

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**  
**Механіко-технологічний факультет**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри сільськогосподарських машин

д.т.н. \_\_\_\_\_ Олександр КАРАЄВ

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2021 р.

## **Пояснювальна записка**

до дипломної роботи  
здобувача СВО Магістр

на тему: «Обґрунтування параметрів глибокорозпушувача для  
утворення смугової гряди у технології вирощування саджанців  
плодових культур на смугових грядках»

**32СМД.000.000000ПЗ**

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, 22 МБ АІ 3 групи  
зі спеціальності 208 Агроінженерія  
за ОПП Агроінженерія

\_\_\_\_\_ Тимур ЛОХМАТОВ

Керівник, доц.

Консультант, проф. \_\_\_\_\_

Консультант, \_\_\_\_\_

Нормоконтроль, доц.

Рецензент, \_\_\_\_\_

Мелітополь – 2021 рік

## ВСТУП

Україна є найбільшим регіоном промислового садівництва Європи і основний напрям його сучасного розвитку – це вирощування екологічно чистої продукції. Все це може бути здійсненим при достатньому забезпеченні галузі відповідним садивним матеріалом, якість якого повинна відповідати певним вимогам, від яких залежить ріст, вступ у плодоношення, урожайність, якість врожаю тощо.

Для розширення і відтворення садів господарствам необхідно кожного року закладати нові насадження [1]. Коренева система саджанця є основою плодового дерева. Саме потужність кореневої системи і довготривалість, на протязі року, ріст активних коренів, як показали дослідження багатьох учених, є основними факторами доброго розвитку і плодоношення плодового дерева. Разом з тим розміщення в ґрунті і ріст коріння дерев навіть одного сорту дуже залежить від конкретних ґрунтово-кліматичних умов і рівня агротехніки.

Сучасні ринкові вимоги до якості плодової продукції обумовлюють потребу в закладанні плодкових насаджень саджанцями, з показниками якості, що відповідають вимогам ДСТУ 4938[2]. Так, відповідно до технічних вимог визначено, що саджанці першого товарного сорту повинні бути без механічних і інших пошкоджень, які заважають нормальній приживлюваності після садіння, а коренева система саджанця повинна мати не менш 5 основних коренів із довжиною кожного не менш 25 см.

Інтенсифікація галузі розсадництва шляхом зміни схем садіння при закладанні першого поля розсадника (за рахунок збільшення густоти рослин на одиницю площі) не завжди дає позитивні зміни, особливо у частині якості кінцевої продукції розсадника – виходу бажаного відсотка стандартних саджанців без зниження їх сортності.

Зважаючи на означену проблему є необхідність у пошуку та апробації нових схем закладання розсадника, удосконаленні існуючих та розробленні нових засобів механізації для вирощування садивного матеріалу [3].

## **РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ**

### **1.1. Аналіз досліджень щодо впливу умов підготовки ґрунту та його фізичного стану на розвиток саджанців у плодовому розсаднику**

Отримання якісного садивного матеріалу неможливо без комплексного вивчення біології рослин, а також розробки ефективних агротехнічних методик вирощування садивного матеріалу. Насьогодні в літературі існує багато робіт по вивченню способів вирощування саджанців плодових культур [4-11].

Отримання якісного садивного матеріалу плодових культур багато в чому залежить від правильного застосування агротехнічних методів вирощування. При цьому важливо знати оптимальні умови для вирощування, що відповідають біологічним особливостям культур.

Зростання і розвиток саджанців плодових культур багато в чому залежить від ґрунтових умов. Через ґрунтове середовище можна регулювати ріст кореневої системи та надземної частини саджанців і одержувати садивний матеріал з оптимальним співвідношенням підземних і надземних органів.

На сучасному етапі розвитку розсадництва оптимізація агрофізичних властивостей ґрунту, її біологічних процесів і режимів у системі "ґрунт-рослина", підтримка для плодових саджанців високого потенціалу родючості ґрунту, усунення процесів деградації і техногенного впливу на ґрунт, обґрунтування параметрів глибини і якості обробітку, а також строків і способів підготовки ґрунту під закладку першого поля розсадника є пріоритетним напрямком досліджень [1].

Властивості ґрунту відіграють важливу роль в агроценотичному метаболізмі. Вони визначають швидкість біогеохімічних циклів, активність ґрунтових мікроорганізмів, а також процеси трансформації речовини й енергії. Фізичні властивості ґрунту впливають на інтенсивність розвитку кореневої системи саджанців плодових культур, доступність і ступінь поглинання елемен-

тів живлення, формування кореневої системи та надземної маси. Інтенсифікація прийомів обробки ґрунту приводить до таких негативних явищ, як дегуміфікація, переущільнення, агрофізична деградація. Ці обставини визначають необхідність розробки прийомів підготовки ґрунту, що знижують зазначений негативний вплив [12].

В останні десятиліття спостерігається посилення деградації земель, у тому числі у розплідниках плодкових культур, яке зв'язано зі зниженням заходів щодо підтримки родючості ґрунтів. Основною причиною деградації є механічна обробка ґрунту. У результаті інтенсивної обробки прискорюються процеси мінералізації гумусових речовин, збільшуються непродуктивні втрати із ґрунту мінеральних форм азоту, внаслідок посилення газоподібних втрат і міграції за межі кореневмісного шару. При цьому всім відомо, що глибока обробка ґрунту надзвичайно енергоємний вид технологічної діяльності. На обробіток ґрунту доводиться більш 60% усіх витрат. Розв'язок даної проблеми повинне бути пов'язане з енергозбереженням, яке повинне бути забезпечене на основі ґрунтозахисних систем землеробства з оптимізацією параметрів вирощування садивного матеріалу плодкових культур і, у першу чергу, з механічним обробітком ґрунту [13-15].

Основним прийом підготовки ґрунту при закладанні чергового поля розсадника є плантажна оранка, яка здійснюється на глибину від 40 до 60 см. Плантажна підготовка ґрунту – сильнодіючий прийом, застосування якого на два - три роки зменшує об'ємну масу та твердість ґрунту. При цьому підвищується зміст засвоюваних форм мінерального живлення, підвищується загальна пористість і водопроникність ґрунту, що сприяє кращій приживлюваності саджанців і їх більш інтенсивному зростанню. Однак усе це відбувається на фоні посилення аерації та зниження вмісту гумусу. Крім цього, необхідно відзначити, що в результаті плантажної оранки перемішуються генетичні шари, ґрунт розпошується, а найголовніше, відбувається різке зниження гумусу.

За даними досліджень В.С. Алпатова [16], плантажна оранка з оборотом шару, що здійснюється плантажним плугом з передплужником, показує найкращі результати. У представленій публікації автор відзначає, що плантажна оранка мала переваги в порівнянні з іншими типами оранки. Вона полягала в тому, що в нижніх шарах ґрунту суттєво збільшився зміст живильних речовин за рахунок збідніння верхнього шару та глибокого закладення внесених добрив. В результаті зросла на 4 - 8 % пористість ґрунту, підвищилася на 4 - 9 % водоутримуюча здатність і підсилювався процес нітрифікації. Усе це сприяло формуванню більш глибокої та потужної кореневої системи, що привело до посилення росту надземної частини плодівих рослин.

Однак, як вказувалося раніше, глибокий полицевий обробіток ґрунту, поряд з позитивними моментами, має ряд суттєвих негативних наслідків. Багато дослідників у своїх роботах відзначають стійку тенденцію зниження кількості органічної речовини в ґрунті під впливом оранки, посилення ерозійних процесів, зниження стійкості агрокосистем у цілому.

У дослідженнях [17-18] доведено, що одним з основних способів збереження родючості ґрунту є мінімізація обробки ґрунту, у тому числі із застосуванням безполицевих знарядь. Безполицевий обробіток ґрунту сприяє зниженню ерозійних процесів, а також заощадженню енергоресурсів.

Багатьма вченими [19-20] доведено, що мінімальний обробіток ґрунту в порівнянні із глибоким приводить до стабілізації гумусного та азотного стану, відбувається перерозподіл фракції органічних і мінеральних з'єднань азоту. В остаточному підсумку зменшення глибини обробки ґрунту приводить до переваги іммобілізації над мінералізацією та закріпленню нітратного азоту в складі мікробної плазми.

При розробці агротехнічних заходів у технологічному процесі вирощування садивного матеріалу в плодівому розсаднику необхідно враховувати ще один момент, про який у літературі недостатньо відомостей. Тривалий техногенне і хімічне "пресування" ґрунту, на думку деяких авторів [21], обумовили ряд негативних наслідків. Багаторазові проходи важкої техніки при підготовці

ділянки, догляді за саджанцями, навіть протягом однієї вегетації, супроводжуються сильним ущільненням ґрунту та порушенням її структури, а за декілька років - розпиленням і дегуміфікацією, що приводить до зниження родючості ґрунту. У деяких великих розсадниках спостерігаються ділянки, що мають ознаки перенасичення форфором, нітратного засолення та ґрунтової втоми. Усе це негативно позначається на продуктивності розплідника в цілому.

Механічний обробіток за характером впливу на родючість ґрунту є найбільш діючим фактором. При цьому вона є найбільш простим і доступним засобом підвищення родючості [22]. З іншого боку, механічний вплив сприяє вільному доступу кисню до ґрунтових агрегатів, що створює оптимальні умови для мінералізації органічної речовини. Застосування безполицевого обробітку, на думку автора, дозволяє сповільнити процеси мінералізації органічної речовини.

Оптимальні умови для росту та розвитку саджанців плодових культур складаються при сприятливих параметрах агрофізичних властивостей ґрунту, найважливішими з яких, як уже зазначалося вище, є щільність і структурний склад. Як відомо щільність ґрунту залежить від гранулометричного складу, стану гумусного шару, кількості ерозійно-безпечних агрегатів, вологості ґрунту, який регулюється шляхом обробітку ґрунту. Так, рівноважну щільність ґрунту шляхом основного обробітку ґрунту можна довести до оптимального значення, після чого ґрунт здобуває необхідне для росту саджанців стану [23-24].

Різні способи обробки ґрунту впливають на її структурний стан, будову орного шару, водно - повітряний, поживний і тепловий режими, тим самим здійснюючи вплив на умови росту та розвитку рослин. Існують методики, що обґрунтовують необхідність раціональної комбінації різноманітних прийомів і способів полицевого і безполицевого обробок ґрунту на різну глибину. Вибір того чи іншого способу обробітку залежить в першу від гетерогенності, ґрунтового профілю, генетичною, фізико - механічною, агрохімічною та біологі-

чною якістю окремих шарів ґрунту, що визначає необхідність перемішування або відповідного взаємного переміщення їх для забезпечення кращих умов життя рослин і корисної мікробіологічної діяльності як умога більшій її глибині [25-26].

Необхідними умовами вирощування саджанців плодкових є достатня забезпеченість рослин теплом, вологою, світлом, елементами живлення і т.д. При цьому визначальним фактором росту є світловий, водний, повітряний і живильний режими ґрунту.

Як показали дослідження проведені в [27] створити оптимальні ґрунтових умови при вирощування саджанців плодкових культур можливо за рахунок оптимізації доз внесення мінеральних добрив, а також зміни фізико-механічних властивостей. При цьому, збільшення щільності ґрунту приводить до зниження процесів росту та розвитку, в першу чергу кореневої системи.

Твердість ґрунту також має велике значення при вирощуванні садивного матеріалу плодкових культур. Від цього показника залежить ріст кореневої системи, її освоєння кореневмісним шаром ґрунту. Оптимальною твердістю орного шару для середньосуглинкового ґрунту прийнято вважати значення 6-8 кг/см<sup>2</sup> [25].

У дослідженнях [27] глибина обробки ґрунту вплинув на даний показник. Авторами проводилось вимірювання значень щільності та твердості ґрунту на стадіях вирощування саджанця від висадження до викопування при обробітку ґрунту перед садінням підщеп на глибину 23-25 см, і при обробітку ґрунту на глибину 40 см. У таблицях 1.1-1.2 наведені результати цих досліджень.

Так, значення щільності ґрунту, зареєстровані за три роки спостережень при глибині обробітку 23-25 см на стадіях вирощування від садіння до викопування у шарі 0-20 см збільшується на 22% (з 1,11 до 1,36 г/см<sup>3</sup>), а на глибині шару 20-40 см - щільність збільшується всього на 6% (з 1,35 до 1,43 г/см<sup>3</sup>).

При глибині обробітку ґрунту 40 см на стадіях вирощування від садіння до викопування в шарі 0-20 см щільність ґрунту збільшується на 19% (з 1,13

до 1,34 г/см<sup>3</sup>), а на глибині шару 20-40 см - щільність значно збільшується на 16% (з 1,35 до 1,43 г/см<sup>3</sup>).

Щодо твердості ґрунту. Значення твердості ґрунту при глибині обробітку 23-25 см на стадіях вирощування від садіння до викопування в шарі 0-20 см збільшується на 43% (з 6 до 8,6 г/см<sup>2</sup>), а на глибині шару ґрунту 20-40 см - збільшення твердості значно менше, і приріст становить 10% (з 8,2 до 9 г/см<sup>2</sup>).

Таблиця 1.1 - Щільність ґрунту на стадіях вирощування саджанців плодкових культур (за дослідженнями [27])

Стадія вирощування	Глибина обробітку ґрунту	2010 р.		2011 р.		2012 р.		Середнє значення за 3 роки	
		0-20 см	20-40 см	0-20 см	20-40 см	0-20 см	20-40 см	0-20 см	20-40 см
Садіння підщеп	23-25 см	1,13	1,38	1,09	1,34	1,12	1,35	1,11	1,35
	40 см	1,15	1,17	1,11	1,16	1,14	1,17	1,13	1,17
Викопування саджанців	23-25 см	1,32	1,40	1,36	1,44	1,39	1,45	1,36	1,43
	40 см	1,31	1,34	1,34	1,35	1,37	1,39	1,34	1,36

Таблиця 1.2 - Твердість ґрунту на стадіях вирощування саджанців плодкових культур (за дослідженнями [27])

Стадія вирощування	Глибина обробітку ґрунту	2010 р.		2011 р.		2012 р.		Середнє значення за 3 роки	
		0-20 см	20-40 см	0-20 см	20-40 см	0-20 см	20-40 см	0-20 см	20-40 см
Садіння підщеп	23-25 см	6,3	8,4	5,7	8,1	6,1	8,2	6,0	8,2
	40 см	6,4	6,7	5,8	6,0	6,2	6,5	6,1	6,4
Викопування саджанців	23-25 см	8,4	8,6	8,7	9,1	8,8	9,4	8,6	9,0
	40 см	8,3	8,4	8,5	8,6	8,6	8,8	8,5	8,6



При глибині обробітку ґрунту 40 см на стадіях вирощування характер розподілу твердості інший. Так, в шарі 0-20 см твердість ґрунту збільшується на 39% (з 6,5 до 8,8 г/см<sup>3</sup>), а на глибині шару 20-40 см - щільність значно збільшується на 34% (з 6,4 до 8,6 г/см<sup>3</sup>) у порівнянні з таким самим шаром ґрунту, але меншій глибині обробітку.

Проаналізувавши дані таблиць за підсумками трирічних спостережень можемо зробити висновок про те, що ґрунт у нижніх шарах має меншу щільність і твердість у варіанті з більш глибоким обробітком ґрунту. Отже, тут коренева система саджанців мала більший обсяг оптимального кореневмісного шару за фізичними показниками.

## **1.2 Особливості технології вирощування саджанців плодкових культур на смгових грядках.**

Галузь розсадництва плодкових культур, як основа промислового садівництва повинна забезпечувати його сертифікованим садивним матеріалом в необхідній кількості для реконструкції існуючих та закладання нових насаджень плодкових культур. Згідно реєстру виробників садивного матеріалу в Україні, станом на 2015 рік саджанці плодкових культур виробляються у 182 розсадницьких господарствах різних форм власності, потужність яких становить 8680 тис. шт. саджанців на рік, що забезпечує закладання 3,5 тис. га молодих садів на рік. За даними [1], на сьогодні в Україні для закладання молодих садів існує дефіцит садивного матеріалу в кількості 3820 тис. шт. на рік.

Одна з причин дефіциту садивного матеріалу – відсутність належної матеріально-технічної бази для його виробництва, зокрема низький рівень механізації в розсадництві, який за даними [28,29] не перевищує 8%.

Інтенсифікація галузі розсадництва шляхом зміни схем садіння при закладанні першого поля розсадника (за рахунок збільшення густоти рослин на одиницю площі) також не завжди дає позитивні зміни [30], особливо у частині

якості кінцевої продукції розсадника – виходу бажаного відсотка стандартних саджанців без зниження їх сортності.

Зважаючи на означені проблеми є необхідність у пошуку та апробації нових схем закладання розсадника, удосконаленні існуючих та розробленні нових засобів механізації для вирощування садивного матеріалу.

Якщо розглядати технологію вирощування саджанців при формуванні щепи (штучного симбіонта підщепи і прищепи, що на стадіях дорощування та формування набуває ознак щепленого саджанця) з пересаджуванням підщеп, відома схема закладання першого поля розсадника з міжряддям від 70 до 90 см (залежно від терміну вирощування) і відстанню між підщепами в ряду від 15 до 20 см [31].

Така схема розміщення рослин є найбільш розповсюдженою і перевіреною для різних сорто-підщепних комбінацій, як з точки зору забезпечення необхідної площі живлення щепи так і інших операцій у технологічному процесі вирощування – садінням підщеп, доглядом за рослинами у міжряддях, викопуванням саджанців та ін.

Важливим фактором формування та розвитку щепи є середовище знаходження її кореневої частини – ґрунт. На сьогодні відомі та широко розповсюджені способи вирощування овочевих та ягідних культур на грядках. Основна перевага висадження рослини на грядку порівняно з висадженням у ґрунт, навіть підготовлений, але який знаходиться у природньому складеному стані – створення більш сприятливих умов для розвитку кореневої системи. Зокрема, за певних умов можна змінювати найважливішу агрономічну характеристику ґрунту – його структурний склад, шляхом утворення шару ґрунту (гряди) з показником структурності ґрунту в межах від 0,7 до 0,8, при якому формується оптимальний фракційний склад мезоагрегатів [32].

Грядку, як шар ґрунту зі штучно створеною структурою можна розділити на дві частини відносно денної поверхні – підземну та надземну, для формування яких можна застосувати різні типи робочих органів.

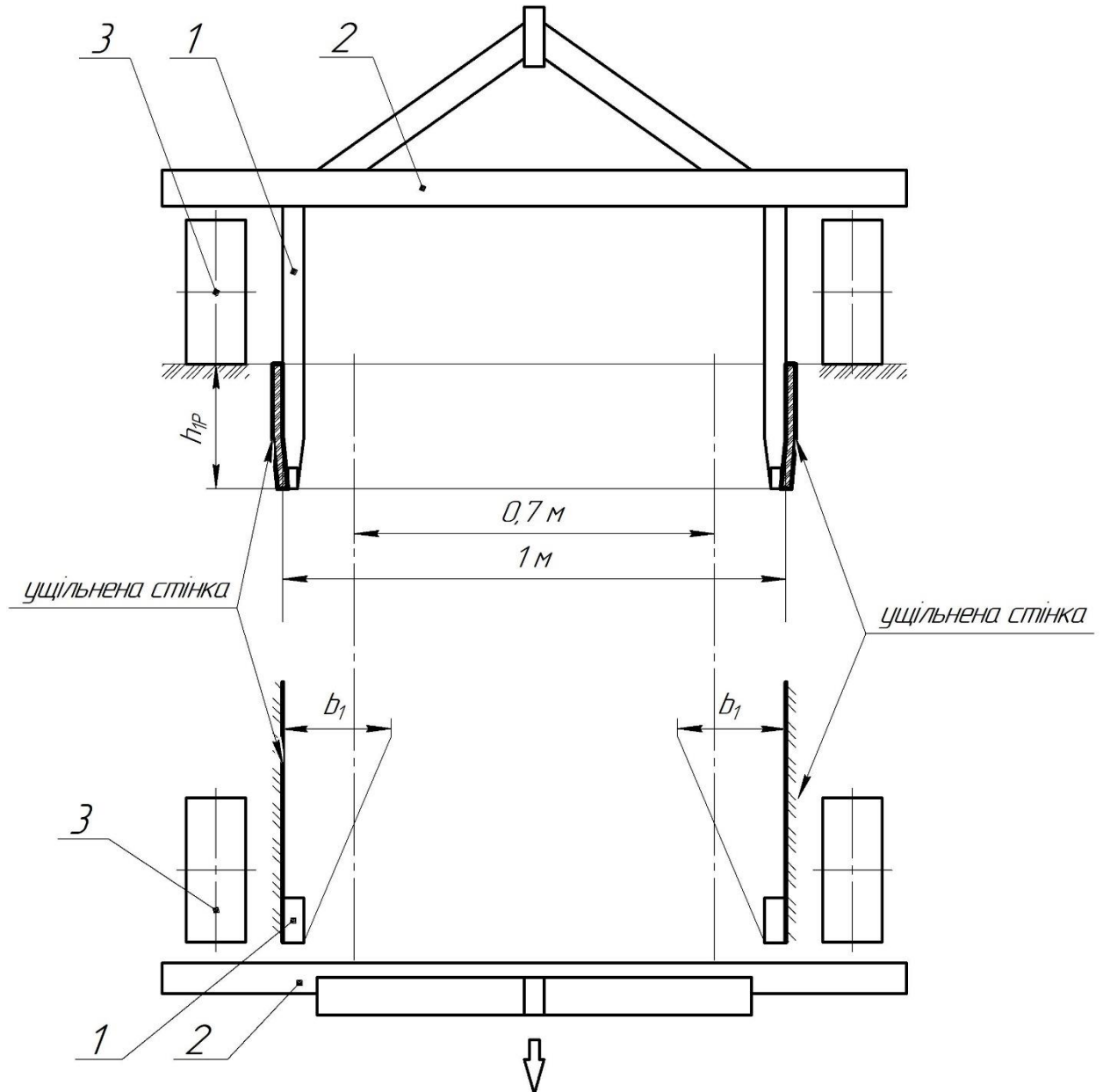
На ринку України відомі комбіновані машини з декількома одноопераційними робочими органами – грядоутворювачі (два фрезерних барабани з горизонтальною віссю обертання, на яких встановлені ножі різної форми та розмірів, що обертаються у протилежну сторону один одному), які утворюють гряду за один прохід (активні грядоутворювачі). Недоліком таких агрегатів є неузгодженість ширини захвату для формування гряд під саджанці плодкових культур (машини тільки під овочеві культури та полуницю) та відсутність в конструкції пристроїв для укладання краплинної стрічки для формування завершенної гряди «під ключ» за один прохід.

Гряду також можна створити застосовуючи декілька проходів одноопераційних машин, здійснюючи спочатку суцільне фрезерування всієї поверхні ґрунту (ґрунтообробна фреза з горизонтальною або вертикальною віссю обертання) з наступним утворенням гряди шляхом проходу грядоутворювача з пасивними робочими органами (лапи–полиці + ущільнюючий каток). Такі пасивні грядоутворювачі зазвичай одночасно з операцією формування гряди додатково укладають краплинну стрічку. Основний недолік при утворенні гряди пасивним способом порівняно з активним – менший коефіцієнт структурності, який можна створити грядоутворювачем, особливо на суглинкових ґрунтах.

Інший позитивний ефект від вирощування саджанців на гряді очікується у зниженні енергоємності процесу викопування саджанців і забезпеченні достатнього розпушення ґрунтової скиби та відділенні ґрунтових агрегатів від коренів без їх руйнування шляхом локалізації кореневої системи саджанця. Для забезпечення цих умов застосування тільки операції фрезерування при формуванні підземної частини гряди не є достатнім. Потрібен обробіток ґрунту знаряддям з безполицевими робочими органами, які формуватимуть поперечний контур смугової гряди або глибокорозпушувач. При цьому вимоги до робочих органів знаряддя повинні бути такими:

– крайні робочі органи знаряддя мають параметри, що забезпечують деформацію в поперечно-вертикальній площині з ущільненням стінки контуру гряди, яка знаходиться з зовнішньої сторони відносно робочого органу по ходу

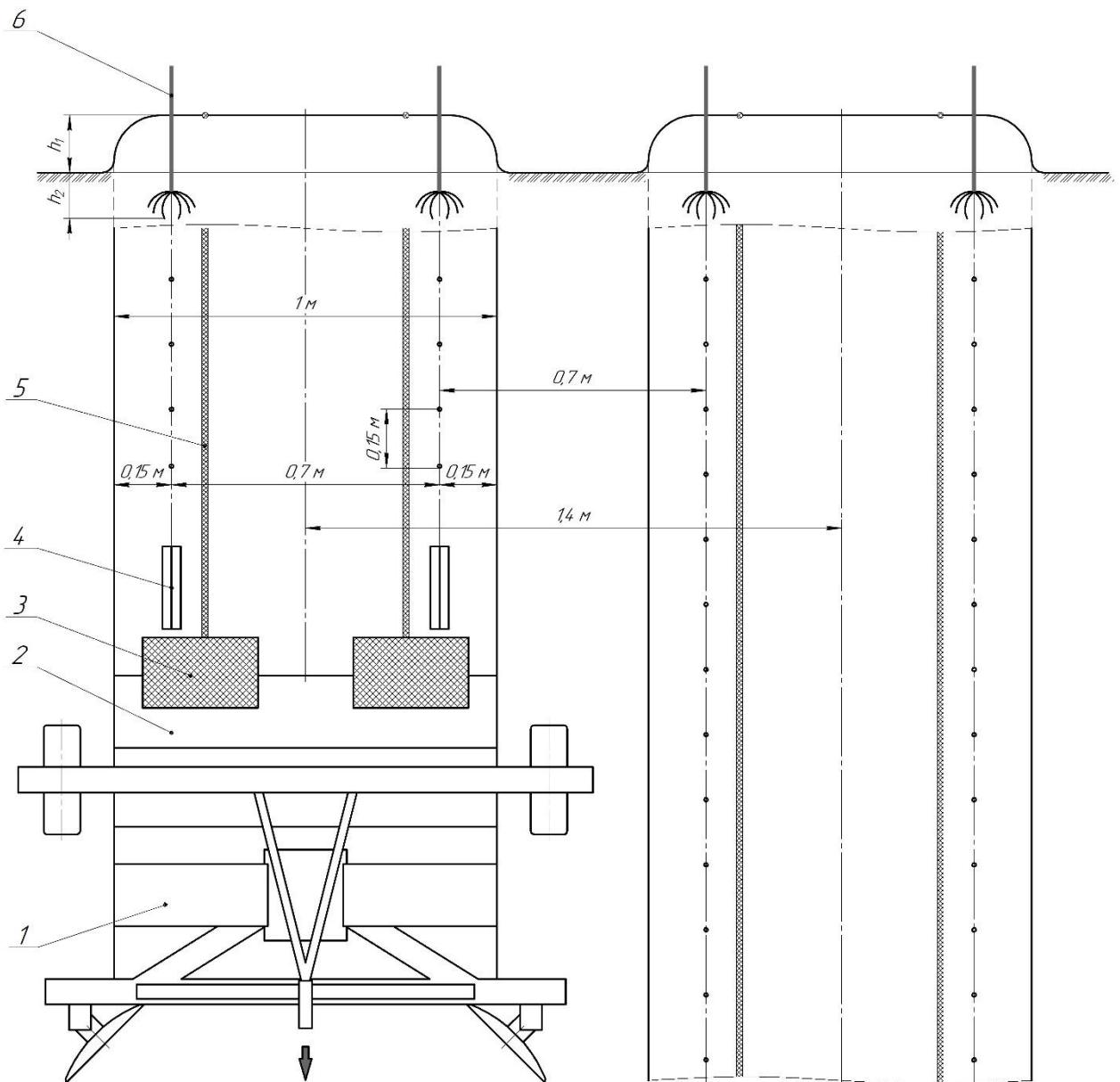
його руху (рис.1.1). Таке ущільнення стінок у поперечно-вертикальній площині унеможливить проникнення кореневої частини саджанця у простір, що перебуває поза межами траєкторії руху скоби викопувального плуга за шириною його захвату (рис.1.3). Відповідно ширина захвату такого глибокорозпушувача повинна бути кратна ширині захвату скоби викопувального плуга, яка зазвичай, дорівнює 0,6 м. Глибина ходу – не менш ніж глибина ходу викопувальної скоби – 0,3 м.



1 – робочий орган; 2 – рама; 3 – колесо опорне.

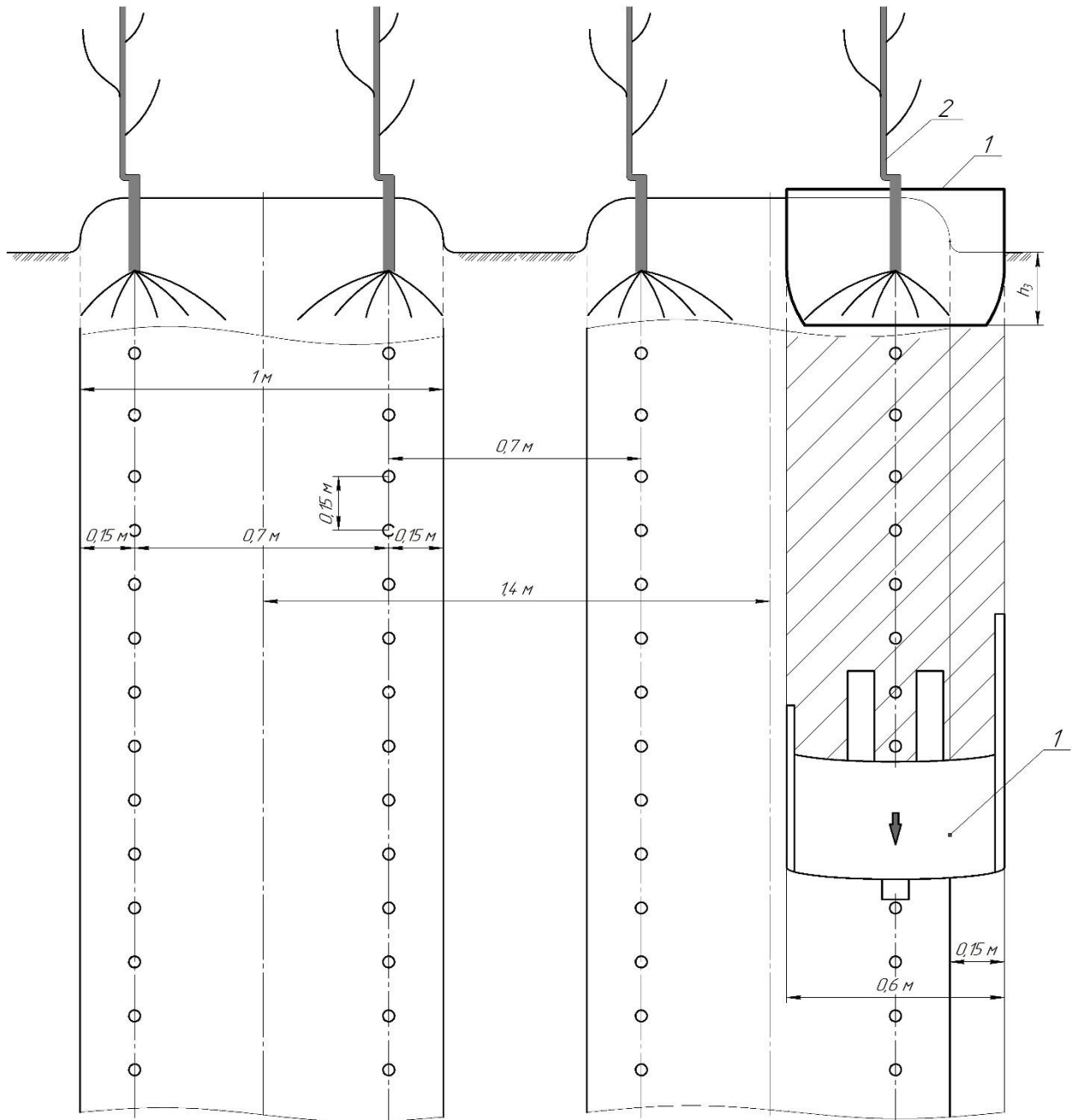
Рисунок 1.1 – Схема утворення контуру смугової гряди глибокорозпушувачем у технології вирощування саджанців на смугових грядках.

Наступна технологічна операція – садіння підщеп (рис.1.2). Враховуючи, що технологія вирощування саджанців на гряді передбачає застосування агроволокна, що закладається одночасно з утворенням гряди, механізоване садіння підщеп машинами традиційних конструкцій [33,34] (коробчасний сошник + дисковий садильний апарат) неможливе. Слід зазначити, що через переущільнення ґрунтового шару від бокових стінок коробчасного сошника, застосування таких конструкцій неможливе, так як переваги гряди у цьому разі зводяться нанівець. Тому розробка засобів механізації для садіння підщеп (зерняткових та кісточкових культур) на гряді залишається відкритим питанням.



1 – грядоутворювач; 2,3 – укладач краплинної стрічки; 4 – садильний апарат;  
5 – краплинна стрічка; 6 – підщепа.

Рисунок 1.2 – Схема комбінованого агрегату, який за один прохід здійснює такі технологічні операції: утворення гряди; укладання краплинної стрічки; садіння підщеп (живців).



1 – скоба викопувального плуга.

Рисунок 1.3 – Схема роботи викопувального плуга у технології вирощування саджанців плодових культур на смугових грядках.

Варіантом вирішення цієї проблеми є розробка садильного апарату дискретного принципу дії, який здійснюватиме висадження підщеп за один цикл руху плунжера (утворення посадкової комірки та безпосередньо висадження рослини).

З огляду на вищезначене, пропонується вирощувати саджанці плодкових культур по технології з пересаджуванням підщеп на грядках з укриттям агроволокном та краплинним зрошенням за схемою 140x70x15 см [3].

Для забезпечення механізації робіт за такою технологією необхідно наявність таких машини:

- глибокорозпушувача – для формування підземного шару гряди;
- комбінованого агрегату з робочим органами, які здійснюватимуть за один прохід такі операції:
  - ✓ утворення гряди (активними робочими органами);
  - ✓ укладання краплинної стрічки;
  - ✓ садіння підщеп;
- засобу захисту рослин-обприскувача тунельного типу;
- викопувального плуга.

За такою схемою садіння формується гряда з висотою надземної частини не менш 20 см та шириною 1 м. На цій гряді на відстані 15 см від кожного краю висаджуються два ряди підщеп, відстань між якими становить 70 см. Наступна гряда повинна розташовуватися таким чином, щоб відстань між вісями двох суміжних гряд (технологічна гряда) дорівнювала 1,4 м. Таке розташування забезпечить відстань 0,4 м між краями гряд, якої достатньо для проходження рушіїв більшості універсально-просапних тракторів тягового класу від 0,6 до 1,4. При цьому відстань між кожним рядком підщеп становитиме 70 см.

Рух агрегату при викопуванні саджанців здійснюватиметься гоновим способом з повертанням назад після кожного проходу. При цьому скоба викопувального плуга, при ширині захвату 0,6 м повинна заглиблюватися у ґрунт таким чином, щоб відстань між віссю рядка саджанців та лівою частиною

скоби по ходу руху дорівнювала 0,3 м. Плуг повинен бути обладнаний вирівнювачем поверхні ґрунту для наступних проходів.

### **1.3 Постановка мети та завдань досліджень.**

На підставі аналізу досліджень щодо впливу умов підготовки ґрунту та його фізичного стану на зростання та розвиток саджанців у плодовому розсаднику з урахуванням особливостей підготовки ґрунту у технології вирощування саджанців плодових культур на смугових грядках визначено, що для створення контуру смугової гряди необхідно розробити відповідне технічне рішення.

*Метою досліджень* є поліпшення загального агротехнічного стану ґрунту смугової гряди та створення умов для локалізації кореневої системи саджанця у межах контуру гряди шляхом обґрунтування параметрів глибокорозпушувача.

*Об'єктом досліджень* є процес взаємодії робочого органу глибокорозпушувача з ґрунтом.

*Предметом досліджень* є закономірності впливу конструктивно-технологічних параметрів робочих органів глибокорозпушувача на показники розпушування ґрунту всередині контуру гряди та ущільнення його зовнішніх стінок.

Завдання досліджень.

1. Провести порівняльний аналіз конструкцій робочих органів для смугового обробітку ґрунту, визначити найбільш придатний для здійснення робочого органу та розробити конструктивно-технологічну схему глибокорозпушувача для створення контуру смугової гряди.
2. Побудувати розрахункову схему сил, що діють на стійку робочого органу для утворення контуру смугової гряди та скласти рівняння для



їх визначення та визначити основні конструктивно-технологічні параметри, що впливають на процес.

3. Розробити конструкцію стенду для здійснення тарування тензоланки для проведення досліджень процесу роботи макетного зразку робочого органу в умовах ґрунтового каналу.
4. Дослідити процес роботи макетного зразку робочого органу глибоко-розпушувача в умовах ґрунтового каналу.
5. Розробити комплекс заходів з охорони праці при експлуатації ґрунто-обробного агрегату.
6. Надати техніко-економічну оцінку отриманим результатам.

## **РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ З ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧОГО ОРГАНУ ГЛИБОКОРОЗПУШУВАЧА ДЛЯ СТВОРЕННЯ КОНТУРУ СМУГОВОЇ ГРЯДИ**

### **2.1 Огляд існуючих конструкцій робочих органів глибокорозпушувачів для смугового обробітку ґрунту**

Глибоке смугове розпушування є перспективною, нетрадиційною, ґрунтозахисною формою обробітку ґрунту, використовується з метою збереження і ефективного відновлення родючих ресурсів орних горизонтів [35].

Відрізняється від суцільного глибокого розпушування тим, що під обробіток підпадає тільки частина її поверхні з максимальним збереженням верхнього шару ґрунту. У сучасному сільському господарстві існує набір пасивних і активних технічних пристроїв, за допомогою яких можна проводити смугове розпушування ґрунту. Серед них перспективними є пасивні ґрунтообробні органи такі як чизельний розпушувач з вертикальною і похилою стійкою, розпушувач об'ємного типу. Для здійснення смугового розпушування робочі органи розставляють по фронту роботи знаряддя з певним інтервалом, який в може забезпечити виконання заданого обробітку ґрунту.

Розглянемо технологічний процес і конструкції робочих органів, які в тому чи іншому наближенні можуть відтворити заданий профіль смуги при обробітку.

**Робочий орган чизельного типу з вертикальною стійкою** забезпечує обробіток без обороту шару ґрунту. Являє собою пряму або зігнуту по ходу руху агрегату стійку з ґрунтообробними елементами біля нижньої основи, яка здійснює сколювання ґрунту по ходу руху агрегату та на сторони, при цьому забезпечується достатня глибина обробітку знаряддям без утворення традиційної плужної подошви.

Застосування стійок чизельного плуга дозволяє поліпшити фізичні властивості ґрунту в орному і підорному горизонтах, за рахунок забезпечення заданої глибини розпушування без обороту шару ґрунту. Це забезпечує більш ефективне накопичення запасів вологи, кращому їх розподіленню за периметром обробки, руйнування плужної підшви, збільшення товщини шару ґрунту, де розташовані коріння рослин, збереження на поверхні до 60% стерні, яка захищає ґрунт від дефляції захищає верхній орний шар від ерозії.

Крім того робочі органи чизельного плугу відрізняються енергозберігаючими властивостями та підвищеною продуктивністю. Тому їх застосування забезпечує значну економію трудових та матеріальних ресурсів [36].

Сьогодні галузева промисловість випускає чизельні стійки двох типів: розпушувальні лапи шириною 0,05 м для розпушування ґрунту на глибину 0,45 м, і стрічаті лапи з шириною захвату 0,27 м для обробки ґрунту на глибину 0,3 м. Застосування стрічастих лап підвищує якість розпушення ґрунту в полосі, краще підрізає коріння бур'янів, збільшує ширину полоси розпушення. Однак зі збільшенням глибини обробки збільшуються витрати на енергоносії, знижується продуктивність знаряддя, підвищується інтенсивність їх зносу, виникають умови для формування плужної підшви.

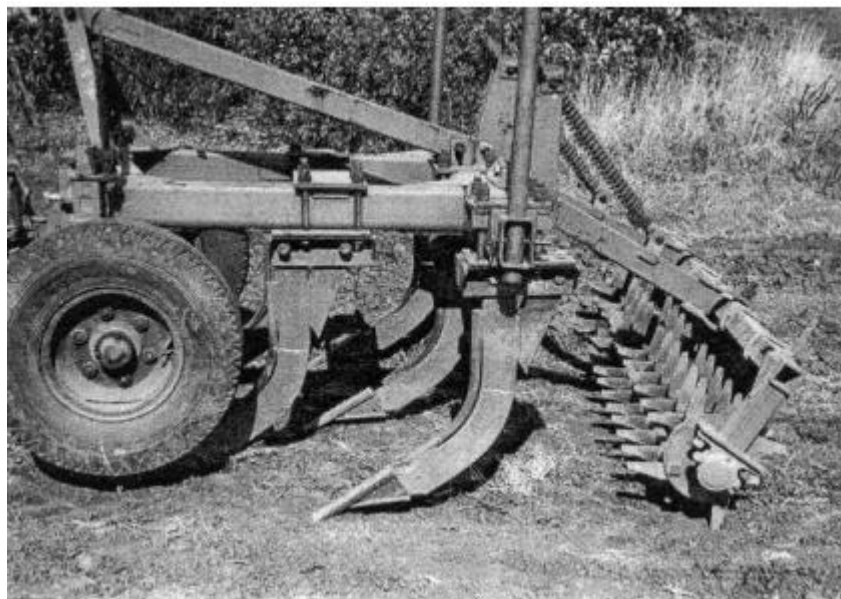


Рисунок 2.1 – Чизельний плуг ПЧ-2,5 із модулем ПСТ-2,5.

Зокрема слід сказати про роботу опорних елементів стійок. Виконуючи свою основну функцію, вони ще більше руйнують структуру ґрунту, переміщують і змішують шари ґрунту, погіршують стан покриву орного горизонту, збільшують енерговитрати на обробіток. Робота стійок дуже чутлива до фізичного стану і засміченості ґрунту. Будь-яке відхилення в сторону збільшення вологості, твердості або засміченості призводить до порушення технологічного процесу, збільшення енергозатрат, аж до неможливості продовження роботи.

Вертикальні розпушувальні стійки використовуються у чизельних плугах ПЧ-4,5; РП-2,5 (рис. 2.1). Пристосування ПСТ-2,5 необхідно для вирівнювання гребнистості і додаткового кришіння вивернутих на поверхню глиб.

Представником американських чизельних плугів є глибокорозпушувач "John Deer" моделі 915. Ширина захвату від 2,5 до 7,0 м. Максимальна глибина обробітку 60 см (рис. 2.2).

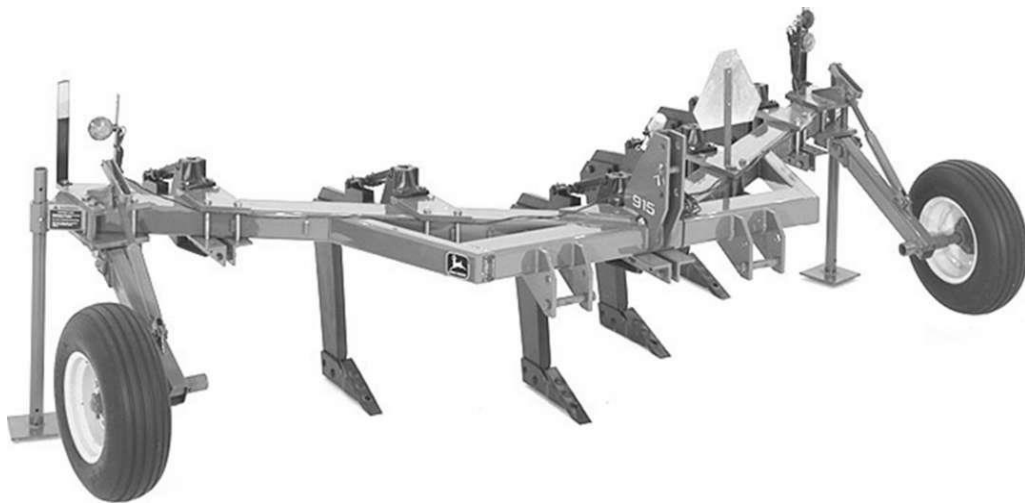


Рисунок 2.2 – Глибокорозпушувач "John Deer", модель 915.

Розпушувальні стійки прямі, на замовлення постачаються безпечні стійки, параболічні стійки, стійки з автоматичним поверненням в початкове положення. Кількість стійок 5,7,9,11,13 шт., відстань між ними 50,8; 63,5 або 75,2 см.

**Робочий орган чизельного типу з нахиленою стійкою**, як чизельний з вертикальною стійкою призначений для поглиблення орного горизонту по відвальним фонам без обороту шару, розпушування стерньових парів і орних

земель, покращення луків і пасовищ. Однак, за рахунок того, що ґрунт після сколювання рухається по похилій стійці (рис. 2.3.) відбувається додаткове розпушування, підвищується якість обробки.

Завдяки нахилу стійка знижує тяговий опір, забезпечує більше вирівнювання поверхні обробки. Під впливом глибокого розпушування похилими стійками об'ємна маса ґрунту зменшується на 3 - 41 %, пористість збільшується на 4 - 10 %, а водопроникність збільшується в декілька разів [37]. Обробіток ґрунту цими робочими органами забезпечує додаткове накопичення 12-15 мм продуктивної вологи в ґрунті.



Рисунок 2.3 – Робота похилих стійок плуга-розпушувача Paraplow.

Відомі також моделі плугів-розпушувачі ПРПВ-5-50 [38] (рис.2.4). Взагалі, сьогодні існує тенденція до використання параболічних робочих органів з метою надання стійкам більшої жорсткості



Рисунок 2.4 – Робочий орган плуга-розпушувача ПРПВ-5-50.

Пропонована технологія

$$A_{ГР} = \frac{100000 \cdot 12,5}{0,12 \cdot 1600 \cdot 100} + \frac{45548 \cdot 14,3}{0,12 \cdot 120 \cdot 100} = 517 \text{ грн/га.}$$

Витрати на ремонт та технічне обслуговування

$$P = \frac{Ц_{\text{бм}} \cdot R_m}{W_z \cdot T_m \cdot 100} + \frac{Ц_{\text{бм}} \cdot a_m}{W_z \cdot T_m \cdot 100}. \quad (6.8)$$

Існуюча технологія

$$P_{\text{ПНН}} = \frac{100000 \cdot 13}{0,39 \cdot 1600 \cdot 100} + \frac{15000 \cdot 16}{0,39 \cdot 200 \cdot 100} = 51 \text{ грн/га;}$$

$$P_{\text{АГ}} = \frac{100000 \cdot 13}{1 \cdot 1300 \cdot 100} + \frac{18000 \cdot 8}{1 \cdot 200 \cdot 100} = 17 \text{ грн/га.}$$

Разом існуюча  $P_i = 51 + 17 = 68 \text{ грн/га.}$

Пропонована технологія

$$P_{ГР} = \frac{100000 \cdot 13}{0,12 \cdot 1600 \cdot 100} + \frac{45548 \cdot 16}{0,12 \cdot 120 \cdot 100} = 574 \text{ грн/га.}$$

Затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, у гривнях на одиницю виробітку

$$З = \frac{\sum L_i \cdot t_i \cdot r_i \cdot k_D \cdot n_i}{W_z}, \quad (6.9)$$

де  $L_i$  – кількість і-ої категорії виробничого персоналу, зайнятого для виконання технологічного процесу, люд,  $L = 1$  люд;

– тривалість зайнятості і-го виробничого персоналу, год, і

$t_i$   $t_i = 8$  год.

$r_i$  – погодинна тарифна ставка оплати праці на і-му виді робіт, грн,  $r_i = 30$  грн.

$k_D$  – коефіцієнт, що враховує доплати до годинної ставки за продукцію, класність, стаж тощо,  $k_D = 1, 2$ ;

$n_i$  – коефіцієнт, нарахувань на заробітну плату (пенсійний фонд, соціальне страхування, фонд сприяння зайнятості,  
 $k_D = 1,415$ .

Існуюча технологія

$$Z_{ПЛН} = \frac{(1 \cdot 8 \cdot 30 \cdot 1,2 \cdot 1,415)}{0,39} = 1034 \text{ грн/га};$$

$$Z_{AG} = \frac{(1 \cdot 8 \cdot 30 \cdot 1,2 \cdot 1,415)}{1} = 404 \text{ грн/га.}$$

Разом існуюча  $Z_i = 1034 + 404 = 1439 \text{ грн/га.}$

Пропонована технологія

$$Z_{ГР} = \frac{(1 \cdot 8 \cdot 30 \cdot 1,2 \cdot 1,415)}{0,12} = 3396 \text{ грн/га.}$$

Затрати коштів на паливно-мастильні матеріали

$$Г = q \cdot Ц_n \cdot k_n, \quad (6.10)$$

де  $k_n$  – коефіцієнт, що враховує вартість мастильних матеріалів,  
 $k_n = 1,1$ .

Існуюча технологія

$$Г_{ПЛН} = 30 \cdot 26 \cdot 1,1 = 858 \text{ грн/га};$$

$$Г_{AG} = 16 \cdot 26 \cdot 1,1 = 458 \text{ грн/га.}$$

Разом існуюча  $Г_i = 858 + 458 = 1316 \text{ грн/га.}$

Пропонована технологія

$$Г_{ГР} = 51 \cdot 26 \cdot 1,1 = 1459 \text{ грн/га.}$$

Прямі експлуатаційні витрати

$$И = A + P + Z + Г, \quad (6.11)$$

Існуюча  $И_i = 69 + 68 + 1439 + 1316 = 2892 \text{ грн/га.}$

Пропонована  $И_{II} = 517 + 574 + 3396 + 1459 = 5946 \text{ грн/га.}$

Річний прибуток від експлуатації знаряддя

$$E_P = (И_B - И_{II}) \cdot T_m + E_я, \quad (6.14)$$

де  $E_{я}$  – річний економічний ефект, отриманий за рахунок зміни кількості та якості продукції, який визначається за формулою

$$E_{я} = C_{я1} - C_{я2}, \quad (6.15)$$

де  $C_{я}$  – вартість продукції, отриманої у разі застосування відповідно нової та базової машини протягом року, грн.

Очікується, що за рахунок локалізації кореневої системи саджанців зменшиться руйнування кореневої системи при викопуванні саджанців. Так, при вирощуванні за традиційною технологією вихід стандартних саджанців (саджанців першого сорту) коливається в межах від 53 до 55% [86-87].

У першому полі розсадника, розміром  $110 \times 50$  м площею 0,55 га при довжині гону 110 м та схемою садіння  $0,7 \times 0,15 \dots 0,1$  м можливо виростити приблизно 70 тис. саджанців.

Якщо прийняти, що у разі застосування заходів щодо локалізації кореневої системи саджанця вихід стандартних саджанців збільшиться хоча б на 10%, то з урахуванням вартості плодового саджанця першого сорту на рівні 75 грн. отримуємо

$$C_{я} = O_n \cdot k_e \cdot C_c, \quad (6.16)$$

де  $O_n$  – обсяг висаджених підщеп, тис.шт;

$k_e$  – коефіцієнт виходу стандартних саджанців, %,  $k_{об} = 0,55$  %,  $k_{ен} = 0,65$ ;

$C_c$  – середня вартість плодового саджанця, грн,  $C_c = 75$  грн.

$$C_{яоб} = 70000 \cdot 0,55 \cdot 75 = 2887500 \text{ грн.}$$

$$C_{ян} = 70000 \cdot 0,65 \cdot 75 = 3412500 \text{ грн.}$$

$$E_{я} = 3412500 - 2887500 = 525000 \text{ грн.}$$

Тоді річний прибуток складе

$$P_e = (2892 - 5946) \cdot 120 + 525000 = 158506 \text{ грн.}$$

Розмір капітальних вкладень, приймаємо на рівні галузевої собівартості. Тоді термін окупності додаткових інвестиційних вкладень визначиться по формулі



$$T_{ок} = \frac{(Ц_{бн} - Ц_{бб})}{P_e}. \quad (6.17)$$

$$T_{ок} = \frac{34506 - (15000 + 18000)}{158505} = 0,01 \text{ року.}$$

Основні показники проведених техніко-економічних розрахунків приведені у таблиці 6.2 та винесені у графічну частину магістерської роботи.

Таблиця 6.2. Основні техніко-економічні показники застосування фрези для утворення поверхневого шару смугової гряди

Показник	Розмірність	Значення показника	
		Існуюча технологія	Пропонована технологія
Вартість техніки	грн	233000	145548
Прямі експлуатаційні витрати	грн/га	2892	5946
у т.ч:			
амортизаційні відрахування	грн/га	69	517
відрахування на ремонт і технічне обслуговування	грн/га	68	574
витрати на ПММ	грн/га	1316	1459
витрати на заробітну платню	грн/га	1439	3396
Річний прибуток від експлуатації	грн	158506	
Термін окупності	років	0,01	

**Висновок.** Проведені розрахунки показали, що незважаючи на більші прямі експлуатаційні витрати, застосування глибокорозпушувача для створення контуру смугової гряди у технології вирощування саджанців плодових культур на смугових грядках є економічно доцільним. Річний прибуток від експлуатації знаряддя склав 158506 грн за рахунок підвищення якості підготовки ґрунту та прогнозованого збільшення відсотка виходу стандартних саджанців при викопуванні. Термін окупності капітальних вкладень становить 0,01 року.

## ВИСНОВКИ

У дипломній роботі вирішена задача є поліпшення загального агротехнічного стану ґрунту смугової гряди та створення умов для локалізації кореневої системи саджанця у межах контуру гряди шляхом обґрунтування параметрів глибокорозпушувача.

На підставі проведених досліджень зроблені такі висновки:

1. Проведеним аналізом конструкцій глибокорозпушувачів для смугового обробітку ґрунту визначено, що найбільш придатними за показниками якості розпушування і повноти обробітку є робочі органи безполицевого типу із нахиленими стійками, що утворюють відкритий контур, а для забезпечення локалізації кореневої системи саджанця робочий орган глибокорозпушувача повинен, окрім розпушення ґрунту у внутрішній зоні контуру гряди, повинен забезпечувати ущільнення зовнішніх стінок контуру.

2. Визначено, основними параметрів робочого органу глибокорозпушувача, що впливають на процес утворення смугової гряди є: кути нахилу стійки у поперечно-вертикальній та повздовжньо-вертикальній площині, кут відхилення лемішу стійки відносно напрямку руху (кут атаки), глибину ходу робочого органу, швидкість руху.

3. На основі проведених досліджень процесу роботи макетного зразку робочого органу глибокорозпушувача в умовах ґрунтового каналу визначено, що робочий орган глибокорозпушувача на глибині 0,2 м при швидкості руху 0,37 м/с забезпечує утворення контуру смугової гряди із щільністю бокової стінки контуру  $1,26 \text{ г/см}^3$ , щільністю ґрунту у зоні розпушення  $1,05 \text{ г/см}^3$  і значенням тягового опору 783 Н при таких раціональних параметрах положення робочого органу:

- кута атаки леміша  $\alpha = 20^\circ$ ;
- кута нахилу стійки робочого органу у поперечно-вертикальній площині  $\beta = 15^\circ$ .

4. Розроблено та виготовлено конструкцію стенда для проведення тарування тензоланок при проведенні досліджень робочих органів сільськогосподарських машин в умовах ґрунтового каналу. Стенд забезпечує можливість тарування кільцевої октагональної тензоланки разом із досліджувальним робочим органом у двох площинах (повздовжньо-вертикальній та повздовжньо-горизонтальній) на одному стенді без застосування додаткових монтажних пристосувань. За результатами подано заявку на отримання патенту на корисну модель України.

5. За результатами експлуатаційних розрахунків встановлено, що при швидкості руху глибокорозпушувача 1,6 км/год, що відповідає діапазону швидкості трактора МТЗ-892 на першій уповільненій передачі годинна продуктивність становитиме 0,12 га/год, витрата пального 53,7 кг/га, а витрати праці на одиницю виконаної роботи становитимуть 8,3 люд.год/га. Для утворення контуру смугових гряд за схемою розміщення відповідно до технології вирощування на площі 0,55 га, МТА з розрахованими показниками необхідно працювати 4,6 год або 275 хв.

6. В результаті опрацювання розділу «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» визначені найбільш вагомі небезпечні та шкідливі виробничі фактори під час експлуатації ґрунтообробного агрегату. Для зменшення ймовірності виникнення виробничих небезпек проведено моделювання процесів формування та виникнення травмонебезпечних ситуацій при експлуатації ґрунтообробного МТА, а також розроблено план заходів по забезпеченню безпечних умов праці оператора МТА.

7. Застосування глибокорозпушувача для створення контуру смугової гряди у технології вирощування саджанців плодкових культур на смугових грядах є економічно доцільним. Річний прибуток від експлуатації знаряддя склав 158506 грн за рахунок підвищення якості підготовки ґрунту та прогнозованого збільшення відсотка виходу стандартних саджанців при їх викопуванні. Термін окупності капітальних вкладень становить 0,01 року.