

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного
Навчально-науковий інститут загальноуніверситетської підготовки

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. каф. “ Сільськогосподарські машини”
доц. _____ Олександр КАРАЄВ
“ _____ ” _____ 20 ____ р.

Пояснювальна записка
до дипломної роботи здобувача СВО Магістр
(ступінь вищої освіти)

на тему: **«Удосконалення робочого органу плуга**
для викопування саджанців плодкових культурі»

32СМД.059.000000ПЗ

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, групи 22 МБАІ 3
спеціальності 208 Агроінженерія
за ОПП Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності та ОПП)

Юрій КОЛІСНИК
(підпис)

Керівник _____
(підпис)

Консультант доц. _____
(підпис)

Нормоконтроль доц. _____
(підпис)

Рецензент інж. _____
(підпис)

Мелітополь - 2021 рік

1 ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ЗНАРЯДЬ ДЛЯ ВИКОПУВАННЯ САДЖАНЦІВ ПЛОДОВИХ КУЛЬТУР

1.1 Технології вирощування саджанців плодкових культур

Виробництво посадкового матеріалу плодкових культур здійснюється в розсадниках за різними технологіями, різноманітність яких визначається ґрунтовими і кліматичними умовами, районуванням порід і сортів, схемами розміщення сіянців і відводків в полі розсадника, термінами окуліровок і щеплень, використанням різних машин і знарядь, а також вимогами на якість продукції - саджанці.

Виробничий процес у розсаднику поєднує в собі вирощування маточних насаджень у маточно - насінневому та маточно - живцевому садах, вирощування (формування) щеплених саджанців, розмноження клонових підщеп і виконується на відповідних структурних ділянках [1]. Плодовий розсадник повинен мати ділянку для тимчасової та постійної прикопки (на зиму) посадкового матеріалу.

Вирощування щеплених саджанців проводиться на ділянці формування (у першому полі для однорічних саджанців і в другому для дворічних), який є основним у розсадницькій сівозміні і займає до половини основної площі розсадника [2]. Ця ділянка відрізняється найбільш складною технологією. Закладка першого поля проводиться в основному двома способами: посадкою однорічних підщеп (сіянців, відводків) та посадкою щеплених рослин (зимові щеплення), але розвиток отримав перший спосіб, який набув поширення в розсадниках господарств [1,2]. Підщепи, вирощені в шкільці сіянців або маточнику клонових підщеп, висаджують в перше поле і окулірують. На наступний рік це поле стає другим (поле однорічних саджанців), для отримання дворічних саджанців їх залишають ще на рік (третє поле).

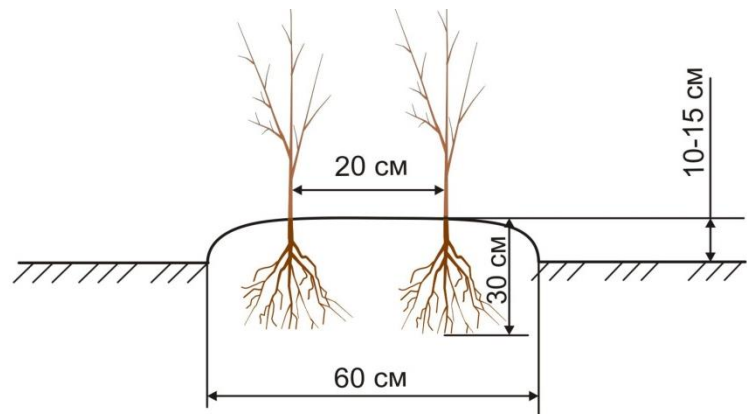
В виробництві посадкового матеріалу рослини переважно висаджують у перше поле плодового розсадника з міжряддями від 0,7 до 1 м [2, 3, 4, 5]. Для забезпечення найбільшого завантаження енергетичних засобів та підвищення рівня механізації робіт у розсаднику, широке розповсюдження отримали міжряддя з шириною 0,7 м і 0,9 м [6].

Відстань між рослинами в ряду у плодovому розсаднику вибирається залежно від сортопідщепних комбінацій і технологічного процесу вирощування саджанців [6, 3, 7]. Висаджування однакової кількості рослин при вирощуванні однорічних і дворічних саджанців призводить до значного недобору кількості посадкового матеріалу [8]. Для річної тривалості вирощування саджанців найбільш прийнятна відстань між рослинами в ряду до 0,2 м, при дворічній - 0,15 м. Найбільшого поширення в розсадництві набули технології вирощування плодovих саджанців з застосуванням рядного розташування рослин за різними схемами посадки (з відстанню в міжряддях 0,7 м, 0,9 м і між рослинами в ряду від 0,15 до 0,25 м).

Виробнича структура розсадника обумовлюється способами розмноження рослин, а саме: щепленням, укоріненням частин рослин з отриманням не щеплених (кореневласних) рослин та вирощуванням їх із насіння. Способи розмноження рослин та наступне їх дорощування і формування реалізуються в структурних одиницях розсадника при виробництві продукції розсадництва. В школі саджанців можуть використані різні способи та схеми посіву насіння (кісточок) та садіння (сіянців; відсадків; укорінених живців; живців сортових; живцевих щеп). Для посіву насіння (кісточок) використовують пунктирний точного висіву з міжряддям від 70 до 90 см та відстанню в рядках в межах від 10 до 15 см. Відсадки, живці висаджують у перше поле школи саджанців частіше зі схемою посадки: міжряддя від 70 до 90 см, відстань між рослинами в рядку від 15 до 20 см. Розміщення сіянців зі схемами 90x15 см, 80x15-20 см та 70x15-20 см дозволяє розмістити від 70 до 90 тис. штук рослин на 1 га. В наведених схемах садіння, рослини розміщувались на денної поверхні поля, яка була гладка і рівна.

До подальшого розвитку технологій вирощування саджанців, в частині застосування нових схем розміщення, можна віднести спосіб розміщення щеп на гряді у двох рядках з відстанню між ними 20 см і ряду 15 - 20 см, який використовується в розсаднику ТОВ «Агро-Фенікс» (Мелітопольський район, Запорізька обл.)

Такий спосіб розміщення рослин (рис. 1) потребує відповідний робочий орган, який, повинен одночасно викопувати два ряди саджанців з забезпеченням довжини кореневої системи.



а)

б)

а) гряда з клоновими підщепами ВСЛ-2 під агроволокном; б) розміщення саджанців на гряді у полі школи саджанців

Рисунок 1.1 – Схеми розміщення рослин

Технологічні операції в плодовому розсаднику, із-за значної частки ручної праці, відрізняються високою трудомісткістю. Так витрати праці на вирощуванні 45 тис. штук (площа 1 га) однорічних саджанців зерняткових культур за технологічними картами складають 5642,3 люд. - год., на одну тисячу саджанців - 125,4 люд. - год. [9]. До трудомістким робіт відносяться операції з проведення окулірування і подальшої ревізії, які займають 1840,5 люд. - год. (32,6%), видалення дикої порослі 758,1 люд. - год. (13,4%), Викопування та вибірка саджанців - 396,7 люд. - год. (7%). Із загальних трудовитрат тільки 241,3 люд. - год. механізовано, рівень механізації складає 4,3%.

В умовах зрошення і на зв'язних ґрунтах доводиться використовувати для викопування плуг з подвійною тягою (два трактори і один викопувальний плуг), в якості енергетичного засобу застосовують трактора тягового зусилля до 30 кН.

Для оцінки рівня енергоємності технології вирощування плодкових саджанців кісточкових культур виконано енергетичний аналіз витрат ресурсів на машинних операціях за технологічними картами [9 Типовые технологические карты по выращиванию посадочного материала плодовых и ягодных культур в Украинской ССР. Украинский НИИ орошаемого садоводства. — Запорожье, 1989. — 36 с.]. Відповідно до ДСТУ 3682 - 98 «Методика визначення повної енергоємності продукції, робіт та послуг» визначено складові витрат ресурсів на механізованих операціях на один гектар другого поля плодового розсадника кісточкових культур [10]. Розрахунки показали, що енергоємність машинних технологічних операцій склала 30,8 ГДж, що більше квоти енергетичного навантаження на 1 га угідь за рік (допустиме навантаження 15 ГДж на 1 га [11]).

Найбільш трудомісткими технологічними операціями в розсаднику, на виконання яких припадає 70% усіх витрат по вирощуванню саджанців, є садіння підщеп у перше поле, обробіток ґрунту в міжряддях, внесення добрив, захист рослин від шкідників і хвороб та викопування саджанців.

1.2 Функціональний аналіз технічних засобів для викопування саджанців

Розробка технічних засобів для викопування саджанців плодкових культур необхідна для механізації технологічного процесу вирощування посадкового матеріалу. Операції викопування та наступна вибірки саджанців є заключними, важливість яких визначається отриманням продукції з потрібними характеристиками якості.

Існуючі машини і знаряддя для викопування саджанців мають конструктивно різні виконання з певної множини елементів, які в сукупності утворюють технічну систему відповідного функціонального призначення.

Викопування саджанців здійснюється знаряддями конструктивно різними за виконання з певної множини елементів, які в сукупності утворюють технічний засіб відповідного призначення.

Під технічними засобом будемо розуміти задану сукупність елементів з відповідним взаємним положенням, з'єднаних внутрішніми зв'язками, що вступають у відносини з зовнішніми об'єктами для здійснення певної потреби.

Для більш поглибленого розгляду і повного вивчення машин скористаємося методикою функціонального аналізу.

Функціональний аналіз дає методику вивчення загальної конструкції та структури технічного засобу, яку потрібно вивчити і далі вдосконалювати [12]. При такому підході ставляться і уточнюються такі завдання: а) які функції виконує кожен структурний елемент технічного засобу і як елементи функціонально пов'язані всередині системи; б) які фізичні операції (перетворення) виконує кожен елемент і як вони взаємопов'язані і розташовані усередині системи.

Аналіз функцій технічних засобів ґрунтується на методичному принципі виділення та розгляду структурних елементів з дворівневою ієрархією. При цьому технічний засіб можна розділити на кілька неподільних елементів, кожен з яких має цілком певну функцію (або функції) щодо забезпечення роботи технічного засобу або її елементів. У цьому випадку технічний засіб являє собою верхній рівень, а виділені функціональні елементи - нижній. Неподільні елементи будемо називати деталлю (її частини) з мінімальним числом функцій (не менше однієї) щодо забезпечення роботи інших елементів. Будемо також виділяти об'єкти навколишнього середовища, з якими технічний засіб перебуває у функціональній чи вимушеній взаємодії і які суттєво впливають на конструкцію технічного засобу. Як правило, вони

сприймають дії з боку технічного засобу. При аналізі будемо виділяти головні елементи, до яких відносяться робочі органи та інші елементи, які безпосередньо взаємодіють з предметами обробки та іншими об'єктами навколишнього середовища. При цьому функції головних елементів збігаються з функцією технічного засобу і об'єкти навколишнього середовища з об'єктами, на які спрямована дія головних елементів.

Збирання саджанців плодкових культур обумовлює потребу у створенні технічного засобу, які реалізують функцію їх викопування та вибірки. Конструктивне виконання технічного засобу для викопування визначають рівень її функціональності, який визначається вимогами якості та раціональними експлуатаційно-технологічними показниками. Дані технічного засобу виконують функцію викопування садивного матеріалу з кореневою системою установлених розмірів.

Проведемо аналіз функцій машин, знарядь і пристроїв, які використовують для викопування, представлених в різних інформаційних джерелах. Плуги для викопування саджанців пропонуються приватним акціонерним товариством «Спецлісмаш» (м. Лубни, Полтавська обл.), серед яких: з активним робочим органам: а) скоба викопувальна з струшувачем СВС-1; б) скоба викопувальна бокова СВБ-1; з пасивним робочим: викопувальний плуг навісний ВПН-2, бокова викопувальна скоба БВС-1



а)



б)



- а) скоба викопочна бокова СВБ-1; б) скоба викопочна з струшувачем СВС -1;
 в) викопувальний плуг навісний ПВН-2; г) бокова викопочна скоба БВС-1.

Рисунок 1. 2 – Знаряддя для викопування саджанців плодкових культур

Проведемо аналіз функцій для скоби викопувальної з струшувачем СВС -1. Скоба СВС -1 складається з рами 1 (рис. 1.2) у вигляді труби профільної квадратної з навісним пристроєм 10, до якої консольно з правого боку по ходу трактора приєднана викопувальна скоба 2, а з лівого - ніж стійкості 9. На сході з робочої поверхні скоби встановлені пальці - розпушувачі 3, що мають поздовжню увігнутість. Зі скобою шарнірно з'єднана розпушувально - сепарувальна решітка 4, яка складається з трьох опуклих коромисел, які утворюють робочу поверхню і з'єднаних між собою віссю коливань. Задня частина решітки через шатун з'єднана з кривошипно - шатунним механізмом 5. Сам механізм отримує привід від вала відбору потужності трактора через карданний вал, редуктор 6 і приводний вал 7. Регулювання глибини робочого ходу скоби виконується переміщенням стійки опорного колеса 8. Плуг виконує функцію викопування одного ряду саджанців або сіянців.



Рисунок 1.3 – Скоба викопувальна з струшувачем СВС – 1

Аналіз функцій елементів скоби наведено в табл. 1.1, де прийняті позначення головних елементів через $E_0, E_{01} \dots E_{0n}$, інших - $E_1 \dots E_n$, об'єкти навколишнього середовища з якими взаємодіють елементи ТС через $V_1 \dots V_n$. Функції головних елементів позначені через $F_{01} \dots F_{0n}$, інших - $F_1 \dots F_n$.

Функціональний аналіз елементів викопувальної скоби наведено в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1

Аналіз функцій елементів робочого органу викопувальної скоби СВС - 1

Елемент		Функція	
Позна – чення	Найменування	Позна - чення	Опис
1	2	3	4
E_0	Викопувальна скоба	F_0^1	Відділяє ґрунтову скибу ($V_{1.1}$) і кореневу систему саджанця (КСС) ($V_{2.2}$) з ґрунтового масиву (V_1)
		F_0^2	Переміщує ґрунтову скибу ($V_{1.1}$) з КСС ($V_{2.2}$) до розпушувача E_{01} .
E_{01}	Розпушувач	F_{01}^1	Руйнує ґрунтову скибу($V_{1.1}$) з КСС ($V_{2.2}$)

		F_{01}^2	Переміщує ґрунтову скибу ($V_{1.1}$) з КСС ($V_{2.2}$). Скидає саджанець (V_2) на поверхню ґрунтового масиву (V_1)
E_{02}	Розпушувально - сепарувальна решітка (РСР)	F_{02}^1	Руйнує ґрунтову скибу ($V_{1.1}$) з КСС ($V_{2.2}$)
		F_{02}^2	Переміщує ґрунтову скибу ($V_{1.1}$) з КСС ($V_{2.2}$)
		F_{02}^3	Сепарує ґрунтові агрегати ($V_{1.1.1}$)
		F_{02}^4	Скидає саджанець (V_2) на поверхню ґрунтового масиву (V_1)

Для скоби СВС - 1 на підставі аналізу функцій її елементів (див. табл. 1.1) виконана конструктивна функціональна структура відповідно до рисунку 1.4.

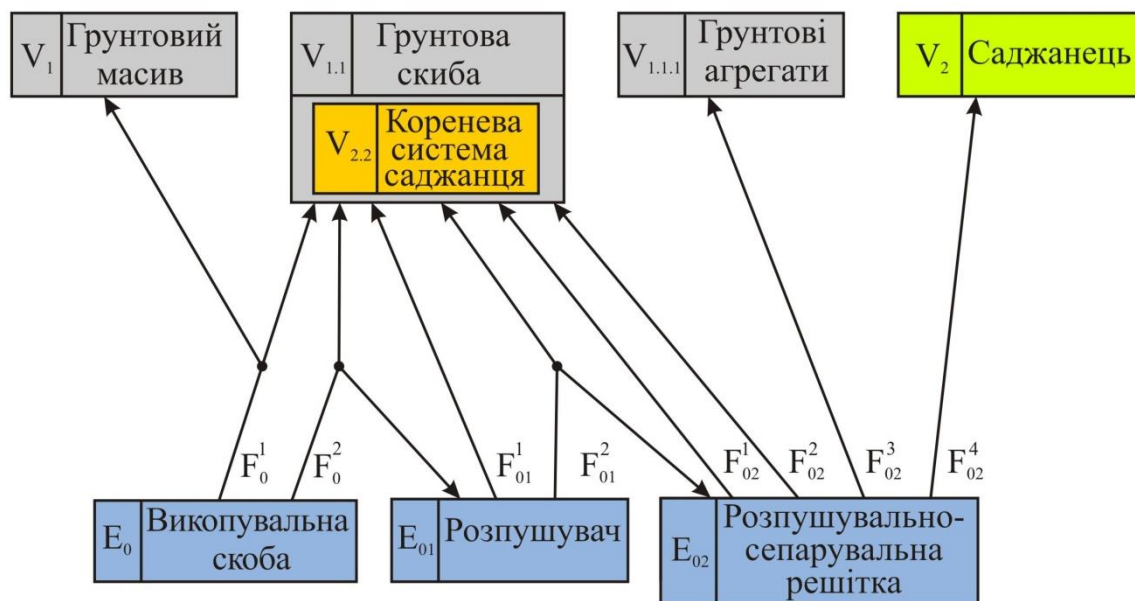


Рисунок 1.4 – Конструктивна функціональна структура робочого органу викопувальної скоби СВС - 1

Зробимо функціональний аналіз елементів викопувальної скоби СВС - 1 (табл. 1.1)

Таблиця 1.1 – Аналіз функцій елементів робочого органу викопувальної скоби СВС - 1

Елемент	Функція
---------	---------

Позна – чення	Найменування	Позна - чення	Опис
1	2	3	4
E ₀	Викопувальна скоба	F ₀ ¹	Вирізає ґрунтову скибу (V _{1.1}) і кореневу систему саджанця (КСС) (V _{2.2}) з ґрунтового масиву (V ₁)
		F ₀ ²	Переміщує ґрунтову скибу (V _{1.1}) з КСС (V _{2.2}) до розпушувача E ₀₁ .
E ₀₁	Розпушувач	F ₀₁ ¹	Руйнує ґрунтову скибу(V _{1.1}) з КСС (V _{2.2})
		F ₀₁ ²	Переміщує ґрунтову скибу (V _{1.1}) з КСС (V _{2.2}) до РСР (E ₀₂)

Продовження табл. 1.1

E ₀₂	Розпушувально - сепарувальна решітка (РСР)	F ₀₂ ¹	Руйнує ґрунтову скибу(V _{1.1}) з КСС (V _{2.2})
		F ₀₂ ²	Переміщує ґрунтову скибу(V _{1.1}) з КСС (V _{2.2})
		F ₀₂ ³	Сепарує ґрунтові агрегати (V _{1.1.1})
		F ₀₂ ⁴	Скидає саджанець (V ₂) на поверхню ґрунтового масиву (V ₁)

Заводом «Полігон» (Одеса) [13] пропонується викорчувач виноградниковий КВ - 3 (рис. 1.5) для розкорчування старих виноградників. Глибина корчування від 0,2 до 0,4 м при робочій ширині захвату 0,6 м.



Рисунок 1.5 – Викорчувач виноградниковий KB - 3

Викорчувач має функціонально подібні елементи, що і викопувальний ніж плуга ВПН - 2 з конструктивними відмінностями. Управління глибиною викопування виконується зміною положення котка. Конструктивно змінена функція положення лемеша у навісному пристрої. Кут установки лемеша до дна борозни можна змінювати приєднанням центральної тяги навіски трактора в один і трьох отворів стійки навісного пристрою, що спрощує технологічну переналадку.

Використовується в розсадниках для викопування саджанців і закордонна техніка. Компанія «Ditta - Berto Guerrino» (Італія) [14] пропонує викопувальний плуг (рис. 1.6), який включає стовбу 5, на якій приєднується викопувальна частина з лемешем 1, встановленим під кутом до напрямку руху і коливальну розпушувально - сепарувальну решітку 3 у вигляді поздовжніх пластин. Знаряддя гідрофіковане, решітка приводиться в коливальний рух ексцентриковою тягою 5 від ексцентрикового механізму 6. Ексцентриковий механізм з'єднано з гідромотором. Передбачена можливість змінювати положення робочого органу в горизонтальній і вертикальній площині, а також всієї машини відносно поздовжньої осі трактора.

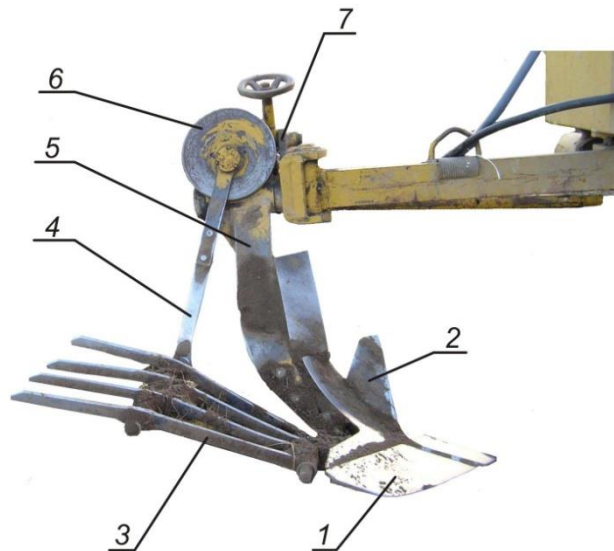


Рисунок 1.6 – Викопувальний плуг компанії «Ditta - Berto Guerrino» (Італія)

Робочий орган, крім лемеша, має вертикальний ніж 2 для відділення кореневої системи саджанця у вертикальній площині.

Функціональний аналіз до робочої частини плугу наведено в табл. 1.4

Таблиця 1.4 – Аналіз функцій елементів робочого органу плугу «Ditta - Berto Guerrino»

Елемент		Функція	
Позна - чення	Найменування	Позна - чення	Опис
1	2	3	4
E ₀	Леміш	F ₀ ¹ F ₀ ² F ₀ ³	Вирізає ґрунтову скибу (V _{1.1}) і кореневу систему саджанця (КСС) (V _{2.2}) з ґрунтового масив (V ₁). Передає зусилля опору різанню ґрунтового масиву (V ₁) і КСС (V _{2.2}) рамі. Переміщує ґрунтову скибу (V _{1.1}) з КСС (V _{2.2}) до розпушувача E ₀₁ .

Продовження табл.1.4

E ₀₁	Вертикальний ніж	F ₀₁ ¹	Розрізає ґрунтовий масив (V ₁) з КСС (V _{2.2}).
E ₀₂	Розпушувач	F ₀₂ ¹ F ₀₂ ²	Переміщує і руйнує ґрунтову скибу (V _{1.1}) з КСС (V _{2.2}). Сепарує ґрунтові агрегати (V _{1.1.1}) і розміщує саджанці (V ₂) на поверхні ґрунтового масиву (V ₁).

E_1	Ексцентрикова тяга	F_1^1	Забезпечує коливальний рух розпушувачу (E_{02}).
E_2	Ексцентриковий механізм	F_2	Забезпечує обертання головки ексцентрикової тяги (E_1).
E_3	Стовба	F_3^1 F_3^2	Забезпечує положення лемешу (E_0), вертикального ножу (E_{01}), розпушувача (E_{02}) відносно поверхні ґрунтового масиву (V_1). Передає зусилля опору діям лемеша (E_0) вертикального ножу (E_{01}) розпушувача (E_{02}) рамі.

1.3 Дослідження машинних процесів викопування і вибірки саджанців плодкових культур

Викопування та вибірка саджанців плодкових культур є складовими операціями технологічного процесу їх вирощування. В технологічному процесі викопуванні саджанців, що виконується викопувальними знаряддями, можна виділити операції різання ґрунту з кореневою системою саджанця, відділення кореневої системи від ґрунту і транспортування саджанця до поверхні борозни (або скидання на поверхню поля). Дані операції є функції відповідних елементів робочих органів знарядь. Вибірка саджанців виконується ручним вибиранням після викопування викопувальними плугами та механізовано викопувальними машинами.

Особливістю викопування саджанців є те, що слід розглядати взаємодію робочих органів з системою «ґрунтова скиба – коренева система саджанця». Взаємодія робочих органів з системою «ґрунтова скиба - коренева система саджанця» ґрунтується на теорії різання клином. Різання клином системи «ґрунтова скиба - коренева система саджанця» вимагає розгляд умов, факторів, закономірностей взаємодії, що визначають перебіг процесу з умов мінімальних зусиль на різання ґрунту з кореневою системою саджанців та її відокремлення від ґрунтових агрегатів .

Дослідження зі створення більш ефективних робочих органів для викопувальних машин були проведені Варламовим Г.П., Хайлісом Г. А.,

Ілюхіним В. В., Строем А. О., Кукушкіним В. К., Кліновим С. І., Грушанським О. А., Фрішевим Г. А., Караєвим О. Г., Матковським О.І.

В дослідженнях Ілюхіна В. В. [15] ставилося за мету розробити теоретичні основи брання саджанців для створення машини, що здійснює не тільки викопування (підкопування) але і вибірку саджанців із звільненням коренів від ґрунту. Проведено дослідження з вивчення розмірних характеристик кореневої системи саджанця, визначення сили опору саджанців нахилу, коефіцієнта взаємного тертя для встановлення конструктивних параметрів і робочих режимів брального апарату викопувальної машини. Визначено зусилля опору підкопуванню та вилучення саджанців (викопування проводилося плугом ВПН - 2) з ґрунту для створення тиску стиснення, з яким необхідно затиснути саджанці в бральному апараті без їх пошкодження. Для плодкових саджанців (яблуня, слива) зусилля витягання з підкопаного ґрунту знаходяться в межах від 350 до 1000 Н (середнє значення 680 Н) для яблуні від 350 до 800 Н. За результатами вивчення ширини ряду а також розташування в ґрунті кореневої системи смородини, малини плодкових культур запропонована ширина викопувального робочого органу з формою півкола в межах від 0,55 до 0,7 м. Серед фрикційних характеристик визначено коефіцієнт тертя спокою саджанців між собою (у яблуні - 0,62, сливи - 0,7), динамічного тертя саджанця по гумі (яблуня - 0,64, слива - 0,55). За результатами теоретичних досліджень встановлено, що показник кінематичного режиму брального апарату залежить від відношення поступальної швидкості машини до швидкості бральних ременів і повинен бути в межах від 0,7 до 1,05. Умови, які визначають зтягування саджанців у бральний апарат характеризуються кутом α між бральними ременями і підпорядковане залежності $\alpha \leq 2\varphi$ (де φ - кут зовнішнього динамічного тертя саджанця по гумі). Обґрунтовано умову брання саджанців - перевищення сил тертя між рослинами і ременями над зусиллям опору саджанців вилученню з ґрунтової скиби. Корисна потужність, що витрачається на брання саджанців,

залежить від зусилля витягання рослин з ґрунту, швидкості бральних пасів і трактора.

У роботі [16] пропонується для додаткового руйнування ґрунтового шару коливальну рамку до плуга ВПН - 2, що приєднується до задньої частини лемеша відповідно до рисунка 1.12.

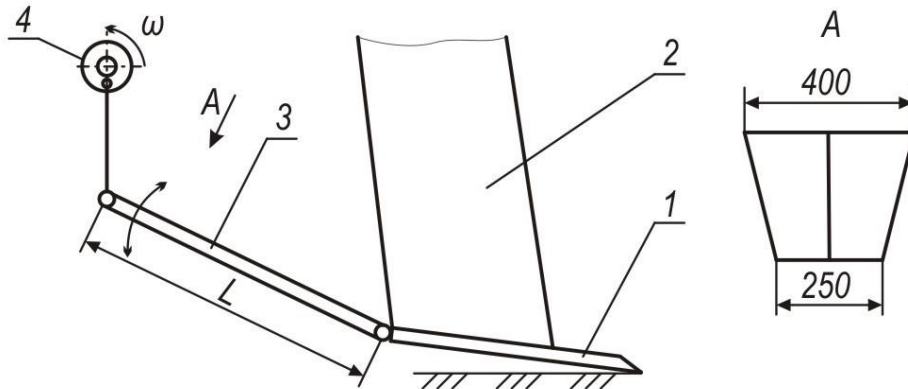


Рисунок 1.12– Схема робочого органу плуга ВПН - 2 з коливальною рамкою [16].

Запропоновано методику обґрунтування геометричних параметрів рамки 3 і її положення щодо задньої кромки лемеша 1 робочого органу 2, виходячи з сумісної дії на ґрунт лемешу і коливальної рамки, привід якої здійснюється від кривошипно - шатунного механізму 4. Важливою умовою взаємодії коливної рамки, з ґрунтовим шаром армованим корінням є відсутність нагромадження його при переміщенні та достатнє руйнування, що забезпечує мінімальні зусилля на вибірку саджанців. Аналітично обґрунтовано довжина рамки $L = 0,73$ м, поперечні розміри рамки прийняті: більша основа трапеції (кінець рамки по ходу руху) - 0,4 м менше - 0,25 м (початок рамки). Кут різання лемешем прийнято в межах від 10 до 12° . Для цих значень, спираючись на дослідження [17] на переміщення пласта двограним клином приходить до $14,3$ % тягового опору. Результати випробувань для швидкості руху агрегату $0,7$ м/с, з амплітудою коливань $A = 0,067 - 0,082$ м і частоті обертання від $6,0$ до $8,5$ s^{-1} показали, що зусилля на вибірку саджанців з ґрунту в залежності від сортового складу знижуються в $1,7 - 2,5$ рази в порівнянні з викопувальним плугом ВПН - 2.

$$z_n = \frac{(1 \cdot 86,23 \cdot 1,2 \cdot 1,18) + (19 \cdot 50,36 \cdot 1,2 \cdot 1,18)}{0,12} = 2569,89 \text{ грн./га,}$$

з базовою

$$z_{\delta} = \frac{(1 \cdot 86,23 \cdot 1,2 \cdot 1,18) + (24 \cdot 50,36 \cdot 1,2 \cdot 1,18)}{0,12} = 3240,13$$

грн./га.

Витрати на паливно-мастильні матеріали

$$G = q \cdot C_n \cdot k_n \quad (6.10)$$

де k_n - коефіцієнт, що враховує вартість мастильних матеріалів, $k_n =$

1,1.

$$G_n = 65,7 \cdot 22 \cdot 1,1 = 1589,94 \text{ грн./га,}$$

Прямі експлуатаційні витрати

$$I = A + P + z + G \quad (6.11)$$

$$I_n = 567,77 + 479,91 + 2569,89 + 1589,94 = 5207,51 \text{ грн./га,}$$

$$I_{\delta} = 407,31 + 351,54 + 3240,13 + 1589,94 = 5588,94 \text{ грн./га.}$$

Питомі капіталовкладення

$$P_{\text{кн}} = \frac{C_{\delta m}}{W_z \cdot T_m} + \frac{C_{\delta n}}{W_z \cdot T_m} \quad (6.12)$$

$$P_{\text{кн}} = \frac{75000}{0,12 \cdot 900} + \frac{24010,37}{0,12 \cdot 56} = 4267,41 \text{ грн./га.}$$

$$P_{\text{кб}} = \frac{C_{\delta m}}{W_z \cdot T_m} + \frac{C_{\delta \delta}}{W_z \cdot T_m} \text{ грн./га.}$$

$$P_{\text{кб}} = \frac{75000}{0,12 \cdot 900} + \frac{16000}{0,12 \cdot 56} = 3075,39 \text{ грн./га}$$

Приведені витрати

$$J = I + E_n \cdot P_k \quad (6.13)$$

де E_n – коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E_{\text{нор}} = 0,15$.

$$J_n = 45207,51 + 0,15 \cdot 4267,41 = 5847,62 \text{ грн./га,}$$

$$J_{\sigma} = 5588,94 + 0,15 \cdot 3075,39 = 6050,25 \text{ грн./га.}$$

Витрати праці на операцію вибирання саджанців

$$B_{nn} = \frac{L_m + L_{mn}}{W_2} \quad (6.14)$$

$$B_{nn} = \frac{1+19}{0,12} = 166,70 \text{ люд. год./га}$$

$$B_{n\sigma} = \frac{L_m + L_{m\sigma}}{W_2} \quad (6.15)$$

$$B_{n\sigma} = \frac{1+24}{0,12} = 208,33 \text{ люд. год./га}$$

Економія витрат праці

$$E_n = (B_{n\sigma} - B_{nn}) \cdot O_p \quad (6.16)$$

де O_p – річний обсяг робіт по викопуванню саджанців, $O_p=5$ га.

$$E_n = (208,33 - 166,70) \cdot 5 = 208,15 \text{ люд.-год.}$$

Ступінь зниження питомих витрат праці

$$E_n = \frac{(B_{n\sigma} - B_{nn})}{B_{n\sigma}} \cdot 100\% \quad (6.17)$$

$$E_n = \frac{208,33 - 166,7}{208,33} \cdot 100 = 20\%$$

Річний прибуток від експлуатації нової машини

$$P_e = (I_{\sigma} - I_n) \cdot O_p \quad (6.18)$$

де O_p – річний обсяг робіт по викопуванню саджанців, $O_p=5$ га.

З урахуванням вище розрахованого річний прибуток складе

$$P_e = (5588,94 - 5207,51) \cdot 5 = 1907,15 \text{ грн.}$$

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

$$T_{ок} = \frac{(C_2 - C_{об})}{P_e} \quad (6.19)$$

$$T_{ок} = \frac{19703,29 - 16000}{1907,15} = 1,94 \text{ років.}$$

Розраховані показники техніко - економічної оцінки застосування викопувального плуг з новим робочим органом наведено в табл. 6.2

Таблиця 6.2 - Значення техніко-економічних показників застосування викопувального плуга ВПН-2 з новим робочим органом

Показники	Значення		
	базова	нова	відхилення (+/-)
Балансова вартість машини, грн.	16000	24010	8010
Річне завантаження машини, год.	56	56	
Витрати на заробітну плату робітників, грн./га	3240	2570	- 670
Витрати на ПММ, грн./га	1589	1589	0
Амортизаційні відрахування, грн./га	407	567	160
Відрахування на ремонт і технічне обслуговування, грн./га	351	480	129
Експлуатаційні витрати, грн./га	5589	5207	-382
Питомі капіталовкладення, грн./га	3075	4267	1192
Приведені витрати, грн./га	6050	5847	-203
Витрати праці, люд. год.	208	166	-42
Річний економічний ефект, грн.	1907,15		
Термін окупності, років	1,94		

Висновок до розділу.

Економічна ефективність будь-якого засобу механізації пов'язана із загальною технологією вирощування культури, в якому йому відведене визначене місце. Тому остаточний економічний ефект повинний розглядатися в сукупності від усієї технології в цілому. Річний прибуток від експлуатації машини склав 1907,15 грн. за рахунок прогнозованого

збільшення виходу стандартних саджанців. При цьому, зменшення кількості обслуговуючого персоналу дозволяє отримати економію витрат праці у 42 люд.-год. Термін окупності капітальних вкладень становить 1,94 року.

Слід зауважити про таке: разом із збільшенням продуктивності праці поліпшуються і її умови за рахунок зниження показників важкості, так як знижуються зусилля на витягування саджанців з ґрунту за рахунок його більшого розпушування від дії активного розпушувача.

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі проведені дослідження щодо удосконалення розпушувача робочого органу до викопувальної скиби СВС- 1 для викопування саджанців плодкових культур. За результатами проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Аналіз технологічного процесу роботи робочих органів існуючих машин для викопування саджанців показав, що:

- для удосконалення його конструкції, яка дозволить зменшити зусилля на витягування саджанців з ґрунту після їх викопування, необхідно внести зміни в конструкцію розпушувача підкопуючого робочого органу.

2. Для удосконаленого робочого органу:

- проведено розрахунок рухомої сили для переміщення скиби з саджанцем по розпушувачу з різними формами поверхні;

- обґрунтовано вид поверхні ропушувача за умової мінімальної роботи на переміщення скиби з саджанцем.

3. Отримано математичну модель, яка дозволила встановити вплив параметрів форми поверхні на величину зусилля на витягування саджанців робітниками при їх вибірці.

4. Для попередження і зниження випадків отримання трав під час виконання технологічних процесів обслуговування агрегату та виконання технологічного процесу викопування саджанців розроблено логіко-імітаційну модель формування травмонебезпечних ситуацій при викопуванні саджанців.

5. Доцільність запропонованих технічних рішень підтверджуються техніко-економічною оцінкою роботи. Використання викопувального плуга ВПН-2 з удосконаленим робочим органом, порівняно зі існуючими дозволяє:

- отримати річний прибуток від експлуатації машини 1907,15 грн за рахунок прогнозованого збільшення виходу стандартних саджанців;

- зменшити кількість обслуговуючого персоналу, що дозволить отримати економію витрат праці у 42 люд.-год.

9. Болтянський О.В. Аналіз ринку вітчизняної сільськогосподарської техніки. Тези VII Науково-технічна конференції «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві», м. Глеваха (2-27 грудня 2019 р.) С.15-17

10. Болтянська Н.І., Маніта І.Ю. Технології наукових досліджень в технічному сервісі: навчально-методичний посібник для виконання лабораторних робіт. Мелітополь: «Люкс», 2020. 364 с.

11. Sosnowski S. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. ТЕКА Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2016. Vol. 16. No. 2. Pp.49–54

12. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Основні тенденції розвитку агротехнологій і сільськогосподарської техніки. Тези VII Науково-технічна конференції «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві», м. Глеваха (2-27 грудня 2019 р.) С.20-22

13. Skliar A., Boltyanskyi B. Research of the cereal materials micronizer for fodder components preparation in animal husbandry. Modern Development Paths of Agricultural Production. Springer Nature Switzerland AG. 2019. Pp. 249-258.

14. Komar A. S. Processing of poultry manure for fertilization by granulation. Innovative Technologies for Growing, Storage and Processing of Horticulture and Crop Production. Uman, 2019. Pp. 18-20.

15. Болтянський О.В. Тенденції розвитку мобільних енергетичних засобів в розвинених країнах. Тези VII Науково-технічна конференції «Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві», м. Глеваха (2-27 грудня 2019 р.) С.23-25.

16. Шокарев О. М. Засоби діагностики сучасних автотранспортних засобів. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 450-454.

17. Komar A. S. Development of the design of a press-granulator for the processing of bird manure. Topical issues of development of agrarian science in Ukraine. Nizhin, 2019. P. 84–91.
18. Болтянська Н.І., Болтянський О.В. Визначення пріоритетних завдань з розвитку сільського господарства. Збірник тез доповідей VII Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання» (20-21 лютого 2020 р) м. Київ. С. 116-119
19. Маніта І.Ю., Болтянська Н.І. Питання цифровізації сільського господарства в Україні. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 346-350.
20. Komar A. S. Analysis of the design of presses for the preparation of feed pellets and fuel briquettes. 2018. Issue 8. Vol. 2. Pp. 44–56.
21. Sklar O. G. Fundamentals of designing livestock enterprises: a textbook. Condor Publishing House. 2018. 380 p.
22. Заболотько О. О. Вплив селекційно-генетичної роботи на ефективність галузі свинарства. Науковий вісник ТДАТУ: [Електронний ресурс]. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-2.pdf>.
23. Sklar O. Mechanization of technological processes in animal husbandry: a textbook. manual. Melitopol: Color Print. 2012. 720 p.
24. Болтянська Н. І., Маніта І. Ю. Забезпечення надійності сільськогосподарської техніки. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. Харків: ХНУСГ, 2020. № 21 С. 139-147
25. Boltianska N. I. Analysis of the main areas of resource conservation in animal husbandry. Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa. 2016. Vol. 18, No 13. Pp. 49-54.

26. Skliar A., Skliar R. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plant. *Motrol: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa*. Vol. 16, No 2. Pp. 183-188.

27. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Напрями енергоефективного розвитку агропромислового комплексу України. Матеріали IV Міжнар. наук.-практ. конференції «Біоенергетичні системи» (28–29 травня 2020 р). Житомир: ЖНАУ, 2020. С. 15-19

28. Boltianska N. Justification of choice of heating system for pigsty. *ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering*. 2018. Vol. 18, No 1. P. 57–62.

29. Болтянська Н.І., Болтянський О.В. Першочергові завдання з модернізації сільського господарства. Матеріали I Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі». Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 37-40.

30. Болтянський О.В. Визначення напрямів енергозбереження в сільському господарстві. Науковий вісник ТДАТУ: [Електронний ресурс]. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 1.

31. Skliar O., Skliar R. Measures to improve energy efficiency of agricultural production. Abstracts of XIII International Scientific and Practical Conference. Bordeaux «Social function of science, teaching and learning». Bordeaux, France 2020. Pp. 478-480.

32. Podashevskaya H. Directions of automation of technological processes in the agricultural complex of Ukraine. Минск: БГАТУ, 2020. С. 519-522.

33. Болтянська Н.І., Болтянський О.В. Використання поновлюваних джерел енергії в сільських територіях. Матеріали I Міжнар. наук.-практ. конференції «Енергетична незалежність сільських територій як пріоритетна модель розвитку: міжнародний та вітчизняний досвід», (20 травня 2020 р). Полтава: ПДАА. 2020. С. 179-181.

34. Шокарев О. М. Шляхи підвищення ефективності управління сільськогосподарським виробництвом. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 86-90.

35. Podashevskaya N., Manita I., Serebryakova N. Use of three-dimensional computer visualization in the study of nanostructures. Минск: БГАТУ, 2020. С. 517-519.

36. Болтянський О.В., Болтянська Н.І. Сфери інноваційного розвитку та агроекономічного зростання сільськогосподарських підприємств. Матеріали I Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі». Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 75-78.

37. Podashevskaya N., Manita I. Application of nanotechnology in technological processes of animal husbandry in Ukraine. Інженерія природокористування. Харків: ХНУСГ, 2020. №2(16). С. 33 – 37.

38. Serebryakova N. Manita I. Selection of optimal modes of heat treatment of grain. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 20-24.

39. Болтянська Н.І. Технології наукових досліджень в технічному сервісі»: курс лекцій. Мелітополь: «Люкс», 2021. 374 с.

40. Шокарев О. М. Забезпечення надійності складних систем на різних етапах експлуатації. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 483-487.

41. Болтянський О.В. Екологічна безпека виробництва та зменшення витрат матеріальних і енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. Науковий вісник НУБіП. Серія «Техніка та енергетика АПК». К., 2015. Вип. 212, ч.1. С. 275–283.

42. Маніта І. Ю. Інноваційний розвиток техніки для молочного скотарства. Науковий вісник ТДАТУ: [Електронний ресурс]. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2. URL: <http://oj.tsatu.edu.ua/index.php/visnik/issue/view/15>.
43. Шокарев О.М. Напрями автоматизації технологічних процесів в АПК. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 626-632.
44. Болтянський О.В. Зменшення витрат енергетичних ресурсів для отримання сільськогосподарської продукції. Збірник тез доповідей II Міжнародної науково-технічної конференції «Крамаровські читання». НУБіП. К., 2015. С. 54–55.
45. Podashevskaya N., Manita I. Areas of application of nanotechnologies in animal husbandry. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 357-361.
46. Komar A. S. Fertilization of poultry manure by granulation. Abstracts of the 5th International Scientific and Practical Conference «Innovative Technologies for Growing, Storage and Processing of Horticulture and Crop Production». 2019. Pp. 18–20.
47. Долинський В.П. Економічний аналіз господарської діяльності сільськогосподарських підприємств: Підручник. К. : ІАЕ УААН, 2003. 258 с.
48. Андрійчук В. Г. Економіка підприємств агропромислового комплексу: підручник / В. Г. Андрійчук. К. : КНЕУ, 2013. 779 с.
49. Економіка підприємств АПК: Навчальний посібник /За редакцією проф. С.Л. Дусановського. Тернопіль. Горлиця, 2008. 257 с.
50. Економіка сільського господарства: Підручник: Вища шк., 1994. 415с.
51. Критерії оцінки виробничих небезпек: навч. посібник/ В.Л. Луценков, Д.А. Бутко, та ін. Сімферополь: бізнес-інформ, 1996. 224 с.