нового способу передсадильного обробітку ґрунту та садіння коренеплодів маточних буряків дає змогу заощадити майже 1262 МДж/га (31%). Ця економія досягається, головним чином, завдяки заміні глибокої культивування мілким суцільним обробітком ґрунту, що дало можливість, за рахунок зменшення витрат пального, заощадити понад 511 МДж/га та майже 740 МДж/га – за рахунок більш раціонального використання засобів механізації.

4.2. Економічна ефективність

Показники економічної ефективності розраховували відповідно до [42], при цьому визначали прямі експлуатаційні витрати на проведення передсадильної підготовки ґрунту і садіння за традиційним та новим способом. Розрахунок економічного ефекту проводили з урахуванням підвищення вартості висадкосадильної машини з дисковими щілиноутворювачами. Додатковий економічний ефект від підвищення урожаю насіння не враховували, оскільки він був неістотним.

Вихідні дані та хід розрахунку економічних показників ефективності нового способу обробітку ґрунту й садіння подано в додатку Ж. Ціни на сільськогосподарську техніку брали із рекламних проспектів підприємств-

виробників. Розміри тарифних ставок для розрахунку витрат коштів на оплату праці брали відповідно до галузевої угоди [34]: для трактористів – 19,96 грн./зм., для садильників і машиніста – 17,71 грн./зм. Вартість 1 кг комплексного пального приймали 18,5 грн./кг. Вартість одного комплексу дискових щілиноутворювачів, за розрахунками, становить $B_P=1400$ грн., а серійних – $B_C=400$ грн. Тоді ціна висадкосадильної машини з дисковими щілиноутворювачами, відповідно до формули, становить $B_H=43000$ грн.

Результати розрахунків (табл. 4.2) свідчать, що заміна глибокої передсадильної культивування мілкою дає можливість заощадити до 134 грн./га. на одному гектарі.

Таблиця 4.2 – **Витрати на проведення підготовки ґрунту та садіння, тис. грн.**

ПОКАЗНИКИ	Спосіб		Ефект
	Традиційний	Новий	
Прямі експлуатаційні витрати	795,32	673,14	122,18
в тому числі:			
• на підготовку ґрунту	146,15	12,40	133,75
у тому числі:			
– на пальне	19,20	4,65	14,55
– на засоби механізації	121,26	7,50	113,76
– на оплату праці	5,69	0,25	5,44
• на садіння	649,17	660,74	-11,57
у тому числі:			
– на пальне	20,25	18,75	1,50
– на засоби механізації	601,20	614,27	-13,07
– на оплату праці	27,72	27,72	0

Як показують результати розрахунків, при застосуванні висадкосадильної машини ВС-4 із дисковими щілиноутворювачами, за рахунок зменшення

витрат пального, вдалося заощадити до 1,5 грн./га. Однак, витрати на виготовлення та обладнання машини дисковими щілиноутворювачами перевищують вартість зекономленого пального. Тому, прямі експлуатаційні витрати на садіння коренеплодів маточних цукрових буряків висадкосадильною машиною з дисковими робочими органами на 11,6 грн./га більші (див. табл. 4.2).

У цілому ж, економічна ефективність від застосування нового способу передсадильної підготовки ґрунту та садіння коренеплодів маточних цукрових буряків без урахування приросту урожаю насіння становить понад 1220 грн./га (табл. 4.3). При річному навантаженні машини 120 год/рік та продуктивності садильного агрегату 0,25 га/год, річний економічний ефект від переобладнання однієї машини становить 36650,4 грн./рік.

Таблиця 4.3 – Розрахунок економічної ефективності нового способу передсадильної підготовки ґрунту та садіння коренеплодів маточних цукрових буряків

НАЗВА ПОКАЗНИКА	РОЗРАХУНОК ПОКАЗНИКА
Прямі експлуатаційні витрати, грн./га:	
за традиційним способом	$I_T = 146,15 + 649,17 = 7950,32$
за новим способом	$I_H = 12,40 + 660,74 = 6730,14$
Питомий економічний ефект, грн./га	$\mathcal{E}_H = 795,32 - 673,14 = 1220,18$
Річний економічний ефект, грн./рік	$\mathcal{E}_P = 122,18 \cdot 0,25 \cdot 120 = 36650,40$

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Найбільш доцільним технологічним процесом розкриття кореневої системи маточних рослин клонових підщеп є технологія, яка передбачає механізоване відкриття кореневої системи з високим якісним показником видалення ґрунту та остаточним ручним доочищенням і відокремленням відсадків секаторами. В той же час з врахуванням необхідності виключення вітрової ерозії ґрунту і розширення умов роботи (потрібно щоб пристрій якісно працював на важких і вологих ґрунтах) процес розкриття потрібно проводити механічними, а не пневматичними робочими органами. Метод відстані до цілі наочно показує що вибраний МТА ХТЗ-3510+ВВП-1 найкраще підходить для даної операції.

2. Встановлено залежність абсолютної швидкості бича під час контакту з корінням від кута повороту барабану в момент удару, (змінювався від 5° до 50°), та відстані від осі обертання доточки удару (змінювалась від 50 до 500 мм)

3. Проаналізовано залежність ударного імпульсу від геометричних розмірів бича: довжини l - від 10 до 210 мм; ширини a – від 50 до 150 мм; товщини b – від 10 до 60 мм.

4. Визначено рівняння залежності ударного імпульсу від кута встановлення барабану відносно напрямку руху агрегату

5. Знайдена система нелінійних диференціальних рівнянь другого порядку відносно невідомих функцій $x(t)$ і $y(t)$, яку можна розв'язати лише численними методами на персональному комп'ютері при заданих початкових умовах.

6. Запропонована методика випробування гуми для бичів машини ВВП-1. Наведено підготовку та відбір зразків для проведення експериментальних досліджень та методи обробки результатів. Визначено опір гуми розриву та стиранню. Проаналізувавши дані можна зробити висновок, що гума, яку

випробовували, підходить по механічних характеристиках для використання її у вигляді бичів на машині ВВП-1.

7. Економічний ефект досягнутий в повній мірі, при використанні МТА ХТЗ-3510 + ВВП – 1 прибуток зростає і пошкодження коріння буде мінімальним що значно вплине на ціну продукції. Також можна зауважити що, при збільшенні площі посіву прибутки зростуть в рази.

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. Довідник з механізації садівництва. Бабій М.О., Бабешко Л.Є., 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. Ключко, 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 плодових 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.