

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи

освітнього ступеня "Бакалавр" на тему:

**Удосконалення механізації вирощування
саджанців з розробкою підкопуючого пристрою
ПП-1**

Виконав: студент 4 курсу,
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____ Мосензов Віталій Олегович

Керівник: _____ Пугач Андрій Миколайович

Рецензент: _____

Дніпро 2026

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

ТСГМ _____.

(назва кафедри)

доцент _____.

(вчене звання)

Теслюк Г.В. _____.

(підпис)

(прізвище,
ініціали)

« ____ » _____ 2026 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ**

Мосензов Віталій Олегович _____.

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** Удосконалення механізації вирощування саджанців з розробкою підкопуючого пристрою ПП-1

Пугач Андрій Миколайович, д.н. держ. упр., к.т.н., проф.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«01» травня 2026 року № 874

2. **Строк подання студентом роботи** 29.05.2026 р.

3. **Вихідні дані до проєкту** Стан питання, аналіз патентних джерел, огляд літературний

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз господарства базового. 2. Конструкцій існуючих огляд. 3. Процесу технологічного обґрунтування. 4. ОП та основні заходи при роботі з конструкцією. 5. Економічної ефективності оцінка від запровадження. Висновки. Література.

5. **Перелік демонстраційного матеріалу**

1. Огляд існуючих конструкцій. 2. Загальний вигляд машини (вузла) 3. Складальне креслення 4. Деталювання 5. Економічні показники. 6. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Пугач А.М., професор		
2	Пугач А.М., професор		
3	Пугач А.М., професор		
4	Пугач А.М., професор		
5	Пугач А.М., професор		
нормоконтроль	Теслюк Г.В., доцент		

7. Дата видачі завдання: 12.09.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 29.09.2025 р.	Виконав
2	Технологічний	до 28.10.2025 р.	Виконав
3	Конструкційний	до 23.02.2026 р.	Виконав
4	Охорона праці та захист навк. серед.	до 37.03.2026 р.	Виконав
5	Економічний	до 24.04.2026 р.	Виконав
6	Графічна частина	до 29.05.2026 р.	Виконав

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

(прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Мосензов Віталій Олегович Удосконалення механізації вирощування саджанців з розробкою підкопуючого пристрою ПП-1 / Випускний кваліфікаційний проєкт на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» - ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У 1 розділі представлено діяльності аналіз господарства базового.

У 2 розділі наведено конструкцій існуючих огляд і рішень технічних за темою.

У 3 розділі наведено процесу технологічного обґрунтування та конструкції.

У 4 розділі - з охорони праці основні заходи при роботі з конструкцією, що розроблена

У 5 розділі приведено економічної ефективності оцінку від запровадження.

Дипломний проєкт виконано на 78 сторінках машинописного тексту, містить 47 джерел.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1 ГОСПОДАРСТВА ХАРАКТЕРИСТИКА	11
Висновки.....	14
2 ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І СПОСОБІВ АНАЛІЗ.....	15
2.1 Вимоги до процесу агротехнічні.....	15
2.2 Конструкцій існуючих огляд	19
2.3 Загальні положення патентного аналізу.....	24
Висновки.....	33
3 ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНИХ ОБГРУНТУВАННЯ	35
3.1 Розмірно-масові параметри саджанців	35
3.2 Дослідження фізико-механічних властивостей саджанців.....	37
3.3 Теоретичні передумови процесу руйнування ґрунтового шару і обґрунтування режимів роботи активних розпушувально-сепаруючих органів.....	40
3.4 Обґрунтування частоти коливань.....	41
3.5 Обґрунтування амплітуди коливань.....	42
3.6 Визначення точки відриву шару ґрунту.....	46
3.7 Визначення кута коливання робочого органу.....	47
3.8 Визначення потужності приводу машини.....	49
3.9 Перевірочний розрахунок кривошипного валу.....	50
3.10 Експлуатаційні розрахунки.....	54
Висновки.....	62

4 НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАХИСТ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ	64
Висновки.....	68
5 ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНІ.....	69
Висновки.....	71
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	72
ЛІТЕРАТУРА.....	75
ДОДАТКИ.....	79

ВСТУП

Сучасний розвиток розсадництва плодових, декоративних і лісових культур висуває підвищені вимоги до якості садивного матеріалу та ефективності технологічних процесів його вирощування і підготовки до реалізації. Однією з найбільш відповідальних операцій у технологічному ланцюгу виробництва саджанців є їх викопування, або підкопування, яке безпосередньо впливає на збереження кореневої системи, товарні якості рослин і рівень їх приживлюваності після висаджування на постійне місце.

Традиційно підкопування саджанців здійснювалося вручну або з використанням простих знарядь, що супроводжувалося значними витратами праці, низькою продуктивністю та високим ризиком пошкодження кореневої системи. В умовах інтенсифікації сільськогосподарського виробництва та зростання обсягів вирощування садивного матеріалу ручна праця стає економічно недоцільною та технологічно обмеженою. Це зумовлює необхідність широкого впровадження механізованих засобів підкопування саджанців, які забезпечують підвищення продуктивності праці, зниження трудомісткості процесу та покращення якості виконання операції.

Механізоване підкопування саджанців передбачає використання спеціалізованих машин і агрегатів, які виконують розпушування ґрунту в зоні залягання кореневої системи рослин із мінімальним її пошкодженням. Основним завданням таких машин є підрізання шару ґрунту на заданій глибині та його часткове підняття або розпушування, що забезпечує полегшення подальшого вилучення саджанців із ґрунту. При цьому важливим є дотримання агротехнічних вимог, серед яких - забезпечення оптимальної глибини підкопування, мінімізація травмування коренів, збереження ґрунтової структури та недопущення пересушування кореневої системи.

Ефективність механізованого підкопування значною мірою залежить від конструктивних особливостей робочих органів машин, фізико-механічних властивостей ґрунту, вологості, щільності, а також біологічних характеристик

самих рослин. Різноманіття умов вирощування саджанців обумовлює існування широкого спектра технічних рішень - від простих підкопувальних ножів до складних вібраційних і транспортерних машин, які забезпечують повністю механізований процес викопування.

Особливу увагу при механізованому підкопуванні слід приділяти збереженню кореневої системи, оскільки саме вона визначає життєздатність рослин після пересаджування. Пошкодження коренів призводить до зниження приживлюваності, затримки росту та розвитку, а в окремих випадках - до загибелі саджанців. Тому конструкція робочих органів машин повинна забезпечувати плавний вплив на ґрунт і корені, зменшення ударних навантажень та рівномірний розподіл сил у зоні обробітку.

Крім того, важливим фактором є енергетична ефективність процесу. Використання машин для підкопування саджанців повинно бути економічно обґрунтованим, тобто забезпечувати зниження витрат праці та палива порівняно з традиційними методами. Це досягається шляхом оптимізації параметрів роботи агрегатів, вибору раціональних режимів руху та вдосконалення конструкції машин.

У сучасних умовах значна увага приділяється також екологічним аспектам механізованого обробітку ґрунту. Надмірне ущільнення, руйнування структури ґрунту та порушення його водно-повітряного режиму можуть негативно впливати на подальше використання площ під розсадники. Тому технічні засоби повинні забезпечувати мінімальний негативний вплив на ґрунтове середовище.

Актуальність механізованого підкопування саджанців зумовлена також необхідністю підвищення конкурентоспроможності продукції розсадництва, зниження собівартості вирощування та забезпечення стабільної якості садивного матеріалу. Впровадження сучасних машин і технологій дозволяє значно скоротити строки виконання робіт, підвищити їх точність і повторюваність, а також зменшити залежність від людського фактора.

Таким чином, механізоване підкопування саджанців є важливою складовою технологічного процесу вирощування садивного матеріалу, яка потребує детального вивчення, аналізу існуючих технічних рішень та обґрунтування раціональних параметрів роботи машинно-тракторних агрегатів.

У даному розділі буде розглянуто основні технологічні аспекти механізованого підкопування саджанців, проаналізовано існуючі конструкції машин і робочих органів, а також обґрунтовано раціональні режими їх роботи з урахуванням агротехнічних вимог та умов експлуатації. Особливу увагу буде приділено підвищенню ефективності процесу, збереженню якості садивного матеріалу та зниженню енергетичних витрат.

1 ГОСПОДАРСТВА ХАРАКТЕРИСТИКА

Ґрунти господарства представлені чорноземами звичайними, важкосуглинистими. Ґрунтові води знаходяться близько до поверхні. Рельєф ділянки рівнинний, без перетинань. Динаміка врожайності основних сільськогосподарських культур по роках аналізу, ц/га

Таблиця 1.1 - Динаміка врожайності основних сільськогосподарських культур по роках аналізу, ц/га

Культура	Роки				
	2021	2022	2023	2024	2025
Пшениця озима	30,3	35,2	37,3	39,7	42,2
Ячмінь озимий	17,3	18,7	19,9	20,8	21,9
Ячмінь яровий	13,5	15,1	16,5	17,2	15,5
Рапс озимий	18,4	16,9	17,3	22,2	23,7
Рапс яровий	14,4	12,7	12,3	11,8	14,9
Льон	11,4	11,6	11,4	10,2	15,3
Соняшник	15,2	18,4	15,2	17,8	10
Кукурудза	35,4	43,2	37,4	39,1	20

Особливе місце в господарстві приділялося закладеному розпліднику на площі 5 га для відтворення багаторічних насаджень кісточкових і зерняткових культур. Підготовлені кадри досить кваліфіковані, однак у зв'язку з важким фінансовим положенням у даний момент відбувається скорочення штатів, а розплідник занепадає, на що звертає особливу увагу керівництво господарства. У зв'язку з цим дана робота буде носити спрямованість на підвищення продуктивності й умов праці при роботі з вирощування молодих саджанців.

Господарство має тракторну бригаду, машинний двір і ремонтну майстерню. Дані машини виконують основні сільськогосподарські роботи:

основний обробіток ґрунту, догляд за рослинами, збирання врожаю, транспортування та ін.

Таблиця 1.2 - Склад тракторного та автомобільного парку

Найменування	Кількість, шт.
Комбайни	
John Deere W650	1
John Deere 9500	3
Fortshritt E-303	2
Claas Jaguar 860	1
Claas Jaguar 860	1
Massey Ferguson MF-40	1
Трактори	
MT3-89.2 Беларус	2
XT3-121	1
T-130	1
K-701	1
Terex TLB 840	1
John Deere 8530	1
Автомобілі	
Навантажувач Manitu FH 7.30 agri	1
Навантажувач Balkancar DV1792.33	1
Nissan Navaro	1
Газ 3308-09	1
Камаз 6522	1
Камаз 6520-19	1
Камаз 65115	1
Volvo FH-12	2
Mercedes Actros	2
Fiat Doblo Cargo	3

Перелік сільськогосподарських машин та обладнання наведено у табл. 1.3.

Таблиця 1.3

Перелік сільськогосподарських машин та обладнання

Найменування	Кількість, шт.
Борони	
Khun Discover XL 52	1
Самохідні обприскувачі	
John Deere 4830	1
Сівалки	
John Deere 1590	1
John Deere 7000	1
Optima 8R	1
Прес-підбирачі	
Sipma	1
Fortchritt-550	2
ПРП-1,6	1
Причеп-підбирач	
Pottinger Jumbo	2

За останні 5 років машинно-тракторний та автомобільний парк був оновлений двома новими причепами підбирачами Pottinger Jumbo, телескопічним навантажувачем Manitu FH 7.30 agri, дисковою бороною Khun Discover XL 52, самохідним оприскувачем John Deere 4830, вантажним автомобілем Volvo FH-12, а також зернозбиральним комбайном John Deere 9500, Massey Ferguson MF-40. Для тракторів іноземного виробництва було переобладнано сільськогосподарські агрегати відповідно їх потужності, а також закуплено нові.

Виходячи з вище приведеного стає зрозумілим, що кількість техніки майже не зросла за рахунок заміни старої, але значно зросла її продуктивність, що дозволяє збирати врожай вчасно і як наслідок з меншими втратами. Техніки, а саме комбайнів, достатньо, щоб обробляти всі поля і навіть відправляти їх на роботу за наймом в інші регіони.

Врожайність плодових культур коливається у 2023 році вона становила 24,22 ц/га у 2024 зросла до 31,99 ц/га, а у 2025 році зменшилась до 20,1 ц/га.

Що до врожайності ягід то вона в останні два роки менша порівняно з попереднім, адже в 2024 і 2025 роках врожайність становила 16,6 ц/га а в 2023 році 18,8 ц/га.

Як бачимо, що собівартість зерна, плодових та ягідних культур зросла. Це пов'язано зі зменшенням врожайності, а збільшенням затрат, в першу чергу на придбання сільськогосподарської техніки та необхідних матеріалів (насіння, добрива, отрутохімікати, тощо) ціни на які ростуть.

Висновки

В результаті зменшення кількості середньорічних робітників зайнятих в сільському господарстві, виникає необхідність в розробці і реалізації механізованих засобів для виключення або полегшення ручної праці на працемістких операціях, наприклад на викопці саджанців в розсадника машинами з активним робочим органом, механізованим шляхом.

2 ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І СПОСОБІВ АНАЛІЗ

2.1 Вимоги до процесу агротехнічні

Підкопування саджанців є завершальною і надзвичайно відповідальною операцією в технології вирощування садивного матеріалу. Від правильності її виконання залежать збереженість кореневої системи, товарні якості рослин, їх фізіологічний стан і здатність до приживлення після висаджування. Агротехнічні вимоги до цього процесу формуються з урахуванням біологічних особливостей культур, ґрунтово-кліматичних умов, а також технічних можливостей застосовуваних машин і знарядь.

1. Загальні вимоги до процесу підкопування

Основною метою підкопування є забезпечення максимально повного збереження кореневої системи саджанців при мінімальному пошкодженні надземної частини та ґрунтової структури. У процесі виконання цієї операції необхідно:

- забезпечити повне підрізання коренів на заданій глибині без їх обриву і розриву;
- мінімізувати механічні пошкодження кореневої шийки та стебла;
- зберегти максимальну кількість дрібних всмоктувальних корінців;
- забезпечити легке витягування саджанців із ґрунту без значних зусиль;
- уникнути пересушування кореневої системи.

Якість підкопування безпосередньо впливає на подальшу приживлюваність рослин, яка може знижуватися на 20–40 % при недотриманні технологічних вимог.

2. Вимоги до строків виконання робіт

Підкопування саджанців повинно проводитися у фізіологічно обґрунтовані строки: восени - після завершення вегетації та опадання листя; навесні - до початку сокоруху і розпускання бруньок.

Оптимальні строки визначаються такими факторами:

- стан спокою рослин;
- температура повітря (не нижче 0...+5 °С для осіннього періоду);
- вологість ґрунту.

Недопустимим є проведення робіт у період активної вегетації, оскільки це призводить до значного стресу рослин і зниження їх життєздатності.

3. Вимоги до ґрунтових умов

Якість підкопування значною мірою залежить від фізико-механічних властивостей ґрунту. Основні вимоги:

- вологість ґрунту повинна бути в межах 60–80 % від повної польової вологоємності;
- ґрунт має бути структурним, без великих грудок;
- недопустиме проведення робіт на перезволожених або пересушених ґрунтах.

При перезволоженні ґрунт налипає на робочі органи, що погіршує якість підкопування і збільшує тяговий опір. При пересушенні зростає ймовірність обриву коренів через підвищену твердість ґрунту.

4. Вимоги до глибини підкопування

Глибина підкопування є одним із ключових параметрів технологічного процесу і повинна відповідати глибині залягання основної маси кореневої системи.

Рекомендовані значення:

- для однорічних саджанців - 20–25 см;
- для дворічних - 25–30 см;
- для лісових культур - до 35 см.

Відхилення від заданої глибини не повинно перевищувати $\pm 2-3$ см. Недостатня глибина призводить до підрізання коренів, а надмірна - до збільшення енерговитрат і погіршення структури ґрунту.

5. Вимоги до якості підрізання коренів

Робочі органи машин повинні забезпечувати:

- чисте підрізання коренів без їх розщеплення;
- мінімальну зону деформації ґрунту;

- відсутність різких ударних навантажень.

Кут атаки ножа, його форма та швидкість руху повинні бути підібрані таким чином, щоб забезпечити плавне розрізання ґрунту і коренів.

Допустимі втрати кореневої маси не повинні перевищувати 10–15 %.

6. Вимоги до збереження кореневої системи

Особливу увагу необхідно приділяти збереженню дрібних всмоктувальних корінців, які відіграють ключову роль у приживленні рослин.

Агротехнічні вимоги:

- довжина основних коренів повинна бути не меншою за 15–20 см;
- кількість пошкоджених коренів не повинна перевищувати 20 %;
- коренева система не повинна пересихати під час і після підкопування.

Для цього необхідно:

- мінімізувати час перебування коренів на відкритому повітрі;
- використовувати затінення або зволоження;
- організовувати швидке транспортування саджанців.

7. Вимоги до режиму роботи агрегату

Раціональний режим роботи машинно-тракторного агрегату включає:

- швидкість руху - 4–6 км/год;
- рівномірність руху без різких прискорень і зупинок;
- стабільну глибину ходу робочих органів.

Підвищення швидкості понад допустимі межі призводить до:

- збільшення пошкоджень кореневої системи;
- погіршення якості підкопування;
- підвищення динамічних навантажень на машину.

8. Вимоги до втрат і пошкоджень саджанців

Допустимі втрати саджанців під час підкопування не повинні перевищувати 2–3 %. До основних видів пошкоджень належать:

- обрив коренів;
- механічні пошкодження стебел;
- викривлення рослин.

Загальний відсоток пошкоджених саджанців не повинен перевищувати 10 %.

9. Вимоги до організації процесу

Для забезпечення високої якості підкопування необхідно:

- проводити попередню підготовку поля (видалення бур'янів, вирівнювання поверхні);
- забезпечити правильне регулювання машини;
- організувати чітку взаємодію між механізованими та ручними операціями;
- здійснювати постійний контроль якості роботи.

10. Вимоги до екологічної безпеки

Механізоване підкопування не повинно призводити до:

- надмірного ущільнення ґрунту;
- руйнування його структури;
- ерозійних процесів.

Для цього необхідно:

- використовувати оптимальні режими роботи техніки;
- уникати роботи в несприятливих погодних умовах;
- застосовувати машини з мінімальним тиском на ґрунт.

11. Вимоги до безперервності технологічного процесу

Підкопування повинно бути організоване таким чином, щоб:

- уникнути тривалих простоїв;
- забезпечити своєчасне вилучення і сортування саджанців;
- мінімізувати втрати часу між операціями.

Це досягається шляхом правильного планування робіт і раціонального використання техніки.

12. Вимоги до якості кінцевого результату

У результаті підкопування повинні бути отримані саджанці, які:

- мають добре розвинену і неушкоджену кореневу систему;
- відповідають стандартам якості;
- придатні для транспортування і подальшого висаджування.

Якість саджанців оцінюється за такими показниками:

- довжина і розгалуженість коренів;
- відсутність механічних пошкоджень;
- загальний фізіологічний стан рослин.

2.2 Конструкцій існуючих огляд

Механізоване підкопування саджанців у розсадниках реалізується за допомогою різноманітних технічних засобів, конструкція яких визначається біологічними особливостями рослин, умовами вирощування та вимогами до якості викопування. Сучасні машини для підкопування саджанців забезпечують виконання комплексу операцій: підрізання ґрунтового шару, його розпушування, часткове очищення кореневої системи від ґрунту та полегшення вилучення рослин.

Існуючі конструкції можна класифікувати за принципом дії, рівнем механізації, типом робочих органів та ступенем автоматизації процесу. Розглянемо основні групи машин і їх конструктивні особливості.

1. Класифікація машин для підкопування саджанців

Машини для підкопування поділяються на такі основні групи:

- Пасивні підкопувальні знаряддя (плугового типу)
- Активні підкопувальні машини (вібраційні, транспортерні)
- Комбіновані викопувальні машини (комбайнового типу)
- Спеціалізовані машини для великомірного посадкового матеріалу

Кожна група має свої конструктивні особливості, переваги та обмеження застосування.

2. Плугові підкопувальні знаряддя

Загальна характеристика

Найпростішими та найпоширенішими є підкопувальні знаряддя плугового типу. Вони працюють за принципом підрізання шару ґрунту на заданій глибині.

До них належать:

- викопувальні плуги (наприклад, ВПН-2);
- підкопувальні скоби (НВС-1,2);
- прості ножові підкопувачі.

Конструкція

Основні елементи:

- рама з навісним пристроєм;
- підкопувальний ніж або скоба;
- опорні колеса для регулювання глибини;
- механізм регулювання кута атаки.

Принцип роботи

Робочий орган заглиблюється в ґрунт і підрізає кореневу систему, піднімаючи шар ґрунту разом із саджанцями. Подальше вилучення здійснюється вручну.

Переваги і недоліки

Переваги:

- проста конструкція;
- низька вартість;
- надійність в експлуатації.

Недоліки:

- низький рівень механізації;
- значні втрати кореневої системи;
- потреба у ручній праці.

3. Вібраційні підкопувальні машини

Загальна характеристика

Цей тип машин забезпечує більш якісне підкопування за рахунок активного впливу на ґрунт.

Конструкція

До складу входять:

- рама;

- підкопувальний ніж;
- вібраційний механізм (ексцентриковий привід);
- опорні колеса;
- привід від ВВП трактора.

Принцип роботи

Після підрізання ґрунту робочий орган здійснює коливальні рухи, що сприяє:

- руйнуванню ґрунтового шару;
- зменшенню зчеплення коренів із ґрунтом;
- полегшенню вилучення саджанців.

Особливості

- зменшення тягового опору;
- підвищення якості очищення коренів;
- зниження пошкоджень.

4. Транспортні викопувальні машини

Загальна характеристика

Ці машини забезпечують більш високий рівень механізації процесу.

Прикладом є машина типу ВМ-1,25.

Конструкція

Основні вузли:

- підкопувальна скоба;
- прутковий елеватор;
- струшувальний механізм;
- редуктор і привід;
- опорні колеса.

Принцип роботи

Процес включає:

- підрізання шару ґрунту;
- подачу ґрунту з рослинами на елеватор;
- струшування і очищення коренів;

- часткове відокремлення саджанців від ґрунту.

Переваги

- значне зниження ручної праці;
- підвищення продуктивності;
- краща очистка кореневої системи.

Недоліки

- складність конструкції;
- підвищена енергоємність;
- потреба в налаштуванні.

5. Комбіновані викопувальні машини

Загальна характеристика

Комбіновані машини поєднують кілька операцій:

- підкопування;
- витягування;
- очищення;
- транспортування.

Конструкція

До складу входять:

- підкопувальний орган;
- транспортер;
- механізм захоплення рослин;
- очищувальні пристрої.

Такі машини можуть включати додаткові транспортери для вилучення саджанців із ґрунту та очищення коренів .

Особливості

- високий рівень механізації;
- можливість безперервного процесу;
- використання в промислових розсадниках.

6. Машини для викопування сіянців і саджанців

У сучасних розсадниках застосовуються такі машини:

- КСШ-0,35 - для сіянців;
- ВМ-1,25 - універсальна викопувальна машина;
- ВПН-2 - викопувальний плуг.

Особливості конструкції:

- регульована глибина обробітку;
- універсальність застосування;
- агрегаткування з тракторами класу 0,6–1,4.

7. Спеціалізовані машини для великомірних саджанців

Для пересадження дерев із грудкою ґрунту використовують спеціальні машини:

- машини типу «Кріт-2»;
- екскаваторні установки.

Конструкція включає:

- копальні ножі;
- захоплюючі механізми;
- транспортувальні пристрої.

Такі машини дозволяють викопувати рослини разом із грудкою ґрунту, що значно підвищує їх приживлюваність.

8. Зарубіжні конструкції машин

У зарубіжній практиці використовуються:

- високопродуктивні викопувальні комбайни;
- машини з гідравлічними та електронними системами керування;
- автоматизовані системи викопування.

Основні тенденції розвитку:

- підвищення рівня автоматизації;
- зменшення пошкоджень кореневої системи;
- інтеграція кількох операцій в одному агрегаті.

9. Напрями вдосконалення конструкцій

Сучасні дослідження спрямовані на:

- оптимізацію форми підкопувальних ножів;

- зменшення тягового опору;
- використання вібраційних і активних робочих органів;
- автоматизацію процесів.

Також актуальним є створення комбінованих машин, які виконують кілька операцій одночасно.

2.3 Загальні положення патентного аналізу

Проблема викопки саджанців плодових, декоративних лісових і деяких квіткових культур остається і зараз актуальною, так як до цього часу в нашій країні не розроблено енергетичного засобу, який би міг “сідлати” рядок рослин так, щоб вісь рядка і агрегату співпадали.

У Франції, США, Нідерландах, Німеччині, Новій Зеландії ті інших країнах такі трактори широко використовуються для викопки саджанців одно і дворічних культур, технологія вирощування яких передбачає високий рівень обробітки ґрунту. Процес викопування саджанців у розсадниках складається з таких основних операцій: підкопування рослин, витяг їх із підрізаного пласта, відокремлення кореневої системи від ґрунту, переміщення в накоплювач, або на вільну частину поля. Для здійснення цього процесу як вітчизняними так т закордонними спеціалістами розроблялись різноманітні конструкції цих машин. Усі викопувальні пристрої поділяються на дві групи: з пасивним і активним робочим органом виготовляють у вигляді різноманітних скоб.

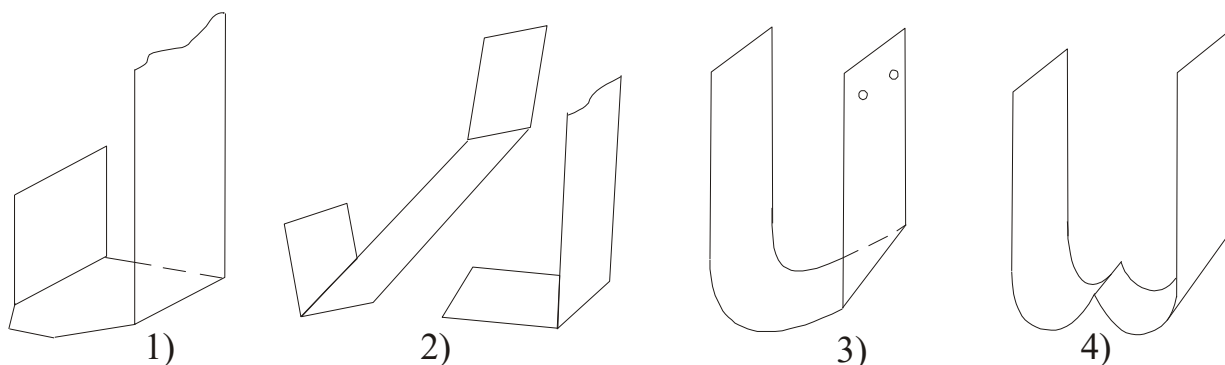


Рисунок 2.1 - Викопочні скоби з пасивним робочим органом:

1) П-подібні; 2) кутові; 3) U-подібні; 4) W-подібні

Пасивні робочі скоби можуть також бути з простими розпушувально-сепаруючими пристроями які мають вигляд представлений на (рис.2.2).

Усі ці пристрої і скоби комплектуються на рамах, але не достатнє руйнування і сепарування ґрунтового шару пасивними робочими органами змушували розробляти нові машини, тоді була розроблена скоба зі складною робочою поверхнею. В поперечному розрізі вона має 10-подібну форму. Ножеподібні стійки 1 з'єднані в нижній частині криволінійної основи 5 з подовжувачем 6, який складається із центрального елемента 4 і бокових прямолінійних розпушуючих прутків 3, прикріплених передніми кінцями на задній кромці 2 криволінійної скоби. Ці прутки розміщені на двох гвинтових поверхнях, задні кінці прутків лівої і правої частини знаходяться на одній прямій.

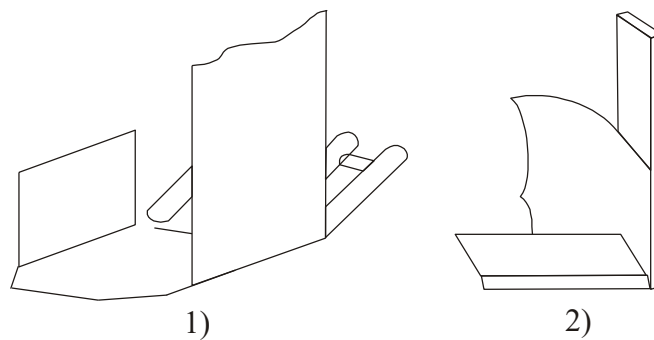


Рисунок 2.2 - Розпушуючі пристрої до пасивних скоб:

1) з сепаратором; 2) з віддальною поверхнею

Прутки 7 розміщені у центрального елемента наділені знімальними різниками спіралями 8. Напрямок навивки спіралі збігається з напрямком навивки гвинтової поверхні подовжувача. Схема W-подібного викопувача показана на (рис.2.3).

Скобу заглиблюють в зону залягання кореневої системи, де вона вирізає шар ґрунту W-подібного перерізу. Виступ який знаходиться в основі скоби робить в шарі ґрунту випереджаючу тріщину. Під дією руха агрегату і сили опору шар попадає до подовжувача, де розділяється на два рукави. Спіралі, навиті в протилежному на гвинтових поверхнях, спонукають його до руйнування і розпушування.

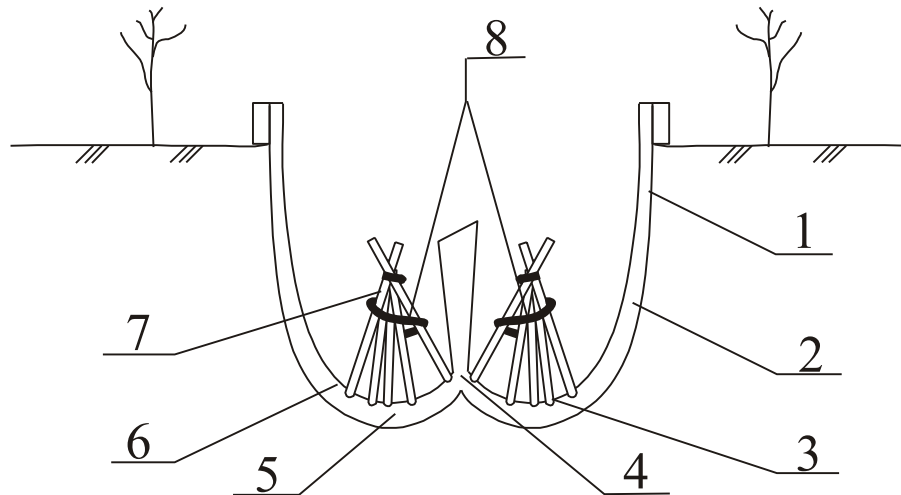


Рисунок 2.3 - Схема скоби з W-подібною основою: 1 - ножеподібна стійка; 2 - задня кромка ножа; 3, 7 – розпушувальні прутки; 4 - центральний елемент; 5 - криволінійна основа; 6 - подовжувач; 8 - ріжучі спіралі

При подальшому переміщенні по бічних розпушувальних прутках із змінним кутом нахилу до напрямку руху, шар піддається змінній деформаційній дії. Завдяки цьому і збільшується ефективність розпушування без збільшення енерговитрат.

Як показав аналіз огляду літературних джерел, активні підкопувальні і розпушувально-сепаруючі робочі органи викопувальних знарядь виконують технологічний процес механізованого викопування більш якісно і покращують роботу смикальних апаратів. Найбільше розповсюдження серед активних викопувальних пристроїв одержали ротаційні ($\approx 27\%$), елеваторні ($\approx 32\%$) і коливальні (41%) робочі органи.

Ротаційні викопувальні пристрої умовно можна поділити на два види по робочому органу: дискові і ротаційні, які і представлені на (рис.2.4).

Прикладом використання ротаційного робочого органу може бути машина, яка складається з двох ротаційних розпушувачів, а також скоби, на якій закріплені плоскі ножі.

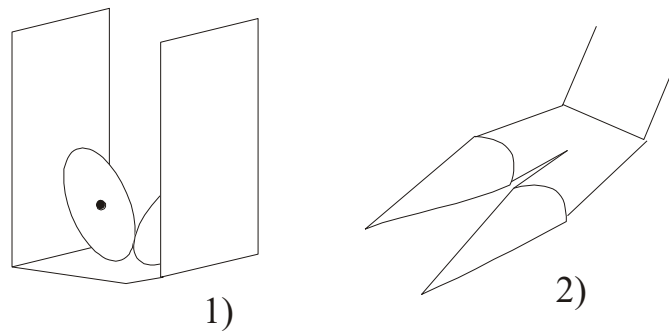


Рисунок 2.4 - Активні ротаційні органи: 1 - дискові; 2 - активна вилка

На дисках кожного щілиноутворювача у шаховому порядку кріпляться Г-подібні ножі (ліві і праві). Голчаті розпушувачі встановлюють між щілиноутворювачами і скобою, вони вільно обертаються на осях, які непорушно закріплені у кронштейнах. Останні з'єднують скобу з щілиноутворювачем.

Диски розпушувачів розташовані під гострим кутом до напрямку руху, до того ж їх задні частини роздвоєні одна від одної, а передні звужені.

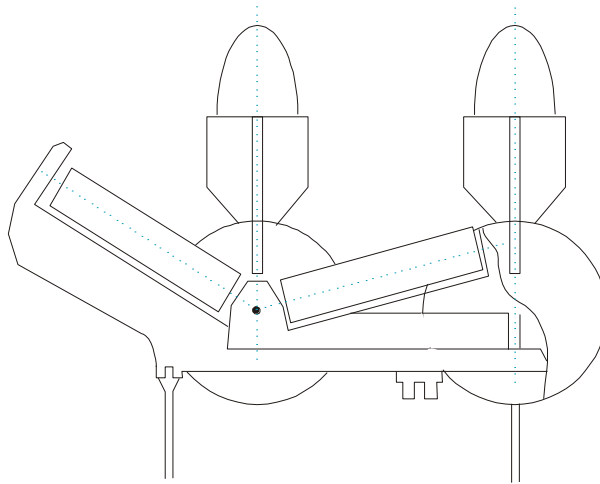


Рисунок 2.5 -Схема ротаційного викопуючого апарата

Ротаційні щілиноутворювачі при русі агрегату нарізають продольні лунки прямокутного переріза. Голчаті розпушувачі переміщують верхній шар ґрунту у лунки виготовлені завчасно.

Геометрія цих розпушувачів дозволяє виконати вичісування верхньої частини коренів. Нижня частина скоби підрізає шар у горизонтальній площині і так, як скоба знаходиться під кутом до горизонту, ґрунтовий моноліт також

руйнується. В технологічному процесі викопки саджанців і сіянців руйнування шару ґрунту має неабияке значення у зменшенні тягового зусилля на протягування скоби.

Другим прикладом використання ротаційної викопочної машини є викопувальна машина, яка складається з рами, реактивного ножа, нерухомої і рухомої скоби. Спереду останньої встановлені дискові фрези. На рамі закріплений зігнутий вліво по ходу трактора теребільний апарат з бітерами. На тильній стороні нерухомої скоби закріплені подовжувачі.

Обидві скоби зв'язані між собою шарнірно за допомогою декількох клиноподібних розпушувачів. Рухома скоба за допомогою кривошипно-шатунного механізму і гідромотора здійснює коливання у вертикальній площині. В тілі скоб під кожним клиноподібним розпушувачем передбачено струєнаправляючі сопла, до яких з діжки під тиском поступає рідина.

Привід активної частини робочого органа вмикають до занурення у ґрунт. Потім, переконавшись у тому, що рухомі частини не заклинили, скоби починають заглиблювати, приблизно за 3 м до початку рядка. При вмиканні вала відбору потужності в рух приводяться дискові фрези, а разом з ними і теребільний апарат. При зануренні дискові фрези вирізають щіли в ґрунті для вільного проходу верхніх вертикальних частин скоб, що знижує зусилля на протягування нерухомої скоби. Підрізаний нижньою частиною рухомої скоби ґрунт розпушується за допомогою коливаючихся клинків. Одночасно з цим включається нагнітаючий пристрій, який направляє робочу рідину з резервуара до сопла для руйнування залишившигося на корені ґрунту.



Рисунок 2.6 - Дискові робочі органи

Серед ротаційних викопочних робочих органів найбільш поширені дискові, так як вони можуть працювати на важких ґрунтах, а активна вилка на легких пісчаних ґрунтах. Привід робочих органів може здійснюватись від вала відбору потужності трактора, гідромоторів та інших тракторів.

Так як ротаційні робочі органи якісно працюють тільки в оптимальних агротехнічних умовах, що рідко буває у період викопування посадкового матеріалу і можливо тільки в умовах закритого ґрунту тому і з'явилася потреба у розробці другої групи.

Друга велика група активних викопувальних органів це елеваторні, вони використовуються також на ґрунтах з легким механічним складом, але більш якісним сепаруванням, меншим пошкодженням коренів. Особливості цієї групи, це використання елеваторів різних конструкцій вслід за підкопуючою скобою і приводом транспортерів як від ходового колеса так і від вала відбору потужності трактора.

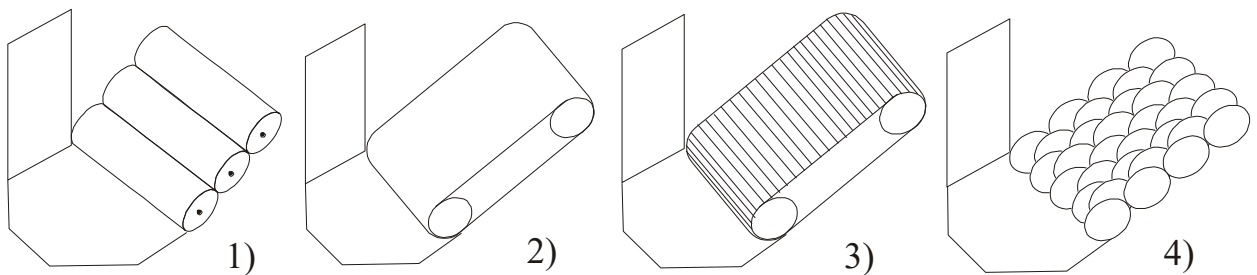


Рисунок 2.7 - Елеваторні робочі органи:

1 - роликовий; 2 - стрічковий; 3 - прутковий; 4 - шестеренчастий

У наш час з елеваторних викопувальних пристроїв найбільш розповсюджена машина АВС-0,6, яка прийшла на зміну машині масового виготовлення ВПН-2. Недоліком якої є потреба для тяги двох тракторів класу 3т, несиметричність розміщення робочого органа і великій тяговій опір (3450 кПа) при цьому не дотримується стабільність руху при роботі його в агрегаті з одним, а АВС-0,6 експлуатується з тракторами класу 3, 4, 6 т.с.

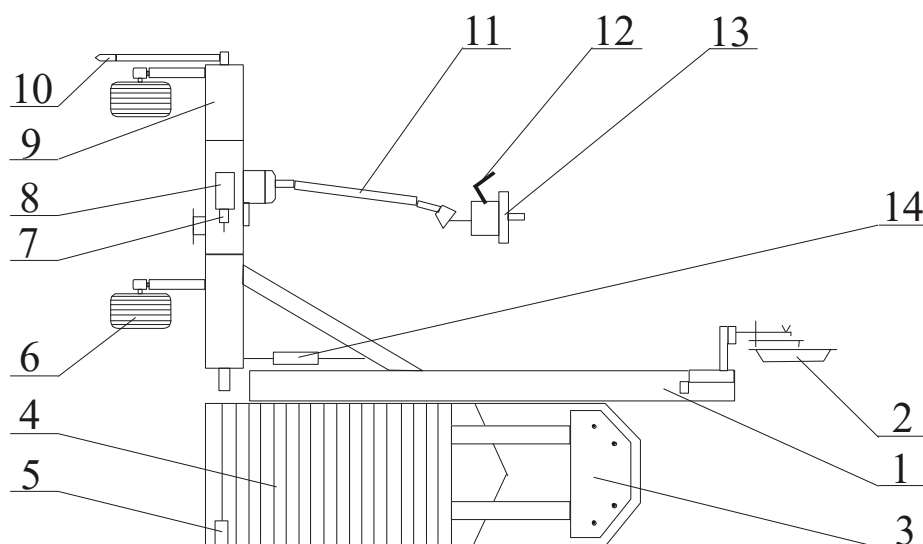


Рисунок 2.8 - Схема АВС-0,6: 1 - подільний брус; 2 - металеве колесо з дисковим ножом; 3 - викопувальна скоба; 4 - прутковий транспортер; 5 - вал транспортера; 6 - опорне пневматичне колесо; 7 - запобіжуча муфта; 8 - конусний редуктор; 9 - поперечний брус; 10 - черенковий ніж; 11 - кардана передача; 12 - циліндричний редуктор; 13 - механізм включення транспортера; 14 - гідроциліндр

Для викопки сіянців агрегатується - ДТ-75, саджанців – Т-100МГС.

Технічна характеристика АВС-0,6

1. Потрібна потужність	97,4 к.с.
2. Робоча швидкість до, км/год	4,1
3. Виробка за годину експлуатаційного часу, год	0,1
4. Габаритні розміри, мм	
довжина	4400
ширина	3550
висота	1390
5. Крок розміщення пруткового транспортеру, мм	65
6. Кількість робітників на виборці саджанців, чол.	5-8

Майже аналогом АВС-0,6 є машина МВС-0,6 тільки з деякими незначними змінами в конструкції. Вона має такі основні вузли: поперечний і повздовжній бруси, три опорні колеса з дисковими ножами, дві викопувальні скоби, кронштейна, пруткового елеватора та його привода.

Робочим органом є П-образна скоба, яка при поступальному русі агрегату зрізає і частково розпушує прямокутний шар ґрунту з саджанцями. Привід пруткового елеватора здійснюється від вала відбору потужності трактора через циліндричний редуктор кардану передачу, запобіжну муфту і привідний вал. Циліндричний редуктор встановлюється ззаду на корпусі бортових фрикціонів трактора Т-130Г.

Для забезпечення якості роботи під час викопки рослин конструкція машини МВС-0,6 передбачає регулювання глибини ходу викопочних скоб, стабілізацію ходу агрегату в повздовжньому напрямку, натягнення пруткового транспортеру та регулювання запобіжної муфти приводу.

Стабілізація ходу агрегату у горизонтальній площині забезпечується установкою опорних коліс і дисковими ножами на необхідний кут в горизонтальній площині.

Використання елеваторних робочих органів дозволяє зменшити зусилля на витягування саджанців у 2,2 рази порівняно з пасивними, однак на ґрунтах важкого механічного складу, високої вологості і засміченості розсадників, робочі органи забиваються, відбувається вивантаження ґрунту, в результаті чого саджанці травмуються.

Коливальні активні розпушувально-сепаруючі робочі органи складають у викопувальних пристроях найбільш численну групу, особливо коромислового типу. Вони в значній мірі позбавлені недоліків, властивих елеваторним пристроям. Навіть при рівній ефективності з транспортерами, вони менше забиваються ґрунтом, менш енергомісткі, простіші по конструкції. Їхні конструкції бувають ексцентрикові, коромислові з приводом від гідромоторів.

Прикладом використання колиального робочого органу, може бути плуг представлений на (рис.2.9). Який являє собою раму з викопочною скобою, на задній кромці якої шарнірно з можливістю коливання закріплені вібраційні розпушувачі і привідний механізм для них.

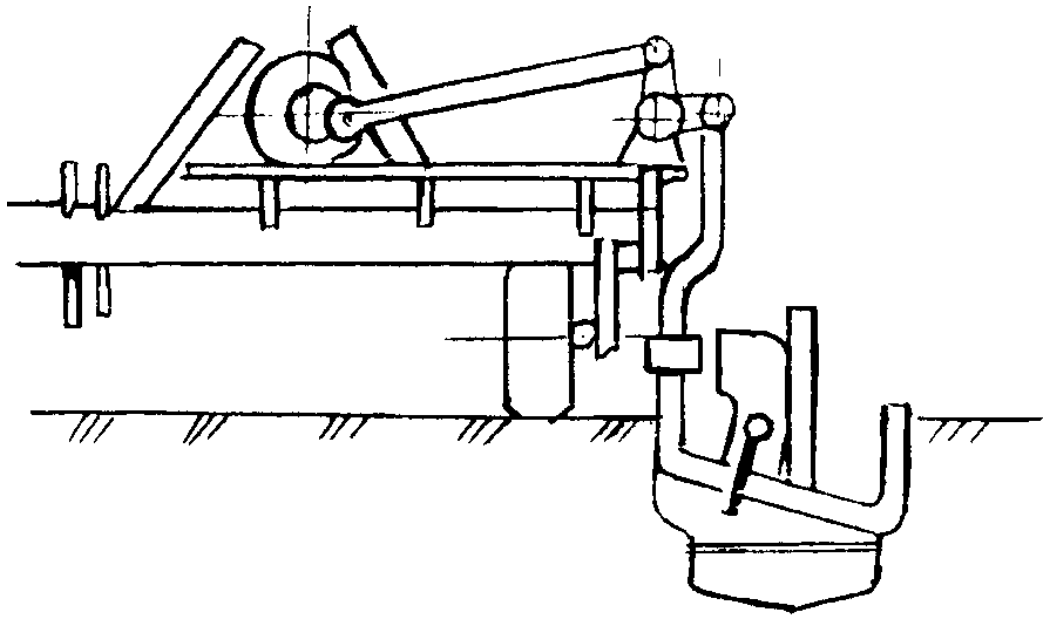


Рисунок 2.9 - Схема викопуючого плуга

Також є дуже багато викопуючих пристроїв з ексцентриковим механізмом, котрі складаються з таких основних частин: леміш з сепаруючим робочим органом, зв'язаний з приводом для придання йому коливання; активний елемент; терebильний апарат, основна частина якого знаходиться над сепаруючим робочим органом, над його повздовжньою віссю, а інші частини терebильного апарату розміщені під кутом до повздовжньої вісі лемеша. Схема якого представлена на (рис.2.10).

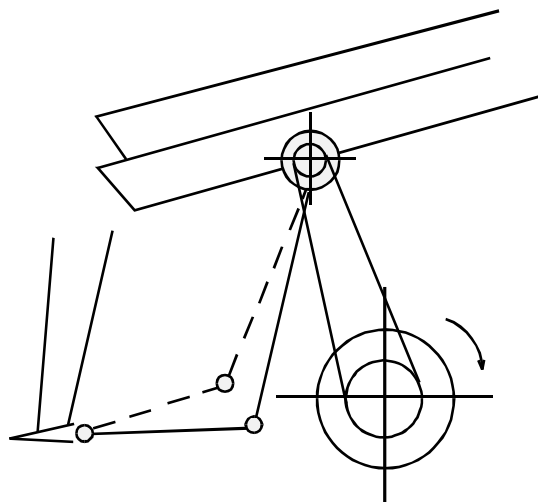


Рисунок 2.10 - Схема викопного пристрою

Представником коливального класу з боковим подрібнювачем є плугова скоба МВС-1 представлена на (рис.2.11) з скобою ПРИМ-1500.

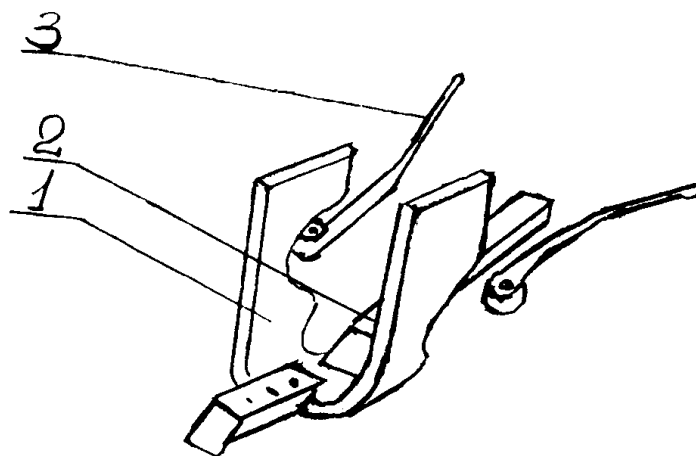


Рисунок 2.11. Схема скоби ПРИМ-1500: 1 - ніж; 2 - перо; 3 - металеві розпушувачі

Для кращого подрібнення підрізаного пласта і зниженні тягового опору, і зусилля для висмикування саджанців з ґрунту був розроблений новий принцип дії на шар ґрунту, що і стало основою розробки машини МВС-1 з скобою ПРИМ-1500, яка складається з ножа 1 півелептичної форми. В задній частині ножа встановлено перо, яке регулюється по висоті, над яким розміщена пара активних металевих розпушувачів. Привід яких здійснюється від гідромотора МГП-125 і від кривошипно-шатунного механізму.

Висновок

Дотримання агротехнічних вимог до підкопування саджанців є необхідною умовою отримання високоякісного садивного матеріалу та забезпечення його високої приживлюваності. Комплексний підхід, що включає оптимізацію строків виконання робіт, правильний вибір режимів роботи машин, врахування ґрунтових умов та біологічних особливостей рослин, дозволяє значно підвищити ефективність технологічного процесу.

Використання сучасних механізованих засобів у поєднанні з дотриманням агротехнічних вимог забезпечує зниження трудомісткості робіт,

підвищення продуктивності та покращення якості підкопування, що є важливим фактором розвитку сучасного розсадництва.

Аналіз існуючих конструкцій машин для підкопування саджанців показує, що розвиток технічних засобів спрямований на підвищення рівня механізації, продуктивності та якості виконання технологічного процесу. Найпростішими є плугові знаряддя, однак вони не забезпечують високої якості викопування. Найбільш ефективними є транспортерні та комбіновані машини, які дозволяють значно знизити трудомісткість і підвищити продуктивність.

Подальший розвиток конструкцій пов'язаний із впровадженням активних робочих органів, автоматизації та адаптації машин до різних умов вирощування саджанців. Це дозволить забезпечити високу якість садивного матеріалу та ефективність виробництва у сучасних розсадниках.

Таким чином, проблема пошуку оптимального розпушувального-сепаруючого органу не вирішена. Це пояснюється не тільки різноманітністю механічного складу ґрунтів розсадника, але і тим, що конструювання значної кількості проводилось без необхідних досліджень. Тому і вирішили розробити машину з активним робочим органом, яка б відповідала цим потребам.

3 ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНИХ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1 Розмірно-масові параметри саджанців

Дослідження розмірно-масових параметрів проводять по основних критеріях: розмірах стволика, коренів, висоті відродження бокових пагонів, положення центру ваги. Багаторічні дослідження розмірно-масових параметрів проводилися на саджанцях черешні, абрикосу, персика, вишні, сливи, груші, айви, аличі, волоського горіха, яблуні. Результати досліджень приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Розмірно-масові параметри однорічних саджанців (стволики)

Порода	Висота, мм	Діаметр стволика, мм		Відносний показник конусності
		біля кореневої шийки	на висоті 400 мм від поверхні ґрунту	
Черешня	1100-2450	11 – 27	9 – 25	$5,375 \cdot 10^{-3}$
Абрикос	1100-2350	10,2 – 19,7	8,3 – 17,9	$2,7 \cdot 10^{-3}$
Персик	900-1960	15 – 26	8 – 21	$7,5 \cdot 10^{-4}$
Вишня	1120-1540	19 – 31	7 – 17	$5,26 \cdot 10^{-3}$
Слива	1400-3100	15 – 27	12 – 19	$6,5 \cdot 10^{-3}$
Груша	870-1820	11 – 18,5	8,5 – 15	$3,125 \cdot 10^{-4}$
Айва	1140-1960	10,3 – 14,8	7,8 – 12,1	$6,31 \cdot 10^{-3}$
Алича	1200-2000	14,5 – 28,7	13,1 – 19,2	$5,91 \cdot 10^{-3}$
Волоський горіх	780-1450	16,0 – 22,4	11,2 – 14,6	$6,32 \cdot 10^{-3}$
Яблуня	780-1620	8,0 – 17,5	7,5 – 13,5	$3,215 \cdot 10^{-3}$

Розмірні параметри однорічних саджанців кореневої системи оцінюються такими параметрами, як загальна довжина коренів, кількість основних коренів та габарити по довжині та ширині і всі показники зведені в таблицю 3.2.

Неменш важливими показниками однорічних саджанців є висота відходження бокових пагонів, положення центру ваги, та вага саджанця як з ґрунтом так і без нього.

Таблиця 3.2 - Розмірно-масові параметри коренів однорічних саджанців

Порода	Загальна довжина коренів, мм	Кількість основних коренів, шт	Габарити, мм		Відносний показник конусності
			довжина	ширина	
Черешня	700-12500	6-9	240-290	400-1000	$4,31 \cdot 10^{-3}$
Абрикос	800-9700	4-12	200-340	320-950	$2,4 \cdot 10^{-3}$
Персик	2100-9350	7-13	300-500	300-720	$6,8 \cdot 10^{-3}$
Вишня	3600-10500	9-14	320-600	400-750	$4,85 \cdot 10^{-3}$
Слива	800-2080	4-8	210-290	200-260	$6,1 \cdot 10^{-3}$
Груша	320-1500	2-6	180-240	160-250	$2,15 \cdot 10^{-4}$
Айва	360-1620	3-6	190-210	120-270	$6,1 \cdot 10^{-3}$
Алича	840-2560	4-8	210-290	210-320	$4,9 \cdot 10^{-3}$
Волоський горіх	2600-6240	10-16	260-390	290-410	$6,125 \cdot 10^{-3}$
Яблуня	780-2490	3-8	260-310	240-400	$3,1 \cdot 10^{-3}$

Таблиця 3.3 - Показники однорічних саджанців

Порода	Висота відходження бокових пагонів, мм	Положення центру ваги, відстань від Ц.В. до вершини, мм	Вага саджанця, кг	
			Без грудок ґрунту	З грудками ґрунту
Черешня	400-1230	740-2000	0,85-1,64	3,5-6,4
Абрикос	440-750	900-2010	0,72-1,4	3,7-7,2
Персик	230-680	600-1650	0,92-1,7	4,2-8,6
Вишня	360-560	720-1240	0,74-1,46	4,3-9,0
Слива	250-680	1190-2890	0,34-0,8	2,7-4,9
Груша	380-1420	690-1660	0,45-0,9	3,7-6,9
Айва	380-651	1020-1770	0,45-1,1	2,4-3,7
Алича	281-497	990-2970	0,64-1,2	2,7-4,7
Волоський горіх	120-320	520-1160	0,25-0,8	4,2-7,9

Яблуня	300-770	540-1360	0,29-1,4	1,7-4,2
--------	---------	----------	----------	---------

Аналіз даних таблиць 3.1, 3.2, 3.3 показує, що в умовах зрошення саджанців відрізняються сильним ростом. Висота основних із них перевищує вимоги стандарту, що не завжди бажано. Зменшення висоти саджанців дало б можливість спростити конструкцію викопувально-вибіркової машини і знизити витрати на її розроблення.

Середні розміри кореневої системи саджанців складають: довжина 340 мм, ширина 654 см. Середня загальна довжина основних коренів коливається від 3200 мм до 5320 мм у зерняткових і від 3140 мм до 7500 у кісточкових культур. Кількість основних коренів складає у середньому 10,1 штук у зерняткових і 7,0 штук у кісточкових культур.

Розміщення центру ваги саджанців впливає на їх стійкість при дії активними розпушувально-сепаруючими і особливо вібраційними пристроями. Чим нижче центр ваги по висоті саджанця тим його стійкість вище, що сприяє більш якісній роботі активних робочих органів. Конусність основних коренів саджанців перевищує конусність основного пагона в 1,3-2 рази, що певно зумовлюється біологічними особливостями росту. По цьому показнику дослідні саджанці умовно ділять на три групи:

- 1) черешня, волоський горіх, алича, вишня слива – високий відносний показник конусності;
- 2) персик, груша – середній;
- 3) яблуня, айва, абрикос – низький.

3.2 Дослідження фізико-механічних властивостей саджанців

З усіх фізико-механічних властивостей саджанців для розробки машини

нам найбільш необхідні статичний та динамічний коефіцієнт тертя саджанців по річним матеріалам і всі результати досліджень зведені в таблиці 3.4 та 3.5.

Таблиця 3.4 - Коефіцієнт тертя однорічних саджанців по різних матеріалам

Порода	Вологість, %	матеріали					
		Пластик ПВХ	Резина	Полотно транспортера	Брезент	Сталь полірована	Сталь пофарбована
Персик	40,7	0,532	0,697	0,714	0,726	0,456	0,509
Слива	44,9	0,492	0,772	0,812	0,694	0,501	0,573
Яблуня	45,2	0,461	0,650	0,990	0,992	0,601	0,612
Черешня	53,9	0,484	0,592	0,671	0,734	0,492	0,513
Абрикос	42,6	0,529	0,714	0,9	0,749	0,492	0,514
Груша	54,6	0,491	0,676	0,891	0,614	0,416	0,435
Айва	49,7	0,491	0,749	0,765	0,718	0,421	0,439
Середнє значення	54,5	0,497	0,679	0,820	0,746	0,483	0,514
Корені антипки	47,8	0,501	0,802	1,012	1,100	0,514	0,629
Корені аличі	49,7	0,612	0,796	1,042	1,159	0,517	0,637
Корені персику	47,7	0,584	0,889	1,114	1,075	0,543	0,714
Середнє по кореням	48,4	0,559	0,812	1,056	1,111	0,525	0,660

Таблиця 3.5- Коефіцієнт тертя однорічних саджанців по різних матеріалам

Порода	Вологість, %	Матеріали					
		пластик ПВХ	резина	полотно транспортера	брезент	сталь полірована	сталь пофарбована
Персик	41,6	0,342	0,365	0,338	0,392	0,174	0,212
Слива	44,6	0,319	0,341	0,431	0,410	0,181	0,192
Яблуня	45,1	0,329	0,412	0,396	0,479	-	-
Черешня	54,6	0,294	0,512	0,359	0,390	0,160	0,314
Груша	42,9	0,219	0,314	0,412	0,361	-	-
Абрикос	54,6	0,241	0,321	0,469	0,390	0,158	0,204
Айва	44,9	0,229	0,379	0,397	0,385	-	-
Середнє по пагонам	46,9	0,282	0,382	0,400	0,401	0,168	0,231
Корені антипки	47,9	0,340	0,415	0,530	0,571	0,187	0,194
Корені аличі	45,7	0,359	0,459	0,559	0,536	0,130	0,250
Корені персику	46,8	0,325	0,431	0,516	0,587	0,165	0,231
Середнє по кореням	46,8	0,341	0,435	0,535	0,565	0,161	0,225

Аналіз даних таблиць 3.4, 3.5 показує, що корені саджанців мають більш високий середній показник коефіцієнту тертя ніж пагони: статичного на 23,8% і динамічного на 23,3%. Найбільші показники середнього і найбільшого значення коефіцієнту тертя спостерігається при взаємодії з полотном транспортера і брезентом і найменші при взаємодії з полірованою і пофарбованою металевою. Поверхнею та пластиком. Крім того показники динамічного тертя пагонів і коренів саджанців в два рази нижче показників статичного тертя.

Ще одним показником фізико-механічних властивостей саджанців є коефіцієнт твердості однорічних саджанців. Його значення приведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 - Значення коефіцієнту твердості однорічних саджанців

Порода	Вологість, %	Діаметр, мм	Твердість, Н·мм ²
Слива	45,0	8,7 - 12,3	10,2 - 25,5
Черешня	46,1	6,9 - 11,9	14,1 - 34,0
Абрикос	39,7	6,8 - 9,2	5,9 - 40,1
Яблуна	37,6	5,1 - 6,5	3,1 - 6,9
Груша	41,7	5,3 - 8,7	4,6 - 21,6
Вишня	49,1	5,9 - 17,1	4,9 - 18,4
Персик	44,9	6,4 - 14,1	5,4 - 21,6
Середнє по пагонам	43,4	6,4 - 11,4	6,88 - 24,0
Персик (корені)	40,9	7,5 - 19,7	25,3 - 16,51
Слива (корені)	49,1	6,5 - 19,3	8,7 - 30,16
Черешня (корені)	51,6	5,7 - 8,9	14,4 - 51,2
Середнє по кореням	47,2	6,6 - 16,0	16,1 - 172,6

Аналізуючи дані таблиці 3.6 треба відзначити, що при збільшенні діаметру столиків і основних коренів і зниження їх вологості твердість зростає.

Здебільше зниження твердості коренів при зростанні їх довжини порівняно зі стволиками пояснюється більш крихким складом тканин коренів і більш високим показником конусності основних коренів.

На основі багаторічних досліджень встановлено, що найкращим матеріалом для смикальних апаратів є гумові ремені, які задовольняють умови

безпечного зусилля затиснення приведених в таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 - Показники безпечного зусилля затиснення і опору витягуванню столиків однорічних саджанців

Порода	Вологість, %	Діаметр, мм	Опір витягування, Н	Зусилля затиснення, Н
Слива	52,7	12-13	241,3	425,4
Черешня	51,4	12-14	248,6	434,6
Абрикос	49,8	14-16	146,4	515,7
Яблуня	54,2	14-16	141,1	413,2
Груша	43,8	12-13	109,2	564,7
Вишня	44,5	12-14	95,6	392,4
Персик	49,8	12-13	102,4	549,2

Аналізуючи дані таблиці 3.7 необхідно відмітити, що саджанці черешні, вишні мають більш високий показник опору деформації, а саджанці яблуні, сливи, груши – більш низький. Саджанці абрикосу, персика займають помірне значення.

Для безпечного стиснення столиків саджанців при механічному витягуванні їх із підкопаного пласту, зусилля затиснення повинне бути в межах 320-500 Н.

3.3 Теоретичні передумови процесу руйнування ґрунтового шару і обґрунтування режимів роботи активних розпушувально-сепаруючих органів

Параметри коливального розпушувально-сепаруючого органу взяті з теоретичних досліджень проведених з метою наукового обґрунтування основних технологічних і режимних параметрів: кутів устанавлення, амплітуди і частоти коливань.

Аналіз робіт, присвячених теорії процесу руйнування ґрунтового шару, армірованого коренями саджанців, дозволяє зробити висновок про те, що імпульсна дія на шар дає можливість одержати найбільш бажані напруження розтягання по поверхні коренів, порожнеч і різних включень у шарові, через

те, швидкий удар викликає в ґрунтових грудках вимушені коливання, на відміну від повільного удару, який викликає його вільне коливання, представлено на схемі (рис. 3.1).

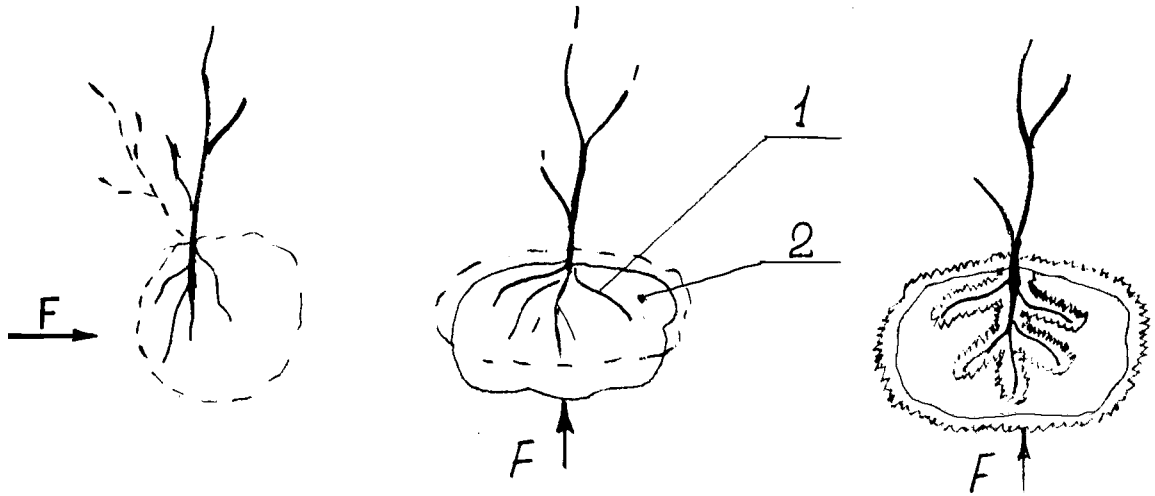


Рисунок 3.1. – Схема деформації ґрунтової грудки в коренях саджанців

Ряд дослідників відзначають, що кривошипно-шатунні вібратори найбільш повно сполучують удар і вібрацію при ефективному руйнуванні ґрунтового шару. Встановлено також, що основними факторами, які визначають енергомісткість і технологічність процесу руйнування ґрунтового шару є частота і амплітуда коливань, що визначають швидкість дії на шар, а також напрямок удару.

3.4 Обґрунтування частоти коливань

При виборі параметрів амплітуди і частоти коливань необхідно урахувати, що дослідженнями встановлено ідентичний вплив цих параметрів на процес руйнування і сепарування ґрунту, травмування матеріалів.

Це визвано тим, що спостерігається пряма залежність пошкодження від частоти і амплітуди, яка пояснюється лінійною залежністю швидкості шару ґрунту від цих параметрів. Прискорення має квадратичну залежність від частоти, тому для зменшення пошкоджень більш доцільно збільшити частоту

обертання валу кривошипа і зменшити його радіус. Враховуючи це ствердження, виходячи із дослідних даних науки і практики, а також конструктивних міркувань, приймаємо частоту валу кривошипу $f = 8,93 \text{ с}^{-1}$ при $n = 536 \text{ об/хв}$.

3.5 Обґрунтування амплітуди коливань

Для ефективного руйнування шару ґрунту з коренями саджанців необхідно прикладання не тільки динамічної дії на нього, що викликає видгин шару, але і застосування швидкого удару, при якому руйнування шару проходить в результаті мікро коливань по поверхні коренів. Розглядаючи грудку ґрунту в кореневій системі саджанця, а більшою кількістю коренів, що має порівняно з шаром, збільшеною твердістю, міцністю і пружністю, як наявність включення в шарі, ми можемо стверджувати, що по периметру грудки існують дотичні напруження розтягання, як по поверхні коренів.

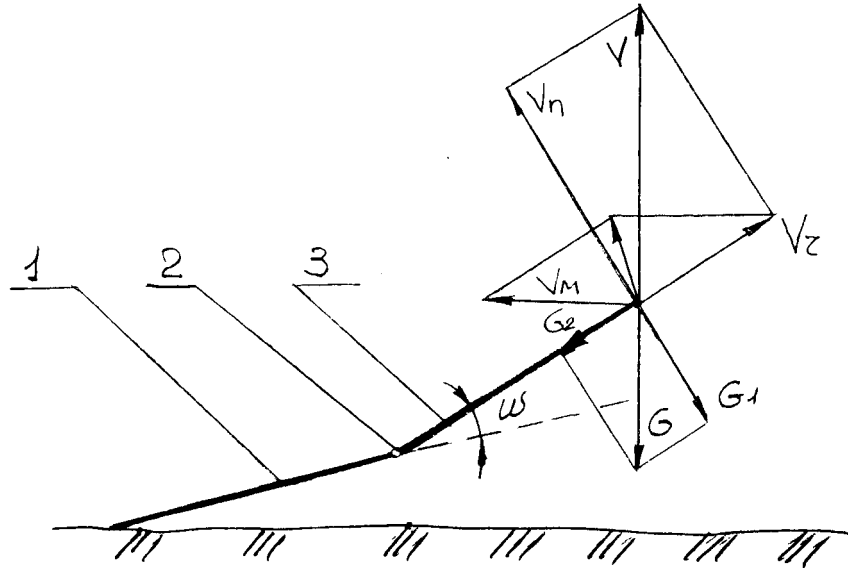


Рисунок 3.2. – Схема для визначення швидкості співудару робочого органу з часткою ґрунту:

1 – підрізний леміш; 2 – шарнір; 3 – робочий орган

Для забезпечення зниження тягового опору, покращення руйнування і сепарування шару ґрунту необхідно йому задати такий режим, щоб пласт

періодично відокремлювався від поверхні робочого органу.

Умови підкидання часток шару ґрунту, який знаходиться на поверхні коливального робочого органу, забезпечуються після того, як робочий орган, піднімаючись вгору, сповільнює швидкість і нормальна складова, спрямованого вниз прискорення робочого органу стане більше, ніж складова прискорення падіння. Всі ці складові ми бачимо на схемі для визначення швидкості співудару робочого органу з часткою ґрунту.

Умови підкидання ґрунту записуються у вигляді:

$$J \geq G, \quad (3.1)$$

де J – сила інерції;

G – проекція ваги частки ґрунту на нормаль до поверхні робочого органу.

У розвернутому стані:

$$\omega^2 r \cdot \sin \omega t \geq g \cdot \cos \beta_{\max}, \quad (3.2)$$

де ω - кутова швидкість;

t – час;

g – прискорення вільного падіння;

$\beta_{\max}$ – кут обертання, $\beta_{\max} = 38^\circ$.

Звідки

$$\omega^2 r = \frac{g \cdot \cos \beta_{\max}}{\sin \omega t} \quad (3.3)$$

При постійній частоті обертання вала кривошипа мінімальне значення радіуса, яке визначає початок підкидання визначаємо за формулою, м.

$$r_{\min} = 0,25 \frac{\cos \beta_{\max}}{n^2 \cdot \sin \omega t}, \text{ м} \quad (3.4)$$

де n – число обертів валу кривошипу, об/хв, $n = 536$ об/хв, при якій частота обертання:

$$f = \frac{n}{t}; \quad (3.5)$$

$$f = \frac{536}{60} = 8,93 \text{ c}^{-1}$$

При крайніх положеннях кривошипу і робочого органу:

$$\omega t = \frac{\pi}{2} \quad (3.6)$$

тоді:

$$r_{\min} \geq 0,25 \frac{\cos \beta_{\max}}{n^2 \sin \frac{\pi}{2}} \quad (3.7)$$

Підставляючи значення одержимо:

$$r_{\min} \geq 0,25 \frac{\cos 38^\circ}{536^2 \sin \frac{3,14}{2}} = 0,023 \text{ м}$$

Для того щоб забезпечити оптимальний режим руйнування ґрунту, нормальна складова швидкості підкидання V_m , але при зв'язаному ґрунті:

$$V_n = V_m \quad (3.8)$$

Через те, що нормальні складові швидкості ґрунту V_z і робочого органу V_m при співударі складаються то сумарна швидкість V не повинна перевищувати певного значення. Виходячи із вимог найбільш ефективного руйнування ґрунтового шару (з точки зору його сепарування), швидкість дії

активного деформатора повинна бути не менш 6 м/с. Однак стосовно викопування саджанців, при даній швидкості відбувається травмування кореневих систем, що недопустимо.

Значення нормальної складової V_n , яка забезпечує відрив частки ґрунту визначається співвідношенням.

$$V_n = \omega r \cdot \cos \omega t \quad (3.9)$$

$$\text{При } \cos \omega t = 1, \quad \text{а } \omega = \frac{\pi n}{30} \quad (3.10)$$

$$\omega = \frac{536 \cdot 3,14}{30} = 56 \text{ рад/с}$$

$$V_n = \frac{\pi \cdot n \cdot r}{30}; \quad (3.11)$$

$$V_n = \frac{3,14 \cdot 536 \cdot 0,0235}{30} = 1,32 \text{ м/с},$$

звідки:

$$r = \frac{30 \cdot V_n}{\pi \cdot n}; \quad (3.12)$$

$$r = \frac{30 \cdot 1,29}{3,14 \cdot 586} = 0,0235 \text{ м}$$

$$V_n = 0,023 \cdot 56 = 1,29 \text{ м/с}$$

Так як швидкість руху машини ми можемо змінювати в межах від 0,9-1,5 м/с, то ці дві умови швидкості будуть виконуватись.

Перевіряючи умови підкидання бачимо, що вони зберігаються при цій швидкості руху.

$$56^2 \cdot 0,025 \cdot \sin(56 \cdot 60) \geq 9,81 \cdot \cos 38$$

$$69,25 > 7,73$$

3.6 Визначення точки відриву шару ґрунту

При коливанні розпушувально-сепаруючого робочого органу неможливо задати йому такий режим, щоб в усіх точках по довжині робочого органу відбувався відрив шару ґрунту.

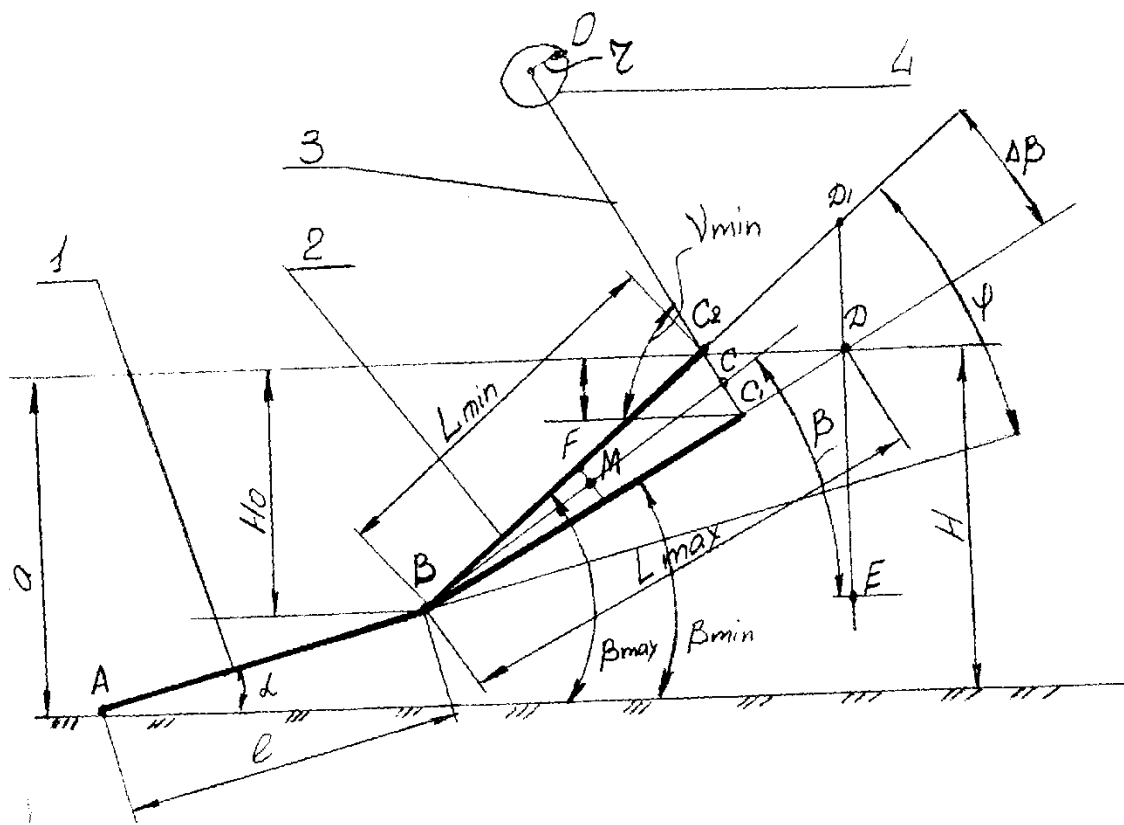


Рисунок 3.3. – Схема для аналізу коливального робочого органу:

1 – леміш; 2 – робочий орган; 3 – шатун; 4 – кривошип; H – глибина викопування; H_0 – глибина робочого органу; l – відстань місця закріплення робочого органу від носка леміша; φ – кут тертя; $\Delta\beta$ – кут коливання робочого органу; γ_{min} – кут передачі; L_{min} , L_{max} – мінімальна і максимальна довжина робочого органу; R – радіус кривошипу; β , β_{min} , β_{max} – кут встановлення робочого органу на дні борозни

Однак, чим ближче точка відриву шара до осі коливань, тим ефективніше руйнування і сепарування шару. Визначити цю відстань можна

при допустимому радіусі кривошипу за допомогою (рис. 3.3.) із співвідношення:

$$BF = \frac{FM \cdot BC_2}{C_2C}; \quad (3.13)$$

де $FM = r_{\min}$ – мінімальне значення радіуса, яке визначає початок підкидання, м;

$BC_2 = L_{\min}$ – мінімальна довжина робочого органу, м; $L_{\min} = 0,36$ м;

$C_2C = r$ – максимально-допустимий радіус кривошипа, м.

$$BF = \frac{0,023 \cdot 0,36}{0,025} = 0,331 \text{ м}$$

3.7 Визначення кута коливання робочого органу

Із трикутника ВДЕ

$$\beta_{\min} = \beta_{\max} - \Delta\beta \quad (3.14)$$

із трикутника ВСС₂

$$\sin \frac{\Delta\beta}{2} = \frac{C_2C}{BC_2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \Delta\beta}{2}}; \quad (3.15)$$

звідки

$$\cos \Delta\beta = 1 - \frac{2r^2}{L^2}; \quad (3.16)$$

або

$$\Delta\beta = \arccos 1 - \frac{2r^2}{L^2}; \quad (3.17)$$

Підставляючи значення з рівняння (3.17) в (3.14) одержимо:

$$\beta_{\min} = \beta_{\max} - \arccos 1 - \frac{2r^2}{L^2}; \quad (3.18)$$

Максимальний кут нахилу робочого органу визначають із виразу

$$\beta_{\max} = \alpha + \varphi, \quad (3.19)$$

де α - кут нахилу леміша при викопуванні саджанців, $\alpha = 15^\circ$;

φ - кут тертя ґрунту по сталі, $\varphi = 26,5^\circ$.

$$\beta_{\min} = (\alpha + \varphi) - \arccos 1 - \frac{2r^2}{L^2}; \quad (3.20)$$

$$\beta_{\min} = (26,5 + 15) - \arccos 1 - \frac{2 \cdot 0,025^2}{0,450^2} = 35,13^\circ$$

Відомо, що кут між осями шатуна і коромисла чотирьох ланкового механізму повинні бути близькими до 90° , інакше у шарнірі, створеному шатуном і коромислом, будуть з'являтися значні сили реакції. Нами прийнято положення центру обертання валу кривошипа виходячи із умов рівності кутів тиску в крайніх положеннях робочого органу (коромисла) .

В цьому разі мінімальний кут передачі, град:

$$\nu_{\min} = 90^\circ - \frac{\Delta\beta}{2}; \quad (3.21)$$

де $\Delta\beta$ - кут коливання робочого органу, град.

$$\nu_{\min} = 90 - \frac{35,31}{2} = 72,34^\circ.$$

В повздовжньо-вертикальній площі розпушувально-сепаруючий орган коливається в межах кута і розміщується під різними кутами до горизонталі; в середньому положенні під кутом β , верхньому $\beta_{\max}$, і нижньому $\beta_{\min}$.

Для створення у шарі ґрунту в максимальному ступені напруження розтягування, робочий орган в поперечно-вертикальній площині повинен розташовуватись до вертикалі під різними кутами. В середньому положенні площина робочого органу перпендикулярна вертикалі (рис.5.4.), тобто $\theta=90^\circ$. В нижньому положенні:

$$L\Theta_{\max} = L90^\circ + \frac{\Delta\Theta}{2}; \quad (3.22)$$

в верхньому положенні:

$$L\Theta_{\max} = L90^\circ - \frac{\Delta\Theta}{2} \quad (3.23)$$

де Θ - кут коливань робочого органу в поперечно-вертикальній площині.

$$L\Theta = 180^\circ + 2 \Theta_{\min}, \quad (3.24)$$

$$L\Theta = 180^\circ + 2 \cdot 77 = 334^\circ$$

3.8 Визначення потужності привода машини

Для того, щоб здійснити розрахунок кінематичної схеми необхідно знати потужність, яка необхідна для приводу робочих органів.

Так як ми маємо потужність трактора, знаходимо потужність, яка необхідна для тяги підкопуючого агрегату на глибині 40 см, Вт:

$$N = f \cdot G \cdot V + K \cdot a \cdot b \cdot V + E \cdot p \cdot a \cdot b \cdot V^3; \quad (3.25)$$

де f – коефіцієнт, який аналогічний коефіцієнту тертя, $f = 0,3 \dots 0,5$;

G – вага плуга, Н;

V – швидкість руху агрегату, км/год;

K – коефіцієнт питомого опору, $K = 25-40$;

a – ширина пласта, м; $a = 0,6$;

b – висота пласта, м; $b = 0,4$;

E – безрозмірний коефіцієнт, залежить від форми поверхні та ґрунта; $E = 0,2-0,3$;

p – щільність, кг/м³; $p = 800 \dots 900$ кг/м³.

$$N = 0,4 \cdot 8200 \cdot 3,5 + 30000 \cdot 0,4 \cdot 0,6 \cdot 3,5 + 0,25 \cdot 900 \cdot 0,4 \cdot 0,6 \cdot 3,5^3 = 39995,25 \text{ Вт}$$

Потужність на привід активних робочих органів залишається в межах 33 кВт і вона в свою чергу розділиться:

- 1) привід активного сепаруючого пристрою - 16,5 кВт;
- 2) привід теробильного апарату – 16,5 кВт

3.9 Перевірочний розрахунок кривошипного валу

Початкові данні: Потужність, що передається валом $N = 16,5$ кВт;

частота обертання $n = 536 \text{ хв}^{-1}$;

розміри ділянок: $a = 0,05$ м;

$b = 0,09$ м;

$h = 0,04$ м;

$l = 0,34$ м.

Рішення

Знаходимо силу діючу на шатун, Н:

$$P = \frac{N}{(a + b) \cdot \omega}; \quad (3.26)$$

де a, b – розміри ділянок, м;

ω - кутова швидкість, рад/с.

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}; \quad (3.37)$$

$$P = \frac{30 \cdot N}{(a + b) \cdot \pi \cdot n}; \quad (3.38)$$

$$P = \frac{30 \cdot 16500}{(0,05 + 0,09) \cdot 3,14 \cdot 536} = 2099,7 \text{ Н}$$

Знаходимо моменти M_1 та M_2 , Нм:

$$M_1 = P \cdot h, \quad (3.39)$$

$$M_1 = 2099,7 \cdot 0,04 = 83,99 \text{ Нм}$$

M_1 в свою чергу дорівнює M_2 :

$$M_1 = M_2 \quad (3.40)$$

$$\sum m_{(A)} = P(a+b) - R_B \cdot \ell = 0 \quad (3.41)$$

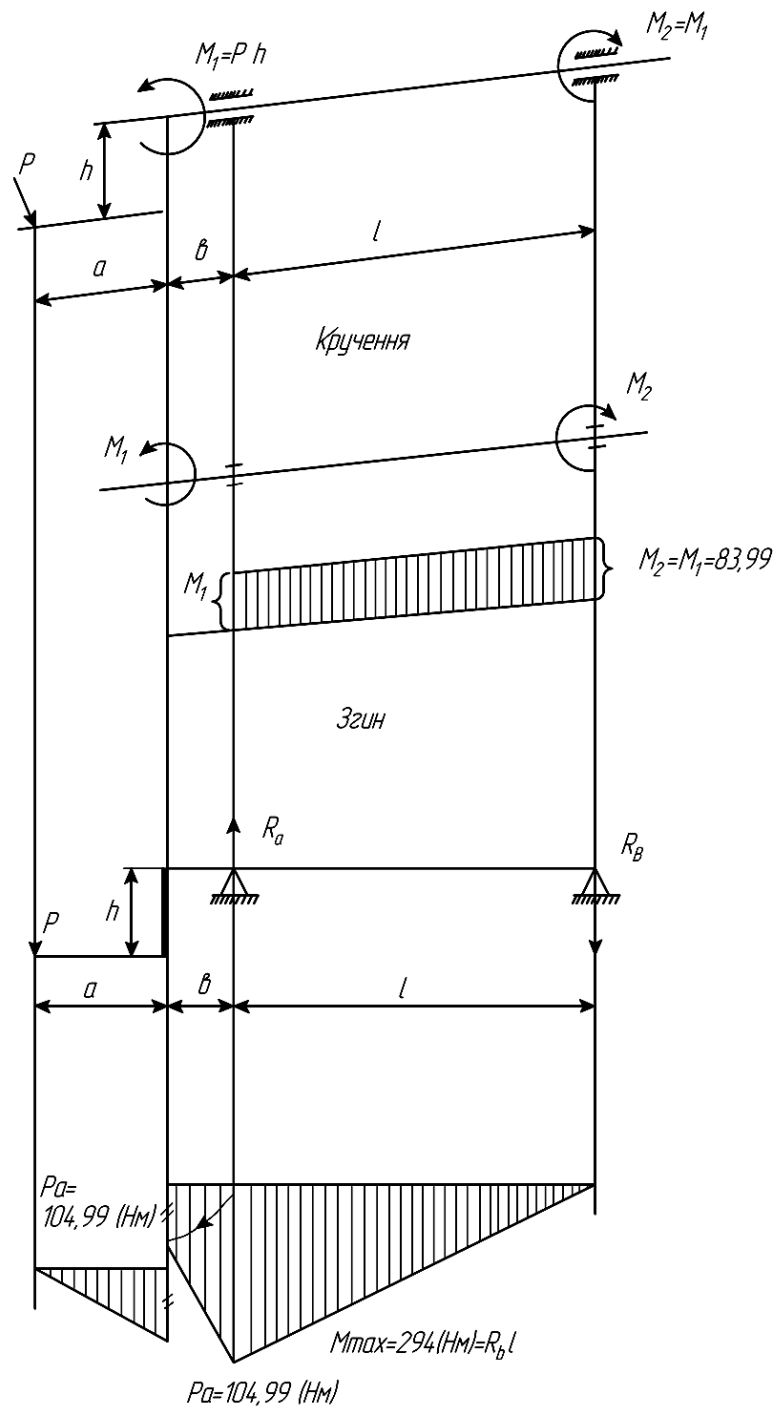


Рисунок 3.4 – Розрахункові епюри кривошипного валу

$$R_B = \frac{P(a + b)}{l}; \quad (3.42)$$

$$R_B = \frac{2099,8 \cdot (0,05 + 0,09)}{0,34} = 864,6 \text{ Н} \quad (3.43)$$

$$\sum m_{(B)} = P(a+b+\ell) - R_A \cdot \ell = 0$$

$$R_B = \frac{2099,8 \cdot (0,05 + 0,09 + 0,34)}{0,34} = 2964,4 \text{ Н}$$

Знаходимо реакції опор А та В для цього необхідно скласти рівняння рівноваги кожної точки.

Перевіряємо знайдені реакції опор за умовою:

$$\sum P_y = 0 \quad (3.44)$$

$$-p + R_A - R_B = 0 \quad (3.45)$$

$$-2099,8 + 2964,4 - 864,6 = 0$$

Для знаходження безпечного переріза вала будуємо епюру згасаючих моментів, а з неї знаходимо максимальний момент

Для знаходження розмірів поперечного перерізу складаємо умови міцності

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_{n_1}} \leq [\sigma], \quad (3.46)$$

де σ - нормальна напруга, мПа;

$M_{\max}$ – максимальний згинаючий момент, з епюри згинаючих моментів

$$M_{\max} = 294 \text{ Нм}$$

$[\sigma]$ - допустима напруга; беремо для сталі 30 $[\sigma] = 163 \text{ мПа}$;

W_n – вісьовий момент опору.

$$W_H = \frac{M_{\max}}{[\sigma]} \Rightarrow \frac{\pi \cdot d^3}{32}; \quad (3.47)$$

тут d – мінімально допустимий діаметр валу, м:

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot M_{\max}}{\pi \cdot [\sigma]}}; \quad (3.48)$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 294}{3,14 \cdot 163 \cdot 10^6}} = 0,026 \text{ м}$$

$$W_H = \frac{3,14 \cdot 0,026}{32} = 0,0000017$$

$$\sigma_n = \frac{294}{0,0000017} = 172941,17 \text{ Па}$$

Умова $\sigma < [\sigma]$ виконана, звідси мінімальний діаметр вала повністю задовольняє потреби умови.

При перевірці валу на згин та скручення бачимо, що він задовольняє усі умови.

3.10 Експлуатаційні розрахунки

Вихідні данні для розрахунку:

Марка трактору Т-130;

Кут підйому - 3°

Викопуючий пристрій ВП-0,6

Ширина захвату корпусу – 0,6м

Питомий опір знаряддя для підкопування $K_{пл}=74\text{кН/м}^2$

Глибина підкопки $h=0,4\text{м}$

Вага машини $m=8,2\text{кН}$

Робоча швидкість до 4км/год

Вага трактора – 130кН

1) По тяговій характеристиці трактора Т-130 знаходимо робочі передачі, швидкості яких знаходяться в діапазоні від V_{pmin} до V_{pmax} , та зносимо в таблицю 3.8.

Таблиця 3.8 – Основні параметри тягової характеристики трактору Т-130

Передача	Номінальне тягове зусилля на гаку $P_{\text{кр}}$, кН	Робоча швидкість руху км/год
I	94	3,17
II	77	3,77

Дані взяті при роботі без ходозменшувача.

2) Для вибраних передач знаходимо тяговий опір, який викликає підкопуючий робочий орган, кН:

$$R_{\text{кор}} = K_{\text{nhv}} \cdot b_{\text{кор}} \cdot \beta \cdot h + g_{\text{кор}} \cdot i \cdot c \quad (3.49)$$

де K_{nhv} – питомий опір по перерізу пласта для зворотної швидкості руху, кН.

$$K_{\text{плv}} = K_{\text{пл}} [1 + \Delta C (V_{\text{pi}} - V_0)] \quad (3.50)$$

де $K_{\text{пл}}$ – питомий опір, кН;

ΔC – коефіцієнт враховуючий збільшення питомого опору при збільшенні швидкості руху агрегату на 1км/год , ($\Delta C = 0,02-0,04$)

V_{p} – робоча швидкість руху, км/год;

V_0 – швидкість руху при якій встановлено значення $K_{\text{пл}}$; $V_0 = 2,5 \text{ км/год}$.

Для першої передачі:

$$K_{\text{плv1}} = 74 [1 + 0,05 \cdot (2,5 - 2,5)] = 74 \text{ кН}$$

Для другої передачі:

$$K_{плv2} = 74 [1 + 0,05 \cdot (3,8 - 2,5)] = 78,81 \text{ кН}$$

β – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату, $\beta = 1,05 \dots 1,1$;

$g_{кор}$ – вага знаряддя, кН;

C – коефіцієнт враховуючий вагу ґрунту на робочих органах,

$$C = 1,1 \dots 1,2.$$

$$R_{корп1} = 74 \cdot 1 \cdot 1,07 \cdot 0,4 + 8,2 \cdot 0,03 \cdot 1,15 = 59,96 \text{ кН}$$

$$R_{корп2} = 78,81 \cdot 1 \cdot 1,07 \cdot 0,4 + 8,2 \cdot 0,03 \cdot 1,15 = 62,02 \text{ кН}$$

3) Визначаємо кількість робочих органів, які нормально завантажать трактор на вибраній передачі, шт:

$$n_{кор} = \frac{(P_{крн} - \sigma_{э} \cdot i) \cdot \lambda_p}{R_{кор}}; \quad (3.51)$$

де $\sigma_{э}$ – експлуатаційна вага трактора, кН;

i – кут підйому, $i = 0,03$;

λ_p – коефіцієнт використання тягового зусилля трактора, $\lambda_p = 0,85 \dots 0,9$.

$$n_{кор1} = \frac{(94 - 130 \cdot 0,03) \cdot 0,9}{59,96} = 1,35 \text{ шт.}$$

$$n_{кор2} = \frac{(77 - 130 \cdot 0,03) \cdot 0,9}{62,02} = 1,061 \text{ шт.}$$

Кожне знайдене значення $n_{кор}$ необхідно округлити до цілого меншого числа, але так як ці значення після округлення будуть рівні, то розрахунок будемо проводити з неокругленими числами.

4) Визначаємо тяговий опір, кН:

$$R_{\text{пл}} = K_{\text{пхв}} \cdot b_{\text{кор}} \cdot \beta \cdot h \cdot n_{\text{кор}} + g_{\text{кор}} \cdot n_{\text{кор}} \cdot i \cdot c \quad (3.52)$$

$$R_{\text{пл}1} = 59,96 \cdot 0,6 \cdot 1,07 \cdot 0,4 \cdot 1,35 + 8,2 \cdot 1,35 \cdot 0,03 \cdot 1,15 = 59,02 \text{ кН}$$

$$R_{\text{пл}2} = 62,02 \cdot 0,6 \cdot 1,07 \cdot 0,4 \cdot 1,06 + 8,2 \cdot 1,06 \cdot 0,03 \cdot 1,15 = 48,63 \text{ кН}$$

5) Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора на вибраній передачі:

$$\lambda_p = \frac{R_{\text{пл}}}{P_{\text{крн}} - \sigma_{\text{э}} \cdot i}; \quad (3.53)$$

$$\lambda_{p1} = \frac{59,02}{94 - 130 \cdot 0,03} = 0,654$$

$$\lambda_{p2} = \frac{48,63}{77 - 130 \cdot 0,03} = 0,65$$

6) По знайденим значенням $R_{\text{пл}}$ знаходимо робочу швидкість V_p (км/год), та годинну витрату палива G_t , кг/год:

$$V_{p1} = 2,5 \text{ км/год}$$

$$G_t = 20,5 \text{ кг/год}$$

$$V_{p2} = 3,8 \text{ км/год}$$

$$G_t = 18,07 \text{ кг/год}$$

7) Визначаємо годинну продуктивність, га/год:

$$W = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p; \quad (3.54)$$

де B_p – робоча ширина захвату, м;

$$W_1 = 0,1 \cdot 0,6 \cdot 2,5 = 0,15 \text{ га/год}$$

$$W_2 = 0,1 \cdot 0,6 \cdot 3,8 = 0,23 \text{ га/год}$$

8) Визначаємо погектарну витрату палива, кг/га:

$$(3.55)$$

$$g_w = \frac{G_T}{W};$$

$$g_{w1} = \frac{20,5}{0,15} = 136,6 \text{ кг/га}$$

$$g_{w2} = \frac{18,07}{0,23} = 78,57 \text{ кг/га}$$

Аналізуючи результати обчислення ми можемо зробити висновок, що трактор Т-130 краще експлуатувати на II передачі, так як тут кращі показники по продуктивності та витраті палива.

Обчислення режиму роботи агрегату на загінці

Початкові данні:

швидкість руху, км/год – 3,8

розміри ділянки, м:

довжина - 100

ширина – 50

1) Тривалість робочого ходу агрегату, хв:

$$t_p = \frac{0,06 \cdot L_p}{V_p}; \quad (3.56)$$

де L_p – довжина робочого ходу без урахування розворотних полос, м

V_p – робоча швидкість руху агрегату, км/год.

$$t_p = \frac{0,06 \cdot 80}{3,8} = 1,3 \text{ хв.}$$

2) Тривалість одного холостого повороту, хв:

$$t_p = \frac{0,06 \cdot l_x}{V_x} \quad (3.57)$$

де l_p – довжина холостого повороту агрегату залежить від виду холостого повороту та радіуса повороту агрегату, м;

V_p – швидкість руху агрегату при холостих поворотах (заїздах), км/год, із міркувань безпеки руху та здійснення холостих поворотів рекомендується прийняти рівним 5-7 км/год.

$$t_p = \frac{0,06 \cdot 20}{6} = 0,2 \text{ хв.}$$

Усі обчисленні значення режимів роботи агрегату зведені в таблиці

3) Виділяємо елементи, характеризуючи циклічність роботи агрегату на загінці, та розраховуємо час одного циклу, хв:

$$t_{\text{ц}} = t_p + t_x + t_{\text{оч}}, \quad (3.58)$$

де $t_{\text{оч}}$ – час необхідний на очистку робочих органів; $t_{\text{оч}} = 0,5 \dots 1$ хв

$$t_{\text{ц}} = 1,3 + 0,2 + 0,8/2 = 1,9 \text{ хв}$$

4) Можлива кількість циклів за зміну обчислюється [28]:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{см}} - T_{\text{н.ц}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (3.59)$$

де $T_{\text{см}}$ – тривалість зміни, хв. Приймаємо $T_{\text{см}} = 420$ хв;

$T_{\text{н.ц}}$ – витрати часу зміни на не циклові елементи роботи агрегату, хв.

Може вимагати в себе такі елементи: виїзд і в'їзд агрегату на загінку на початку та вкінці зміни (t_3, t_6), контроль якості роботи механізатором і кінцеве, або додаткове регулювання робочих органів (t_x), серед змінне т.о. агрегату (t_o), короткочасний відпочинок механізатора, особисті потреби (t_{ϕ}), та інші, що не повторюються циклічно, але зв'язані з технологією та правилами роботи агрегату витратами часу.

$$T_{н.ц} = t_3 + t_k + t_o + t_{\phi} + t_b + t_{оч}; \quad (3.60)$$

$$T_{н.ц} = 15 + 10 + 10 + 20 + 15 + 0,8/2 = 70,4 \text{ хв}$$

$$n_{ц} = \frac{420 - 70,4}{1,9} = 184$$

Значення елементів часу зміни t_3 , t_k , t_b приймаємо на основі дослідних даних, а t_o і t_{ϕ} по нормативним даним.

Уточнюємо баланс часу роботи агрегату на загонці:

$$T_{заг} = n_{ц} t_{ц} + T_{н.ц}; \quad (3.61)$$

$$T_{заг} = 184 \cdot 1,9 + 70,4 = 420 \text{ хв}$$

5) Визначення показників ефективності використання агрегату на загонці

Коефіцієнт використання часу роботи агрегату на загінці:

$$\tau = \frac{T_p}{T_{заг}}; \quad (3.62)$$

$$\tau = \frac{349,6}{420} = 0,84$$

Продуктивність за годину змінного часу:

$$W_r = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau; \quad (3.63)$$

$$W_r = 0,1 \cdot 0,6 \cdot 3,8 \cdot 0,84 = 0,19 \text{ га/год}$$

Витрати праці люд-год/га:

$$З_T = \frac{n}{W_r}, \quad (3.64)$$

де n – кількість працівників, що обслуговують агрегат, люд; $n = 1$

$$C_0 = \frac{1}{0,19} = 5,26 \text{ люд-год/га}$$

Площа ділянки обробленої за заміну, га:

$$F_{\text{заг}} = \frac{W_r \cdot T_{\text{заг}}}{60}; \quad (3.65)$$

$$F_{\text{заг}} = \frac{0,19 \cdot 420}{60} = 1,33 \text{ га}$$

Погектарна витрата палива, кг/га:

$$g = \frac{G_p \cdot T_p + G_x \cdot T_x + G_0 \cdot T_0}{60 \cdot F_{\text{заг}}}, \quad (3.66)$$

$$T_p = t_p \cdot n_{\text{ц}}; \quad (3.67)$$

$$T_p = 1,3 \cdot 184 = 239,2 \text{ хв}$$

T_x – сумарна тривалість часу руху агрегату на холостих ходах, хв.

$$T_x = t_x \cdot n_{\text{ц}} + t_3 + t_b; \quad (3.68)$$

$$T_x = 0,2 \cdot 184 + 15 + 15 = 66,8 \text{ хв}$$

$$T_0 = t_{\text{оч}} \cdot n_{\text{ц}} + t_{\phi} + t_0 + t_k; \quad (3.69)$$

$$T_0 = 0,4 \cdot 184 + 20 + 10 + 10 = 113,6 \text{ хв}$$

$$g = \frac{18,07 \cdot 239,2 + 12,4 \cdot 66,8 + 10 \cdot 113,6}{60 \cdot 1,33} = 78,9 \text{ кг/га}$$

В результаті розрахунку визначені режими роботи трактора Т-130 на другій передачі і деякі показники ефективності використання агрегату.

Висновки

Для розробки викопувально-сепаруючого органу необхідно врахувати фізико-механічні властивості саджанців, а у особливості в умовах зрошувального садівництва, які відрізняються сильним ростом. Висота основних із них перевищує вимоги стандарту.

Також, для якісного вибирання саджанців ми ураховуємо розміщення центру ваги, яке впливає на стійкість при дії на нього активного робочого органу. Конусність основних коренів саджанців перевищує конусність пагона в 1,3-2 рази.

Після проведених досліджень на тертя матеріалу по різних поверхнях найбільш якісною є резина, яку ми і використовуємо у теребільному транспортері.

Із проведених раніше досліджень відомо, що опір саджанців витягування після підкопування їх пасивними робочими органами складає 685-1065 Н, а при підкопці активними 45,7-236,4 Н.

Таким чином для безпечного стиснення стволиків саджанців при механічному витягуванні їх із підкопаного пласту, засилля затиснення повинне бути в межах 320-500 Н.

Приведені математичні залежності дозволили обґрунтувати амплітуду і частоту коливань робочого органу, кут встановлення його до горизонту; кут коливань робочого органу; допустимий радіус кривошипу, при якому відбувається ефективне руйнування і сепарування ґрунту без пошкоджень кореневої системи саджанців:

частота коливань, с^{-1}	8,93
кут встановлення робочого органу до горизонту: $\beta_{\max}$	41,5
$\beta_{\min}$	35,13
кут коливань робочого органу, град	7°
допустимий радіус кривошипу, м	0,025

В результаті роботи над розділом розрахована потужність кінематичної схеми і самого тягового агрегату, необхідна для тяги виконуючої машини. Виконано перевірочний розрахунок кривошипного валу, в якому знайдений найбільший руйнівний момент і місце прикладання його, для цього місця. Розрахований найменш допустимий діаметр валу.

Представлена технологія викопки саджанців, обчислений агрегат на двох різних передачах на I і II без ходу зменшувача і результаті розрахунку найбільш кращі показники агрегат показав на II передачі:

Робоча швидкість руху, км/год	3,5
Коефіцієнт використання тягового зусилля	0,65
Продуктивність агрегата, га/год	0,19
Витрата палива, кг/га	78,9
Витрати праці, люд-год/га	5,26

4 НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАХИСТ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Механізоване підкопування саджанців належить до технологічних процесів підвищеної небезпеки, оскільки поєднує роботу мобільних машинно-тракторних агрегатів, ріжучих і заглиблювальних робочих органів, а також ручні операції з вибирання та сортування рослин. Наявність рухомих частин, значних тягових зусиль, можливість викиду ґрунту і рослинних решток, а також робота на відкритому повітрі за змінних погодних умов створюють комплекс виробничих ризиків, що потребують чіткої організації охорони праці.

Дотримання вимог безпеки під час механізованого підкопування є обов'язковою умовою збереження життя і здоров'я працівників, запобігання виробничому травматизму, аваріям техніки та зниження негативного впливу на навколишнє середовище. Система заходів з охорони праці включає організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні та індивідуальні заходи захисту.

1. Загальні положення з охорони праці

До виконання робіт допускаються особи, які:

- досягли 18-річного віку;
- пройшли медичний огляд;
- мають відповідну кваліфікацію та посвідчення тракториста-машиніста;
- пройшли інструктажі з охорони праці (вступний, первинний, повторний).

Працівники повинні:

- знати будову та принцип роботи машин;
- володіти навичками безпечної експлуатації агрегату;
- дотримуватись правил внутрішнього трудового розпорядку;
- негайно повідомляти про несправності та небезпечні ситуації.

Забороняється допуск до роботи осіб у стані алкогольного, наркотичного або медикаментозного сп'яніння.

2. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори

При виконанні робіт можливі такі небезпеки:

- травмування рухомими частинами машин;
- наїзд або перекидання агрегату;
- ураження гострими робочими органами;
- викид каміння та ґрунту;
- підвищений рівень шуму та вібрації;
- запиленість повітря;
- несприятливі метеорологічні умови.

Урахування цих факторів є основою для розробки заходів безпеки.

3. Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком робіт необхідно:

- провести зовнішній огляд агрегату;
- перевірити технічний стан трактора і машини;
- переконатися у справності гальмівної системи, рульового управління;
- перевірити кріплення робочих органів.

Перевірити:

- рівень палива, масла, охолоджувальної рідини;
- справність гідравлічної системи;
- наявність захисних кожухів.

Оцінити стан поля:

- відсутність сторонніх предметів (каміння, металеві предмети);
- рівність поверхні;
- безпечні умови для руху агрегату.

Переконатися у наявності засобів пожежогасіння та аптечки.
Забороняється починати роботу при виявленні несправностей.

4. Вимоги безпеки під час роботи

Під час виконання підкопування необхідно дотримуватись таких правил:

- працювати лише на справному агрегаті;
- дотримуватись встановленої швидкості руху;

- уникати різких маневрів;
- не допускати перебування людей у зоні дії робочих органів;
- не залишати працюючий агрегат без нагляду;
- не виконувати регулювання під час руху машини.

Відстань між агрегатом і працівниками повинна бути не меншою за 5–10 м. Особливо небезпечними є операції повороту і розвороту агрегату.

5. Вимоги безпеки при обслуговуванні агрегату

Обслуговування машин дозволяється лише після:

- повної зупинки двигуна;
- опускання робочих органів на землю;
- вимкнення передач.

Забороняється:

- очищати робочі органи руками під час руху;
- працювати без захисних кожухів;
- виконувати ремонт під піднятою машиною без підставок.

При необхідності очищення використовують спеціальні інструменти (гачки, щітки).

6. Вимоги до роботи на схилах і складних умовах

При роботі на схилах необхідно:

- рухатися вздовж горизонталей;
- уникати крутих поворотів;
- не перевищувати допустимий кут нахилу (до 8...10°).

На вологих або пухких ґрунтах:

- зменшують швидкість руху;
- контролюють стійкість агрегату;
- уникають пробуксовування.

7. Вимоги пожежної безпеки

Основні вимоги:

- не допускати витоку палива;
- заправку проводити при заглушеному двигуні;

- не палити поблизу техніки;
- мати вогнегасник у справному стані.

У разі виникнення пожежі:

- негайно зупинити агрегат;
- вимкнути двигун;
- використати засоби пожежогасіння;
- викликати відповідні служби.

8. Засоби індивідуального захисту

Працівники повинні бути забезпечені:

- спецодягом;
- захисним взуттям;
- рукавицями;
- захисними окулярами;
- засобами захисту слуху (при необхідності).

Одяг не повинен мати вільних елементів, які можуть потрапити в рухомі частини.

9. Вимоги після закінчення роботи

Після завершення робіт необхідно:

- очистити машину від ґрунту і рослинних решток;
- перевірити технічний стан агрегату;
- провести технічне обслуговування;
- поставити техніку на відведене місце;
- повідомити про виявлені несправності.

10. Дії у разі аварійних ситуацій

У разі виникнення небезпечної ситуації необхідно:

- негайно зупинити агрегат;
- вимкнути двигун;
- вивести людей із небезпечної зони;
- надати першу допомогу потерпілим;
- повідомити керівництво.

При травмуванні:

- зупинити кровотечу;
- забезпечити нерухомість ушкодженої частини тіла;
- викликати медичну допомогу.

11. Організаційні заходи безпеки

Для підвищення рівня безпеки необхідно:

- проводити регулярні інструктажі;
- контролювати технічний стан машин;
- впроваджувати сучасні засоби захисту;
- забезпечувати належні умови праці.

12. Вимоги екологічної безпеки

Під час виконання робіт необхідно:

- уникати забруднення ґрунту паливно-мастильними матеріалами;
- мінімізувати руйнування структури ґрунту;
- дотримуватись раціонального використання ресурсів.

Висновки

Дотримання вимог охорони праці та техніки безпеки при механізованому підкопуванні саджанців є обов'язковою умовою ефективного та безпечного виконання технологічного процесу. Комплекс заходів, що включає правильну організацію робіт, технічну справність машин, використання засобів індивідуального захисту та контроль за виконанням правил безпеки, дозволяє значно знизити ризик травматизму та аварій.

Систематичне вдосконалення умов праці, підвищення рівня підготовки персоналу та впровадження сучасних технологій є запорукою безпечної експлуатації машинно-тракторних агрегатів у розсадництві.

5 ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНІ

Економічна ефективність впровадження нових технічних засобів у технологічні процеси розсадництва є одним із ключових критеріїв доцільності їх використання. Механізоване підкопування саджанців, порівняно з ручним способом, дозволяє суттєво зменшити витрати живої праці, скоротити строки виконання робіт, підвищити продуктивність та покращити якість садивного матеріалу.

Запропонований пристрій для підкопування саджанців забезпечує більш дбайливе відокремлення рослин від ґрунту, зменшує пошкодження кореневої системи та дозволяє підвищити рівень механізації процесу. У зв'язку з цим доцільним є проведення розрахунку економічної ефективності його впровадження шляхом порівняння базового (ручного або маломеханізованого) та нового варіантів технології.

Основними показниками економічної оцінки є собівартість виконання операції, продуктивність праці, витрати палива, а також річний економічний ефект від впровадження нового пристрою.

Значення вихідні представлені в додатку А

$$K_{\text{НГ}} = \frac{W_{\text{СЕЗ}}}{W_{\text{ГОД}}} = \frac{10}{0,16} = 62,5 \text{ год.} \quad K_{\text{НГ}} = \frac{W_{\text{СЕЗ}}}{W_{\text{ГОД}}} = \frac{10}{0,19} = 52,63 \text{ год.} \quad (5.1)$$

$$B_{\text{П}} = K_{\text{НГ}} \cdot n = 62,5 \cdot 2 = 125 \text{ год.} \quad B_{\text{П}} = K_{\text{НГ}} \cdot n = 52,63 \cdot 1 = 52,63 \text{ год.} \quad (5.2)$$

$$\Pi = \frac{C_{\text{Т}}}{W_{\text{ГОД}}} \cdot K_1 \cdot K, \quad (5.3)$$

$$\Pi = 1237,5 \text{ грн./г}$$

$$\Pi = 521,05 \text{ грн./га}$$

$$\text{Т} \quad A_{\text{ТР}} = \frac{990000 \cdot 15}{10 \cdot 1000 \cdot 0,16} = 9281,75$$

$$A_{\text{ТР}} = \frac{990000 \cdot 15}{10 \cdot 1000 \cdot 0,19} = 7815,78$$

$$M \quad A_M = \frac{81000 \cdot 12}{10 \cdot 500 \cdot 0,16} = 1215$$

$$A_M = \frac{85000 \cdot 12}{10 \cdot 500 \cdot 0,19} = 1098,93$$

$$B_{\Pi MM} = 90 \cdot 81,3 = 7317$$

$$B_{\Pi MM} = 90 \cdot 78,9 = 7101$$

$$B = \frac{B_B \cdot (\alpha_{TO} + \alpha_3 + \alpha_{TP})}{100 \cdot K_{HF} \cdot W_{ГОД}}, \quad (5.4)$$

$$T \quad B_{TP} = \frac{990000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{10 \cdot 62,5 \cdot 0,16} = 190080$$

$$B_{TP} = \frac{990000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{10 \cdot 52,63 \cdot 0,19} = 190098,9$$

$$M \quad B_M = \frac{81000 \cdot (8 + 0,2)}{10 \cdot 62,5 \cdot 0,16} = 6642$$

$$B_M = \frac{85000 \cdot (8 + 0,2)}{10 \cdot 52,63 \cdot 0,19} = 7134,69$$

$$E_B = 1237,5 + 10496,25 + 7317 + 196722 = 215772,75$$

$$E_B = 521,05 + 8914,68 + 7101 + 197233,59 = 213770,32$$

$$E_{\Sigma} = E_B \cdot W_{CE3} = 215772,75 \cdot 10 = 21577275 \quad E_{\Sigma} = 213770,32 \cdot 10 = 21377032 \text{ грн.}$$

$$T: K_B = \frac{B_B}{W_{CE3}} = \frac{990000}{10} = 99000$$

$$K_B = \frac{990000}{10} = 99000$$

$$M: K_B = \frac{81000}{10} = 8100$$

$$K_B = \frac{85000}{10} = 8500$$

$$\Pi_B = 215772,75 + 0,15 \cdot 107100 = 231837,75$$

$$\Pi_B = 229886,32 + 0,15 \cdot 107500 = 229895,32$$

$$\Pi_{B\Sigma} = 231837,75 \cdot 10 = 23183775$$

$$\Pi_{B\Sigma} = 229895,32 \cdot 10 = 22989532$$

$$E_E = 23183775 - 22989532 = 194243$$

$$N = 0,1$$

Висновки

У результаті проведених розрахунків встановлено, що впровадження механізованого пристрою для підкопування саджанців є економічно доцільним та ефективним рішенням.

Річний економічний ефект від впровадження пристрою становить 194243, що свідчить про високу ефективність його використання. Термін окупності пристрою становить менше 1 місяця, що підтверджує його високу економічну привабливість.

Отже, впровадження пристрою для механізованого підкопування саджанців є ефективним як з економічної, так і з організаційно-технологічної точки зору та може бути рекомендоване для широкого застосування у розсадницьких господарствах.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Аналіз господарської діяльності свідчить, що з економічно сильного, воно перетворилося в низькорентабельне, збиткове господарство. В результаті зменшення кількості середньорічних робітників зайнятих в сільському господарстві, виникає необхідність в розробці і реалізації механізованих засобів для виключення або полегшення ручної праці на працемістких операціях, наприклад на викопці саджанців в розсадника машинами з активним робочим органом, механізованим шляхом.

2. Дотримання агротехнічних вимог до підкопування саджанців є необхідною умовою отримання високоякісного садивного матеріалу та забезпечення його високої приживлюваності. Комплексний підхід, що включає оптимізацію строків виконання робіт, правильний вибір режимів роботи машин, врахування ґрунтових умов та біологічних особливостей рослин, дозволяє значно підвищити ефективність технологічного процесу.

3. Використання сучасних механізованих засобів у поєднанні з дотриманням агротехнічних вимог забезпечує зниження трудомісткості робіт, підвищення продуктивності та покращення якості підкопування, що є важливим фактором розвитку сучасного розсадництва.

Аналіз існуючих конструкцій машин для підкопування саджанців показує, що розвиток технічних засобів спрямований на підвищення рівня механізації, продуктивності та якості виконання технологічного процесу. Найпростішими є плугові знаряддя, однак вони не забезпечують високої якості викопування. Найбільш ефективними є транспортерні та комбіновані машини, які дозволяють значно знизити трудомісткість і підвищити продуктивність. Подальший розвиток конструкцій пов'язаний із впровадженням активних робочих органів, автоматизації та адаптації машин до різних умов вирощування саджанців. Це дозволить забезпечити високу якість садивного матеріалу та ефективність виробництва у сучасних розсадниках. Таким чином, проблема пошуку оптимального розпушувального-сепаруючого органу не

вирішена. Це пояснюється не тільки різноманітністю механічного складу ґрунтів розсадника, але і тим, що конструювання значної кількості проводилось без необхідних досліджень. Тому і вирішили розробити машину з активним робочим органом, яка б відповідала цим потребам.

4. Для розробки викопувально-сепаруючого органу необхідно врахувати фізико-механічні властивості саджанців, а у особливості в умовах зрощувального садівництва, які відрізняються сильним ростом. Висота основних із них перевищує вимоги стандарту. Також, для якісного вибирання саджанців ми урахуємо розміщення центру ваги, яке впливає на стійкість при дії на нього активного робочого органу. Конусність основних коренів саджанців перевищує конусність пагона в 1,3-2 рази. Після проведених досліджень на тертя матеріалу по різних поверхнях найбільш якісною є резина, яку ми і використовуємо у теребільному транспортері. Таким чином для безпечного стиснення стволиків саджанців при механічному витягуванні їх із підкопаного пласту, засилля затиснення повинне бути в межах 320-500 Н.

Приведені математичні залежності дозволили обґрунтувати амплітуду і частоту коливань робочого органу, кут встановлення його до горизонту; кут коливань робочого органу; допустимий радіус кривошипу, при якому відбувається ефективно руйнування і сепарування ґрунту без пошкодження кореневої системи саджанців:

частота коливань, c^{-1}	8,93
кут встановлення робочого органу до горизонту: β_{max}	41,5
β_{min}	35,13
кут коливань робочого органу, град	7°
допустимий радіус кривошипу, м	0,025

В результаті роботи над розділом розрахована потужність кінематичної схеми і самого тягового агрегату, необхідна для тяги виконуючої машини. Виконано перевірочний розрахунок кривошипного валу, в якому знайдений найбільший руйнівний момент і місце прикладання його, для цього місця.

Розрахований найменш допустимий діаметр валу.

Представлена технологія викопки саджанців, обчислений агрегат на двох різних передачах на I і II без ходу зменшувача і результаті розрахунку найбільш кращі показники агрегат показав на II передачі:

Робоча швидкість руху, км/год	3,5
Коефіцієнт використання тягового зусилля	0,65
Продуктивність агрегата, га/год	0,19
Витрата палива, кг/га	78,9
Витрати праці, люд-год/га	5,26

5. Дотримання вимог охорони праці та техніки безпеки при механізованому підкопуванні саджанців є обов'язковою умовою ефективного та безпечного виконання технологічного процесу. Комплекс заходів, що включає правильну організацію робіт, технічну справність машин, використання засобів індивідуального захисту та контроль за виконанням правил безпеки, дозволяє значно знизити ризик травматизму та аварій. Систематичне вдосконалення умов праці, підвищення рівня підготовки персоналу та впровадження сучасних технологій є запорукою безпечної експлуатації машинно-тракторних агрегатів у розсадництві.

6. У результаті проведених розрахунків встановлено, що впровадження механізованого пристрою для підкопування саджанців є економічно доцільним та ефективним рішенням. Річний економічний ефект від впровадження пристрою становить 194243, що свідчить про високу ефективність його використання. Термін окупності пристрою становить менше 1 місяця, що підтверджує його високу економічну привабливість.

Отже, впровадження пристрою для механізованого підкопування саджанців є ефективним як з економічної, так і з організаційно-технологічної точки зору та може бути рекомендоване для широкого застосування у розсадницьких господарствах.

ЛІТЕРАТУРА

1. Землеробство і рослинництво : підручник / за ред. В. Ф. Писаренка. Київ : Урожай, 2018. 512 с.
2. Лісові розсадники України : навч. посібник / О. І. Бондар, В. П. Ткач. Київ : Либідь, 2017. 368 с.
3. Механізація сільського господарства : підручник / М. І. Черновол, В. А. Савченко. Харків : ХНТУСГ, 2019. 420 с.
4. Пономаренко С. В. Розсадництво декоративних і плодових культур. Київ : Аграрна наука, 2020. 295 с.
5. Садівництво України : навчальний посібник / В. К. Сидоренко. Київ : Урожай, 2016. 384 с.
6. Технології вирощування садивного матеріалу / І. П. Кравець, О. М. Литвин. Львів : ЛНАУ, 2018. 276 с.
7. Машини для садівництва і розсадництва : навч. посібник / П. Г. Василенко. Київ : Вища школа, 2017. 312 с.
8. Кузьменко В. І. Механізація виробництва садивного матеріалу. Харків : ХНТУСГ, 2021. 340 с.
9. ДСТУ 4525:2006. Саджанці плодових культур. Технічні умови. Київ : Держспоживстандарт України, 2006. 18 с.
10. ДСТУ 2147-93. Саджанці декоративних дерев і кущів. Технічні умови. Київ, 1993. 14 с.
11. Коломієць О. М. Технологія розсадництва лісових культур. Київ : НАУ, 2019. 310 с.
12. Шевчук П. І. Основи агротехніки плодових культур. Київ : Урожай, 2015. 402 с.
13. Гончарук І. В. Машини і обладнання для рослинництва. Київ : Агроосвіта, 2020. 450 с.
14. Мельник А. П. Сучасні технології вирощування саджанців. Львів : Світ, 2021. 280 с.

15. Ткаченко В. Г. Основи садівництва і розсадництва. Харків : ХДАУ, 2016. 365 с.
16. Білоус В. В. Експлуатація машин у садівництві. Київ : Вища школа, 2018. 298 с.
17. Саджанці плодових культур: вирощування і стандартизація / О. М. Лозовий. Київ : Аграрна освіта, 2019. 260 с.
18. Сільськогосподарські машини : підручник / за ред. М. І. Губенка. Київ : Урожай, 2017. 540 с.
19. Кравченко Ю. П. Інтенсивні технології розсадництва. Київ : Аграрна наука, 2020. 330 с.
20. Волков С. М. Механізація садівничих робіт. Харків : ХНТУСГ, 2018. 310 с.
21. Методика оцінки якості садивного матеріалу / І. В. Лисенко. Київ : НААН України, 2019. 120 с.
22. Рослинництво : підручник / В. І. Власенко. Київ : Урожай, 2016. 480 с.
23. Система машин для садівництва / О. С. Петров. Київ : Агроосвіта, 2021. 370 с.
24. Підкопування і викопування саджанців у розсадниках / М. П. Дяченко. Львів : ЛНАУ, 2018. 210 с.
25. Технологічні процеси в розсадництві / С. О. Коваленко. Київ : НАУ, 2020. 290 с.
26. Машини для викопування садивного матеріалу : довідник / В. М. Романенко. Харків : ХНТУСГ, 2017. 180 с.
27. Агротехніка плодових культур / Л. І. Бондаренко. Київ : Урожай, 2015. 400 с.
28. Експлуатація сільськогосподарських машин / В. П. Гринько. Київ : Вища школа, 2019. 520 с.
29. Сучасні технології садівництва України / за ред. О. В. Сидорчука. Київ : Аграрна наука, 2021. 360 с.

30. Інноваційні підходи у розсадництві / І. М. Левченко. Київ : НАУ, 2022. 240 с.
31. Патент України на корисну модель № 10844. Робочий орган для викопування саджанців. 25.12.1996.
32. Патент України на корисну модель № 81010. Машина для розкриття кореневої системи маточних рослин клонових підщеп. 26.11.2007.
33. Патент України на корисну модель № 84225. Машина для весняного відкриття маточних рослин клонових підщеп. 25.09.2008.
34. Патент України на корисну модель № 85018. Машина для викопування рослин у плодових та ягідних розсадниках. 10.12.2008.
35. Патент України на корисну модель № 84234. Пристрій для внесення гербіцидів у пристовбурно-міжстовбурні смуги саду. 25.09.2008.
36. Патент України на корисну модель № 65931. Піскоуловлювач (суміжна техніка для підготовки ґрунтів). 26.12.2011.
37. Патент України на корисну модель № 63578. Коренеплодовикопувальний пристрій. 10.10.2011.
38. Патент України на корисну модель № 100179. Самохідна сільськогосподарська машина для внесення добрив. 26.11.2012.
39. Патент України на корисну модель № 126138. Спосіб вирощування огірка у відкритому ґрунті (технологічно суміжний агропроцес). 2018.
40. Патент України на корисну модель № 135757. Спосіб захисту насаджень малини від ураження сірою гниллю. 2019.
41. Патент України на корисну модель № 141260. Спосіб визначення генотипово обумовленої групи стиглості рослин. 2020.
42. Патент України на корисну модель № 147540. Спосіб удобрення огірка у відкритому ґрунті. 2021.
42. Патент України на корисну модель № 155165. Спосіб виготовлення цукатів з плодів черешні та вишні. 2024.
43. Патент України на корисну модель № 156201. Машина для садіння картоплі з одночасним внесенням органічних добрив. 2024.

44. Патент України на корисну модель № 159871. Комбінований подрібнювач рослинних залишків. 2025.

45. Патент України на корисну модель № 160109. Машина для локального внесення органічних добрив із садінням. 2025.

46. Патент України на винахід № 126634. Сошник садосадильної машини. 2023.

47. Патент України на винахід № 112622. Спосіб оцінки потенційної продуктивності рослин. 2016.

ДОДАТКИ

Вихідні дані до техніко-економічних розрахунків

№	Показник	Розмірність	Технологічна машина	
			серійна	модернізована
1	Річний обсяг роботи	га	10	10
2	Продуктивність	га/год.	0,16	0,19
3	Витрати ПММ	кг/га	81,3	78,9
4	Вартість:	грн.		
	- трактора		990000	990000
	- плуга		81000	85000
	- всього		1071000	1075000

Економічна ефективність проекту

№	ПОКАЗНИКИ	Варіант	
		базовий	проект
1	Вид роботи	Викопка саджанців	
2	Об'єм роботи, га	10	10
3	Склад агрегата: трактор машина для викопки	T-130 ВПН-2	T-130 ВПН-2М
4	Продуктивність, га/год	0,16	0,19
5	Кількість нормо-годин у обсязі робіт	62,5	52,63
6	Кількість обслуговуючого персоналу -трактористів-машиністів -допоміжних працівників	1 1	1 -
7	Витрати праці, люд.-год/га	125	52,63
8	Тарифний розряд роботи	V	V
9	Тарифна ставка, грн/год	60	60
10	Норма витрати пального, кг/га	81,3	78,9
11	Балансова вартість, грн: трактора машини	990000 81000	990000 85000
12	Комплексна ціна ПММ, грн/кг	90	90
13	Експлуатаційні витрати, грн/га у тому числі: а. Основна і додаткова заробітна плата б. Амортизаційні відрахування: -всього в. Витрати на ПММ г. Витрати на ТО, ТР, зберігання: -всього	215772,75 1237,5 10496,25 7317 196722	213770,32 521,05 8914,68 7101 197233,59
14	Капітальні вкладення, грн/га	107100	107500
15	Приведені затрати, грн/га На весь обсяг роботи, грн	231837,75 23183775	229895,32 22989532
16	Річний економічний ефект, грн		194243
17	Строк окупності, років		0,1