

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра Технології та обладнання переробних і харчових
виробництв

Пояснювальна записка
до дипломної роботи на здобуття ступеня вищої освіти

« магістр »
бакалавр, магістр

на тему: «Обґрунтування режимів роботи агрегату для догляду за
багаторічними насадженнями»

Виконав: здобувач вищої освіти за
освітньо-професійною програмою
Технології і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва
назва ОПП
спеціальності 208 Агроінженерія
код та найменування спеціальності
ступеня вищої освіти «магістр» групи ____
Шкорина А.А.
Прізвище та ініціали здобувача вищої освіти
Керівник: Падалка В.В.
Прізвище та ініціали керівника

Рецензент:

Прізвище та ініціали рецензента

Полтава – 2021 року

РЕФЕРАТ

Представлена магістерська робота на тему «Обґрунтування режимів роботи агрегату для догляду за багаторічними насадженнями» складається з пояснювальної записки з викладенням стану питання та вибору напрямку досліджень, представленої методики та методів досліджень.

Мета магістерської роботи – обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи агрегату для догляду за міжряддями плодкових насаджень, забезпечення якості розпушування ґрунту в

пристовбурній смузі і рівномірного розподілу мульчі трав'яної рослинності на поверхні разрихленної ділянки пристовбурної смуги плодових насаджень.

Для досягнення поставленої мети сформульовані такі задачі дослідження:

1. Обґрунтувати конструктивно-технологічну схему агрегату для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень.
2. Дослідити процес роботи фрезерного робочого органу з вертикальною віссю обертання при розпушуванні пристовбурних смуг плодових насаджень і ротаційного різального апарату косарки-подрібнювача при скошуванні трав'яної рослинності в міжряддях плодових насаджень.
3. Встановити раціональні конструктивно-технологічні параметри фрезерного робочого органу для розпушування пристовбурних плодових насаджень та косарки-подрібнювача для скошування рослинності в міжряддях.
4. Оптимізувати основні параметри і режими роботи агрегату за критеріями якості крошення ґрунту і рівномірності розподілу мульчі трав'яної рослинності на поверхні розпушеної ділянки пристовбурної смуги плодових насаджень.
5. Визначити економічну ефективність застосування агрегату для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень.

Об'єкт дослідження - технологічний процес рихлення смуги і скошування рослинності в міжряддях плодових насаджень.

Предмет дослідження - закономірності процесів рихлення пристовбурних смуг і скошування рослинності в міжряддях плодових насаджень.

Під час проведення наукового теоретичного дослідження за даною магістерською роботою використано методики математичного просторового моделювання, диференційного та інтегрального числення. Теоретичні моделі щодо режимів роботи агрегату для догляду за багаторічними насадженнями розроблені на основі законів теоретичної механіки.

Експериментальні досліді та випробування проведені за власною методикою. При обробці результатів експериментальних досліджень використані кореляційно-регресійні методи статистичного аналізу.

Ключеві слова: ФРЕЗА, БАГАТОРІЧНІ НАСАДЖЕННЯ, ОБРОБІТОК,
МУЛЬЧА, МАШИНА

ЗМІСТ

ВСТУП	8
СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ	11
1.1 Основні типи садів і їх технологічні особливості	11
1.2 Аналіз технічних засобів для догляду за міжряддями і при ствольними смугами плодових насаджень.....	16
1.3 Огляд наукових досліджень з вивчення процесів догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень	25
1.4 Висновки, мета і завдання досліджень	33
2 МЕТОДИКА Й ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	35
2.1 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми агрегата для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень.....	35
2.2 Дослідження процесу роботи фрезерного робочого органу при рихленні пристовбурних смуг плодових насаджень.....	38
2.3 Дослідження сил, що діють на фрезерний робочий орган при розпушуванні пристовбурних смуг плодових насаджень	44
2.4 Методика експериментального дослідження та вимірювальні засоби.....	46
2.5 Опис експериментальної установки	49
2.6 Методика обробки результатів експериментальних досліджень.	52
2.7 Висновки по другому розділу.....	54
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	55
3.1 Оптимізація основних параметрів і режимів роботи агрегату для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень.....	55
3.2 Результати лабораторно-польових досліджень агрегату для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень	57

3.3 Висновок по третьому розділу	62
4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩО ДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	63
4.1 Екологічна експертиза.....	63
4.2 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....	65
4.3 Техніко-економічна ефективність результатів дослідження	67
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	74
Список використаних джерел	76

ВСТУП

Актуальність теми. З метою подальшого збільшення виробництва плодової продукції передбачається закладка нових садів інтенсивного і суперінтенсивного типів.

У зв'язку з цим освоєння схилових земель і їх використання під садити є актуальною соціально-економічною проблемою.

В даний час виробництвом плодів на схилових землях займаються як великі корпорації, так середній і малий бізнес. Одна із проблем, з якими стикаються виробники плодів - це нехватка техніки по догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень. Більшість садівничих господарств мають у своєму розпорядженні вітчизняну технікою для обробітку ґрунту, що складається зі старих, малопродуктивних одноопераційних машин, відсутні фрезерні агрегати для пристовбурної культивуції в садах.

У той же час гостро стоять питання мінімізації обробітку ґрунту, прискореного створення гумусового шару в пристовбурних смугах молодих дерев, захисту схилів від ерозії та відтворення ґрунтової родючості.

У зв'язку з викладеним, удосконалення технології та розробка нової конструкції агрегату, що забезпечує виконання декількох технологічних операцій для догляду за міжряддями і пристовольними смугами плодових насаджень, збереження і підвищення родючості ґрунтів на схилових землях є актуальною.

Робоча гіпотеза: забезпечення якісного зрізу, подрібнення трав'яної рослинності в міжряддях, подача і змішування мульчі трав'яної рослинності з ґрунтом в пристовбурних смугах може бути досягнуто шляхом визначення оптимальних параметрів і режимів роботи агрегату для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень.

Науковою основою для вдосконалення існуючих та розроблених технічних засобів по догляду за міжряддями і пристовбурними полосами плодових насаджень є роботи А.І. Завражнова, Ю.А. Уткова, А.Д. Даліна, І.М. Панова, М.Н. Чаткіна, А.А. Цимбала, В.В. Бичкова, Л.А. Шомахова, С.І.

Камбулова, Є.І. Трубілін, К.А. Манаєнкова, Ю.А. Шекіхачева, В.Ю. Ланцева, В.В. Красовського, В.В. Хатунцева і багатьох інших.

В галузі застосування фрезерних робочих органів і технології рихлення ґрунтів значний внесок внесли А.Д. Далін, С.І. Камбулов, Г.Є. Листопад, І.М. Панов, І.С. Полтавців, Г.Н. Синьооку, Б.І. Турбін, Є.І. Трубілін, М.Н. Чаткін, В.Н. Щириков, Є.П. Яцук та ін.

Мета дослідження - обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи агрегату для догляду за міжряддями плодових насаджень, забезпечення якості розпушування ґрунту в пристовбурній смузі і рівномірного розподілу мульчі трав'яної рослинності на поверхні разрихленої ділянки пристовбурної смуги плодових насаджень.

Завдання досліджень:

1. Обґрунтувати конструктивно-технологічну схему агрегату для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень.
2. Дослідити процес роботи фрезерного робочого органу з вертикальною віссю обертання при розпушуванні пристовбурних смуг плодових насаджень і ротаційного різального апарату косарки-подрібнювача при скошуванні трав'яної рослинності в міжряддях плодових насаджень.
3. Встановити раціональні конструктивно-технологічні параметри фрезерного робочого органу для розпушування пристовбурних плодових насаджень та косарки-подрібнювача для скошування рослинності в міжряддях.
4. Оптимізувати основні параметри і режими роботи агрегату за критеріями якості крошення ґрунту і рівномірності розподілу мульчі трав'яної рослинності на поверхні розпушеної ділянки пристовбурної смуги плодових насаджень.
5. Визначити економічну ефективність застосування агрегату для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень.

Об'єкт дослідження - технологічний процес рихлення смуги і скошування рослинності в міжряддях плодових насаджень.

Предмет дослідження - закономірності процесів рихлення пристовбурних

смуг і скошування рослинності в міжряддях плодкових насаджень.

Методи дослідження. Теоретичні дослідження проводилися з використанням відомих законів математичного аналізу і теоретичної механіки. При проведенні експериментальних досліджень використовувалися методи планування багатофакторного експерименту. Обробка отриманих даних здійснена з використанням методом математичної статистики.

1 СТАН ПИТАННЯ ТА ВИБІР НАПРЯМУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Основні типи садів і їх технологічні особливості

В даний час світова практика плідництва характеризуються широким впровадженням інтенсивних плодових насаджень, передбачає розміщення на одиниці площі максимальної кількості дерев.

Інтенсивні сади, які закладаються за європейською технологією, плодоносять вже на другий рік, причому вкладені кошти швидко окупаються.

Вибір тієї чи іншої конструкції насаджень визначається конкретними, перш за все екологічними факторами кожної ділянки, а також економічними умовами господарств.

У нашій країні найбільшого поширення мають три типа інтенсивних садів [14, 95]:

- на сильнорослих і среднерослих підщепах з рядково-ущільненим розміщенням рослин, формуванням сферичних (округлих) крон і плодовою стіною шириною 4 .. 4,5 м;

- шпалерно-карликові на слаборослих підщепах з плодової стіною до 1м.

Найбільш простим в конструктивному відношенні і найбільш продуктивним типом саду є безперервна плодова стіна. Такі сади закладаються на слаборослих підщепах, які забезпечують отримання раннього врожаю. В ущільнення-малих насадженнях формують крони-ряди, параметри яких обумовлюються природно-кліматичними умовами тієї чи іншої зони, біологічними особливостям використовуваних сортів, схемами посадки рослин і іншими факторами, включаючи прибирання та застосовується техніку.

У початковий період освоєння схилівих земель основні площі і садових ландшафтів в країні становили сади на сильнорослих і середньорослих підщепах з оптимально щільним розміщенням дерев, то є сади першого типу. Вони добре себе зарекомендували, особливо в умовах похилого рельєфу з більш жорсткими екологічними, ніж на рівнинних землях умовами. Однак дана конструкція вже не відповідає вимогам сучасного розвитку садівництва. Такі сади і повільно нарощують врожаї.

В сучасних умовах економічно виправдовують себе сади другого і особливо третього типу. Сади на середньо- і слаборослих подвоях вступають в товарне плодоношення на 2 ... 3 рік після посадки, з врожайністю порядку 30.50 т / га. Разом з тим, дані конструкції насаджень пред'являють підвищені вимоги в першу чергу до родючості ґрунтів, що в умовах схилового рельєфу не завжди здійснимо.

Закладаючи інтенсивні сади (рис. 1.3) на слаборослих подвоях необхідно враховувати весь комплекс умов, що складаються на кожній ділянці, в тому числі і ґрунтові умови [14].

Складові елементи: клонові підщепи (М4, ММ-106, СК2, М-7), висота окулірування 5.15 см „ веретеновидна модифікована система формування крони (висота дерева - 3,5.4 м, кількість скелетних гілок - 5.7 шт., Плодових - 10.15 шт. схеми розміщення 5 x 2.2,4 м. (рис. 1.4) Найбільш виправдано розміщення високоінтенсивних насаджень на слаборослих підщепах на ділянках з оптимальними екологічними умовами і перш за все на пологих (до 5 ... 60) і рівнинних ділянках, дотичних до схилів, на яких можна з меншими затратам використовують фактори інтенсифікації садівництва, в тому числі зрошення.



Рисунок 1.4 - Інтенсивні сади груші на клонових айвових подвоях: шпалерно-карликовий на 3-й рік посадки на гребені (а); безшпалерний (безопорний) сад-плодоношення (б)

В даний час широку перевірку проходять яблуневі сади на слаборослих і напівкарликових підщепах (М9, М26, СК2, ММ106) з сферичними малооб'ємними кронами, утворюють в насадженнях суцільну плодову стіну. Це вільно зростаючий веретенівидний кущ з розміщенням рослин $3,5 \dots 4 \times 1 \dots 1,5$ м і діаметром крони $2 \dots 2,5$ м, струнке веретено і колоновидна з розміщенням $3 \times 0,7 \dots 1,2$ м і шириною крони близько 1 м [11, 12].

На схилах, крутизною $8 \dots 12^\circ$ з ґрунтами перспективні насадження на середньо- і напівкарликових підщепах з округлою або півплощинами формування крони і розміщенням на одиниці площі 600...1000 дерев в залежності від сили зростання сорту.

На схилах підвищеної крутизни, основною конструкцією насаджень є полусферична і трохи сплюснена форми крони на середньорослих і сильнорослих підщепах в залежності від ґрунту.

Закономірності росту, розвитку і плодоношення яблуні в умовах нерівного ландшафту свідчать про те, що є необхідним диференційований підхід до розміщення на схилових землях порід і сортів, що враховує їх біологічні особливості, а також диференційований догляд за плодовими культурами.

Підщепи і підщепних комбінації в залежності від розташування плодових культур на схилах різної експозиції слід підібрати в межах однієї експозиції.

Склад культур для закладання плодових насаджень визначають відповідність до породно-сортового районуванням. При цьому враховуються природні і мікрокліматичні умови місцевості, пов'язуючи їх з біологічними особливостями плодових порід і сортів [11, 12].

У промислових садах в даний час в залежності від рельєфу переважне застосування знайшли дві системи розміщення рядів плодових насаджень: прямокутна і контурна (рельєфна) [14, 55, 56].

На схилах з однорідним ухилом, де горизонталі майже прямолінійні і паралельні один одному, застосовують прямокутну систему посадки. Така система розміщення придатна переважно на схилах крутизною до $6 \dots 8^\circ$. Схили

з прямими і паралельними горизонтами зустрічаються досить рідко. У більшості випадків вони мають криволінійні вигини, прямолінійна посадка на яких недопустима.

На більш крутих схилах, а нерідко і на схилах в $3 \dots 4^0$, але з неоднорідним рельєфом, рекомендується контурна система розміщення рядів плодових дерев [55, 56].

Перевага її перед прямолінійною складається в ослабленні змивання ґрунту, поліпшенні умов застосування технічних засобів для догляду за плодовими культурами і ґрунтом. У контурних садах зростає ефективність застосування протиерозійних заходів – глибоке рихлення, борознування, міжрядне або смуговий задерніння.

Існують три способи контурного розміщення дерев на схилах [55, 56]. При першому способі ряди плодових дерев розташовують строго в напрямленні горизонталей місцевості, дерева в рядах розміщують на рівні дистанції.

Другий спосіб передбачає дотримання прямолінійності рядів дерев вздовж схилу, а міжряддя копіюють рельєф ділянки, і при третьому способі зберігається однакова ширина між контурними рядами. В практиці ці способи нерідко застосовують в поєднанні.

Зустрічаються посадки, в яких міжряддя мають однакову ширину, а дерева прямими лініями висаджені вздовж схилу. У таких насадженнях краще забезпечується освітлення крон дерев і повітряний дренаж. Зазначеним способом розміщують дерева на схилах, де можна використовувати техніку, за умови дерново-перегнійної системи утримання ґрунту в саду.

У практиці частіше застосовують другий і третій способи розміщення рядів дерев без їх прямолінійності вздовж схилу. В межах одного кварталу можливо поєднання прямокутного і контурного розміщення рядів дерев за умови, коли прямолінійні і інші горизонталі на певному відрізку ділянки приймають вигнуті форми (рис. 1.5).

Існуючі сади на терасах характеризуються розміщення плодових насаджень в основному на насипної частини полотна (рис. 1.6).

При терасуванні схилів відбувається зміна в корені структури ґрунту, особливо в насипній частині полотна, де спостерігається зростання водопроникності в порівнянні з виїмковою частиною в 3 .. 4 рази.

Процес ефективного розвитку садівництва на схилах визначається, наскільки якісно вирішуються технічні, економічні і організаційне питання. Прискорено розвивати садівництво неможливо без підвищення ефективності та рівня механізації.

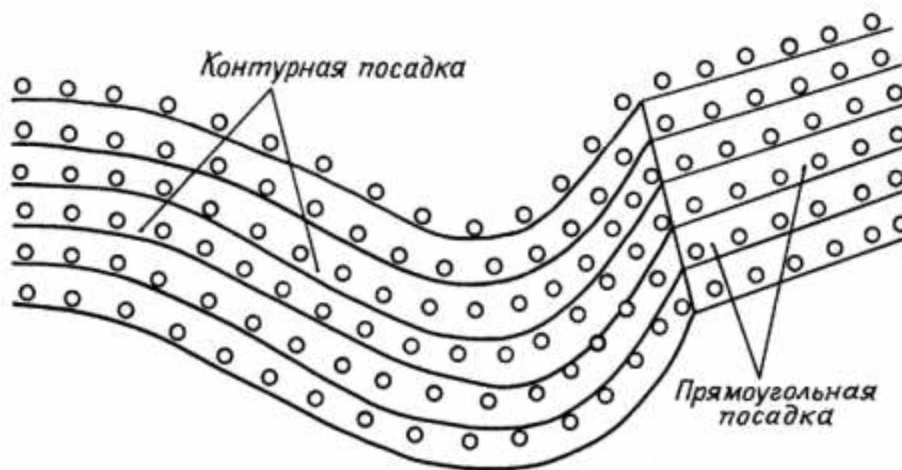


Рисунок 1.5 - Схема комбінованого розміщення рядів дерев на схилі



Рисунок 1.6 - Молодий яблуневий сад на терасах з розміщенням дерев на насипній частині полотна

Комплексна механізація садівництва на схилах - важке завдання. Таке садівництво на схилах в сучасний моменті це трудомістка галузь сільського господарства.

Технічні засоби мають специфічні особливості, які визначаються такими факторами, як: пересіченість рельєфу, крутизна схилів, дрібноконтурних, малоземелля ін.

До засобів механізації в цих умовах пред'являються такі потреби, як: великі маневреність і прохідність, виконання одночасно декількох технологічних операцій, мала вага і високі експлуатаційні показники. Вони повинні гарантовано дотримуватися агротехнічних вимоги, підвищувати ерозійну стійкість і родючість ґрунту, продуктивність праці і знижувати собівартість плодової продукції [120, 121, 123, 125].

Зазначені специфічні вимоги і особливості функціонування сільськогосподарської техніки в умовах силових земель обмежують, а часто і взагалі виключають можливість використання універсальних засобів механізації технологічних процесів загального призначення.

Таким чином, процес освоєння схилових земель і виробництва плодових продукції повинен базуватися на науково-обґрунтованій ґрунто захисній технології з урахуванням специфічних вимог землеробства на схилах і забезпечувати оптимальну оптимізацію технологічних процесів.

З урахуванням цього до системи машин для механізації садівництва на схилах повинна характеризуватися гнучкістю і адаптивністю до специфічних умов гірської місцевості.

1.2 Аналіз технічних засобів для догляду за міжряддями і приствольними смугами плодових насаджень

Аналіз технічних засобів для скошування і подрібнення рослинності в міжряддях плодових насаджень

При правильному утриманні ґрунту в садах плодові дерева

забезпечуються в достатній кількості вологою і поживними речовинами.

Численними дослідженнями встановлено, що найбільші переваги слід віддавати дерново-перегнійної системи, яка передбачає скошування виростає рослинності на мульчу [2, 5, 6, 20, 28, 29, 31, 34, 35, 51, 52, 53, 57, 88, 94, 96, 114, 119, 129, 130, 131, 132, 134].

При скошуванні трави, ґрунт не повинна бути вологим і рихлим, що є одним з агротехнічних вимог. Іншим вимогам є забезпечення якісного і рівного зрізу трави на необхідній висоті робочими органами косарок [80].

Використання ріжучих технічних засобів при мульчуванні рослин має такі переваги, як: виключення загибелі ґрунтових мікроорганізмів, що характерно при використанні обробки ґрунту технікою; найбільш повна реалізація дерново-перегнійної системи утримання ґрунту [3, 4, 8, 23, 24, 32, 37, 38, 39, 40, 54, 70, 78, 81, 89, 90, 91].

Косарки класифікуються за типом: ріжучого апарату; приводу; агрегаткування; механізму приводу ріжучих апаратів.

Конструктивно-технологічну схему косарки вибирають в такий спосіб, щоб вона враховувала специфічні вимоги, що пред'являються до засобів механізації технологічних процесів в садівництві на схилових землях [128, 133].

За типом ріжучого апарату існують косарки підпірного (із зворотно-поступальним і поступальним рухом робочого органу) і безпідпорного (з поступальним і обертальним рухом робочого органу різанням).

Ріжучі апарати зі зворотно-поступальним рухом робочого органу бувають з нерухомими і рухливими пальцями (сегментно-пальцеві) і без пальцеві двохножеві.

Недоліки сегментно-пальцевих ріжучих апаратів: складність механізму приводу робочих органів; виникнення великих інерційних сил, що знижують їх надійність і довговічність; низькі швидкості різання; висока енергоємність різання через значне тертя в ріжучих парах; велика металоємність.

Недоліки ланцюгових і гвинтових ріжучих апаратів: складність конструктивного виконання; велика енергоємність зрізання рослинності; низька

надійність і ін.

Найбільшою перспективністю мають ріжучі апарати з обертовим рухом робочого органу. При цьому вісь обертання - горизонтальна або вертикальна. Останні отримали найбільше поширення. Вони можуть мати нижній, верхній або комбінований привід.

За типом приводу косарки бувають з електричним, механічним або гідравлічним приводом.

За характером агрегування косарки бувають навісними, напівнавісними або причіпними.

Переваги навісних косарок: велика маневреність; висока продуктивність; можливість оперативного перекладу ріжучого апарату з транспортного положення в робоче і назад; можливості оперативного регулювання висоти зрізу тощо. [4, 47, 54, 64, 67, 69, 70, 83, 84, 85, 86].

Основним недоліком причіпних і навісних косарок є низька продуктивність.

В даний час в садівництві для виконання технологічного процесу скошування рослинності схиляються до використання ротаційних косарок-подрібнювачів, в яких робочі органи мають вертикальну вісь обертання: КВУ-2А; КРС-2,5А; КРС-1,2; КРС-1,5-3; КС-3М; ІКС-1,5А; ІКС-3; КІС-1,5 (рис. 1.7) [42, 43, 44, 65, 70, 78, 79].

Косарки-подрібнювачі КВУ-2А, ІКС-1,5А, КСУ-3/4 і КС-3М (рис.1.7) призначені для скошування і подрібнення трави і сидератів і міжрядкових саду і виноградників в умовах рівнини і схилів до 5^0 .

Основними робочими органами, яких є ротори, що обертаються в горизонтальній площині. Привід робочих органів – від ВОМ енергозасобу. Частота обертання робочих органів - 540 хв^{-1} . Агрегатуються з тракторами класу 0,6 ... 1,4.

Основними відмінностями косарок-подрібнювачів є ширина захвату і робоча швидкість пересування: КВУ-2А - ширина захвату - 2,0 м, робоча швидкість 2,5 ... 4,0 км / год; ІКС-1,5А - ширина захвату - 1,5 м, робоча

швидкість - 2,5 км / год; КСУ-3/4 - ширина захвату - 3 м, робоча швидкість - 3,0 км / год; КС-3М - ширина захвату - 3 м, робоча швидкість до 6 км / год [70].



КИУ-2А



ИКС-1,5А



КСУ-3/4



КС-3М



КРС-2,5А



КРС -1,5-3

Рисунок 1.7 - косарки-подрібнювачі

Косарка-подрібнювач КРС-2,5А конструкції ВСТІСП (рис. 1.7) одночасно зі скошуванням і подрібненням трав і сидератів в міжрядді саду обробляє і між ствольні смуги плодових дерев.

Справа по ходу руху косарки є висувна секція на двохплечому важелі і ротор для скошування і подрібнення трав'яної рослинності. Інший кінець

важеля містить пружину, закріплену на основній рамі. Ротор забезпечений гумовим захисним кожухом, що дозволяє обходити штабл плодового насадження без пошкодження. В якості приводу використовується гідромотор.

Косарка КРС-1,5-3 конструкції ТОВ «Стимул-Брест» (рис. 1.7) призначена для скошування грубостебельної рослинності в міжряддях і пристовбурних смугах плодівих дерев. Для обробки пристовбурних смуг плодівих дерев косарка оснащена рухомою секцією.

Розроблена косарка ІКС-3, призначена для скошування трави в повністю залужених міжряддях і пристовбурних смугах плодівих насаджень [61, 62, 63, 64,65] (рис. 1.8).

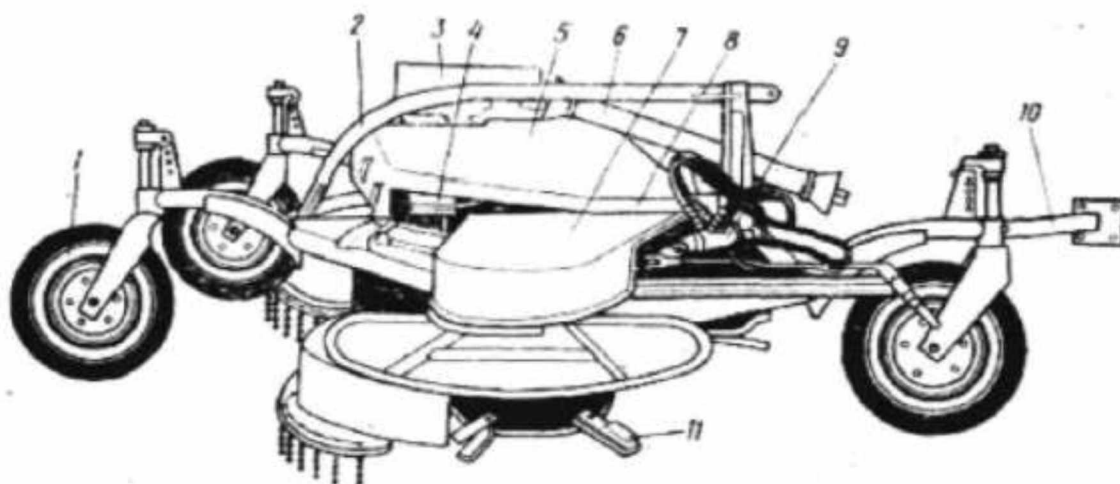


Рисунок 1.8 - Подрібнювач - косарка садова ІКС-3

Косарка Van Wamel серії RF (Нідерланди) (рис. 1.9) має рухому секцію для скошування трави в міжрядді [45, 69].

Відмінною особливістю всіх конструкцій косарки дроблення використовуваних в садах екстенсивного і напівінтенсивного землеробства є можливість бічного зміщення робочого органу від осі агрегату для скошування рослинності під кроною плодового дерева.

Для інтенсивних насаджень використовуються косарки з симетричним положенням щодо поздовжньої осі трактора.

Скошування рослинності в пристовбурній смузі можна здійснювати технічними засобами у вигляді самостійних конструкцій, наприклад, косарок КОН-6 і КДС-1,2.



Рисунок 1.9 - Косарка-подрібнювач з висувною секцією для догляду за приствольними смугами плодових насаджень

Косарка-подрібнювач КОН-6 (рис. 1.10) [115, 122] проводить скошування рослинності з простору навколо штамбів плодових насаджень.



Рисунок 1.10 - Косарка-подрібнювач КОН-6

Як перевага зазначеної машини можна відзначити те, що блок роторів виконаний з можливістю повертання навколо вертикальної осі, що забезпечує мінімальну захисну зону.

Косарка садова двохрядна КДС-1,2 (рис. 1.11) використовується для скошування і подрібнення трави і сидератів в між ствольних полосах плодових дерев [70].



Рисунок 1.11 - Косарка садова двохрядна КДС-1,2

До недоліків відомих косарок-подрібнювачів слід віднести відносно низьку частота обертання ротаційного робочого органу ($540 \dots 840 \text{ хв}^{-1}$), недостатнє подрібнення трав'яної рослинності, неможливість транспортування подрібненої маси в приствольні полоси плодових дерев.

Аналіз способів і технічних засобів для нарізування щілин пристовбурних смугах плодових насаджень

Особливу гостроту отримує проблема зниження ерозійних процесів в зв'язку з тим, що на схилах формуються інтенсивні потоки дощової і талої води, змиваючи ґрунтовий покрив і шар мульчі рослинності.

Для нарізування щілин на схилах, наприклад, можна використовувати навесні щілеріз-кротователь ЩН-2-140, роторний щілювач комбінований з

активно-пасивними робочими органами [17, 124]. Однак вони ефективні і безпечні тільки при догляді за молодими плодовими насадженнями, коренева система яких не повною мірою освоїла полотно тераси.

З огляду на викладене, запропонований спосіб нарізування щілин на терасах (рис. 1.12) [124], що передбачає наступне.

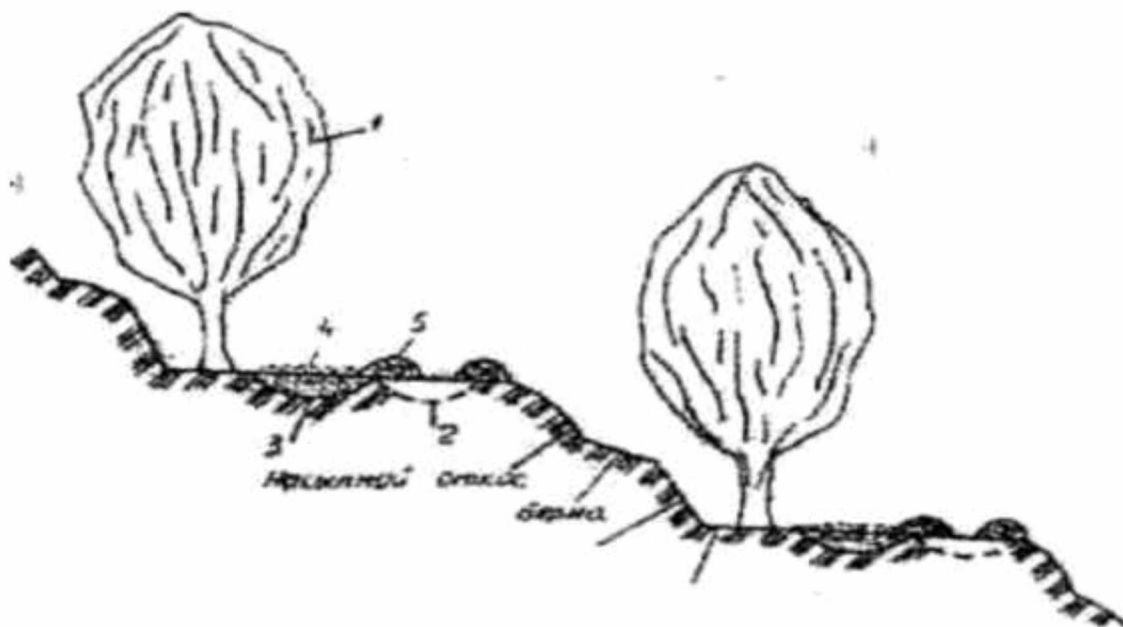


Рисунок 1.12 - Спосіб нарізки щілин на терасах

На терасі з плодовими насадженнями 1 в поперечному напрямленні нарізаються щілини 2, 3, які заповнюються мульчующим матеріалом 4. Грунт, витягнутий з щілин, використовується для створення валків 5. Внаслідок цього коренева система дерев менше травмується. Окрім того, завдяки наявності в щілинах мульчі і валків затримується поверхневий стік.

Внаслідок зменшення травмування кореневої системи плодових насаджень і скорочення ерозійних процесів підвищується врожайність садового ділянки.

Відома машина для щілювання міжрядь багаторічних насаджень при звуженні, що складається з рами, робочих секцій, редуктора конічного, блоку змінних шестерень, дискових щелерізів, карданної та ланцюгової передач, що направляє кожуха, опорних коліс, навісного пристрою і приводу від ВВП трактора (рис. 1.13, 1.14) [83].

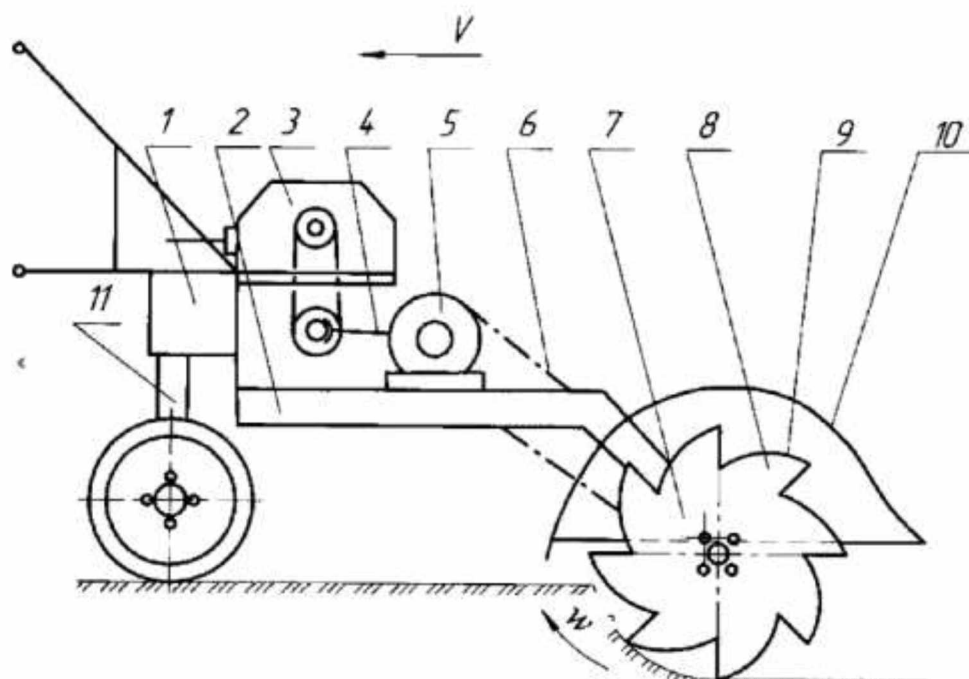


Рисунок 1.13 - Машина для щілювання міжрядь багаторічних насаджень

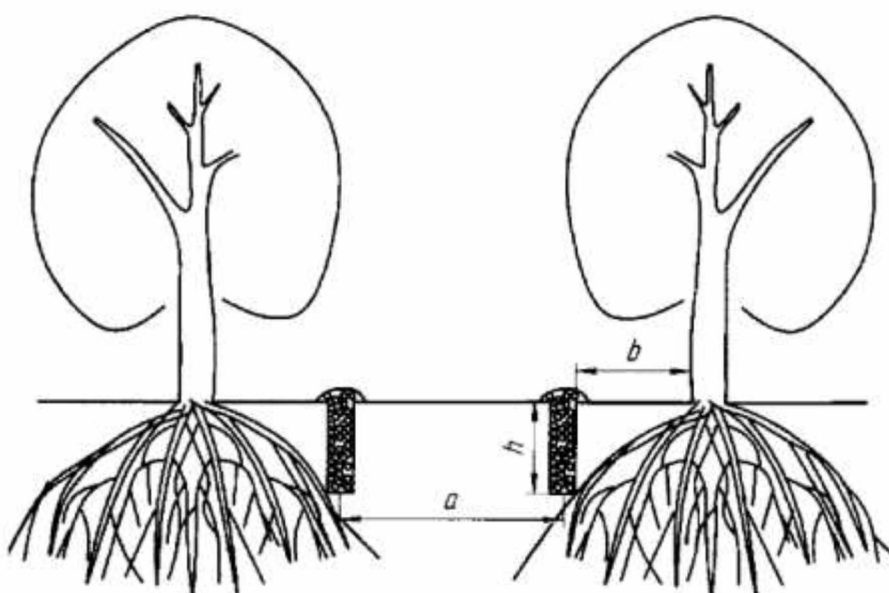


Рисунок 1.14 - Розташування щілин щодо пристовбурних смуг плодових насаджень

До недоліків відомої машини для щілювання міжрядних багатолітніх насаджень при звуженні слід віднести нарізування вузьких щілин з укладанням ґрунту в щілини і над нею, неможливість подрібнення і транспортування мульчі в пристовбурні смуги дерев, неможливість застосування на зруйнованих землях.

Таким чином, для того, щоб прискорено створити гумусовий шар у пристовбурних смугах плодових насаджень на терасованих схилах необхідно розробити комбінований агрегат, що складається з косарки-подрібнювача і фрезерного робочого органу.

1.3 Огляд наукових досліджень з вивчення процесів догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень

Істотний внесок в теорію і практику досліджуваних внесли: А.І. Завражнов, Ю.А. Утков, А.Д. Далін, І.М. Панов, М. Н. Чаткін, А.А. Цимбал, В.В. Бичков, Л.А. Шомахов, С.І. Камбулов, Є.І. Трубілін, К.А. Манаєнков, Ю.А. Шекіхачев, В.Ю. Ланцов, В.Н. Щилов, В.В. Хатунцев, В.В. Красовський та інші автори.

Однак в працях даних вчених не розглядаються проблеми рихлення пристовбурної смуги, подрібнення трав'яної рослинності в міжряддях, подачі і змішування мульчі з ґрунтом в приствольній смузі плодових насаджень.

В результаті застосування ґрунтообробних фрез забезпечують подрібнення і закладення рослинних залишків, розпушування (подрібнення) ґрунту зверху якостю. Разом з тим технологічний процес характеризується наявністю великих енерговитрат, які визначаються конструктивними параметрами робочих органів і прийнятими технологічними режимами роботи [82, 113, 128].

Чаткіним М.Н. [113] отримана залежність, що характеризує взаємозв'язки між конструктивними параметрами і режимами роботи різних типів активних робочих органів з їх силовими і енергетичними показниками.

Для того, щоб зменшити енерговитрати на ґрунтообробку необхідно вибрати максимум величини подачі на ніж, яка допускається агрономіями за критерієм «ступінь кришення ґрунту» Величина подачі на ніж визначається діаметром барабана фрези, кількістю ножів і кінематичними коефіцієнтами [33, 82, 113, 128].

При вирощуванні сільгоспкультур вологість ґрунту є одним з основних

показників. Виходячи з цього основне завдання обробки ґрунту в зоні недостатнього і нестійкого зволоження - створити оптимальні умови для найбільшого накопичення запасів вологи і запобігти не продуктивні її витрати [45, 46, 127]. Для цього необхідно застосування вологозберігаючих та ґрунтозахисних агротехнічних прийомів та технологій.

Розроблені і впроваджені в сільськогосподарському виробництві вологозберігаючі і ґрунтозахисні агротехнічні прийоми і технології з використанням комбінованих агрегатів [45, 46, 47].

Дослідження, проведені Камбулова С.І., показали, що регулювати вологість оброблюваного ґрунтового шару можна використовуючи ґрунтообробні агрегати [45, 46, 47]. При цьому автор зазначає, що єдиним способом управління вологістю ґрунту є створення на поверхні ґрунту шару мульчі.

Щириков В.Н. зазначає, що при встановленні параметрів і режимів роботи засобів механізації обробки ґрунту, ґрунтуючись на теорії розмірностей і подоби, основна роль відводиться розрахунковим методам з використанням результатів дослідження процесів взаємодії їх робочих органів з ґрунтом і обумовлених її властивостями. У результаті встановлюється залежність, що зв'язує тяговий опір засобів механізації з фізико-механічними властивостями ґрунту, параметрами і режимами роботи машин [126, 127].

Під науковим керівництвом академіка РАН, професора А.І.Завражнова проводилися дослідження і розробка технічних засобів по скошуванню трав'яної рослинності в міжряддях, її переміщенню і утворення шару мульчі в пристовбурної смугі плодкових насаджень [42, 43, 44, 45, 46, 65, 66, 67, 68, 69, 111].

Переміщення скошеної маси в конструкціях косарок забезпечується застосуванням додаткового обладнання: вентиляторів, транспортерів або спеціальних напрямних.

Манаснкова К.А., Хатунцевим В.В. і Ланцева В.Ю. запропонована роторна косарка для слаборослого садівництва (рис. 1.15), яка включає:

навісний пристрій 1, раму 2, що має можливість бокового зміщення від поздовжньої осі енергозасобу, колеса 3, на яких встановлено корпус 4 з можливістю зміни кута атаки, блок роторів 5 з ножами 6, мають одностороннє обертання. Прівод роторів здійснюється від гідромотора 7. Ножі 6 розташовані на вихідних валах 8 і мають лопаті 9 [69, 89].

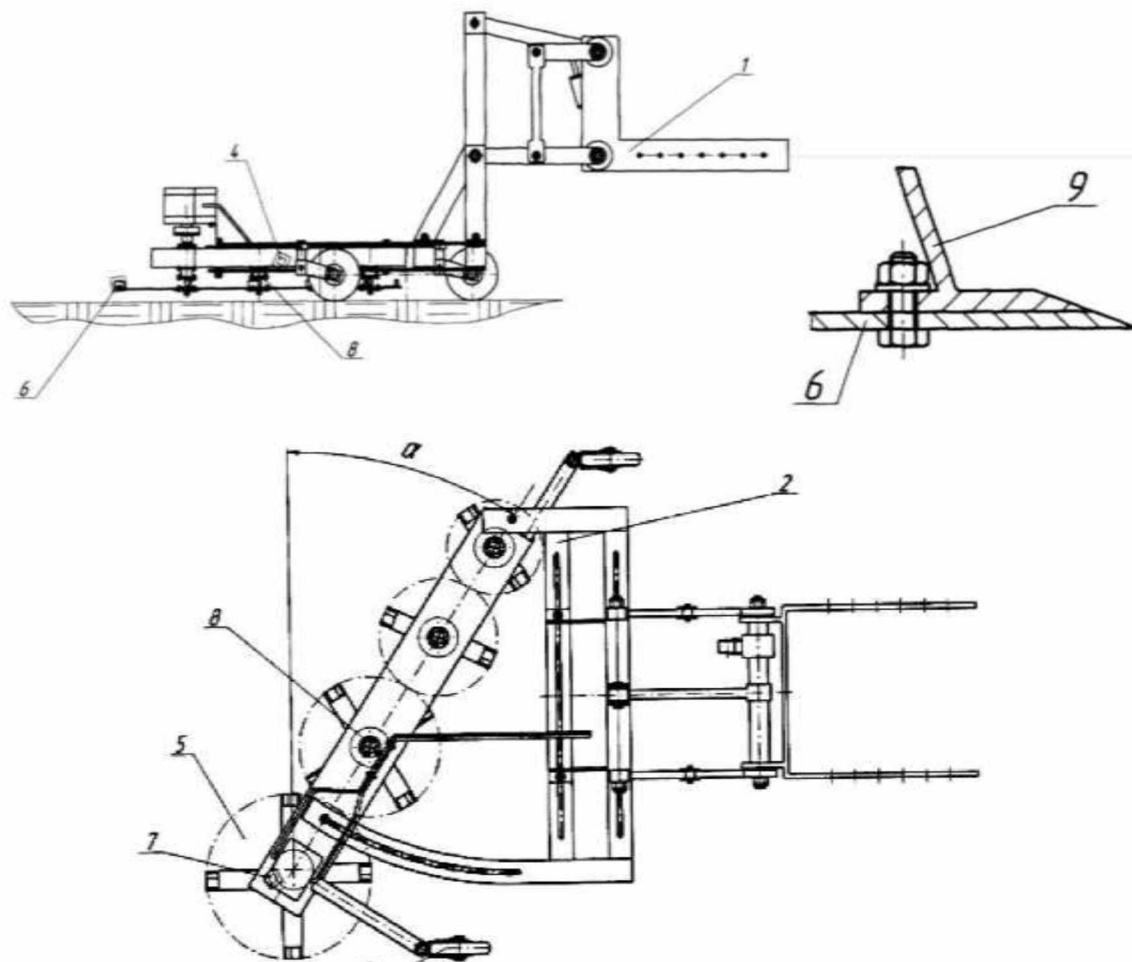


Рисунок 1.15 - Роторна косарка для слаборослого садівництва

При русі роторної косарки між рядами плодових насаджень рослинності, яка скошена обертливими в одну сторону ножами роторів, за рахунок удару лопатей відкидається в ряд насаджень. Інша частина зрізаної маси потрапляє в зону дії ножів, і процес повторюється.

Процес роботи роторної косарки для слаборослого садівництва наступний (рис. 1.16). Завдяки пропорційно зменшенню діаметру роторів досягається різна дальність відкидання.

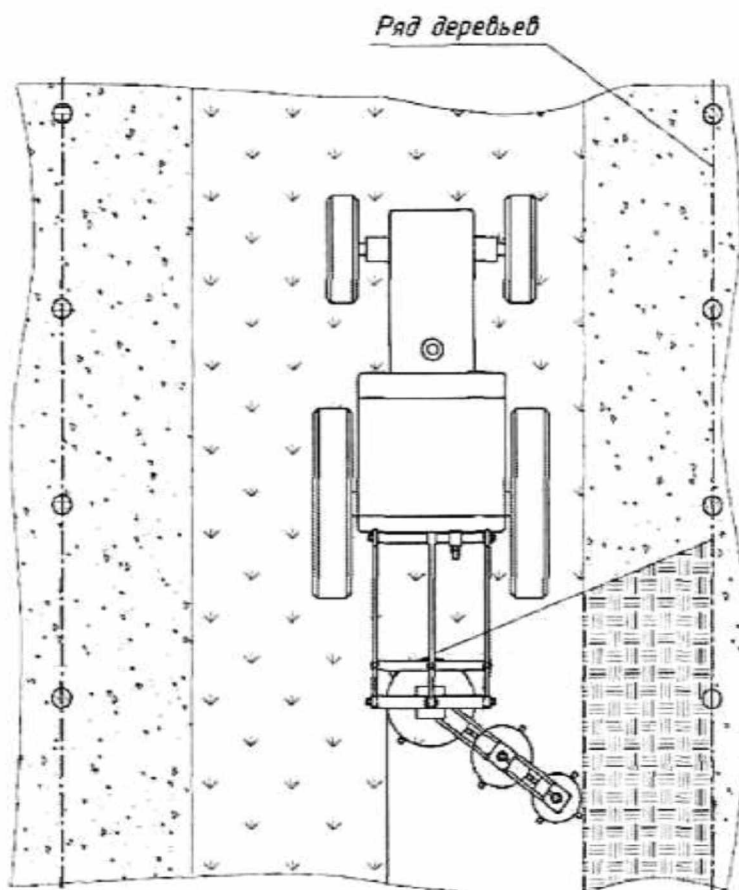


Рисунок 1.16 - Технологічний процес роботи роторної косарки для зрізання рослинності і формування рівномірного шару мульчі в ряду плодових насаджень.

Рекомендовані параметри косарки: ширина захвату 1,3 м; кількості роторів 3; частоту їх обертання $104,7 \text{ с}^{-1}$; кут їх повороту 30° ; діаметри $d_1 = 0,4 \text{ м}$, $d_2 = 0,5 \text{ м}$, $d_3 = 0,6 \text{ м}$ [69].

Дослідженнями, проведеними К.А. Манаєнкова, встановлена залежність кута сходу скошеної маси від кута нахилу відбивної пластин і кута атаки ножів (рис. 1.17) [69].

Відзначається, що кут сходу зрізаної маси зростає зі збільшенням кута нахилу відбиваючої пластини і зменшується зі збільшенням кута атаки. Крім того, отримані результати свідчать про те, що залежності дальності вильоту маси від початкової швидкості має нелінійний характер (рис. 1.18) [66, 68, 69].

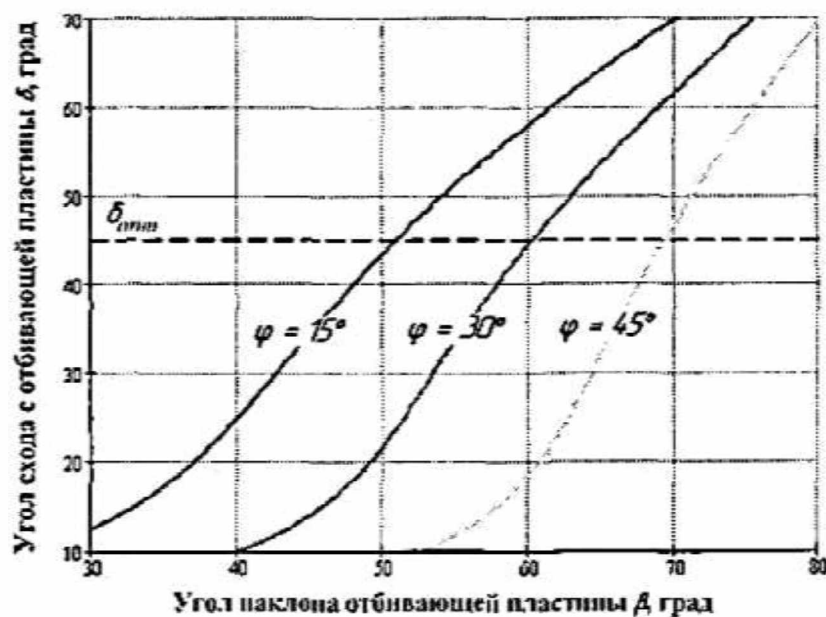


Рисунок 1.17 - Залежність кута сходження скошеної маси від кута нахилу відбиваючої пластини і кута атаки ножів

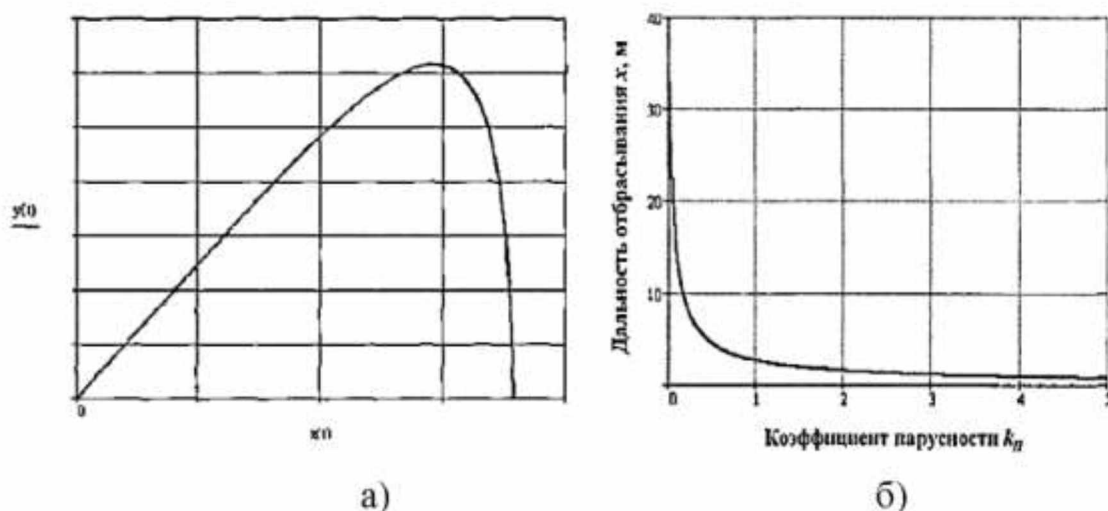


Рисунок 1.18 - Траєкторія руху частинки (а) і зміна дальності вильоту скошеної маси (б) в залежності від коефіцієнта парусності.

Дослідження показали, що коефіцієнт парусності суттєво впливає на дальність польоту скошеної маси.

При довжині стебел трав родини злакових, бобових або їх суміші в межах 100 ... 300 мм дальність відкидання дорівнює 0,5. 1,5 м. Виходячи з цього зроблено висновок про те, що ширина захвата косарки повинна бути не більше 1,5 м.

Рекомендується оцінювати вплив кута нахилу відбиваючої пласти і висоти травостою h на дальність вильоту скошеної маси L по залежності

$$L = 138,975 - 1,2h - 3,25 \cdot 10^{-3} h^2 + 23,722\beta - 0,189\beta^2. \quad (1.1)$$

$$\begin{aligned} k_p = & 333,191 - 3,089 \cdot S - 3,79 \cdot \beta - 1,688 \cdot h + \\ & + 6,268 \cdot 10^{-3} \cdot S \cdot h + 1,62 \cdot 10^{-2} \cdot S \cdot \beta + \\ & + 1,179 \cdot 10^{-2} \cdot S^2 + 9,691 \cdot 10^{-3} \cdot \beta \cdot h + \\ & + 8,164 \cdot 10^{-3} \cdot \varphi^2 + 2,345 \cdot 10^{-3} \cdot h^2 + \\ & + 1,315 \cdot 10^{-2} \cdot \beta^2 + 1,231 \cdot 10^{-3} \cdot \varphi \cdot h - \\ & - 11,987 \cdot 10^{-3} \cdot \varphi \cdot \beta - 0,647 \cdot \varphi \end{aligned} \quad (1.2)$$

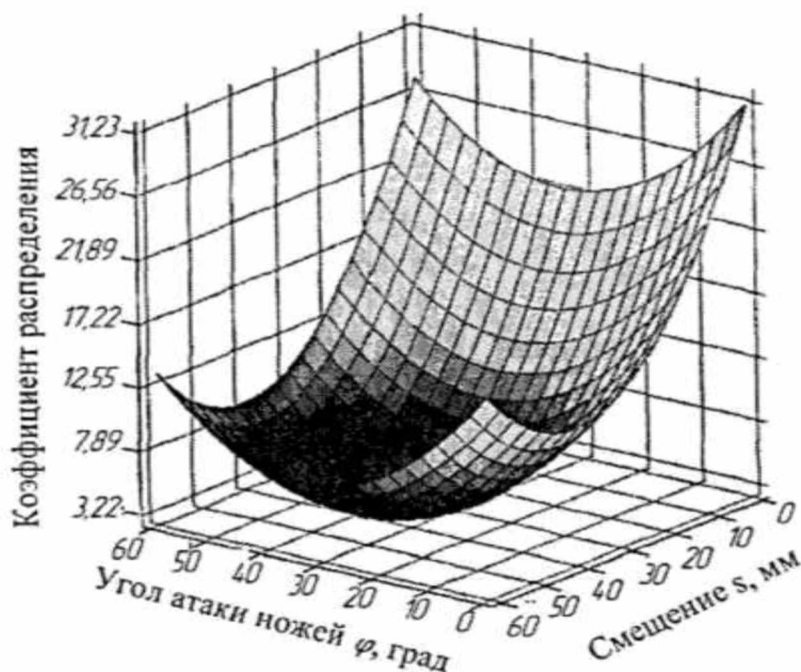


Рисунок 1.19 - Залежність коефіцієнта розподілу скошеної маси від кута атаки ножів φ (град) і поперечного зміщення осі руху

В ході експериментальних досліджень Хатунцев В.В. встановив залежність коефіцієнта розподілу k_p скошеної маси від кута атаки ножів φ (град), величини перекриття ротором смуги покосу S (мм), кута нахилу відбиваючої пластини β (град.) і висоти травостою h (мм) [111] (рис. 1.19): ротора S (мм).

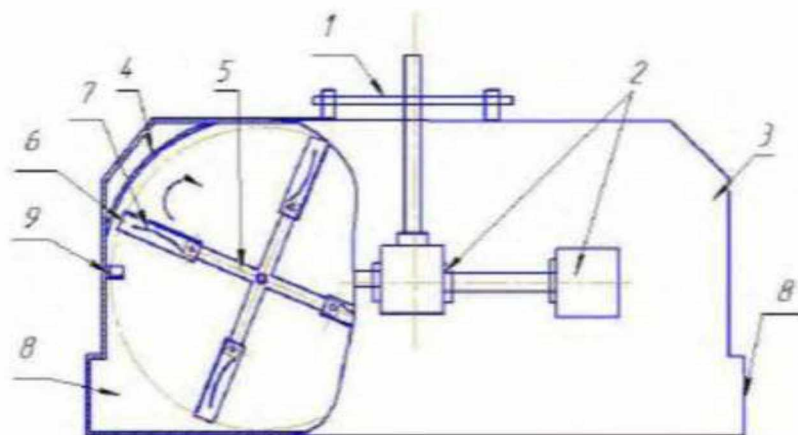


Рисунок 1.20 - Схема косарки для скошування травостою і мульчування пристовбурних смуг

Красовський В.В. запропонував роторну косарку-подрібнювач для переміщення скошеної трав'яної маси в приствольову смугу плодових насаджень [48, 49, 85] (рис. 1.20), що складається з рами з встановленим на ній кожухом 3 з двома роторами 5, кожен з яких поміщений в кожух 4. Рама приєднана до навісного пристрою 1, забезпеченому опорними колесами.

Робочі органи приводяться в рух від ВВП енергозасобу за допомогою карданного валу і системи конічних редукторів 2.

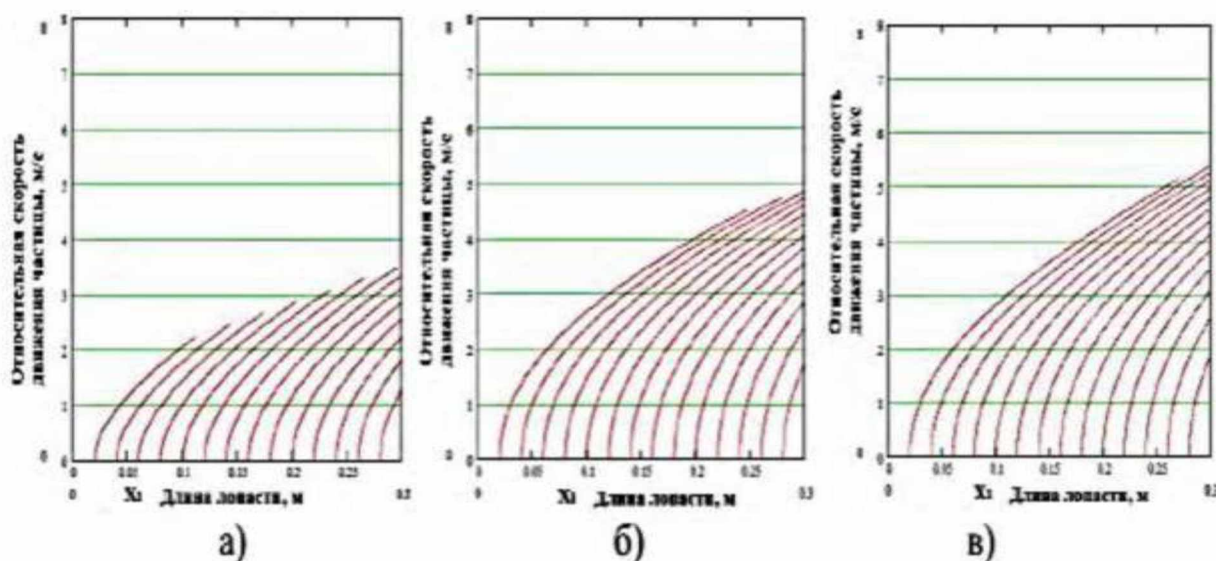
Ножі 6 встановлюються шарнірно і можуть відхилятися під діями сторонніх предметів. Ножі мають лопаті 7. Бічні проти різи призначені для подрібнення і виключення забивання робочих органів скошеною рослинністю. Кожух має вихідні отвори 8.

Процес роботи косарки наступний. У процесі руху трактора поміж рядів косарка скошує і подрібнює рослинність. При обертанні ножів встановлені на них лопаті формують повітряний потік, що піднімає прим'ятий травостій, що забезпечує поліпшення якості виконання технологічного процесу. Скошена маса завдяки відцентровим силам набуває прискорення та сходиться з лопаті.

Конструктивні особливості кожуха забезпечують потік в вихідний отвір, далі - в приствольову смугу.

Красовський В.В. встановив, що форма лопатей істотно впливає на

характер повітряного потоку і дальність вильоту скошеної маси з кожуха косарки (рис. 1. 21).



а) прямолінійна радіальна; б) прямолінійна, відхилена назад; в) криволінійна

Рисунок 1.21 - Зміна відносної швидкості руху стебла залежно від форми лопаті

Результати експериментальних досліджень, отримані Красовським В.В., показують, що завдяки лопатей і кожуха, виконаного в формі улітки, забезпечується переміщення скошеної рослинності вприсвольну смугу.

Результати досліджень показали, що при робочій швидкості до 7 км / год косарка забезпечує зріз рослинності на висоті 0,08 м, її переміщення в приствольову смугу і рівномірний розподіл по поверхні ґрунту. При цьому повнота скошування становить понад 97% [49].

Таким чином, проведений огляд наукових досліджень з вивчення процесів розпушування ґрунту, скошування трав'яної рослинності міжряддях, переміщення і укладання її у вигляді шару мульчі у приствольній смузі плодових насаджень показав, що з метою управління вологістю ґрунту і створення гумусового шару в пристовбурній полосі молодих плодових насаджень необхідно розробити комбінований агрегат, що складається з косарки-подрібнювача і фрезерного робочого органу, що дозволяє здійснювати

якісне розпушування ґрунту в приствольній полосі, подрібнення трав'яної рослинності в міжряддях, подачу і змішування мульчі трав'яної рослинності з ґрунтом в при ствольній площині плодкових насаджень.

1.4 Висновки, мета і завдання досліджень

Зважаючи на обмеженість резервів розширення площ для вирощування плодкових культур, перспективним напрямком слід визнати освоєння схилкових земель, що характеризуються найбільш сприятливими ґрунтово-кліматичними умовами.

Завдяки розміщенню плодкових насаджень на схилкових землях з'являється можливість збільшення виробництва необхідної кількості плодової продукції і вивільнення рівнинних земель для вирощування сільськогосподарських культур.

В даний час виробництвом плодів на схилкових землях займаються як великі корпорації, так середній і малий бізнес. Одна з проблем, з якими стикаються виробники плодів - дефіцит засобів механізації для догляду за міжряддями і пристовбурними полосами. Більшість господарств застосовують в основному вітчизняну технікою для обробітку ґрунту, що складається зі старих, малопродуктивних машин, відсутні фрезерні агрегати для приствольної культивуації в садах.

У той же час гостро стоять питання мінімізації обробітку ґрунту, прискореного створення гумусового шару в пристовбурних смугах молодих дерев, захисту схилів від ерозії та відтворення родючості.

Таким чином, удосконалення технології та розробка нової конструкції агрегату, що забезпечує виконання декількох взаємопов'язаних технологічних операцій для догляду за міжряддями і приствольними смугами плодкових насаджень, збереження і підвищення родючості ґрунтів на схилкових землях є актуальною для садівництва.

Мета дослідження - обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів і режимів роботи агрегату для догляду за міжряддями та

приствольними смугами плодових насаджень, що забезпечує якісне розпушування ґрунту в пристовбурної смузі і рівномірне розподілення мульчі трав'яної рослинності на поверхні ґрунту.

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні задачі дослідження:

1. Обґрунтувати конструктивно-технологічну схему агрегату для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень.
2. Дослідити процес роботи фрезерного робочого органу з вертикальною віссю обертання при розпушуванні пристовбурних смуг плодових насаджень і ротаційного різального апарату косарки-подрібнювача трав'яної рослинності в міжряддях плодових насаджень.
3. Встановити раціональні конструктивно-технологічні параметри фрезерного робочого органу для розпушування пристовбурних плодових насаджень та косарки-подрібнювача для скошування рослинності в міжряддях.
4. Оптимізувати основні параметри і режими роботи пропонує мого агрегату за критеріями якості крошення ґрунту і рівномірності розподілу мульчі трав'яної рослинності на поверхні розпушеного ділянки пристовбурної смуги насаджень.
5. Провести польові випробування пропонованого агрегату.
6. Визначити економічну ефективність застосування агрегату для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами

2 МЕТОДИКА Й ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми агрегата для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень

Пропонований агрегат для догляду за міжряддями і приствольними полосами плодових насаджень [86, 102, 103, 104, 106, 107, 108, 116, 117, 118] (рис. 2.1) включає: раму, виконану з поздовжніх 1 і поперечних 2, 3, 4, і 5 балок; стояки 6; лижі 7; перемички 8 і 9, 10 і 11; навісний пристрій 12.

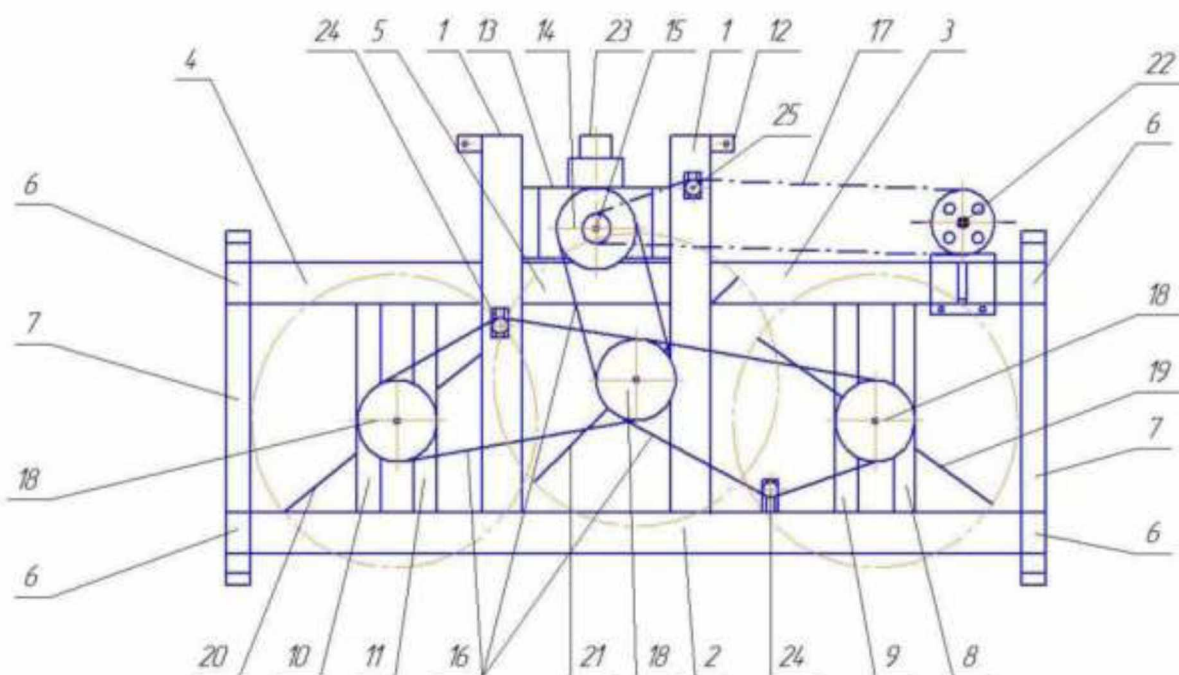


Рисунок 2.1 - Конструктивно-технологічна схема агрегату для обробки пристовбурних смуг і міжрядь плодових насаджень

Привід робочих органів здійснюється за допомогою редуктора 13. Також конструкція включає привідний шків 14 і привідну зірочку 15, які через клинопасові 16 і ланцюгові 17 передачі пов'язані з відомими шківками 18 приводу робочих органів 19, 20, 21 і відомою зірочкою 22 привода фрезерного робочого органу. Вхідний вал 23 з'єднаний з ВВП енергозасобу за допомогою карданного валу. Є механізми натягування пасів ременів 24 і ланцюги 25.

Агрегат включає в себе три секції робочих органів: дві бокові секції 19 і

20 жорстко встановлені, відповідно, між перемичками 8, 9, 10 і 11, а центральна секція 21 жорстко прикріплена до однієї із подовжніх балок 1, при цьому осі обертання бічних секцій 19, 20 зміщенням в горизонтальній площині щодо осі обертання центральної секції 21. Кожна секція робочих органів 19, 20 і 21 (рис. 2.2) являє собою металевий циліндр 26 з вертикальним валом 28 на підшипниках 27, який має можливість обертатися у вертикальній площині, в верхній частині якого розташований відомий шків 18, а в нижній - подрібнювач 29 з ножами 30.

Фрезерний робочий орган (рис. 2.3) являє собою вертикально розташований вал 31, в нижній частині якого встановлена фреза 32 в виді плоского П-подібного ножа, а у верхній - ведена зірочка 22. Вал 31 встановлено в підшипникових опорах 33, корпуси яких прикріплені до кронштейну 34, встановленому на поперечній балці 3 в деталей 35.

Процес роботи агрегату наступний. Після заїзду в міжряддя агрегат опускається на поверхню ґрунту, потім включається ВВП енергозасобу. Передача крутного моменту від ведучої зірочки 14 на ведому 18 здійснюється за допомогою ланцюгової передачі 17. Відбувається заглиблення фрези 32 на задану глибину.

У процесі руху починається процес скошування рослинності в міжряддях саду і розпушування пристовбурних смуг. Формується повітряний потік, під дією якого, а також відцентрових сил, подрібнений матеріал транспортується в сторону пристовбурної смуги і після відображення від бокових кожухів покриває розпушений ділянку.

Процес гуміфікації перемішаного з ґрунтом мелко подрібненого матеріалу відбувається прискорено, так як указаний процес протікає в анаеробних умовах. Крім цього, на розрихлених участках пристовбурних смуг плодкових насаджень проходить ефективно вбирання і акумуляція випадають атмосферних опадів. Також покриття ґрунту мульчують матеріалом забезпечує пригнічення проростання бур'янів і запобігання поверхні розрихленого ґрунту від зайвого випаровування вологи.

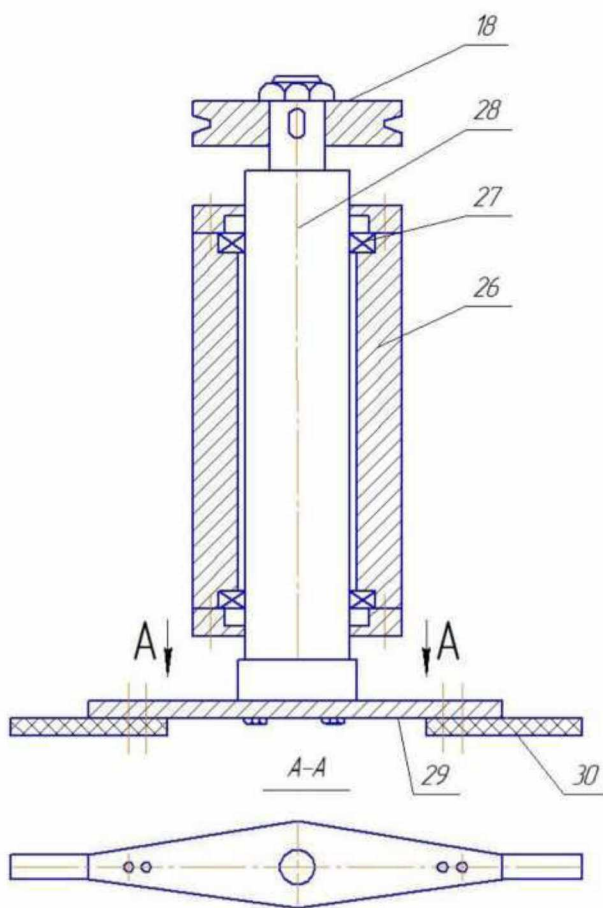


Рисунок 2.2 – Общий вид рабочего органа

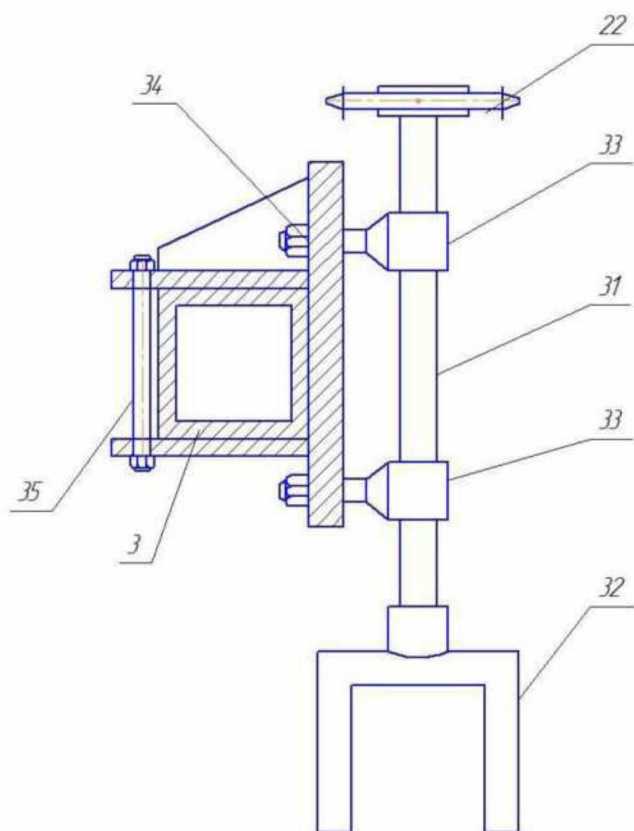


Рисунок 2.3 – Общий вид фрезы

Таким чином, використання пропонованого агрегату дозволяє провести технологічний процес догляду за ґрунтом пристовбурних полос плодових насаджень по типу «конвеєра»: з одного боку - мульчування, з іншого - прискорена гуміфікація.

2.2 Дослідження процесу роботи фрезерного робочого органу при рихленні пристовбурних смуг плодових насаджень

Дослідження кінематики руху фрезерного робочого органу при розпушуванні пристовбурних смуг плодових насаджень

Якісна обробка міжрядь і пристовбурних смуг є важливим елементом, що забезпечує підвищення продуктивності плодових насаджень. Вона здійснюється дискуванням. Найбільше поширення отримали машини з пасивними робочими органами, що забезпечують задовільну якість розпушування тільки при спільному стані ґрунту. У разі ж обробки ґрунтів з низькою вологістю і є потреба у якості розпушування ґрунту досягти її не вдається. В результаті такої обробки утворюються брили, знижується глибина дискування і т.д. Наслідком цього є інтенсивне випаровування ґрунтової вологи, погіршуються умови для розвитку плодових культур.

Зазначені недоліки можна усунути шляхом застосування фрезерних робочих органів.

Ефективність розпушування ґрунту головним чином визначається геометричною формою робочих органів [33, 82, 93, 99, 112, 127].

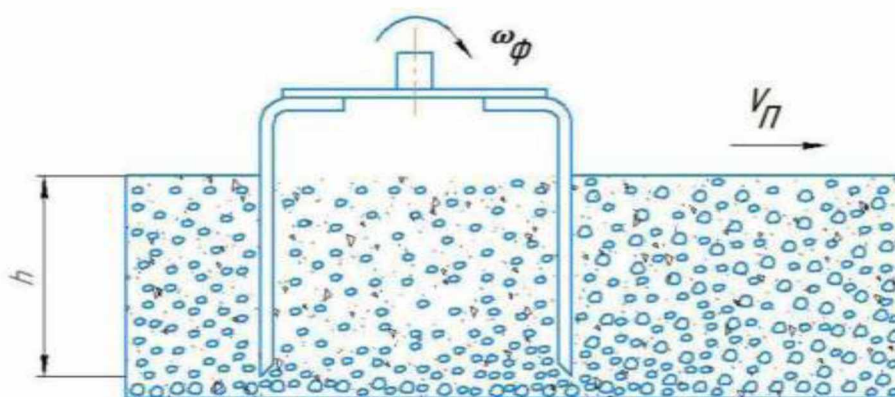


Рисунок 2.4 - Технологічний процес роботи фрези

Найбільш віддалені від осі обертання фрези точки ножа виконують рух відповідно до рівняння (в параметричній формі):

$$\begin{cases} X = V_{\Pi} t + r_H \cos(\omega_{\Phi} t) \\ Y = r_H [1 - \sin(\omega_{\Phi} t)] \end{cases} \quad (2.1)$$

де t - час, с; r_H - радіус ножа фрези, м; (ω - кутова швидкість обертання робочого органу, с^{-1}).

В процесі прямолінійного і рівномірного руху машини зі швидкістю V_{Π} і рівномірного обертання фрези з кутовий швидкістю ω (рис.2.4) точки ножа описують траєкторію у вигляді циклоїди! [33, 82, 105, 112].

Виключивши з цих рівнянь час, отримаємо рівняння руху ножа:

$$Y = r_H - r_H \sin(\omega_{\Phi} t). \quad (2.2)$$

Після деяких перетворень з виразу (2.2) отримаємо:

$$t = \frac{1}{\omega_{\Phi}} \arcsin \frac{r_H - y}{r_H}. \quad (2.3)$$

Підставивши значення часу з виразу (2.3) в рівняння (2.1) для X , отримаємо:

$$X = \frac{V_{\Pi}}{\omega_{\Phi}} \arcsin \frac{r_H - y}{r_H} + \sqrt{2r_H y - y^2}. \quad (2.4)$$

$$\lambda = \frac{V_{OKP}}{V_{\Pi}}. \quad (2.5)$$

Вид кривої (циклоїди) залежить від співвідношення окружної $v_{окр}$ та поступової V_{Π} швидкостей - кінематичного показника:

Ротаційні ґрунтообробні машини характеризуються траєкторією руху їх робочих органів - подовжена циклоїда (рис. 2.5) [33, 82].

В процесі роботи ніж фрези рухається то в твердому, то в розрихленому ґрунтовому шарі. Розмір проникнення ріжучого інструменту і утворених при цьому ґрунтових грудок визначаються формою робочого органа, глибини обробки тощо.

Аналізуючи практику використання ґрунтообробних фрез можна зробити висновок, що енергетичні та агротехнічні показники їх роботи визначаються, головним чином, процесом різання ґрунтової стружки.

Енергетичні показники роботи ґрунтообробних фрез визначається напрямком і величиною швидкості різання, зусилля різання, а також формою і розмірами зрізаної ґрунтової стружки [33, 82, 105].

$$\begin{cases} V_x = \frac{dX}{dt} = V_H - r_H \omega_\phi \sin(\omega_\phi t) \\ V_y = \frac{dY}{dt} = -r_H \omega_\phi \cos(\omega_\phi t) \end{cases} \quad (2.6)$$

Диференціюючи рівняння (2.4) за часом визначається швидкістю різання і абсолютну швидкість пересування фрезерного робочого органу:

Тоді величина абсолютної швидкості ножа з урахуванням виразу (2.6) складе:

$$V_p = V_H \sqrt{1 + \lambda^2 - 2\lambda \sin(\omega_\phi t)}. \quad (2.7)$$

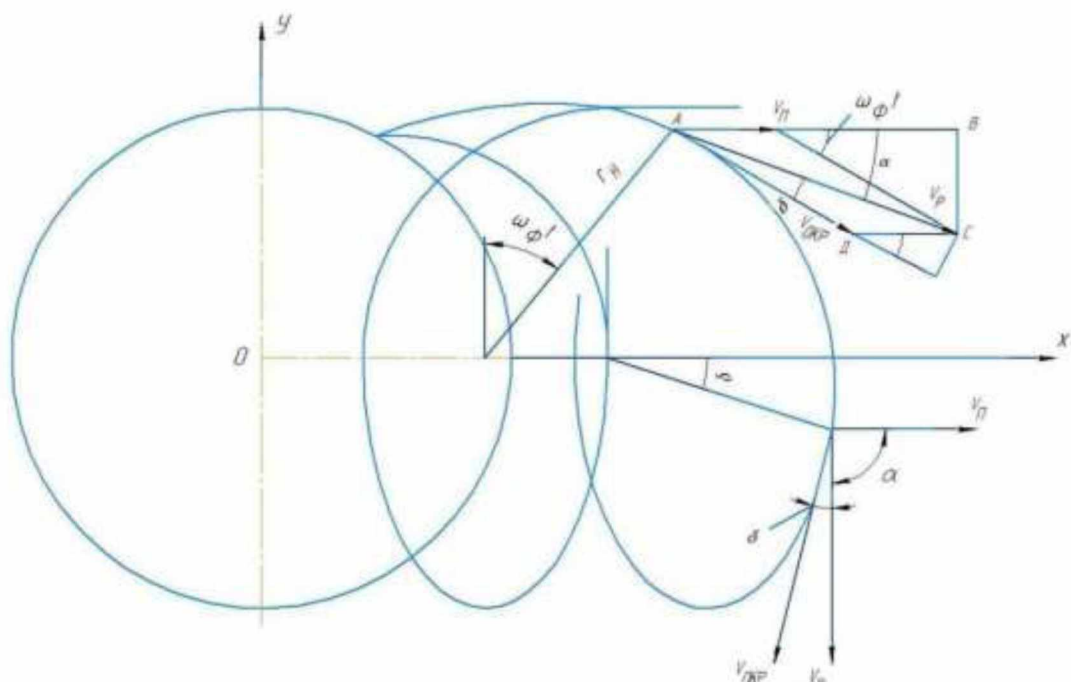


Рисунок 2.5 - Схема до визначення кінематичних показників фрезерного робочого органу

Аналізуючи залежність (2.7) можна зробити висновок, що величина швидкості різання і її напрямок визначаються кутом повороту фрезерного робочого органу і показником кінематичного режиму.

Для забезпечення якісного розпушування ґрунту значення найменшої колової швидкості ножа повинно перевищувати критичну швидкість (швидкість руйнування грудок):

$$V_{OKP} \succ \sigma_{II} \sqrt{\frac{J_p + m_k r_H^2}{3EJ_p \rho_k (1 - k^2)}} + V_{II}, \quad (2.8)$$

де (σ_{II} - межа міцності ґрунтової частки, Па; J_p - момент інерції ротора, кг м; m_k - маса ґрунтової частинки, кг; E - модуль упругості ґрунтової частки, Па; k - коефіцієнт відновлення ґрунтової частинки; ρ_k - щільність ґрунтової частинки, кг / м.

В результаті розрахунків з використанням виразу (2.8) встановлено, що якісне розпушування ґрунту можливо при наступних параметрах: колова швидкість фрези 4,77 м / с; число оборотів фрези 387 хв.⁻¹.

$$\alpha + \delta = \omega_{\phi} t. \quad (2.9)$$

З рисунка 2.5 видно (трикутники ABC і ACD):

$$\alpha = \arctg \frac{\sin(\omega_{\phi} t)}{\frac{1}{\lambda} + \cos(\omega_{\phi} t)}. \quad (2.10)$$

$$\delta = \arctg \frac{\sin(\omega_{\phi} t)}{\lambda + \cos(\omega_{\phi} t)}. \quad (2.11)$$

Згідно рисунку 2.5, напрямок швидкості різання залежить від кута і S:

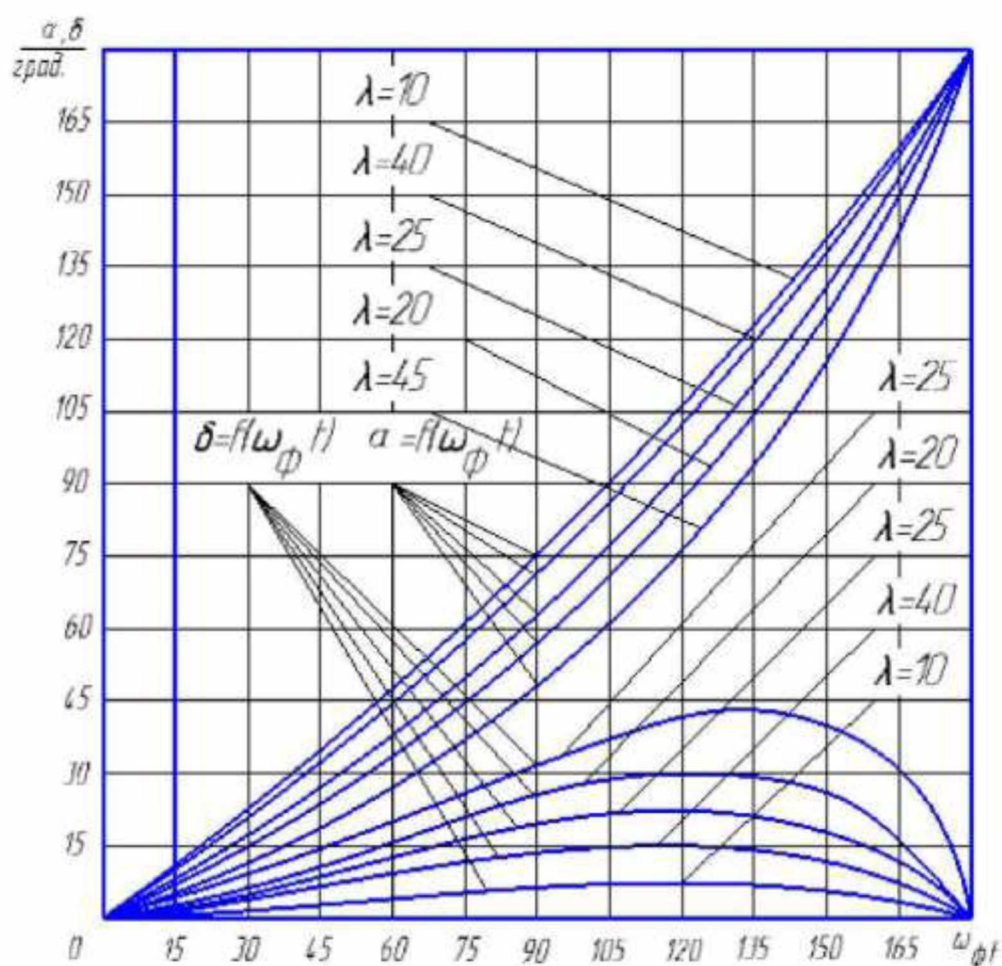


Рисунок 2.6 - Залежність кутів α від зміни кута повороту при різних значеннях

Причому величина кут $\alpha = 90^\circ$ при строго визначених граничних значень кута повороту дорівнює нулю), що визначаються показником.

Кут максимальний при будь-яких значеннях кута повороту завжди менше 90° . Збільшення показника веде до зменшення значення до нуля.

Беручи до уваги, що $v \sim i$, і з урахуванням виразу (2.12) з вираження (2.10) маємо:

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{\sin\left(\frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{1}{\lambda}\right)}{\frac{1}{\lambda} + \cos\left(\frac{\pi}{2} + \arcsin \frac{1}{\lambda}\right)} = \operatorname{arctg} \frac{\cos \arcsin \frac{1}{\lambda}}{0}, \quad (2.13)$$

т.е. $\alpha = 90^\circ$.

З урахуванням виразу (2.12) з виразу (2.9) маємо:

$$\delta = \arcsin \frac{1}{\lambda}. \quad (2.14)$$

Залежність (рис. 2.7) свідчить про те, що діапазон, який становить найбільший інтерес для практики) значення змінюється від 120 до 92 °.

Одними з основних параметрів ротаційних робочих органів є якість кришення ґрунту і подача на ніж [33, 82, 105]. Подачу ножа визначається за виразом:

$$S_H = \frac{2\pi r_H}{\lambda z_H}, \quad (2.15)$$

де z_H - кількість ножів, шт.

Аналіз виразу (2.15) показує, що подача на ніж залежить від радіусу фрези, числа ножів і кінематичного режиму.

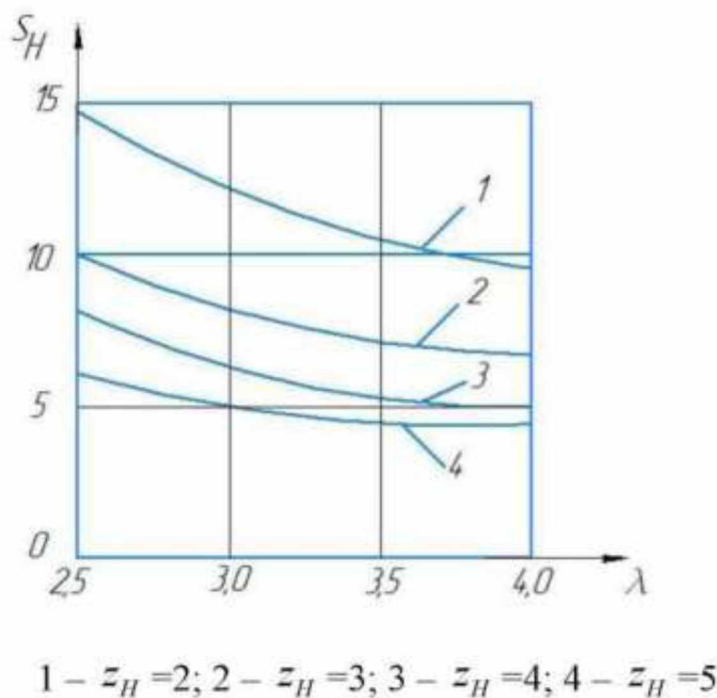


Рисунок 2.7 - Залежність подачі на ніж від кількості ножів і кінематичного режиму

Аналізуючи вплив на величину подачі на ніж кількості ножів кінематичного режиму (рис. 2.8) (при радіусі фрези 0,1175 м) можна стверджувати, що збільшення кінематичного режиму і кількості ножів веде до зменшення подачі на ніж, і навпаки.

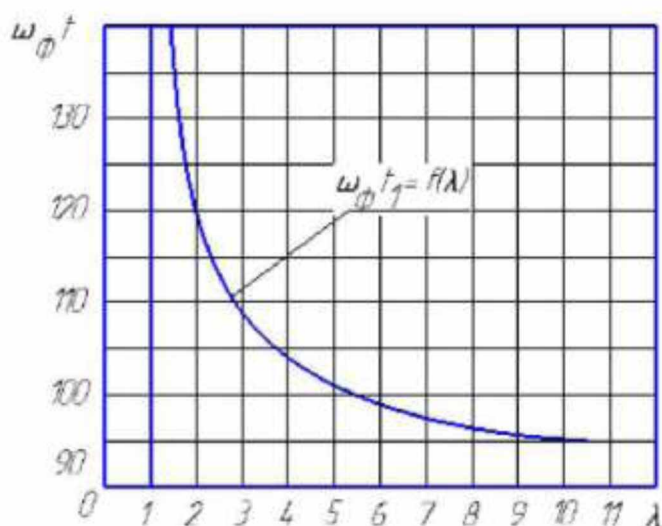


Рисунок 2.8 - Залежність величин граничного кута від показника λ .

Кут установки ножа може бути розрахований за виразом:

$$\alpha = \arccos\left(\frac{1}{\lambda} + \frac{b_H}{2r_H}\right), \quad (2.16)$$

де r_H - ширина ножа, м.

Таким чином, в результаті проведених досліджень встановлено раціональне значення основних конструктивних параметрів і режимів роботи фрези, що роблять найбільший вплив на якість роботи фрезерного робочого органу.

2.3 Дослідження сил, що діють на фрезерний робочий орган при розпушуванні пристовбурних смуг плодових насаджень

Дослідження сил, що діють на вертикальний ніж фрези (рис.2.8), проведено при наступних припущеннях:

- ніж фрези є двохгранним клином, встановлений під кутом SK по відношенню до радіусу r_H ;
- точка прикладання зусиль розташована на середині леза.

Згідно рисунку 2.8 встановлюємо плече прикладання P (фактичний радіус різання r):

$$r_{\phi} = r_H \cos(\gamma_H - \varphi_{nc}) \quad (2.17)$$

Сила опору різання P діє в горизонтальній площині відхилена від нормалі до поверхні ножа на кут тертя ґрунту про сталь (РПС. Вона розкладається на складові P_x (тяговий опір) і P_y (бічне зусилля від сили опору різанню) [93].

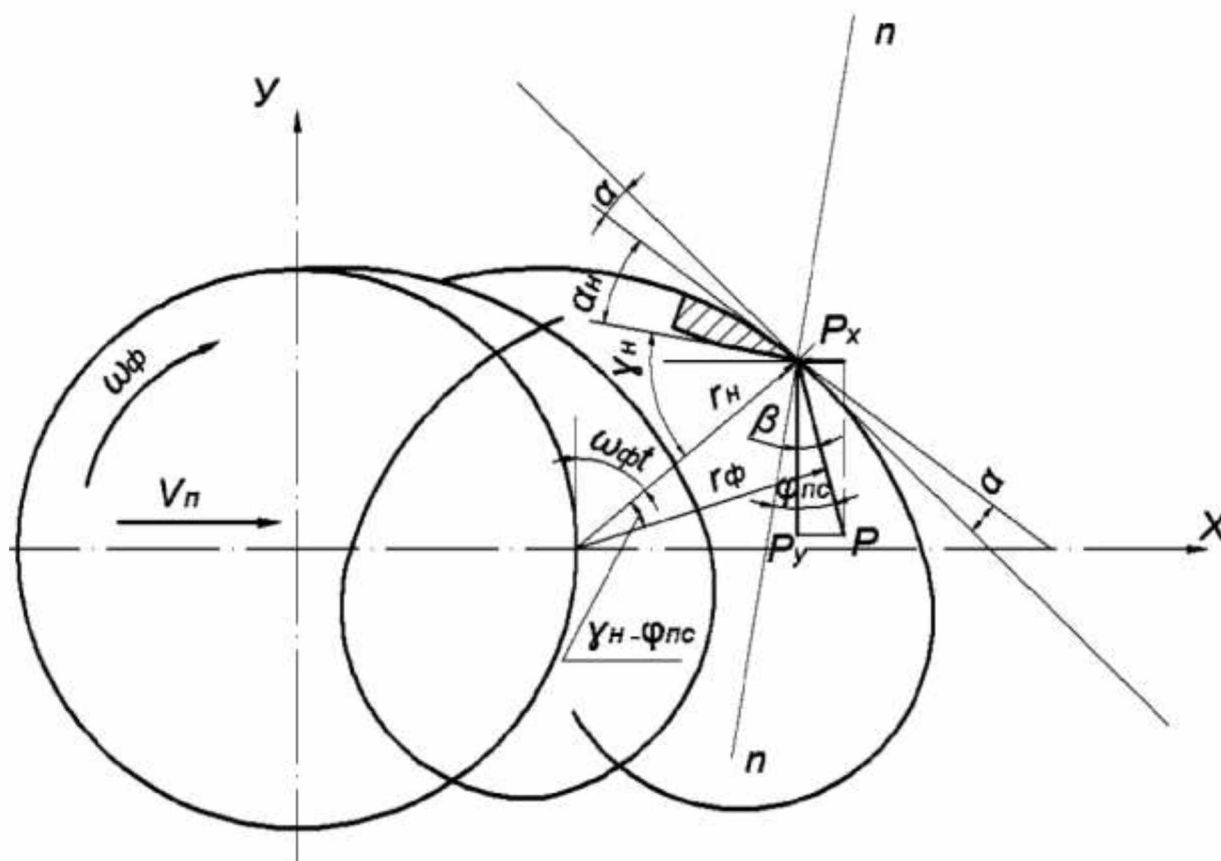


Рисунок 2.9 - Схема сил, що діють на вертикальний ніж фрези

Значення крутного моменту за повний оборот фрези з z_H ножа ми можемо встановити по залежності:

$$M_{KP} = z_H P r_{\phi} \quad (2.18)$$

Сумарні затрат потужності (N) на привід фрезерного робочого органа дорівнюватимуть:

$$N = N_{\phi} + N_T + N_{II} + N_M, \quad (2.19)$$

де N_0 - потужність фрезерування ґрунту, Вт; N_T - потужність на подолання тягового опору фрезерного робочого органа, Вт; N_{II} - потужність,

що витрачається на ковзання опорних лиж, Вт; N_M - потужність, що витрачається в передавальних механізмах, Вт.

Використовуючи вирази (2.17) і (2.18), визначимо:

$$N_\Phi = \frac{M_{KF} z_\Phi}{716,2} = \frac{z_{II} z_\Phi P r_{II} \cos(\gamma_K - \varphi_{HC})}{716,2}, \quad (2.20)$$

Потужність на подолання тягового опору розраховується за виразом

$$N_T = \frac{P_X V_\Pi}{75}, \quad (2.21)$$

де Φ - кількість фрезерних робочих органів.

$$N_\Pi = \frac{G_\Pi f_c V_\Pi}{75}, \quad (2.22)$$

де V_Π - швидкість пересування фрезерного робочого органу, м / с;

P_X - тягове зусилля, Н.

Потужність, необхідна для подолання опору ковзання опорних лиж, буде дорівнює:

$$N_M = (1 - \eta_H)(N_\Phi + N_T + N_\Pi), \quad (2.23)$$

де O_L - вага, що припадає на опорну лижу, Н;

f – коефіцієнт ковзання.

Для встановлення оптимальних параметрів фрезерного робочого органа слід визначити питому потужність $N_{\Sigma УД}$ (сумарні витрати потужності, віднесені до площі поперечного перерізу обробленої зони міжрядь) і питому роботу (робота на фрезерування ґрунту):

2.4 Методика експериментального дослідження та вимірювальні засоби

Мета експериментальних досліджень - підтвердити достовірність

теоретичних передумов і обґрунтувати оптимальні параметри і режими роботи агрегату для догляду за міжряддями і пристовбурними полосами плодових насаджень за умови дотримання агротехнічних вимог якості роботи.

У процесі експериментальних досліджень передбачалось вирішити наступні питання:

- розробити дослідний зразок пропонованого агрегату.
- досліджувати процес роботи агрегату і змодельовати процес скошування трав'яної рослинності в міжряддях і рихлення пристовольної смуги плодових насаджень.
- провести агротехнічну оцінку роботи агрегату для догляду за пристовбурними смугами плодових насаджень.
- розробити алгоритм вирішення завдання встановлення оптимальних параметрів і режимів роботи дослідного зразка агрегату для догляду за пристовбурними смугами плодових насаджень.

Відповідно до цього здійснена наступна програма експериментальних досліджень:

1. Підготовка експериментального агрегату для дослідження робочого процесу розпушування пристовбурних смуг плодових насаджень і скошування рослинності в міжряддях.
2. Визначення залежності якісних показників технологічного процесу (розпушування пристовбурної смуги, скошування трави в міжряддях плодових насаджень, подача і прикриття розрихленої ділянки пристовбурної смуги мульчематеріалом) параметрів і режимів роботи агрегату;
3. Дослідження основних конструктивно-технологічних параметрів пропонованого агрегату з використанням методів планування багатофакторного експерименту для вивчення спільних параметрів на критерії оптимізації.

Експериментальні дослідження проведені відповідно до ОСТ70.4.4-80 [80], СТО АІСТ 10 4.6-2003 [97], СТО АІСТ 4.2-2004 [98], розробленої комплексної методикою з урахуванням відомих методик [1, 7, 9, 18, 25, 26, 27, 28, 30, 41, 46, 50, 68, 71, 72, 73, 80, 87, 111, 112].

Проведення експериментів попереджувало визначення вологості і твердості ґрунту в шарі 0 ... 15 см.



Рисунок 2.10 - Ваги лабораторні ВЛКТ 500

Для встановлення вологості ґрунту використовували нейтронний вологомір «Електроніка ВНП-1» (рис. 2.11).



Рисунок 2.11 - Нейтронний вологомір «Електроніка ВНП-1»

Залежність вологості і числа імпульсів лічильника має вигляд:

$$n_u = PW + q,$$

де n_i - частота імпульсів, які надійшли від лічильника;

P - коефіцієнт нахилу градувальної лінії;

W - вологість, г / см³;

q - фоновий відлік (при нульовій вологості).

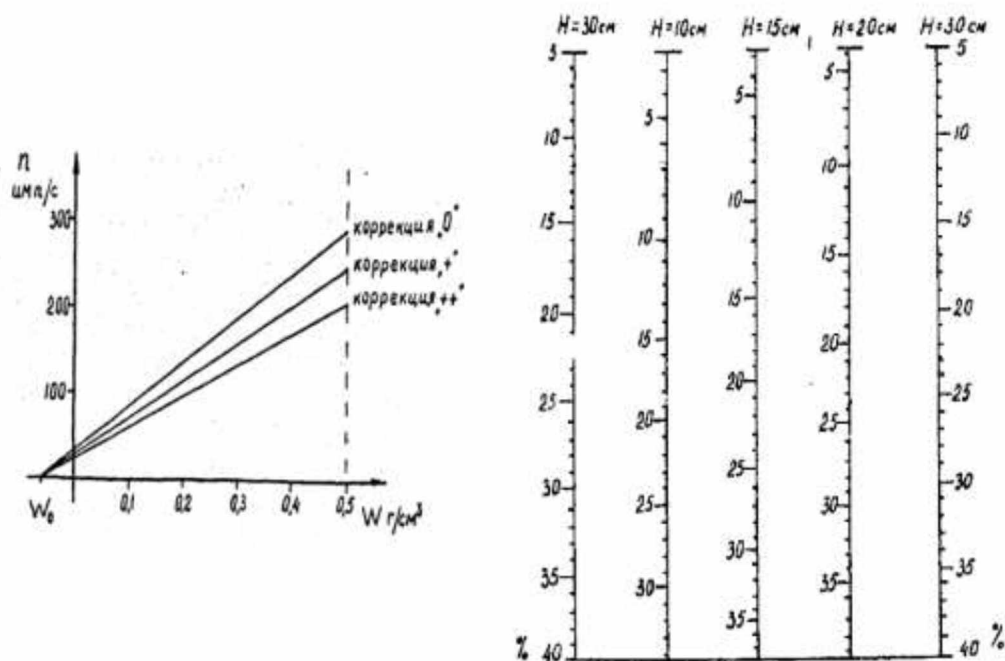


Рисунок 2.12 - Номограма поправок графік нейтронного вологоміра

У разі проведення вимірювань на глибинах менше 30 см має місце витік нейтронів в повітря, що є причиною заниження вологості. З урахуванням цієї обставини, для знаходження значень вологості вводилася поправка згідно номограми (рис. 2.10, 2.11).

Істинне значення вологості встановлювали в такий спосіб. На шкалі, відповідній глибині вимірювань (5,10; 15 і 20см), відкладалися отримані значення вологості, а справжнє значення визначається за шкалою, що відповідає глибині 30 см.

Експерименти проведені при $W = 18 \dots 25\%$.

Твердість ґрунту визначали з використанням твердоміра Ревякіна.

Критеріями оцінки ефективності роботи агрегату для догляду за міжряддям і пристовбурними смугами плодкових насаджень при якісному кришінні ґрунту і рівномірність розподілу мульчі трави на поверхні розпушеного ділянки приствольної полоси.

2.5 Опис експериментальної установки

Для проведення досліджень була розроблена експериментальна установка для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодкових насаджень.

Дослідження процесу розпушування пристовбурних смуг і скошеної рослинності в міжряддях плодових насаджень проводилася експериментальній установці, загальний вигляд якої наведено на рисунку 2.13.



1 - рама з ходовими колесами; 2 - вертикальні стійки; 3 - гідроциліндр; 4- шток гідроциліндра; 5 - ланцюг; 6 - каретка; 7 - ролики; 8 - електродвигун; 9 - горизонтальний брус; 10 - вертикальний вал; 12 - зірочки; 13 - ланцюгова передача; 14 - фреза; 15 – ричаг

Рисунок 2.13 - Загальний вигляд експериментальної установки

Експериментальна установка була виготовлена відповідно до конструктивно-технологічною схемою (рис. 2.1) конструктивними параметрами. Експериментальна установка складається з рами з ходовими колесами 1, вертикальних стійок 2 жорстко встановлені на рамі 1, в нижній частині яких вертикально встановлену гідроциліндр 3 шток 4 якого за

допомогою ланцюга 5 з'єднаний з кареткою 6, встановлена з можливістю переміщення в вертикальній площині за допомогою роликів 7 всередині вертикальних стійок 2. 1 - рама з ходовими колесами; 2 - вертикальні стійки; 3 - гідроциліндр;

На каретці 6 жорстко встановлений електродвигун 8 і горизонтальний брус 9, на якому кріпиться вертикальний вал 10 з можливістю переміщення в горизонтальній площині. Верхня частина вертикального вала 10 за допомогою зірочок 11 і 12, ланцюгової передачі 13 з'єднаний з вихідним валом електродвигуна 8, а в нижній частині вертикального вала 10 жорстко встановлена фреза 14 або ротор з ножами (на рисунку не показаний) для подрібнення трав'яної рослинності. Підйом і опускання каретки 6 здійснюється за допомогою гідроциліндра 3 і важеля 15, який служить одночасно ручкою для переміщення установки.

Установка працює в такий спосіб. Встановивши установку навколо приствольної смуги плодкових насаджень, за допомогою пульта вмикається електродвигун 8 вихідний вал, якого за допомогою зірочок 12 і ланцюгової передачі 13 передає крутний момент на вертикальний вал 10 з фрезою 14. Поступово опускаючи каретку 6, фреза 14 заглиблюється на задану глибину і, переміщаючись уздовж приствольної полоси плодкових дерев, розпушує ґрунт. Переміщення установки відбувається за рахунок ручної тяги. Принцип скошування трави в міжряддях плодкових дерев виконується аналогічним чином, при цьому замість фрези 14 в нижній частині вертикального вала 10 встановлюється ротор з ножами.

Привід робочих органів установки (фрези і ножів ротаційного ріжучого апарату), здійснюється від двигуна АІР100Б4. Технічна характеристика двигуна АІР100Б4 представлена в таблиці 2.1.

Частоту обертання фрези і ножів ротаційного різального апарату встановили шляхом зміни передавального відношення від двигуна до робочого органу. При обертанні фрези використовувалися передаточні відношення рівні 2,8; 3,9; 6,3, а при обертанні ножів - 0,88; 1,1 і 1,5.

Таблиця 2.1 - Технічна характеристика двигуна

Типорозмір двигуна	потужність, кВт	частота обертання, хв^{-1}	Пусковий струм, А	ККД, %	коефіцієнт потужності, $\cos \alpha$
АІР100Б4	4	1500	6,5	85,5	0,81

Зміна передавальних відносин вироблялося шляхом заміни зірочок з різними зубами.



Рисунок 2.14 - Контроль якості виконання технологічного процесу догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень агрегатом

Контроль якості виконання технологічного процесу догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень рис. 2.6.

2.6 Методика обробки результатів експериментальних досліджень.

Обробка результатів експериментальних досліджень проводилась в відповідно до існуючих методиками [1, 7, 25, 26, 30, 50, 71, 73, 101].

Теоретичне дослідження фрезерного робочого органу агрегату показало, що його ефективна робота визначається: швидкістю пересування V_n ; кутовий швидкістю обертання фрези C_{of} ; кутом установки ножів. Інтервали варіювання їх значень зведені в таблицю 2.2.

Теоретичне дослідження косарки показало, що її ефективна робота визначається: швидкістю пересування V_n ; кутовою швидкістю ротора сміття; висотою планки на роторі. Інтервали варіювання їх значень зведені в таблицю.

Таблиця 2.2 - Фактори і рівні їх варіювання

Крок і рівнів варіювання	кодоване (Безрозмірне) значення факторів	Натуральне значення факторів		
		X, (V_n , км / год)	X2 (P , с)	X3 (h_n , мм)
крок	-	0,5	50	10
верхній	+1	2,5	250	50
нульовий	0	2	200	40
нижній	-1	1,5	150	30

Таблиця 2.3 - Фактори і рівні їх варіювання

Крок варіювання факторів	кодоване (Безрозмірна) значення факторів	Натуральне значення факторів		
		X, (V_n , км / год)	X2, (Φ , 3^{-1})	X3, (U_n , ГРАД)
крок	-	0,5	15	10
верхній	+1	2,5	55	70
нульовий	0	2	40	60
нижній	-1	1,5	25	50

Загальна кількість точок плану при кількості факторів $k = 3$ встановлено виразом:

$$N = 2^k + 2k + n_0,$$

Таким чином, відповідно до виразу (2.8) $N = 16$.

Прийнято, що математична модель функції відгуку - поліномвторого порядку [72]:

Критичне значення КРМ вважається рівним 77%, а оптимальне значення повинна перевищувати 95%.

2.7 Висновки по другому розділу

1. Обґрунтовано нову конструктивно-технологічну схему агрегату для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень, що включає косарку-подрібнювач і фрезерний робочий орган з вертикальною віссю обертання, що дозволяє здійснювати конвеєрно-технологічний процес: з одного боку - мульчування, з іншого - прискорення гуміфікації пристовбурних смуг молодих плодових насаджень.

2. Отримано аналітичні залежності, що дозволяють визначити траєкторію руху, кінематичний режим роботи, колову швидкість і частоту обертання фрези, подачу і кут установки ножа фрези, крутний момент і витрати потужності на привід фрезерного робочого органу; раціональні параметри ротаційного різального апарату косарки-подрібнювача, швидкість пересування агрегату і дальність польоту мульчі трав'яної рослинності, межі зміни цих параметрів.

3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Оптимізація основних параметрів і режимів роботи агрегату для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодкових насаджень

Результати експериментів зведені в таблиці 3.1 і 3.2.

Таблиця 3.1 - Результати експериментальних досліджень (критерії оптимізації - якість кришення ґрунту,%)

I	фактор			відгук			
	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3	y_{cp}
1	1	1	0	78,2	73,3	76,8	76,1
2	1	-1	0	73,9	75,2	74,2	74,43
3	-1	1	0	78,8	81,7	77,2	79,23
4	-1	-1	0	80,4	80,4	79,1	79,97
5	0	0	0	90,8	89,5	92,1	90,8
6	1	0	1	75,2	77,8	76,5	76,5
7	1	0	-1	68,7	64,8	66,1	66,53
8	-1	0	1	84,3	83	84	83,77
9	-1	0	-1	70,2	73,2	71,2	71,53
10	0	0	0	90,8	92,8	92,1	91,9
11	0	1	1	84,6	81,7	83	83,1
12	0	1	-1	73,9	72,6	73,9	73,47
13	0	-1	1	84,3	81,7	83	83
14	0	-1	-1	72,6	71,3	71,3	71,73
15	0	0	0	90,4	91,2	90,5	90,7

Коефіцієнти регресії наведені в таблиці 3.2. Видно, що всі коефіцієнти регресії, значимі.

Таблиця 3.2 - Результати експериментальних досліджень (критерії оптимізації - рівномірність розподілу мульчі трав'яний рослинності, КРМ,%)

I	фактор			відгук			
	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3	y_{cp}
1	1	1	0	83,5	80,7	82,1	82,1
2	1	-1	0	79,2	80,5	79,5	79,73
3	-1	1	0	84,1	88,1	82,5	84,9
4	-1	-1	0	85,7	85,7	84,4	85,27
5	0	0	0	96,1	94,8	97,4	96,1
6	1	0	1	80,5	83,1	81,8	81,8
7	1	0	-1	74	70,1	71,4	71,83
8	-1	0	1	89,6	88,3	89,3	89,07
9	-1	0	-1	75,5	78,5	76,5	76,83
10	0	0	0	96,1	98,1	97,4	97,2
11	0	1	1	89,9	87	88,3	88,4
12	0	1	-1	79,2	77,9	79,2	78,77
13	0	-1	1	89,6	87	88,3	88,3
14	0	-1	-1	77,9	76,6	76,6	77,03
15	0	0	0	95,7	96,5	95,8	96

Результати розрахунків критерію Кохрена зведені в таблицю 3.3. Видно, що гіпотезу про однорідність дисперсій можна прийняти.

Здійснюємо перехід до натуральних координат факторного простору з використанням відповідних формул:

Залежно критеріїв оптимізації від пари досліджуваних параметрів згідно виразів, представлених в таблиці 3.3

З використанням програми Mathcad 2000 Professional і отриманих даних побудували поверхні відгуку і двовимірні перерізи залежності критеріїв оптимізації від досліджуваних параметрів агрегату для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень (рисунки 3.1 - 3.2).

Таким чином, в результаті проведених багатофакторних експериментів встановлено, що максимальну якість кришення ґрунту (92,3%) і максимальна рівномірність розподілу мульчі (97,6%) мають місце при: швидкості пересування агрегату $V_n = 1,92 \text{ км / год}$; кутової швидкості обертання фрези $\Phi = 40,4 \text{ с}^{-1}$; установки ножів $y_n = 630$; кутової швидкості обертання ротора $P = 202 \text{ с}^{-1}$; висоті планки $h_n = 43 \text{ мм}$.

3.2 Результати лабораторно-польових досліджень агрегату для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень

За механічним складом дослідну ділянку представлено середньо суглинистими ґрунтами. В шарі ґрунту до 30 см міститься в середньому 2,7% гумусу, зі збільшенням глибини вміст гумусу в шарі 35...100см, різко падає.

Якість кришення (гранулометричний склад) ґрунту визначали пробами, узятим в 4-х точках обробленої смуги.

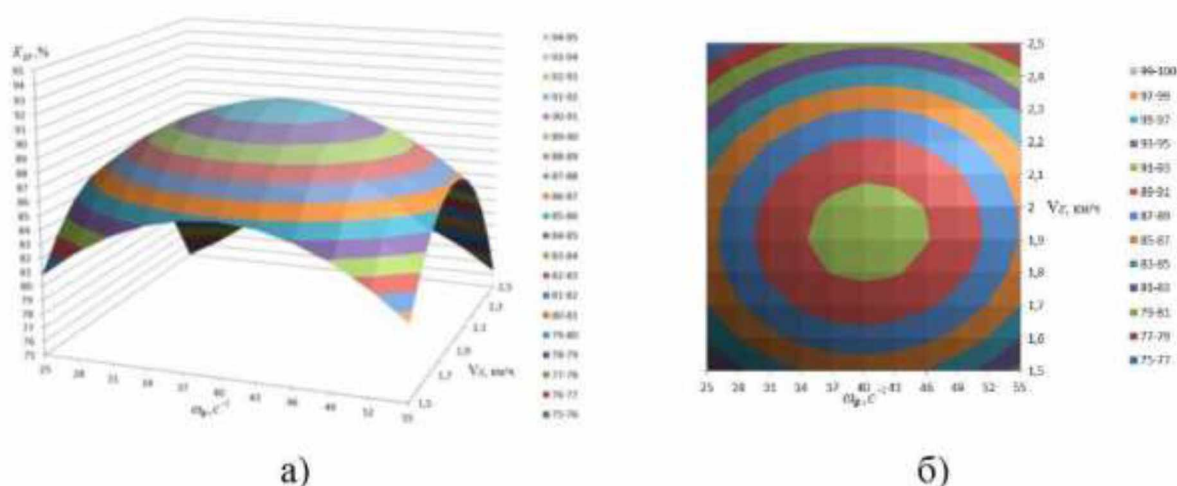


Рисунок 3.1 - Поверхня відгуку (а) і двовимірне перетин (б) залежності якості кришення ґрунту K_g від швидкості пересування агрегату V_n і кутової швидкості обертання фрези при установці ріжучої кромки ножа

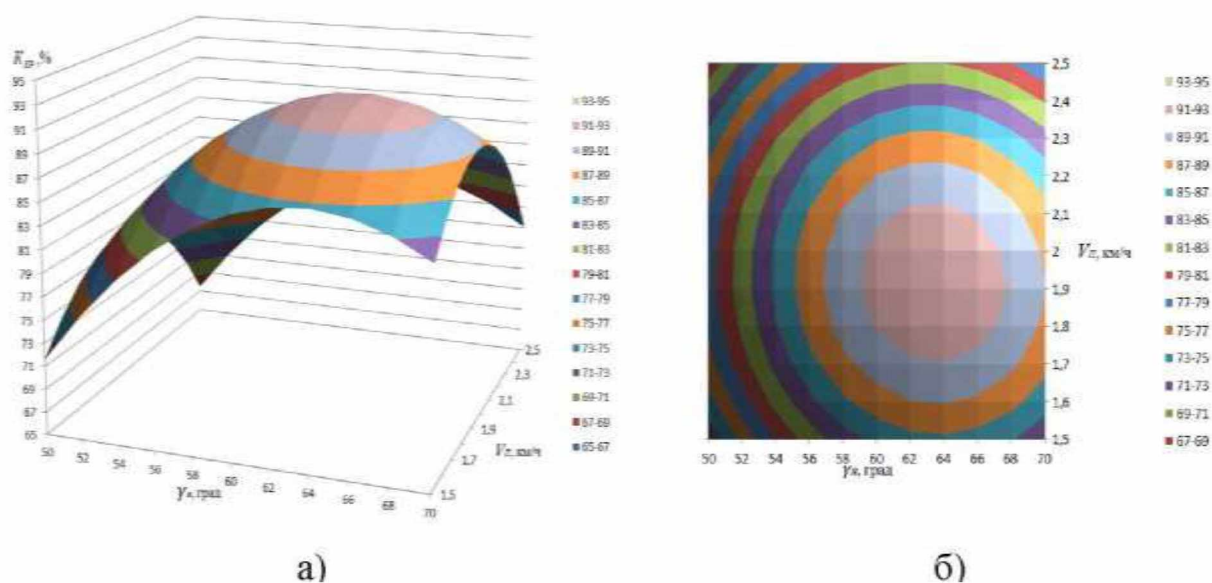


Рисунок 3.2 - Поверхня відгуку (а) і двовимірне перетин (б) залежності якості пересування агрегату V_n і кута фрези рівній $y_n = 60^\circ$ установки ріжучої кромки ножа фрези УН при Φ кришіння ґрунту K_g від швидкості $= 40 \text{ c}^{-1}$

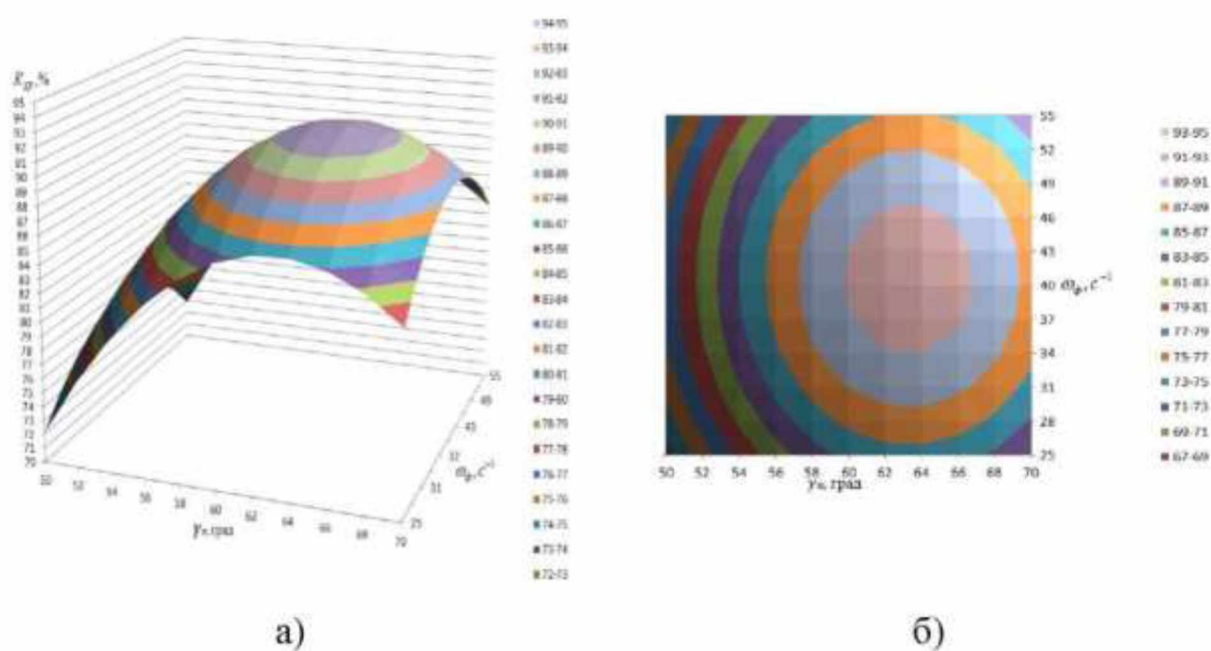


Рисунок 3.3 - Поверхня відгуку (а) і двовимірне перетин (б) залежності якості кришіння ґрунту K , від кутової швидкості обертання фрези.

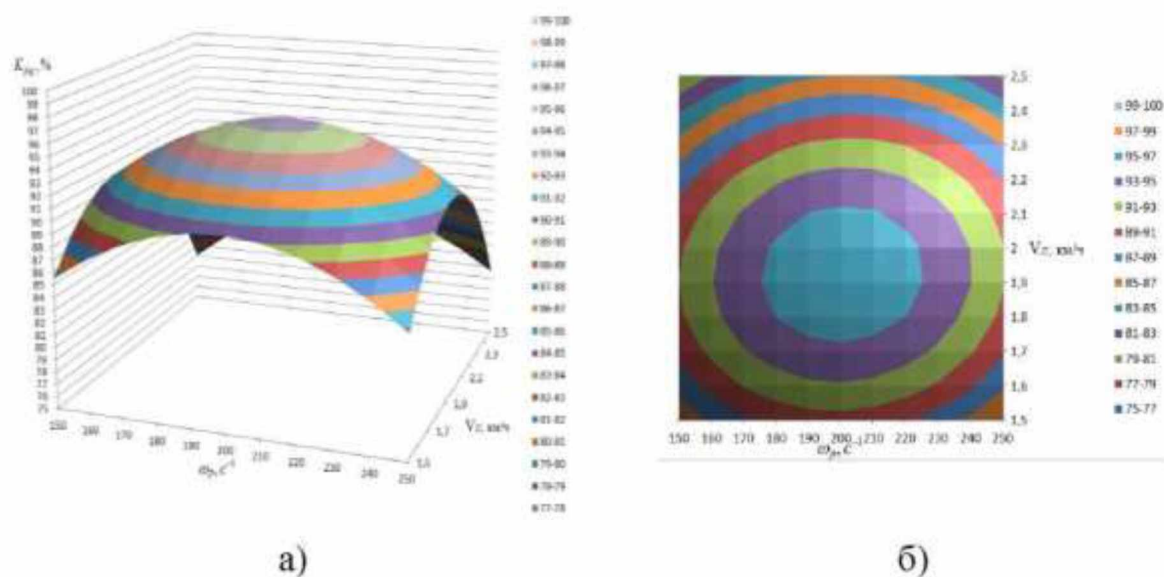


Рисунок 3.4 - Поверхня відгуку (а) і двовимірне перетин (б) залежності рівномірності розподілу мульчі трав'яної рослинності K_{pm} відкута установки ножів фрези ун при $V_n = 2$ м / с швидкості пересування агрегату V_n і кутової швидкості обертання ротора P при $h_n = 40$ мм

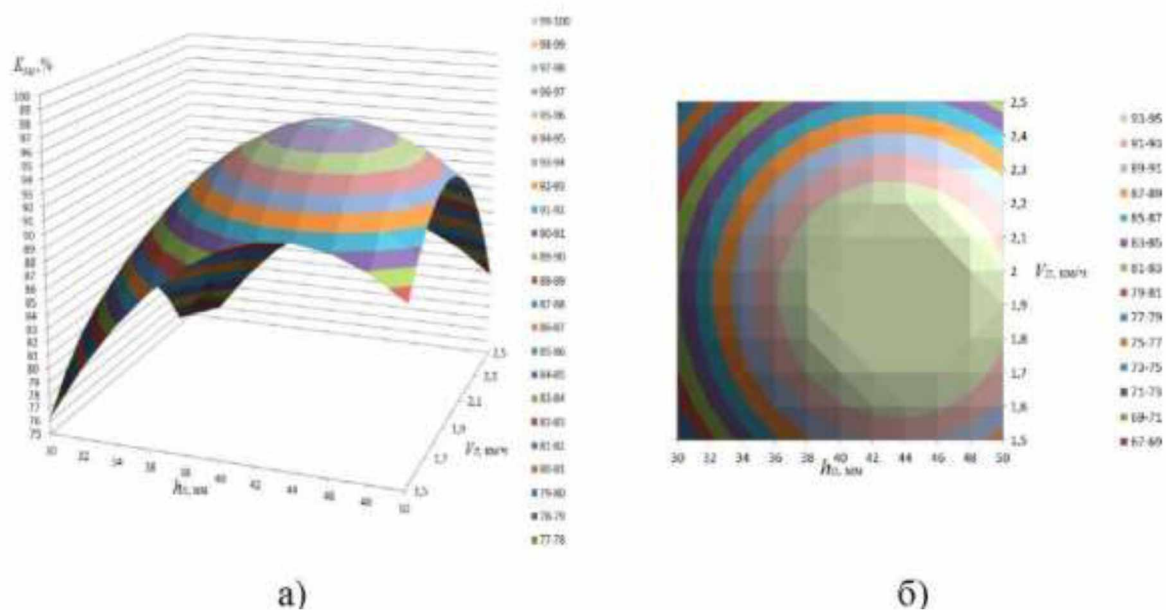


Рисунок 3.5 - Поверхня відгуку (а) і двовимірне перетин (б) залежності рівномірності розподілу мульчі трав'яної рослинності K_{pm} від швидкості пересування агрегату V_n і висоти планки h_n при $P = 200$ с⁻¹

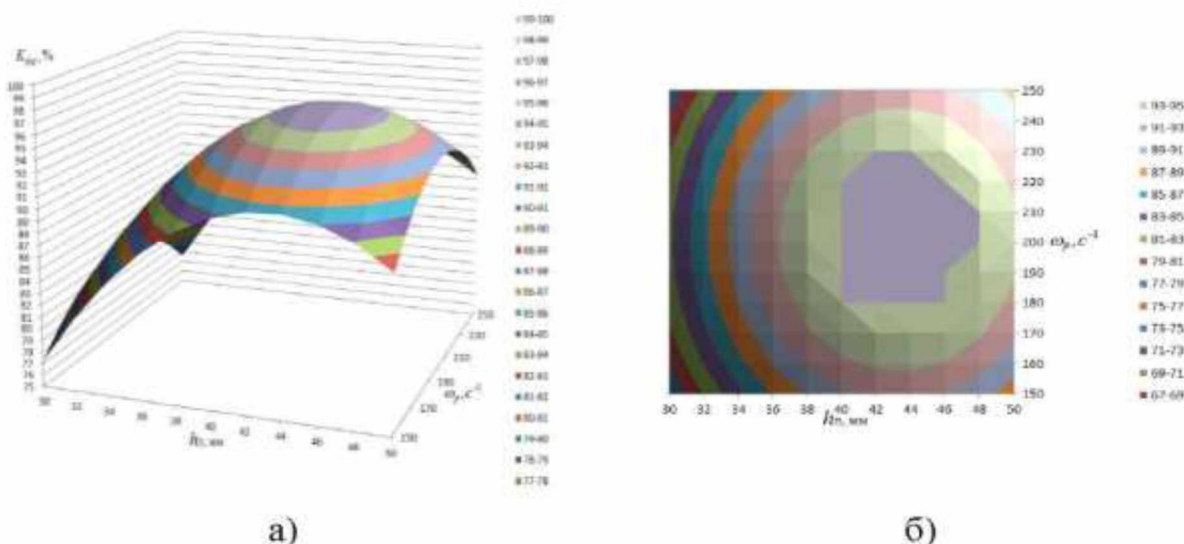


Рисунок 3.6 - Поверхня відгуку (а) і двовимірне перетин (б) залежності рівномірності розподілу мульчі трав'яної рослинності від кутової швидкості обертання ротора P і висоти планки на роторі h_n при $V_n = 2 \text{ м / с}$



Рисунок 3.7 - Догляд за міжряддями і пристовбурними смугами молодих плодових насаджень

Дослідженнями встановлено, що у варіанті з розпушуванням ґрунту в зоні пристовбурних смуг з мульчирующим шаром з рослинністю продуктивна волога в шарі $0 \dots 90 \text{ см}$ в середньому за період дорівнювала $174,8 \text{ мм}$. Це перевищує контроль (без рихлення і мульчі) на $30,5 \text{ мм}$. В шарі 0.50 см продуктивна волога в запропонованому варіанті також перевищила контроль на $46,0 \text{ мм}$ (табл. 3.4).

В результаті досліджень встановлено, що мульча з рослинністю ефективно перешкоджає випаровуванню вологи і мульчування є одним з

важливих і корисних агротехнічних прийомів в технології догляду за ґрунтом в плодкових насадженнях.

Розпушування ґрунту в зоні пристовбурних смуг молодих плодкових насаджень і покриття поверхні ґрунту мульчують шаром із трав'яної рослинності роблять позитивний вплив на біометричні показники плодкових насаджень. Результати досліджень приведені в таблиці 3.4.

Розпушування пристовбурних смуг молодих плодкових насаджень з покриттям поверхні ґрунту мульчують шаром з рослинністю ефективно поєднується з дерново-перегнійної системою утримання ґрунту в молодому саду, при цьому не потрібно міжрядна обробка ґрунту, що захищає ґрунт від ерозії.

Таблиця 3.4 - Зміст продуктивної вологи і волого оборот при розпушуванні і мульчуванні ґрунту в зоні пристовбурних смуг молодих плодкових насаджень

варіант	Шар ґрунту (см)	Зміст продуктивної вологи впочве, (мм)				
		весна	літо	осінь	зима	середнє
1.Контроль (без рихлення пристовбурних смуг і мульчі)	0 ... 50	98	55	46	90	72,3
	0 ... 90	176	116	105	180	144,3
2. Розпушування ґрунту в зоні пристовбурних полос з	0.50	152	98	82	141	118,3
	0.90	210	154	143	192	174,8
Різниця, %	0.50	55,1	78,2	78,3	56,7	67,1
	0.90	19,3	32,7	36,2	6,7	23,7

Таблиця 3.5 - Біометричні показники молодих плодкових насаджень в інтенсивному саду залежно від способів утримання ґрунту (сорт яблуні «Айдаред», підщепу М9)

варіант	Довжина кола штамба, см	Довжина річного приросту пагонів, см	Висота дерева, м
1.Без розпушування і застосування мульчі в зоні пристовбурних полос (контроль)	13,5	38,5	2,3
2. Розпушування ґрунту в зоні пристовбурних смуг з шаром із трав'яної рослинності	14,4	46,5	2,4

3.3 Висновки до третього розділу

1. Отримано регресійні моделі, побудовані поверхні отклику і двовимірні перерізи залежності якості кришіння ґрунту і рівномірності розподілу мульчі трав'яної рослинності на поверхні розпушеного ділянки пристовбурної смуги плодкових насаджень від швидкості пересування агрегату, кутової швидкості обертання фрези, кута установки ножа фрези, кутової швидкості обертання ротора і висоти планки на роторі, встановлені оптимальні значення : швидкості пересування агрегату (1,92 км / год); кутової швидкості обертання фрези ($40,4\text{с}^{-1}$); кута установки ножа фрези (630); кутової швидкості обертання ротора (201с^{-1}); висоти планки на роторі (43 мм). При цих значеннях забезпечуються максимальні якість кришення ґрунту і рівномірність розподілення мульчі на поверхні розпушеного ділянки пристовбурної полоси.
2. Виготовлено дослідний зразок пропонованого агрегату і проведені його виробничі випробування.

4 РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩО ДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Економічна ефективність застосування агрегату для догляду за міжряддями і приствольними полосами плодових насаджень

Для впровадження нової технології догляду за міжряддями і приствольними смугами плодових насаджень з використанням пропонованого агрегату на площі 20 га взято кредит в розмірі 794 тис. грн. терміном на 3 роки під 20% річних ($E = 0,2$). Погашення боргу здійснювалося рівними платежами. Розрахунковий період $n = 3$ роки.

Пропонована технологія догляду за міжряддями і приствольними полосами плодових насаджень з використанням косарки-подрібнювача і фрезерного робочого органу (МТЗ-82 + АУМПП) порівнюється з існуючою технологією з застосуванням косарки-подрібнювача КІС-1,5 і фрези садової ФА-0,76 (МТЗ-82 + ФА-0,76).

Капітальні вкладення (КВ) визначаються за формулою [74, 75, 77, 110]:

$$K = K_{II} + K_C, \quad (4.1)$$

де КП - прямі КВ, тис. грн.; КС - супутні КВ, тис. Грн.

варіант А

$$K = 2 \cdot 654 + 120 + 120 = 1548 \text{ тис. грн.}$$

варіант Б

$$K = 654 + 140 = 794 \text{ тис. Грн.}$$

Розмір платежів за кредитом з урахуванням відсотків за позикової сумі встановлено за виразом [110]:

$$K_m = \frac{E_K (1 + E_K)^{t_K}}{(1 + E_K)^{t_r} - 1} K, \quad (4.2)$$

де K_t - платіж на 1-му кроці; E_k - номінальна річна банківський процент ставка; K_e - позикова сума; t_K - термін погашення кредиту, років. Варіант А

$$K_{\Sigma} = \frac{734,87}{(1+0,2)^0} + \frac{734,87}{(1+0,2)^1} + \frac{734,87}{(1+0,2)^2} + \frac{734,87}{(1+0,2)^3} = 2282,86.$$

Розміри виплат по кредиту за 3 роки складуть: Варіант А

варіант Б

Експлуатаційні витрати розраховують згідно виразу:

$$K_m = \frac{0,2(1+0,2)^3}{(1+0,2)^3 - 1} 794,0 = 376,93.$$

$$K_{\Sigma} = \frac{376,93}{(1+0,2)^0} + \frac{376,93}{(1+0,2)^1} + \frac{376,93}{(1+0,2)^2} + \frac{376,93}{(1+0,2)^3} = 1170,93$$

варіант Б

$$C_{\text{экс}} = Z_{\text{пл}} + Z_{\text{то}} + Z_{\text{тсм}} + Z_{\text{ип}}, \quad (4.3)$$

де $Z_{\text{пл}}$ - зарплата обслуговуючого персоналу, тис. грн .; $Z_{\text{то}}$ - витрати на ТО і ТР, тис. Грн .; $Z_{\text{тсм}}$ - витрати на ПММ, тис. Грн .; $Z_{\text{ип}}$ - інші витрати, тис. грн.

$$Z_{\text{то}} = \left(\frac{654 \cdot 9,9}{1200 \cdot 2,0 \cdot 100} + \frac{120 \cdot 10,0}{200 \cdot 2,0 \cdot 100} + \frac{654 \cdot 9,9}{1200 \cdot 1,2 \cdot 100} + \frac{120 \cdot 7,0}{200 \cdot 1,2 \cdot 100} \right) \cdot 20 = 2,74.$$

$$Z_{\text{пл}} = N_p t_o T_{\text{тр}} \eta_d \left(1 + \frac{\eta_0}{100} \right) n, \quad (4.4)$$

Зарплата обслуговуючого персоналу розраховується за виразом [74, 75]:

де N_p - чисельність обслуговуючого персоналу; t_o - час обслуговування

$$Z_{\text{пл}} = 1 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 1,2 \left(1 + \frac{35,6}{100} \right) \cdot 3 = 4,88.$$

агрегату, год.; T_{TP} - тарифна ставка оплати обслуговуючого персоналу, грн. / Год; L_d - коефіцієнт додаткової заробітної плати, ($L_d = 1,1 \dots 1,2$); V_0 - відсоток відрахувань на соціальне страхування ($V_0 = 35,6\%$); n - кількість обробок.

варіант А

Скошування рослинності в міжряддях плодівих насаджень

$$Z_{ПЛ} = 1 \cdot 16,7 \cdot 100 \cdot 1,2 \left(1 + \frac{35,6}{100}\right) \cdot 3 = 8,15.$$

Розпушування ґрунту в пристовбурних смугах плодівих насаджень

Витрати на ТО і ТР технічних засобів розраховують за висловом [74, 75]:

Скошування рослинності в міжряддях з одночасним рихленням ґрунту в пристовбурної смуги плодівих насаджень

$$Z_{ТО} = \left(\sum \frac{C_i H_i}{T_{zi} \cdot W_q \cdot 100} \right) \cdot S. \quad (4.5)$$

де $Z_{ТО}$ - витрати на ТО і ТР, тис. грн.; B - балансова вартість техніки, тис. Грн.; H - норматив відрахувань на ТО і ТР коштів, % від їх балансової вартості; T_{ai} - річна завантаження,

$$Z_{ТО} = \left(\frac{654 \cdot 9,9}{1200 \cdot 1,2 \cdot 100} + \frac{140 \cdot 7}{200 \cdot 1,2 \cdot 100} \right) \cdot 20 = 1,72$$

Розмір годинної витрати палива (кг / год) розрахований по формул є:

$$Q = 0,7 g N, \quad (4.6)$$

де $0,7$ - коефіцієнт перекладу одиниці вимірювання потужності двигуна кВт в л.с.; g - питома витрата палива, гкВт / год (для трактора МТЗ-82 приймаємо $0,230$ кг кВт / год); N - потужність двигуна, к.с.

Визначаємо потребу в паливі на 1 год роботи відповідно до виразу (4.6):

- для трактора МТЗ-82: $G = 0,7 \cdot 230 \cdot 75 = 12075$ г / год або 12 кг / год;

Розмір витрат на ТО

$$Z_{TCM} = \sum Q_{ij} \cdot t \cdot C_T, \quad (4.7)$$

де Q_{ij} - витрата палива, кг / год; C_T - ціна палива, грн. / кг.

Розмір витрат на паливо-мастильні матеріали:

варіант А

Скошування рослинності в міжряддях плодкових насаджень

$$Z_{TCM} = (12 - 10 \cdot 46) \cdot 3 = 16,56 \text{ тис.грн.}$$

Розпушування ґрунту в пристовбурних смугах плодкових насаджень

$$Z_{TCM} = (12 - 16,7 \cdot 46) \cdot 3 = 27,65 \text{ тис.грн.}$$

Скошування рослинності в міжряддях з одночасним рихленням ґрунту в пристовбурної смугі плодкових насаджень.

Експлуатаційні витрати розраховуємо згідно формули (4.3):

Варіант А

$$Z_{екс} = 4,88 + 8,15 + 2,74 + 16,56 + 27,65 = 59,98 \text{ тис. Грн.}$$

Варіант Б

$$Z_{екс} = 8,15 + 1,72 + 27,65 = 37,52 \text{ тис. Грн.}$$

Інші прямі витрати визначаємо за формулою:

$$Z_{ПР} = Z_{ЕКС} \cdot (0,05 \text{ --- } 0,1), (4-8)$$

$$\text{Варіант А } Z_{ПР} = 59,98 \cdot 0,05 = 2,99 \text{ тис. Грн.}$$

$$\text{Варіант Б } Z_{ПР} = 37,52 \cdot 0,05 = 1,88 \text{ тис. Грн.}$$

Результати розрахунку собівартості продукції зведені в таблицю 4.1

Таблиця 4.1 – Результати розрахунку собівартості продукції

Статті витрат	варіант	
	базовий А	новий Б
Оплата праці з відрахуваннями на соціальні потреби, тис. Грн	13,03	8,15
Витрати на утримання обладнання в тому числі: технічне обслуговування, тис. грн.	2,74	1,72

паливо, тис. грн.	44,21	27,65
Інші витрати, тис. Грн.	2,99	1,88
Повна собівартість, тис. Грн.	62,97	39,4

Дослідженнями встановлено, що при експлуатації нового агрегату для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами молодих плодових насаджень (починають давати урожай) водний режим плодового дерева, за рахунок чого підвищується урожайність в середньому на 10%. Розмір повної річної виручки від реалізації продукції розрахований при середній врожайності 50 ц / га (в 2017 р) і середній ціні реалізації 25 грн. / Кг (табл. 4.2).

Розмір валового прибутку від реалізації продукції розраховується відповідно до залежності .

$$P_{\text{г}} = B - 3, \quad (4.9)$$

де В - повна річна виручка від реалізації продукції, тис. грн .;

3 -річний експлуатаційні витрати, тис. Грн.

Таблиця 4.2 – Результати розрахунку виручки від реалізації продукції

рік	Валовий збір, т		Ціна реалізації 1т яблук	Виручка за реалізацію продукції, тис. Грн.	
	варіант А	варіант Б		варіант А	варіант Б
2018	100	110	25000	2500	2750
2019	120	132	25000	3000	3300
2020	140	154	25000	3500	3850

варіант А

$$P = 2500 - 62,97 = 2437,03 \text{ тис. грн .};$$

$$P = 3000 - 62,97 = 2937,03 \text{ тис. грн .};$$

$$PВЗ = 3500 - 62,97 = 3437,03 \text{ тис. грн .};$$

варіант Б

$$Pв = 2750 - 39,4 = 2710,06 \text{ тис. грн .};$$

$$P2 = 3300 - 39,4 = 3260,06 \text{ тис. грн .};$$

$$P3 = 3850 - 39,4 = 3810,06 \text{ тис. грн.}$$

Розмір амортизаційних відрахувань встановлено згідно виразу:

$$A = C_{об} \frac{\alpha}{100}, \quad (4.10)$$

де $C_{об}$ - вартість обладнання, тис. грн. ;

α - норма амортизаційних відрахувань, %.

Термін окупності досліджуваних технологій догляду за міжряддями приствольними смугами плодових насаджень встановлюється відповідно по залежностям [110]:

$$T_{ок} = \frac{P}{K}. \quad (4.13)$$

варіант А

За перший рік прибуток дорівнює 1574,27 тис. Грн., Що менше внесених КВ з урахуванням виплат по кредиту. Виходячи з цього, враховується прибуток за другий рік дорівнює 1575,78 тис. Грн. З огляду на це, маємо:

$$T = 1574,27 + 1575,78 = 1,4 \text{ роки}$$

варіант Б

За перший рік прибуток дорівнює 1732,95 тис. Грн., Що більше внесених КВ з урахуванням виплат по кредиту. З огляду на це, маємо.

$$T = 0,5 \text{ року.}$$

Результати розрахунку зведені в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 – Результати розрахунку собівартості продукції

№	показники	Одиниця виміру	варіанти	
			базовий	пропонований
1.	Площа обробки	га	20	20
2.	Чистий дисконтний дохід за 3 роки дослідів	тис. грн.	2400,25	3983,76

3.	Єдиноразовий внесок враховуючи витрати на кредит	тис. грн.	2282,86	1170,93
4.	Собівартість процесу догляду за міжряддями присовбурних зон на- саджень, в тому числі витрати на: оплату праці; техн. обслуговування; ПММ; Інші витрати	тис. грн.	62,97	39,4
			13,03	8,15
			2,74	1,72
			44,21	27,65
			2,99	1,88
5	Термін окупності	рік	1,4	0,5

Результати техніко-економічної оцінки технології догляду за міжряддям і присовбурними смугами плодкових насаджень (які вступають в плодоношення) про те, що застосування запропонованого агрегату дозволяє: отримати чистий дисконтний дохід за період досліджень (3 роки) рівний 3986,76 тис. грн. на площі 20 га, що на 1583,51 тис. грн. більше базового варіанту; знизити собівартість робіт в 1,6 рази (з 62,97 тис. грн. до 39,4 тис. грн). Термін окупності склав 0,5 року

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Підсумки виконаного дослідження.

Обґрунтовано конструктивно-технологічна схема агрегату для догляду за міжряддями і пристовбурними смугами плодових насаджень, що включає косарку-подрібнювач і фрезерний робочий орган з вертикальною віссю обертання, що дозволяє здійснювати конвеєрно-технологічний процес: з одного боку - мульчування, з іншого - прискорена гуміфікація пристовбурних смуг молодих плодових насаджень.

Отримано аналітичні залежності, що дозволяють визначити: траєкторію руху, кінематичний режим роботи, колову швидкість і частоту обертання фрези, подачу і кут установки ножа фрези, крутний момент і витрати потужності на привід фрезерного робочого органу; раціональні параметри ротаційного різального апарату косарки-подрібнювача, швидкість пересування агрегату і дальність польоту мульчі рослинності.

Визначено раціональні конструктивно-технологічні параметри пропонованого агрегату: швидкість пересування агрегату 1,5 ... 2,0 км / год; кутова швидкість обертання фрези 35.45 с⁻¹; кут установки ножів 60 ... 65°; кутова швидкість обертання ротора 195.205 с⁻¹; висота планки на роторі 40...45 мм.

Отримано регресійні моделі, що дозволяють встановити залежність якості кришіння ґрунту і рівномірності розподілення трав'яної рослинності на поверхні розпушеної ділянки смуги плодових насаджень від швидкості переміщення агрегату, кутової швидкості обертання фрези, кута установки ножа фрези, кутової швидкості обертання ротора і висоти планки на роторі і встановить оптимальне значення швидкості пересування агрегату (1,92 км / год), кутову швидкість обертання фрези (40,4 с⁻¹), кута установки ножа фрези (63°), кутової швидкості обертання ротора (202 с⁻¹) і висоти планки на роторі (43мм), що забезпечують якість кришення ґрунту 92,3% при рівномірності розподілення мульчі трав'яної рослинності на поверхні розрихленогої ділянки пристовбурної смуги 97,6%.

1. Встановлено, що розпушування пристовбурних смуг молодих плодових насаджень з покриттям поверхні ґрунту мульчують шаром із

рослинності дозволяє підвищити вміст продуктивної вологи в ґрунті в середньому на 45,4%.

2. Реалізація запропонованого агрегату для догляду за міжряддями і приствольними смугами плодкових насаджень в порівнянні з існуючими технологіями дозволить: отримати чистий дохід за період досліджень (3 роки) рівний 3986,76 тис. грн. на площі 20 га і окупити інвестиції за 0,5 років; знизити собівартість робіт в 1,6 рази.