

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМЕНІ ПРОФЕСОРА ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА**

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **«ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗБИРАННЯ ЯБЛУК З ВИКОРИСТАННЯМ РОТОРНОГО УДАРНОГО СТРУШУВАЧА ПЛОДІВ, ОСНАЩЕНОГО МЕХАНІЗМОМ ДЛЯ ЗАХИСТУ КОРИ»**

Виконав: студент 4 курсу групи Аін-33СП

спеціальності 208 „Агроінженерія”
(шифр і назва)

Лозинський Павло Олександрович
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент Олег КРУПИЧ
(прізвище та ініціали)

Дубляни 2023

УДК 631.358:634

Лозинський П.О. Підвищення ефективності збирання яблук з використанням роторного ударного струшувача плодів, оснащеного механізмом для захисту кори. Дипломний проєкт. Дубляни: кафедра агроінженерії та технічного сервісу імені професора Олександра Семковича Львівського НУП, 2023.

57 с. текст. част., 8 рис., 3 табл., 26 джерел, 6 арк. графіч. част. формату А1.

Проведено аналіз існуючих механізованих технологій виробництва яблук та розглянуто способи, засоби та машини для збирання врожаю. Розглянута операція збирання яблук із застосуванням удосконаленого роторного ударного струшувача плодів. Розраховані основні техніко-економічні показники даної операції та розроблена операційна карта.

Для зменшення затрат праці і підвищення продуктивності процесу збирання яблук запропоновано використати роторний ударний струшувач плодів потокової дії, для якого розроблений механізм, що забезпечує зменшення пошкодження кори штамба дерева в місці передачі збурювальних зусиль. Обґрунтовані основні параметри розробленого механізму.

Розглянуті питання охорони праці під час виконання операції збирання яблук та розроблені правила техніки безпеки під час роботи на запропонованому агрегаті, а також проведено аналіз охорони довкілля в господарстві.

Виконано розрахунок економічної ефективності удосконаленого роторного ударного струшувача плодів порівняно з ручним збиранням.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ	7
1.1. Особливості вирощування яблук та агротехнічні вимоги до збирання	7
1.2. Організація та технологія виконання операції збирання	8
1.3. Огляд існуючих конструкцій струшувачів плодів	11
Висновок	15
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ОПЕРАЦІЯ ЗБИРАННЯ ЯБЛУК	16
2.1. Розрахунок тягових характеристик	16
2.2. Розрахунок кількості транспортних агрегатів	19
2.3. Розрахунок показників роботи струшувача	21
Висновки	27
3. УДОСКОНАЛЕННЯ РОТОРНОГО УДАРНОГО СТРУШУВАЧА ПЛОДІВ.....	28
3.1. Обґрунтування конструктивної розробки	28
3.2. Будова та технологічний процес роботи запропонованого струшувача ударної дії	30
3.3. Розрахунок механізму захисту кори від пошкоджень	33
3.3.1. Аналіз взаємодії механізму захисту кори від пошкоджень і ударного ролика зі штаблом.....	33
3.3.2. Розрахунок діаметру напрямних балок на міцність	35
3.3.3. Розрахунок пружини фіксатора	38
Висновки	40
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	42
4.1. Структурно функціональний аналіз процесу збирання яблук та розроблення моделі травмонебезпечних ситуацій.....	42
4.2. Техніка безпеки при роботі на агрегаті для збирання яблук	43
4.3. Захист цивільного населення	44

5.	ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ.....	46
5.1.	Охорона та раціональне використання ґрунтів.....	47
5.2.	Охорона та ефективне використання водних ресурсів	48
5.3.	Охорона атмосферного повітря	49
5.4.	Зберігання і використання паливно-мастильних матеріалів	49
	Висновки	50
6.	ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РОТОРНОГО УДАРНОГО СТРУШУВАЧА ПЛОДІВ З МЕХАНІЗМОМ ЗАХИСТУ КОРИ	51
	ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ.....	55
	СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	56

ВСТУП

Сучасний стан розвитку України характеризується досить складною політичною, військовою та економічною ситуацією, яку можна вирішити підвищенням ефективності розвитку всіх галузей виробництва сільськогосподарської продукції в тому числі садівництва. Садівництво повинне забезпечити свіжими плодами населення України, а також її армію. Забезпечити продукцією переробну галузь для виробництва соків, джемів, варення та консервованих плодів для збройних сил України [2].

Дане завдання можна вирішити переходом на інтенсивне ведення виробництва плодів, закладкою садів високопродуктивними сортами дерев стійких до захворювань, механізацією виробничих процесів. [14, 15].

Ринок сучасної сільськогосподарської техніки дозволяє механізувати багато технологічних операцій виробництва плодів. Однак дана техніка на ринку є закордонного виробництва, тому вона дорога і часто недоступна для нашого виробника сільськогосподарської продукції.

З переліку необхідних технологічних операції механізовано догляд за міжряддями саду, розпушення ґрунту в міжстобурних та пристовбурних зонах і скошування трави на решта площі міжряддя, внесення органічних та мінеральних добрив для поновлення необхідного балансу поживних речовин, обприскування крони дерев для боротьби зі шкідниками та хворобами. Сумарно це становить всього 35-40 % від усього об'єму робіт в технологічному процесі виробництва плодів, в тому числі і яблук.

Особливу увагу необхідно звернути на збиральні роботи, що в переважній більшості у господарствах виконуються вручну із залученням значної кількості трудових ресурсів, яких на сьогодні є великий дефіцит [10].

Для підвищення продуктивності збиральних робіт і зменшення втрат врожаю необхідно механізувати дані роботи, наприклад, із запровадження високопродуктивних плодозбиральних машин потокової дії, тому тема дипломного проекту є актуальною.

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ

1.1. Особливості вирощування яблук та агротехнічні вимоги до збирання.

Яблука це плодова культура, що може вирощуватися за різних природно-кліматичних умов, в тому числі на заході України. Це є актуальним сьогодні і є необхідним для збільшення площ під цією культурою на західних більш безпечних землях [14,15].

Технологія виробництва яблук передбачає наступні технологічні операції: закладка саду з використанням високопродуктивних дерев інтенсивного землеробства на слаборослих підщепах; догляд за міжряддям, що утримуються під чорним паром та залужуються; внесення добрив у пристовбурну зону для підживлення; боротьба зі шкідниками та хворобами обприскуванням крони дерев розчинами інсектицидів та фунгіцидів; збирання вирощеного врожаю механізованим способом із застосуванням плодозбиральних машин та засобів; первинна обробка та зберігання зібраного врожаю.

Збиральні роботи розпочинаються коли плоди досягають технічної стиглості. Терміни збиральних робіт залежать від: сорту яблук, в першу чергу ранньої, середньої чи пізньої стиглості; природно-кліматичних умов року; якості виконання робіт догляду за садом. Терміни збиральних робіт можуть розпочинатися з середини липня і тривати до кінця вересня початку жовтня. Плоди зібрані швидше не накопичують достатньої кількості поживних речовин, особливо фруктози, тому їх довго зберігати не можна і окрім цього вони втрачають смакові та товарні якості. Затягування термінів збирання призводить до втрати врожаю через їх опадання на землю і пошкодження. Перестиглі плоди важко збирати механізованим способом, бо під час струшування фіксуються пошкодження внаслідок співударення з гілками дерев та вловлюваними поверхнями плодозбиральних машин позиційної чи потокової дії.

До технологічного процесу збирання врожаю яблук ставляться наступні агротехнічні вимоги:

- відповідно до сорту яблук збиральну роботу доцільно розпочинати за 10 днів від часу коли плоди досягнуть технічної стиглості, відсоток технічної стиглості має бути не менше 80;
- збиральні роботи забороняється проводити в дощову погоду, бо мокрі плоди швидко псуються і втрачають свої товарні якості;
- під час ручного збирання втрати врожаю мають становити не 10 %, а під час механізованого – 5 %;
- пошкодження штамба дерева та центрального провідника в місті передачі збурювальних зусиль, а також гілок крони в процесі струшування має бути не більше 2 %.

Перед початком використання плодозбиральної техніки необхідно провести підготовку дерев та агрофону міжряддя саду. Шляхом видалення гілок необхідно довести висоту штамба дерева до 0,7 м, а контурною обрізкою – вільний прохід плодозбиральних машин у міжрядді. Відстань між кронами дерев сусідніх рядів має бути не меншою ширини техніки і становити більше 2 м.

1.2. Організація та технологія виконання операції збирання

Збір врожаю може виконуватися із залученням збирачів, що використовують допоміжне обладнання (драбини та ручну тару для яблук) і висипають зібраний врожай у тракторні причеми чи контейнери, що стоять саду. Для полегшення праці збирачів можна застосувати плодови платформи, що агрегуються тракторами. На плодкових платформах монтуються системи для транспортування і затарювання плодів. Працівникам на платформі передбачені стаціонарні, або рухомі площадки для вільного доступу до плодів у кроні. Зрозуміло, що під час руху платформи по міжряддю з малою швидкістю працівники

зривають плоди і кладуть на внутрішні транспортери, які у свою чергу переміщують їх у тару [10, 14].

Найбільш ефективним способом збирання врожаю є використання плодозбиральних машин чи струшувачів позиційної або потокової дії.

Використання ручної праці збирачів передбачає значних затрат праці і низьку продуктивність, що призводить до затягування термінів збиральних робіт і перестигання плодів. Як наслідок втрати і погіршення товарної якості зібраного врожаю. Поряд з цим, ручне збирання має і позитивні сторони – незначні пошкодження плодів, що можуть закладатися на довготермінове зберігання.

Використання плодозбиральних платформ зберігає позитивні сторони ручного збирання і додатково підвищують продуктивність збирачів, хоча при цьому не зменшують трудозатрат.

Застосування плодозбиральних машин та струшувачів значно підвищують продуктивність збиральних робіт та економлять дефіцитні трудові ресурси. Механізований спосіб збирання дозволяє збільшити площі садів, проводити збір плодів у агротехнічні терміни, що зменшує втрати врожаю. Недоліком способу – пошкодження плодів під час струшування, що не дозволяє їх закласти на довготривале зберігання. Плоди зібрані механізованим способом необхідно зразу реалізувати у свіжому вигляді для населення або переробляти на переробних підприємствах.

Технологічний процес збирання вимагає виконання необхідних та послідовних організаційних заходів.

Необхідно: провести агротехнічні заходи щодо підготовки дерев та міжряддя саду до механізованого збирання; для умов господарства підібрати технічний плодозбиральний засіб або машину, що відповідає умовам параметрів саду та підготувати плодозбиральний агрегат до роботи. Доцільно провести розрахунок основних параметрів та режимів роботи запропонованого збирального агрегату. Передбачити можливість безперервної роботи, тобто заправку

трактора паливом і відпочинок працівників, особливо забезпечити харчування. Необхідно визначитися зі способів вивезення зібраного врожаю з саду до місця зберігання або первинної обробки. Розрахувати кількість допоміжних транспортних агрегатів для обслуговування основних збиральних.

Підготовка саду до збиральних робіт вимагає проведення культур-технічних робіт, тобто скошування трави у міжрядді для вільного руху техніки: плодозбиральних машин чи струшувачів, а також допоміжних транспортних агрегатів під вивезення заповненої тари, як правило контейнерів. Попередньо, весною доцільно провести контурну обрізку дерев у ряду і забезпечення відстані між кронами дерев у міжрядді не менше 2 метрів. Під час підготовчих робіт до збирання треба провести обробіток ґрунту у пристовбурній зоні і видалити бур'яни і молоду паросль дерева навколо штамба, щоб не перешкоджати роботі захоплюючих подушок струшувачів вібраційної дії для якісної передачі вібрації у крону дерева через штамп, центральний провідник, скелетні гулки до точки підвісу плодів на плодовій гілці.

З врахуванням параметрів саду і умов експлуатації збиральної техніки, площі садів, тобто планованого об'єму робіт вибираються плодозбиральний засіб або машину розрахункової продуктивності. При цьому необхідно звернути увагу на негативний вплив на довкілля. Особливу увагу надають пошкодженням дерев, які б усували можливість втрати дерева або зниження врожайності у наступні роки. Вибрані агрегати мають не пошкоджувати дерева, забезпечувати мінімальні пошкодження плодів під час струшування та вловлювання, характеризуватися достатньо високою продуктивністю для дотримання агротехнічних термінів проведення збиральних робіт.

Закономірно, механізований спосіб збирання передбачає використання плодозбиральної техніки, яка у свою чергу вимагає технічного щоденного обслуговування, контролю роботи всіх систем і механізмів за інструкцією по експлуатації. Вся техніка, в тому числі і плодозбиральна, вимагає перевірки

роботоздатності, налагодження систем перед роботою, мащення вузлів, проведення регулювань для забезпечення заданих режимів роботи.

Як правило вибирають машини позиційної дії що обтрушують плоди передачею вібрації штабам дерев, плодозбиральна машина МПУ-1А. Більш вищу продуктивність мають струшувачі плодів потокової дії, представником є роторний ударний струшувач оснащений механізмом захисту кори. Для транспортування порожніх контейнерів в сад і вивезення заповнених доцільно використати спеціальний транспортний засіб – контейнеровоз ВУК-3А, що обладнаний краном для самозавантаження та розвантаження контейнерів.

На завершення проводиться розрахунок кількості допоміжних (транспортних) агрегатів, що мають безперебійно вивозити зібраний з саду від основних плодозбиральних машин, щоб не допустити простої. Тобто, продуктивність допоміжних транспортних агрегатів має бути вищою від основних збиральних.

Організація підготовки, щодо до процесу збирання, завершується орієнтовним розрахунком економічних показників, затрат праці і кількості працівників для обслуговування техніки.

1.3. Огляд існуючих конструкцій струшувачів плодів

В сучасному садівництві врожай збирають з використанням ручної праці збирачів, праця яких може бути полегшена за допомогою застосування плодозбиральних платформ та засобів малої механізації, наприклад ручних струшувачів плодів. За наявності великих площ садів доцільно використовувати плодозбиральну техніку, плодозбиральні машини, комбайни, струшувачі позиційної чи потокової дії.

Розробка плодозбиральної техніки почалася з 60-х років і продовжуються до тепер. Особливу увагу на створення та виробництво даної техніки звертається у країнах світу з розвинутим садівництвом. До таких держав можна

віднести США, країни Європи, особливо Італія, Іспанія, Франція а також Україну.

Найбільше поширення отримали вібраційні машини позиційної дії. Основним робочим органом даних машин є струшувач, який обладнується збірниками вібраційних коливань кривошипно-шатунного, кулачкового, інерційного типу. Вібрацію в кроні дерева можна генерувати передачею штамбу, центальному провіднику або скелетній гілці ударного імпульсу. У плодозбиральних машинах можуть також використовувати струшувачі вібро-ударної дії.

На плодозбиральних машинах МПУ-1, МПУ-1А, ВУМ-15А та комбайні КПУ-2 монтуються струшувач вібраційної дії. Робочий процес вони виконують з зупинкою біля кожного дерева. Під час робочого процесу плоди струшуються вловлюються та затарюються в контейнери [5, 6, 10].

Відрізняються машини за режимами струшування. Наприклад: плодозбиральна машина ВУМ–15А призначена для кісточкових культур (вишні, сливи); плодозбиральна машина МПУ-1 (МПУ–1А) – зерняткових (яблука, груші); плодозбиральний комбайн КПУ-2 для всіх культур зерняткових і кісточкових.

Різноманітні плодозбиральні машини для кісточкових та зерняткових плодів випускаються в США фірмами «Голд», «Перн Харвестер» та інші. Ці машини, як правило, самохідні, привід вузлів і механізмів гідравлічний. В них використовуються струшувачі турельного типу і штаббові різноманітних конструкцій. Машини оснащені пристроями для очищення плодів від домішок і для затарювання в ящики і контейнери.

Крім вібраційних машин ведеться розробка машин та засобів з використанням струшувачів ударної дії.

Корнельський університет (США) запропонував струшувач ударної дії маятникового типу що наносить удар по штабу дерева [10], виконаний у навісному на трактор варіанті (рис. 3.1.), який складається із маятника 2, підніма-

льного механізму 3, гідропіднімача 4 маятника 2, диска 5, передаючого ричала 6, зажиму 7 і уловлювача 8.

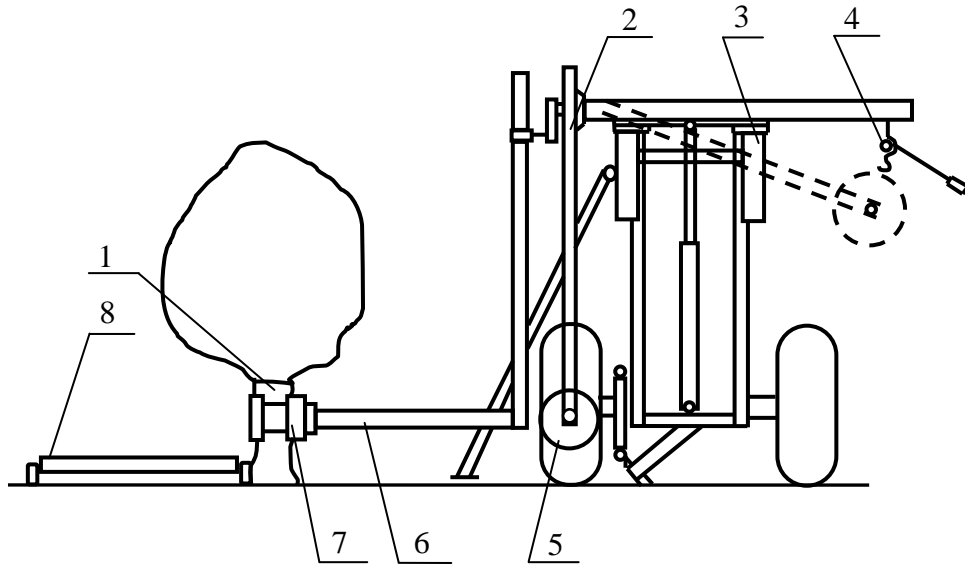


Рис. 1.1 – Маятниковий пристрій ударної дії для струшування плодів
1 – штабб дерева; 2 – підвіска маятника; 3 – підйомний механізм; 4 – гідропіднімач; 5 – диск маятника; 6 – передаючий ричаг; 7 – зажим; 8 – вловлювач.

Конструкції струшувачів ударної дії розроблені як і в США, так і на теренах Європи [10].

Проста конструкція плодозбиральної машини була розроблена у Львівському сільськогосподарському інституті [26]. Машини оснащувались роторним струшувачем, що наносить удари по штаббу дерева під час безперервного руху вздовж ряду дерев саду у міжрядді.

Агрегат складається (рис.3.2) з копіру 1, струшувача 3 з клинопасовою передачею, що приводиться в дію від гідро двигуна під'єднаної до гідросистеми трактора 6. Для ведення плодозбирального агрегату вздовж ряду дерев на заданій віддалі від ряду використовується копір 1.

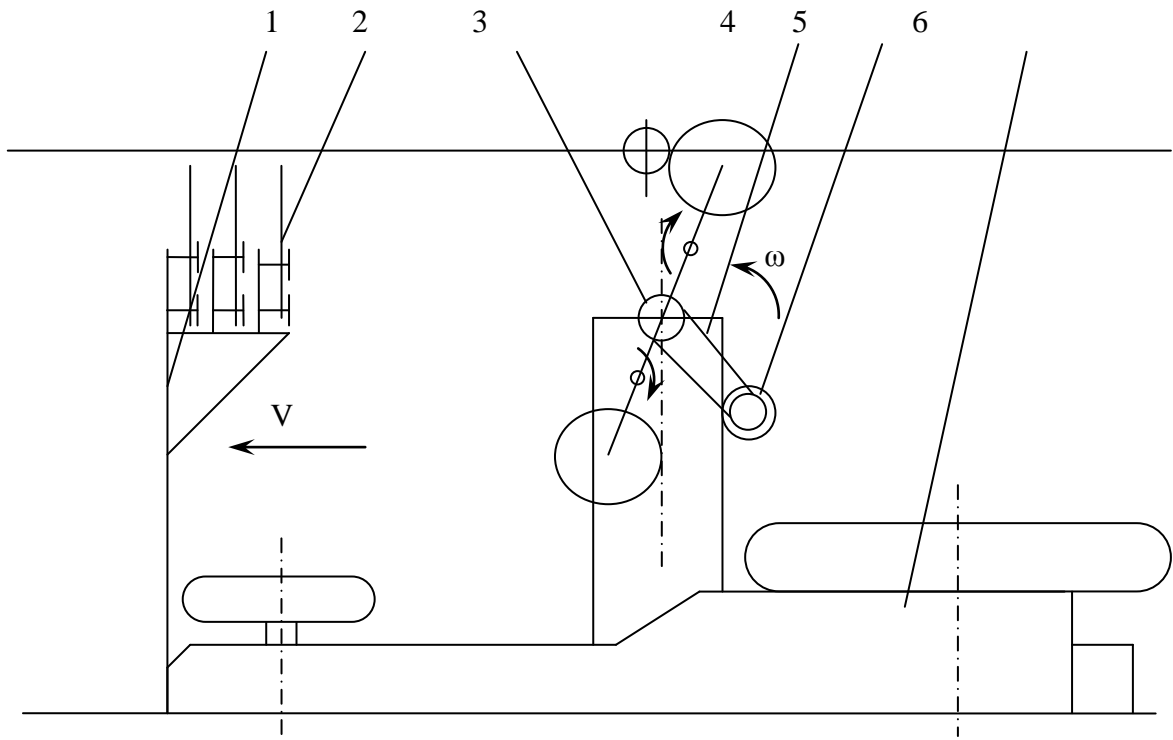


Рисунок 1.2 – Функціональна схема агрегату для знімання плодів

дерев і виконаний у вигляді жорсткої консолі з розміщеними на її кінці гнучкими елементами 2. Струшувач плодів 2 навішується збоку на трактор 6 класу 1,4 або самохідне шасі Т-16М. Привід ротора забезпечує клинопасова передача 2, на привідному шківі якої монтується гідродвигун 5.

Роторний ударний пристрій має ступицю, яка у свою чергу обертається на вісі. До ступиці кріпиться кривошип на осях яких розміщені поводки, на кінцях яких шарнірно монтуються ударні ролики.

Роторний ударний струшувач безперервно рухається в міжрядді вздовж ряду дерев з постійною швидкістю. Оператор слідкує за тим, щоб копір 1 гнучкими елементами дотикався до штамбу дерева. Включається гідродвигун струшувача, що приводить в обертовий рух ударні ролики через вал, кривошипи і поводки. Ролики наносять удари по штамбу, що викликає до струшування плодів, що падають на раніше підготовлений ґрунт міжряддя саду. Процес здійснюється під час безперервного руху агрегату вздовж ряду дерев.

Ударний ролик виконується у вигляді пустотілої оболонки, яка частково заповнена сипучим матеріалом, що зменшує тиск на кору під час ударної взаємодії зі штаблом.

Під час взаємодії ролика зі штаблом відбувається першопочаткове ущільнення сипучого матеріалу в оболонці ролика і формується площа контакту. Після ущільнення сипучого матеріалу і формування площі контакту, ударний імпульс передається штаблу дерева, що забезпечує струшування плодів. Ударний імпульс передається по значній площі сформованої площі взаємодії, що запобігає пошкодженню кори дерева в даній зоні.

Недоліком струшувача є обмежене їх використання, яке дозволяє збирати плоди з дерев діаметрами штаблів до 120 мм, внаслідок значних пошкоджень кори.

Висновок

Ефективність виробництва яблук може бути досягнута за умови наявності достатнього комплексу машин, що забезпечить максимальну механізацію технологічних процесів особливо під час збирання.

Для збирання яблук доцільно використати плодозбиральні машини потокової дії, що оснащені ударними струшувачами.

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ОПЕРАЦІЯ ЗБИРАННЯ ЯБЛУК

2.1. Розрахунок тягових характеристик

Метою розрахунку є визначення основних техніко-економічних показників збирального агрегату, з врахуванням умов його використання.

Вихідні дані: параметри кварталу: площа $F=7$ га; довжина $L=350$ м; ширина $B = 200$ м; ширина міжрядь 6 м; відстань між деревами в ряду 5 м; рельєф саду має нахил $i=3\%$; плодозбиральний засіб: трактор МТЗ-80 і роторний ударний струшувач; допустима швидкість: $V_p = 1,08$ км/год.

Роторний ударний струшувач монтується на раму трактора і не взаємодіє з ґрунтом, тому тяговий опір плодозбирального агрегату розраховуємо за формулою:

$$R_M = G_M \cdot (f + i/100), \quad (2.1)$$

де G_M – вага струшувача, кН;

f – коефіцієнт опору кочення ходових коліс.

Для руху по траві $f = 0,09$ [9].

$$R_T = 12 \cdot (0,09 + 3/100) = 1,44 \text{ кН.}$$

Приведений тяговий опір машини рівний:

$$R_{np} = \frac{0.159 \cdot N_{ввп} \cdot i_{тр} \cdot \eta_{тр}}{r_k \cdot n_n \cdot \eta_{ввп}}, \quad (2.2)$$

де $N_{ввп}$ – потужність, що використовується на гідроприводі, $N_{ввп} = 5$ кВт;

$i_{тр}$ – передатне число трансмісії трактора, $i_n = 330$;

r_k – радіус ведучого колеса, $r_n = 0,725$ м;

n_n – номінальна частота обертання колінчастого вала двигуна, s^{-1} ;

$\eta_{ввп}$ – механічний к.к.д. ВВП;

$\eta_{тр}$ – механічний к.к.д. трансмісії, $\eta_{тр} = 0,9$.

$$R_{np} = \frac{0.159 \cdot 5 \cdot 330 \cdot 0.9}{0.725 \cdot 36.7 \cdot 0.95} = 9.34 \text{ кН.}$$

Загальний тяговий опір агрегату:

$$R_a = R_m + R_{пр}, \quad (2.3)$$

$$R_a = 1,44 + 9,34 = 10.78 \text{ кН.}$$

Перевірка потужності двигуна трактора на предмет забезпечення генерування необхідного тягового зусилля.

Силу тяги трактора на ведучих колесах для генерування номінальної дотичної сили на вибраній передачі визначаємо з виразу:

$$P = \frac{N_e \cdot i_T \cdot \eta_{mm} \cdot 0.159}{r_k \cdot n_k}, \quad (2.4)$$

де N_e – потужність двигуна на номінальному навантаженні,

$$P = \frac{58.9 \cdot 330 \cdot 0.9 \cdot 0.159}{0.725 \cdot 36.7} = 104.5 \text{ кН.}$$

Умова $P_{кн} > R_a$ – виконується, тобто робоча передача вибрана правильно.

Визначаємо ступінь завантаження двигуна, що виражається через коефіцієнт з виразу:

$$\eta_{ед} = \frac{N_{кр}}{N_{ен}}, \quad (2.5)$$

де $N_{кр}$ – потужність трактора, що генерується на гаку, кВт:

$$N_{кр} = \frac{R_a \cdot V_P}{3.6}, \quad (2.6)$$

$$N_{кр} = \frac{10.78 \cdot 1,08}{3.6} = 3,23 \text{ кВт.}$$

Отже

$$\eta_{ед} = \frac{3,23}{58,9} = 0,05.$$

Потужність двигуна трактора під час роботи струшувача плодів використовується всього на 5%.

Для обґрунтування режимів роботи запропонованого струшувача плодів і транспортного (допоміжного) агрегату у складі трактора МТЗ-80 і контейнеровоза ВУК-3А необхідно провести розрахунок їх тягових характеристик.

Визначаємо вагу завантаженого контейнеровоза:

$$G_k = G_{кк} + Q_v, \quad (2.7)$$

де $G_{кк}$ – контейнеровоза з порожніми контейнерами, $G_{кк} = 16$ кН;

Q_v – вага врожаю, що перевозить агрегат у контейнерах, $Q_v = 31$ кН.

Звідси

$$G_k = 16 + 31 = 47 \text{ кН.}$$

Тяговий опір агрегату розраховуємо з виразу

$$R_{ат} = n_k \cdot G_k \cdot (f_k \pm 0.01 \cdot i), \quad (2.8)$$

де n_k – кількість контейнеровозів, що одночасно агрегуються, $n_k = 1$;

f_k – коефіцієнт опору кочення опорних коліс по міжряддю, $f_k = 0,08$.

Звідси

$$R_{ат} = 1 \cdot 47 \cdot (0.08 \pm 0.01 \cdot 3) = 5,17 \text{ кН.}$$

Передачу вибираємо за умови максимального завантаження трактора:

$$P_{кр \max} \geq G_k \cdot (f_k \cdot a_k + 0.01 \cdot i) + G \cdot (f(a_{тр} - 1) + 0.01 \cdot i), \quad (2.9)$$

де a_k – коефіцієнт на зростання опору під час руху, $a_k = 1,76$;

$a_{тр}$ – коефіцієнт зростання опору руху трактора, $a_{тр} = 1,84$;

G – експлуатаційна вага трактора, $G = 31,5$ кН.

$$\begin{aligned} P_{кр \max} &= 47 \cdot (0.08 \cdot 1.76 + 0.01 \cdot 3) + 31.5 \cdot (0.08 (1.84 - 1) + 0.01 \cdot 3) = \\ &= 7,93 + 3,04 = 10,97 \text{ кН.} \end{aligned}$$

З тягової характеристики трактора МТЗ-80 відповідно до розрахункової сили тяги на гаку $P_{кр} = 11,5$ кН вибираємо 5 передачу яка буде робоча.

Розрахункове тягове зусилля не перевищує максимальних значень, тобто

$$P_{кр} \geq P_{кр \max} [1, 9].$$

Розраховуємо необхідну сили зчеплення ведучих коліс трактора на вибраній передачі:

$$F_{e \max} - G(a_{\text{тр}} f_{\text{тр}} + i/100) \geq G_{\text{к}}(a_{\text{к}} f_{\text{к}} + i/100), \quad (2.10)$$

де $F_{e \max}$ – максимальна сила зчеплення ведучих коліс, кН,

$$F_{e \max} = \mu G_{\text{зч}}, \quad (2.11)$$

де $G_{\text{зч}}$ – вага трактора для забезпечення зчпної ваги, кН;

μ – коефіцієнт зчеплення ведучих коліс з опорною поверхнею, $\mu=0,7$ [9].

Розрахуємо частку ваги трактора для забезпечення сили тяги

$$G_{\text{зч}} = \lambda \cdot G \cdot \cos i, \quad (2.12)$$

де λ – коефіцієнт перерозподілу ваги трактора на ведучі колеса, $\lambda = 0,8$ [1, 9].

Отже,

$$G_{\text{зч}} = 0,8 \cdot 31,5 \cdot \cos 3^\circ = 25,2 \text{ кН.}$$

$$F_{e \max} = 0,7 \cdot 25,2 = 17,64 \text{ кН.}$$

Тому

$$17,64 - 31,5(1,84 \cdot 0,08 + 3/100) \geq 47 \cdot (0,08 \cdot 1,76 + 3/100);$$

$$12,06 \text{ кН} \geq 7,93 \text{ кН.}$$

Умова завантаження ведучих коліс трактора дотримана.

Коефіцієнт використання тягового зусилля розраховуємо за формулою:

$$\xi = \frac{R_{\text{аз}}}{P_{\text{кр}} - 0,01 \cdot G \cdot i}, \quad (2.13)$$

$$\xi = \frac{5,17}{11,5 - 0,01 \cdot 31,5 \cdot 3} = 0,51.$$

2.2. Розрахунок кількості транспортних агрегатів

Розрахуємо кількість транспортних агрегатів у складі трактора МТЗ-80 та контейнеровоза ВУК-3А для вивезення зібраного врожаю, для обслуговувати збирального агрегату.

Вага яблук, що перевозиться за один рейс рівна:

$$Q_T = V \cdot \lambda \cdot \gamma_m, \quad (2.14)$$

де V – сумарний об’єм порожніх контейнерів, що вміщуються на платформі контейнеровоза, $V=4,61 \text{ м}^3$;

λ – степінь використання корисного об’єму контейнера, $\lambda = 0,75$;

γ_m – об’ємна насипна вага яблук, $\gamma_m = 0,76 \text{ т/м}^3$.

Отже

$$Q_T = 4,61 \cdot 0,75 \cdot 0,76 = 2,52 \text{ т.}$$

Розраховуємо площу саду з якої треба зібрати врожай, щоб завантажити всі контейнери на платформі одного контейнеровоза:

$$F = \frac{Q_T}{Y}, \quad (2.15)$$

де Y – врожайність яблук, $Y = 10 \text{ т/га}$.

$$F = \frac{2,52}{10} = 0,252 \text{ га.}$$

Визначимо час для збору врожаю з розрахованої площі:

$$t_g = \frac{F}{W_{зод.зм}} = \frac{0,252}{0,136} = 1,852 \text{ год} = 111,18 \text{ хв.}$$

Розрахунковий час циклу визначаємо з виразу:

$$t_u = \frac{2 \cdot L_T}{V_T} + t_{зав} + t_{розв}, \quad (2.16)$$

де V_T – середня швидкість контейнеровоза під час руху, $V_T=20 \text{ км/год}$;

L_T – віддаль транспортування зібраного врожаю, $L_T=3 \text{ км}$;

$t_{зав}$ – час зупинки контейнеровоза під час завантаження, $t_{зав}=0,4 \text{ год}$;

$t_{розв}$ – час зупинки контейнеровоза під час розвантаження, $t_{розв}=0,3 \text{ год}$.

Отже

$$t_u = \frac{2 \cdot 3}{20} + 0,4 + 0,3 = 1 \text{ год} = 60 \text{ хв.}$$

Тоді

$$m_T = \frac{t_u}{t_T} = \frac{60}{111,18} = 0,54 \text{ шт.}$$

Одного контейнеровоза достатньо для обслуговування одного струшувача.

Для завантаження одного контейнеровоза ВУК-3, потрібно обробити площу $F = 2520 \text{ м}^2$. З врахуванням ширини міжряддя саду 6 м, то довжина саду з якої зібрано врожай буде становити:

$$l_d = \frac{2520}{6} = 420 \text{ м.}$$

Кількість контейнерів, які перевозить ВУК-3 рівна 8 штук. Отже, відстань між контейнерами:

$$a = \frac{l_d}{n_{\text{конт}}}, \quad (2.17)$$

де $n_{\text{конт}}$ – кількість контейнерів, що перевозить ВУК-3, $n_{\text{конт}} = 8$ штук.

Тоді

$$a = \frac{420}{8} = 52,5 \text{ м.}$$

Отже, контейнери необхідно розмістити в міжряддях саду на віддалі 52,5 м один від одного.

2.3. Розрахунок показників роботи струшувача

Вибираємо спосіб руху струшувача в саду. З врахуванням схеми посадки дерев приймаємо: спосіб руху в міжряддях човниковий: спосіб повороту комбінований (з однієї боку саду безпетлевий з прямолінійним відрізком, з другого – петлевий грибоподібний).

Коефіцієнт робочих ходів:

$$\varphi = \frac{L_p}{L_p + L_x}, \quad (2.18)$$

де L_p – робоча довжина гону, м;

L_x – середня питома довжина холостого ходу, м.

Робоча довжина гону відповідає довжині саду і становить 200 м.

Розраховуємо віддаль яку має пройти струшувач під час безпетлевого повороту з прямолінійним відрізком:

$$l_{x1} = (1.4 \dots 2)R + X_1 + 2e, \quad (2.19)$$

де R – радіус повороту, $R = 3,6$ м;

X_1 – прямолінійний відрізок, $X_1 = 4,8$ м;

e – виїзд агрегату.

$$e = (0,1 \dots 0,2)l_k, \quad (2.20)$$

де l_k – довжина агрегату:

$$l_k = l_T = 1,2 \text{ м.}$$

Отже

$$l_k = 0,2 \times 1,2 = 0,24 \text{ м,}$$

$$l_{x1} = 2 \cdot 3,6 + 4,8 + 2 \cdot 0,24 = 12,48 \text{ м.}$$

Віддаль що пройде агрегат під час грибоподібного повороту:

$$l_{x2} = (5,0 \dots 5,5)R + 2e, \quad (2.21)$$

$$l_{x2} = 5 \cdot 3,6 + 2 \cdot 0,24 = 20,28 \text{ м.}$$

Отже

$$l_x = l_{x1} + l_{x2} = 20,28 + 12,48 = 32,76 \text{ м,}$$

$$\varphi = \frac{200}{200 + 32,76} = 0,86.$$

Поворотна смуга для саду відповідає ширині між квартальної дороги і становить 8 м. Вона утворюється розбивки площі під сад. Перевіримо, чи достатньо цієї довжини для здійснення повороту агрегатом.

Ширина поворотної смуги становить:

$$E_{\min} = 1,1 \times R + l + d_k, \quad (2.22)$$

де d_k – відстань від краю поворотної смуги до трактора, $d_k = 1,5$ м.

$$E_{\min} = 1.1 \cdot 3,6 + 1,2 + 1,5 = 6,32 \text{ м.}$$

Ширина 8 м поворотної смуги достатня для здійснення повороту плодозбиральною машиною.

Тривалість робочого циклу струшувача:

$$t_u = t_{pu} + t_{xu} = \frac{2L_p}{V_p \cdot 60} + \frac{l_x}{V_x \cdot 60}, \quad (2.23)$$

де t_{pu} , t_{xu} – час відповідно на робочий хід і повороти, хв;

V_x – швидкість руху трактора на холостому ході, $V_x=5$ км/год.

$$L_u = \frac{2 \cdot 200}{0,3 \cdot 60} + \frac{32,76}{1,39 \cdot 60} = 22,2 + 0,39 = 22,59 \text{ хв.}$$

Визначимо кількість робочих циклів за зміну з виразу [1, 9]:

$$n_{\text{ц}} = \frac{T_{\text{зм}} - T_{\text{пз}} - T_{\text{отл}}}{t_u}, \quad (2.24)$$

де $T_{\text{зм}}$ – час зміни, хв;

$T_{\text{пз}}$ – час на підготовчі і завершальні роботи, хв;

$T_{\text{отл}}$ – час на перерви, $T_{\text{отл}}=30$ хв.

$$T_{\text{пз}} = T_{\text{ето}} + T_{\text{пп}} + T_{\text{пнк}} + T_{\text{пн}}, \quad (2.25)$$

де $T_{\text{ето}}$ – час на технічне обслуговування трактора і с.-г. машини, $T_{\text{ето}}=28$ хв;

$T_{\text{пп}}$ – час на підготовчі роботи, $T_{\text{пп}}=3$ хв;

$T_{\text{пнк}}$ – час на переїзди, $T_{\text{пнк}}=30$ хв;

$T_{\text{пн}}$ – час на отримання наряду і здача роботи, $T_{\text{пн}} = 5$ хв.

Отже

$$T_{\text{пз}} = 28 + 3 + 30 + 5 = 66 \text{ хв,}$$

$$n_{\text{ц}} = \frac{420 - 66 - 30}{22,59} = 15 \text{ циклів.}$$

Робочий час зміни визначаємо з виразу:

$$T_p = t_{pu} \cdot n_{\text{ц}}, \quad (2.26)$$

$$T_p = 22,2 \cdot 15 = 333 \text{ хв.}$$

Сумарний час зміни визначаємо з виразу:

$$T_d = T_p + T_{пз} + T_{відп}, \quad (2.27)$$

$$T_d = 333 \cdot 15 + 66 + 30 = 429 \text{ хв.}$$

Коефіцієнт використання часу зміни:

$$\tau = \frac{T_p}{T_d}, \quad (2.28)$$

$$\tau = \frac{333}{429} = 0,78.$$

Продуктивність агрегату за зміну:

$$W_{зм} = 0,1B_p \cdot V_p \cdot T_p, \quad (2.29)$$

де B_p – робоча ширина захвату, $B_p = 6$ м;

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 6 \cdot 1,08 \cdot 5,55 = 3,6 \text{ га/зм.}$$

Розрахуємо площу поля, що збере агрегат під час робочого циклу за годину з виразу:

$$W_{годч} = \frac{W_{зм}}{T_p}, \quad (2.30)$$

$$W_{годч} = \frac{3,6}{5,55} = 0,65 \text{ га/год.}$$

Годинна продуктивність за зміну:

$$W_{годз} = \frac{W_{зм}}{T_{зм}} = \frac{3,6}{7} = 0,51 \text{ га/год.}$$

Визначимо експлуатаційні затрати під час роботи агрегату.

Питома витрата палива на гектар:

$$Q = \frac{G_{mp}T_p + G_{mx}T_x + G_{mo}T_o}{W_{зм}}, \quad (2.31)$$

де $G_{\text{тр}}$, $G_{\text{тх}}$, $G_{\text{то}}$ – питома витрата палива: на робочий хід, на холостий рух, на зупинки з працюючим двигуном, кг/год;

T_x – час на холостий хід агрегату, год.

$$T_x = t_{\text{хц}} \cdot n_{\text{ц}} + T_{\text{ппк}}, \quad (2.32)$$

$$T_x = 0,39 \cdot 15 + 30 = 35,85 \text{ хв.}$$

T_o – час на зупинки завпродовж зміни, год.

$$T_o = T_{\text{відп}} + 0,5T_{\text{ето}} + T_{\text{пп}} + T_{\text{пн}}, \quad (2.33)$$

$$T_o = 30 + 0,5 \cdot 28 + 5 + 3 = 52 \text{ хв.}$$

Тоді

$$Q = \frac{13,5 \cdot 5,55 + 6,5 \cdot 0,6 + 1,4 \cdot 0,87}{3,6} = 22,33 \text{ кг/га.}$$

Затрати праці на гектар зібраного саду:

$$H = \frac{m \cdot T_{\text{змд}}}{W_{\text{зм}}}, \quad (2.34)$$

де m – кількість обслуговуючого персоналу,

$$H = \frac{11 \cdot 7}{3,6} = 21,39 \text{ люд.год/га.}$$

Амортизація трактора:

$$S_{\text{ам}} = \frac{(a_{\text{рт}} + a_{\text{кр}} + a_{\text{тто}}) B_{\text{т}}}{100 T_{\text{рз}} \cdot W_{\text{год}}}, \quad (2.35)$$

де $a_{\text{рт}}$, $a_{\text{кр}}$, $a_{\text{тто}}$ – норми річних відрахувань: реновація, капремонт, ТО, %;

$B_{\text{т}}$ – вартість трактора;

$T_{\text{р}}$ – нормативне завантаження трактора за рік, год;

$W_{\text{год}}$ – експлуатаційна продуктивність струшувача за зміни, га/год.

$$S_{\text{ам}} = \frac{(10 + 4 + 22) \cdot 1200000}{100 \cdot 1200 \cdot 0,51} = 725,49 \text{ грн./га.}$$

Амортизація струшувача визначається з виразу

$$S_{ам} = \frac{(a_{рм} + a_{том}) \cdot B_m}{100 \cdot T_{рм} \cdot W_2}, \quad (2.36)$$

де $a_{рм}$, $a_{том}$ – норми річних відрахувань: реновація, ТО, %;

B_m – вартість струшувача, грн.;

$T_{рм}$ – нормативне завантаження струшувача за рік, год.

$$S_{ам} = \frac{(14,2 + 12) \cdot 160000}{100 \cdot 210 \cdot 0,51} = 391,41 \text{ грн./га.}$$

Вартість паливо-мастильні матеріалів, що використовує струшувач:

$$S_{пм} = Q \cdot Ц_{пм}, \quad (2.37)$$

де Q – питома витрата палива під час збиральних робіт роботи, кг/га;

$Ц_{пм}$ – сумарна ціна одного кілограма дизельного пального і моторної оливи, грн.

$$S_{пм} = 22,33 \cdot 55 = 1228,15 \text{ грн/га.}$$

Заробітна плата обслуговуючого персоналу:

$$S_{зн} = \frac{k \cdot (m_{мп} \cdot f_1 + m_{д} \cdot f_2)}{W_{зм}}, \quad (2.38)$$

де k – коефіцієнт, що враховує доплати;

$m_{тр}$, $m_{д}$ – кількість обслуговуючого персоналу: основного, допоміжного;

f_1 , f_2 – годинні тарифні ставки обслуговуючого персоналу: основного, допоміжного;

$$S_{зн} = \frac{1,1 \cdot (1 \cdot 140 + 5 \cdot 90)}{0,51} = 1272,55 \text{ грн./га.}$$

Прямі затрати на один гектар зібраного саду:

$$S_o = S_{ат} + S_{ам} + S_{пм} + S_{зм}, \quad (2.39)$$

$$S_o = 725,49 + 391,41 + 1228,15 + 1272,55 = 3617,6 \text{ грн/га.}$$

Приведені затрати на один гектар зібраного саду:

$$S_{np} = S_o + \frac{E_k}{W_{год}} \cdot \left(\frac{B_m}{T_{pm}} + \frac{B_{.m}}{T_{p.m}} \right), \quad (2.40)$$

де E_k – коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E_k=0,15$.

$$S_{np} = 3617,6 + \frac{0,15}{0,51} \cdot \left(\frac{1200000}{1200} + \frac{160000}{210} \right) = 4135,81 \text{ грн./га.}$$

Отримані результати розрахунку стали основою для складання операційної карти на збирання яблук механізованим способом з використанням роторного ударного струшувача плодів потокової дії, що оснащений механізмом захисту кори та представлена в графічній частині дипломного проекту.

Висновки

1. Для збирання яблук пропонується використовувати роторний ударний струшувач. Для транспортування порожніх та заповнених контейнерів використовуються контейнеровози ВУК-3А.

2. Основні техніко-економічні показники збирання яблук механізованим способом становлять: продуктивність агрегату за зміну – 3,6 га/зм; витрата палива – 22,33 кг/га; затрати праці – 21,39 люд.год/га; прямі експлуатаційні затрати – 3617,6 грн/га; приведені експлуатаційні затрати – 4135,81 грн/га. Для обслуговування основного агрегату необхідно один допоміжний транспортний агрегат МТЗ-80 + ВУК-3А, що перевозить 8 контейнерів.

3. УДОСКОНАЛЕННЯ РОТОРНОГО УДАРНОГО СТРУШУВАЧА ПЛОДІВ

3.1. Обґрунтування конструктивної розробки

Плодозбиральні машини і струшувачі плодів виконують робочий цикл з зупинкою біля дерева або під час руху вздовж ряду дерев у міжрядді саду. В даному випадку вони оснащені збудувачами коливань вібраційної чи ударної дії і передають значну силу для струшування крони через штаб або центральний провідник. Внаслідок такої дії пошкоджується кора дерева в місцях передачі збудувальних зусиль.

Оригінальний спосіб зниження пошкоджень кори був розроблений американськими інженерами. Вони використали ковзні ремні і систему мащення для зменшення сили тертя, яка виникає під час взаємодії захвата зі штабом в момент передачі останньому збудувальних зусиль [10, 14]. Недолік розробки полягає в великій витраті змазки, а також у складній конструкції самого агрегату.

Відмічається своєю простотою конструкція захоплюючого пристрою, розробленого працівниками Азербайджанського науково-дослідного інституту механізації і електрифікації с. г. Запропонований пристрій (рис. 3.1) складається з рухомої 1 і нерухомої частин 2 до яких крапляться фартухи 3 за допомогою зажимів 4 у вигляді рулонів резинової стрічки. Граничну деформацію стрічки забезпечують обмежувачі 5. В процесі роботи затискачі 4 деформуються, при цьому рулони один відносно одного. За рахунок проковзування рулонів відбувається поглинання напружень зсуву, а як наслідок не спостерігається пошкодження кори в місцях передачі збудувальних зусиль. Недолік захвату – не пристосованість до спотворення циліндричної форми стовбура дерева та його можливого нахилу, що виникає під час росту під впливом різних умов, наприклад вітру. Захвати формують недостатню площу контакту, а як наслідок значні пошкодження кори

На плодозбиральних машинах використовувались захвати (рис. 3.2.) [10, 17], які склалися із нерухомої частини 1 до якої шарнірно кріпився поворотний важіль з гідроциліндром. У сою чергу до нерухомої частини і важеля кріпилися еластичні затискачі 2, прокладки 3ю Все це охоплювалось фартухами 4 з гофрованою часиною 5.

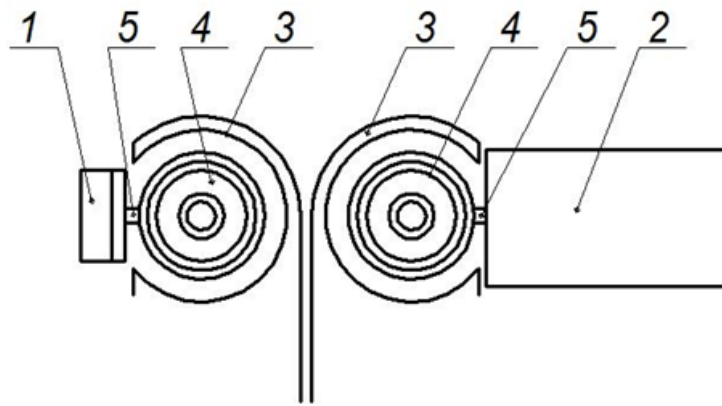


Рисунок 3.1 – Схема захоплюючого пристрою плодозбиральної машини
1 – рухома частина; 2 – нерухома частина; 3 – гумові фартухи; 4 – рулони гумової стрічки; 5 – обмежувачі.

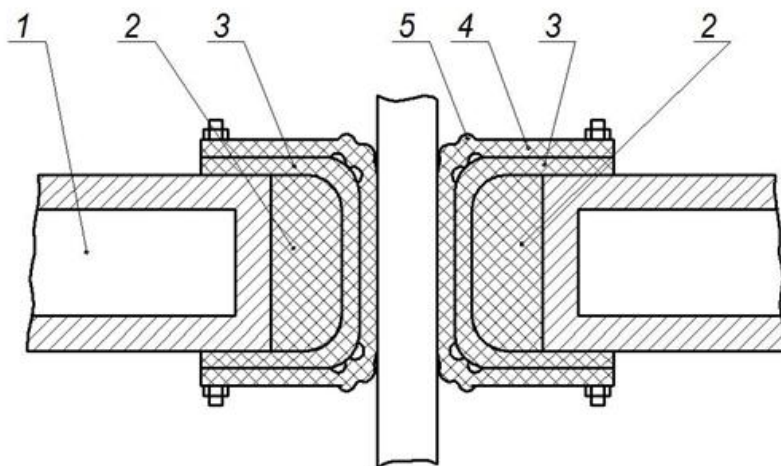


Рисунок 3.2 – Схема захоплювача ДСКБ «Агромашина»

1 – нерухома частина; 2 – затискачі; 3 – прокладки; 4 – фартухи; 5 – гофри

Під час роботи за рахунок гофрів 5 фартухів 4 забезпечується якісне охоплення стовбура дерева захватом, що зменшує пошкодження кори в момент струшування дерева.

Недолік запропонованого захвату – внаслідок відмінності січення штамба дерева від круга, виникають крутні моменти і коли напрямок дії сили, що діє на штаб, не співпадає з центром січення штамбу, виникає зсув і зминання кори.

В струшувачах плодів ударної дії для зменшення тиску на кору використовуються накладки, які збільшують площу взаємодії робочого органа із штаббом.

Плодозбиральні машини ударної дії оснащені роликами, що мають пустотілі гумові оболонки, вільний об'єм яких частково заповнюється сипким матеріалом, наприклад кварцевим піском разом з мастилом. Під час взаємодії зі штаббом формується площа контакту за рахунок перетікання сипкого матеріалу, а це зменшує пошкодження кори [26].

Недолік конструкції – по перше, можлива тангенціальна взаємодія ролика зі штаббом, а отже здирання кори, по друге обмеження використання струшувача по міцності кори, що залежить від віку дерева і діаметра штамба.

Тому, необхідно забезпечити захист кори штамба дерева і кореневої системи від пошкоджень під час передачі значних зусиль, а це у свою чергу покращить ефективність використання роторного ударного струшувача потокової дії.

В даному дипломному проєкті запропоновано, розробити механізм захисту кори, що передбачає використання захисного фартуха, який формує площу контакту і виступає проміжним тілом між роликом і штаббом. Тобто, функція фартуха полягає в тому, щоб в зоні контакту ударника зі штаббом зменшити нормальні і тангенціальні напруження в корі.

3.2. Будова та технологічний процес роботи запропонованого струшувача ударної дії

Щоб позбутися виявлених і відзначених в попередньому розділі недоліків при використанні в плодозбиральних машинах струшувачів ударної дії і

збільшення ефективності їх використання запропоновано покращення передачі шtamбу дерева збурю вальних зусиль (удару) за рахунок введення в зону нанесення удару проміжного тіла (захисного фартуха). Захисний фартух виконаний у вигляді дугоподібної оболонки, яка складається з двох транспортних стрічок, між якими вертикально закріплені декілька рукавів із сипучим матеріалом.

Запропонований струшувач плодів (див. рисунок 3.3.) складається із ротора з ударними роликами і захисного фартуха.

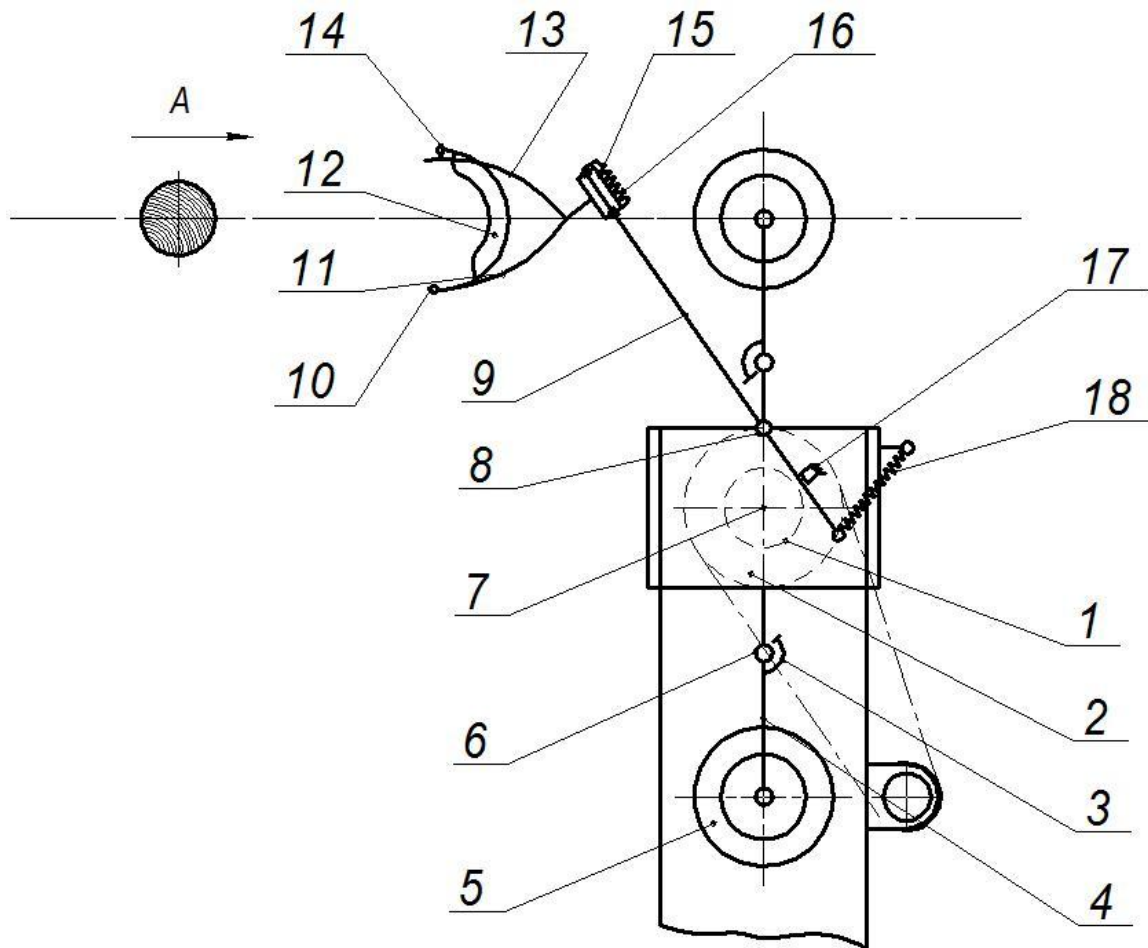


Рисунок 3.3. Принципова схема струшувача плодів

1 – матиця; 2 – кривошип; 3 – упори; 4 – поводки; 5 – ролики; 6, 7, 10, 14 – осі; 8 – півосі; 9 – направляючі балки; 11, 13 – втримуючі балки; 12 – захисний фартух; 15 – каретки; 16, 18 – пружини; 17 – упор-фіксатор.

Ротор містить матрицю 1, на якій закріплені кривошипи 2, на осях в яких розміщені поводки 4 із закріпленими на їх кінцях роликами 5. Кутове переміщення поводка обмежується опорами 3. Кожний із роликів являє собою матрицю з пустотілою гумовою оболонкою, повністю заповненою сипучим матеріалом для зменшення коефіцієнта пружності удару. Матиця 1 на підшипниках надіта на вісь 7, яка закріплена в плитах рами струшувача.

Захисний фартух 12 важільним механізмом закріплений до рами струшувача. Механізм забезпечує введення фартуха в зону нанесення ударів і складається із двох направляючих балок 9, виконаних із труби круглого січення. Балки одним кінцем шарнірно кріпляться до напівосей 8 плит рами струшувача, а іншим – з'єднані між собою віссю.

На направляючих балках 9 розміщені каретки 15 із закріпленими на них утримуючими балками 11 і 13. Кінці балок з'єднані між собою осями 10 і 14, до яких чотирма шарнірами закріплений захисний фартух.

В початковому положенні каретки 15 втримуються пружинами 16, а направляючі балки притискаються до опору-фіксатора 17 пружиною 18. Привід струшувача здійснюється через клинопасову передачу гідродвигуном, з'єднаним з гідросистемою трактора.

Оператор заїжджає в міжряддя саду і направляє трактор з навішеним на нього струшувачем, вздовж ряду дерев. При цьому, ще до передачі дереву ударного імпульсу до кори притискається захисний фартух 12, який тісно охоплює штаб в результаті переміщення сипучого матеріалу по незаповнених об'ємах фартуха. Подальше пересування агрегату супроводжується входом штаба в зону взаємодії з ударними роликами. Під дією реакції штаба каретки 15 переміщуються по направляючих балках 9, які обертаються навколо півосей 8 рами струшувача, забезпечуючи притискання фартуха до кори в місці нанесення удару з постійним зусиллям. Ударні імпульси передаються штабу через фартух, який зберігає кору від пошкоджень внаслідок зменшення нормальних і тангенціальних тисків на неї. Коли штаб знаходиться в зоні взає-

модії з ударником йому передаються ударні імпульси, під дією яких дерево вструшується, плоди осипаються, а потім підбираються.

Робочий цикл закінчується виходом важільного механізму із контакту зі штаблом і повернення направляючих балок 9, і кареток 15 під дією пружин 17 і 18 в початкове положення.

Описаний струшувач дозволяє зменшити пошкодження кори за рахунок збільшення площі передачі ударного імпульсу.

3.3. Розрахунок механізму захисту кори від пошкоджень

3.3.1. Аналіз взаємодії механізму захисту кори від пошкоджень і ударного ролика зі штаблом

Конструкція струшувача плодів (рис. 3.3) передбачає охоплення штабла захисним фартухом, після чого під час руху агрегату штабл входить в зону взаємодії із ударними роликами. Цей процес можна розділити на три етапи: підготовчий, робочий і завершальний. На першому етапі штабл вступає у взаємодію із захисним фартухом і під дією сил попереднього натягу пружин 16 і 18 формується зона контакту за рахунок переміщення сипучого матеріалу в незаповнений об'єм оболонки фартуха.

Після закінчення заповнення сипучим матеріалом вільного об'єму оболонки фартуха, закінчується охоплення штабла і утворення зони контакту штабла із захисним фартухом, що є початком другого етапу. При подальшому руху трактора під дією сили реакції штабла відбувається поворот направляючої балки 9 навколо осі 8 і переміщення каретки 15 по ній.

У визначений час по штаблу наноситься серія ударів із змінною по величині силою, внаслідок прямолінійного переміщення струшувача із швидкістю V і обертання роликів з кутовою швидкістю ω відносно струшувача. Штабл передається ударний імпульс, який приводить до відривання плодів.

Початок взаємодії ролика із штаблом відбувається при умові (рис. 3.4):

$$l_{O_3O_1} = r_{ш} + h_{\phi} - \Delta h_{\phi} + r_p + l_1 + l_2, \quad (3.1)$$

де $l_{O_3O_1}$ – відстань між віссю обертання ротора і центром січення штамба, м;

$r_{ш}, r_p$ – радіуси штамба і ролика, м;

$h_{\phi}, \Delta h_{\phi}$ – товщина фартуха і його деформація, м;

l_1, l_2 – довжина кривошипа O_1A і повідка AB ротора, м,

$$l_{O_3O_1} = 0,1 + 0,1 - 0,025 + 0,115 + 0,3 + 0,3 = 0,89 \text{ м.}$$

Відстань Y_s (рис. 3.4) від осі O_1 обертання ротора ударника струшувала до осі ряду також впливає на взаємодію ударного ролика із штаблом і штамба з важільним механізмом, що впливає на роботу струшувача.

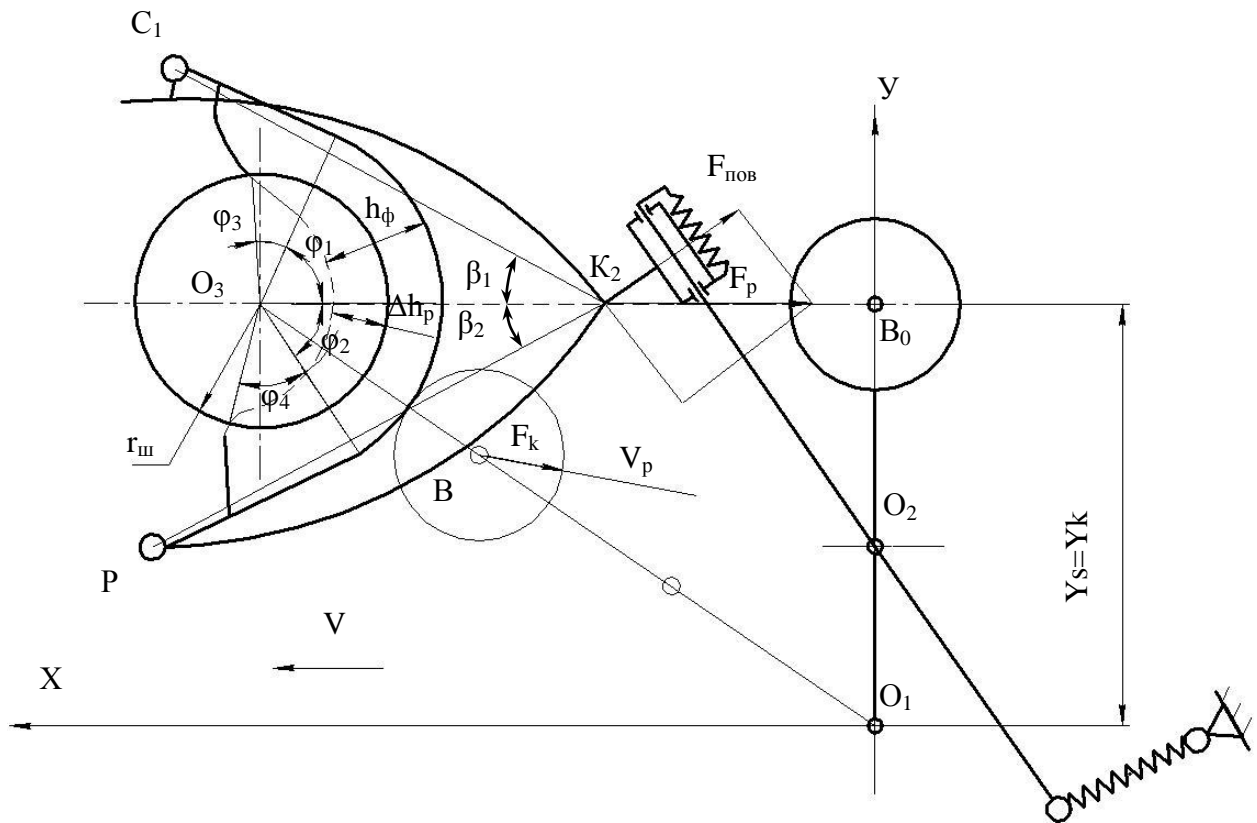


Рисунок 3.4 – Схема взаємодії накладки зі штаблом дерева

Умова зміни відстані Y_s :

$$Y_s = Y_k + \Delta, \quad (3.2)$$

де Y_s – відстань від осі ряду до осі обертання ротора, м;

Y_K – відстань від осі обертання ротора до осі ряду, при якому можлива взаємодія ролика із штаблом без виникнення тангенціальної складової сили удару, м,

$$Y_K = \sqrt{(r_m + h_\phi - \Delta h_\phi + r_p)^2 + (l_1 + l_2)^2}. \quad (3.3)$$

Δ – зміщення агрегату відносно осі ряду при неточному його водінні,

$$Y_K = \sqrt{(0,1 + 0,1 - 0,025 + 0,115)^2 + (0,3 + 0,3)^2} = 0,666 \text{ м.}$$

При виконанні цієї умови, у випадку, коли $\Delta=0$, отримуємо сприятливі умови роботи струшувача, тобто відсутні додаткові динамічні силові дії на вузли ротора і його привід.

Якщо дана умова не виконується, тобто $Y_S < Y_K$, тобто $\Delta < 0$, тоді під час взаємодії ролика із штаблом збільшується навантаження на привід ротора і порушується рівномірність його обертання, що негативно впливає на роботу струшувача.

3.3.2. Розрахунок діаметру напрямних балок на міцність

Основною метою розрахунку є вибір поперечного січення круглої порожньої балки.

Умову міцності балки записуємо, як [17]:

$$[\sigma_{зг}] = \frac{M_{зг}}{W}, \quad (3.4)$$

де $[\sigma_{зг}]$ – допустимі згинальні напруження, Па;

$M_{зг}$ – згинальний момент, Нм;

W – момент опору січення, м³.

Ми приймаємо, що балка являє собою порожню трубу, що у свою чергу виготовлена із сталі 3, для якої можна прийняти $[\delta_{зг}] = 60$ МПа [11, 17].

Згинальний момент визначаємо шляхом побудови епюри (рис. 3.5), оскільки маємо складно-напружений стан від дії ваги балок, ваги важільного

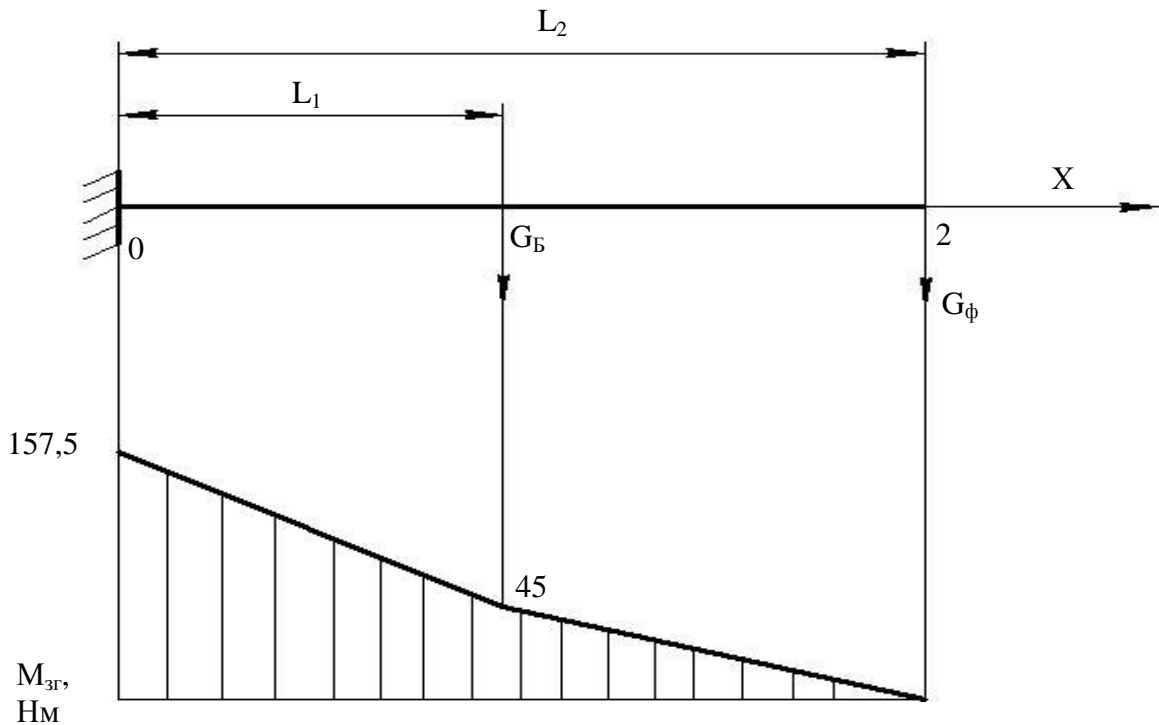


Рисунок 3.5 – Епюра крутних моментів

механізму із захисним фартухом, з врахуванням, що балка має шарнірне кріплення, але вона підпружинена.

Тому згинальні моменти в площині OZX з врахуванням того, що в ній діють ваги балок і захисного фартуха будуть рівні:

в точці 2,
$$M_{ззx_2} = 0;$$

в точці 1,
$$M_{ззx_1} = G_\phi \cdot (L_2 - L_1), \quad (3.5)$$

де G_ϕ – вага захисного фартуха, Н;

L_2 – віддаль від точки защемлення балки до точки прикладання сили G_ϕ , $L_2 = 0,75$ м;

L_1 – віддаль від точки защемлення балки до точки прикладання ваги балок, $L_1 = 0,45$ м.

$$M_{ззx_1} = 150 \cdot (0,75 - 0,45) = 45 \text{ Нм};$$

в точці 0,

$$M_{ззx_0} = G_\phi \cdot L_2 + G_B \cdot L_1 = 150 \cdot 0,75 + 100 \cdot 0,45 = 157,5 \text{ Нм}.$$

Як бачимо, максимальний згинальний момент є в т.0 і рівний $M_{зг} = 157,5$ Нм.

Для пустотілої труби момент опору січення буде рівний [8]:

$$W = \frac{\pi}{32} \cdot \frac{d^4 - d_1^4}{d}, \quad (3.6)$$

де d – зовнішній діаметр труби. З конструктивних міркувань приймаємо

$$d = 0,048 \text{ м};$$

d_1 – внутрішній діаметр труби, м.

Метою подальшого розрахунку є визначення товщини стінки труби, для цього скористаємося формулами 3.4 та 3.6, тобто:

$$[\sigma_{32}] = \frac{M_{32}}{\frac{\pi}{32} \cdot \frac{d^4 - d_1^4}{d}}. \quad (3.7)$$

З даної формули визначимо d_1 :

$$d_1 = \sqrt[4]{d^4 - \frac{32M_{32} \cdot d}{h \cdot \pi \cdot [\sigma_{32}]}}. \quad (3.8)$$

де h – коефіцієнт, який рівний двом, оскільки дана балка виконана у вигляді двох труб, що з'єднані на кінцях між собою.

Отже,

$$d_1 = \sqrt[4]{0,048^4 - \frac{32 \cdot 157,5 \cdot 0,048}{2 \cdot 3,14 \cdot 80 \cdot 10^6}} = 0,0468 \text{ м}.$$

Тоді товщина стінки труби буде рівна:

$$t = \frac{d_1 - d_2}{2} = \frac{0,048 - 0,0468}{2} = 0,0012 \text{ м}.$$

Приймаємо стандартну стінку труби з певним запасом міцності рівну $t = 4$ мм.

3.3.3. Розрахунок пружини фіксатора

Пружина фіксатора має створювати попереднє зусилля, що рівне $P_n = 800$ Н, щоб утримувати важіль захисного фартуха та напрямну балку в початковому положенні. Крім того, з конструктивних міркувань, для компактного розміщення механізмів струшувача діаметр пружини повинен бути $D = 20 \dots 30$ мм, а також під час роботи ще додатково деформуватися на $l = 10$ мм. Для створення попереднього натягу пружину необхідно деформувати $l_2 = 15$ мм, тобто загальна робоча деформація пружини буде становити:

$$P_2 = \frac{P_n \cdot h}{l_2}, \quad (3.9)$$

де P_n – сила пружини при попередньому натязі пружини, Н;

h – повна деформація пружини, мм;

l_2 – попередня деформація пружини, мм.

Тоді

$$P_2 = \frac{800 \cdot 25}{15} = 1333.3 \text{ Н.}$$

Сила P_3 для граничних значень інерційного зазору рівна:

$$P_3 = \frac{P_2}{1 - \delta}, \quad (3.10)$$

де δ – інерційний зазор, $\delta = 0,1$ [23].

$$P_3 = \frac{1333.3}{1 - 0.1} = 1481.5 \text{ Н}$$

Задаємося матеріалом пружини і вибираємо величину допустимих напружень. Матеріал – сталевий вуглецевий пружинний дріт марки 50ХФА І класу по ДСТУ 9389-75, для якої $[\tau] = 750 \text{ Н/мм}^2 = 750 \text{ МПа}$ [11].

Діаметр дроту визначаємо з умови міцності:

$$\tau = k \frac{8P_2 \cdot C}{\pi \cdot d^2} \leq [\tau], \quad (3.11)$$

де τ – розрахункове напруження в поперечному січнні витка пружини, Н/мм²;

k – коефіцієнт, що враховує вплив кривизни витків і поперечної сили,

$$k \approx \frac{4C + 2}{4C - 3}, \quad (3.12)$$

де c – індекс пружини:

$$c = \frac{D_0}{d},$$

де d – діаметр дроту, мм;

D_0 – середній діаметр пружини, мм.

За невідомого значення середнього діаметру пружини, з конструктивних міркувань приймаємо $c = 8$.

Тоді

$$k = \frac{4 \cdot 8 + 2}{4 \cdot 8 - 3} = 1.17.$$

З умови міцності (3.11) знайдемо діаметр дроту:

$$d \geq \sqrt{\frac{k \cdot 8P^2 \cdot c}{\pi \cdot [\tau]}}, \quad (3.13)$$

$$d \geq \sqrt{\frac{1.17 \cdot 8 \cdot 1333.3 \cdot 8}{3.14 \cdot 750}} = 2.94 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр дроту рівним 3 мм.

Тоді

$$D_0 = c \cdot d = 8 \cdot 3 = 24 \text{ мм.}$$

Визначаємо число робочих витків пружини:

$$n = \frac{G \cdot d^4 \cdot h}{8 \cdot P_a \cdot D_0^3}, \quad (3.14)$$

де n – число робочих витків пружини;

G – модуль зсуву (для сталі в середньому $G = 8,0 \cdot 10^4$ Н/мм²) [8, 11].

$$n = \frac{8.0 \cdot 10^4 \cdot 3^4 \cdot 25}{8 \cdot 1333.3 \cdot 24^3} = 10.99.$$

Приймаємо $n = 11$.

Повне число витків:

$$n_1 = n + 2 = 11 + 2 = 13.$$

Визначимо крок пружини:

$$t = d + \frac{h}{n} + 0.1 \cdot d = 3 + \frac{25}{11} + 0.1 \cdot 3 = 5.57 \text{ мм.}$$

Висота пружини при повному стиску витків:

$$H_3 = (n_1 - 0,5) \cdot d = (13 - 0,5) \cdot 3 = 37,5 \text{ мм.}$$

Висота пружини у вільному стані:

$$H_0 = H_3 + n \cdot (t - d) = 37,5 + 11 \cdot (5,57 - 3) = 65,77 \text{ мм} \approx 66 \text{ мм.}$$

Розрахована пружина дозволяє утримувати важільний механізм під час роботи струшувача у початковому положенні.

Висновки

1. Роторні ударні струшувачі не можуть передавати великих ударних збурювальних зусиль штамбу дерева без пошкодження кори, а отже вони використовуються під час збирання яблук в садах, діаметри штампів яблунь в яких є не більші 100 мм.

2. Для зменшення пошкодження кори штамба дерева в місці передачі збурювальних зусиль розроблений механізм разом із захисним фартухом, який монтується на рамі роторного струшувача та забезпечує збільшення площі передачі збурювальних зусиль за рахунок впровадження проміжного тіла між штабом та ударним роликком струшувача.

3. Удосконалений роторний струшувач плодів, що оснащений механізмом захисту кори від пошкоджень, може використовуватися під час струшування плодів з дерев діаметри штабів яких становлять 100 – 200 мм.

4. Основні параметри розробленого механізму, що розраховані в дипломному проекті становлять: віддаль між центром поперечного січення штаба і віссю обертання ротора, в момент початку взаємодії ротора та штаба – 0,89 м; від осі ряду до осі обертання ротора – 0,66 м; напрямна балка виготовляється з труби діаметром 48 мм та товщиною 4 мм.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Структурно функціональний аналіз процесу збирання яблук та розроблення моделі травмонебезпечних ситуацій

При виконанні технологічного процесу збирання яблук передбачаються наступні операції:

- виїзд агрегату на поле;
- підготовка до роботи;
- під'їзд агрегату до дерева;
- струшування плодів;
- від'їзд агрегату;
- збирання плодів в тару;
- завантаження контейнерів на транспортний агрегат;
- транспортування плодів.

Під час виконання даних операцій можливе виникнення таких травмонебезпечних та аварійних ситуацій:

- падіння при виході чи вході в кабіну;
- удар обірваним пасом;
- продавлювання людей агрегатом;
- травмування відлітаючими роликами.

На основі даних аварійних та травмонебезпечних ситуацій розробимо модель травмонебезпечної ситуації у вигляді таблиці 5.1.

Аналізуючи кожну з моделей, завжди можна зробити висновок про запобігання виникненню небезпечної ситуації та усунення небезпечних наслідків. Тому такі моделі потрібно розробляти для кожного виду роботи [24].

Таблиця 4.1 – Моделювання процесів виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій.

Вид роботи	Небезпечна умова	Небезпечна дія	Небезпечна ситуація	Можливі наслідки	Заходи запобігання небезпечній ситуації
Струшування плодів	Погано закручені кріплення рухомих деталей (НУ ₁).	Робітник підійшов близько до рухомого робочого органу (НД ₁). Відкручується кріплення рухомих деталей (НД ₂)	Відкручена деталь відривається (НС)	Травма (Т)	Перед початком роботи необхідно обов'язково перевіряти кріплення рухомих деталей і кожухів

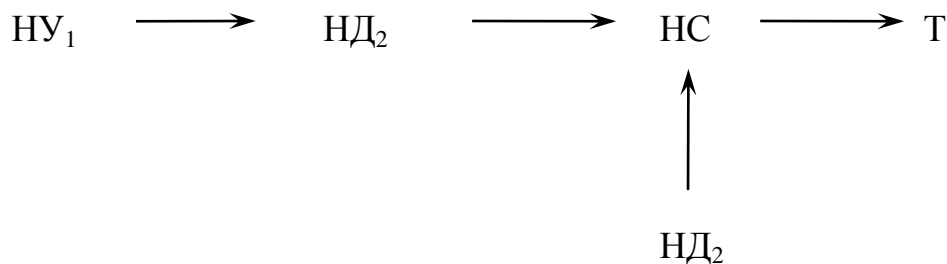


Рисунок 4.1 – Модель процесу

4.2. Техніка безпеки при роботі на агрегаті для збирання яблук

При роботі на плодозбиральній машині потрібно дотримуватись таких правил техніки безпеки:

1. До роботи на даній машині допускаються особи, що пройшли спеціальне навчання і пройшли інструктаж по техніці безпеки.
2. Складати і монтувати машину дозволяється тільки на спеціально відведеному і обладнаному місці
3. Під час перевірки роботи здатності машини необхідно переконатись у справності двигуна, рульового керування, гальмівної та гідравлічної си-

стем, а також у надійності зовнішніх кріплень окремих механізмів і деталей.

4. Забороняється включати струшував при знятих захисних кожухах.
5. Робочі органи дозволяється регулювати тільки при зупиненій машині.
6. Під час роботи струшувача забороняється проводити мащення, регулювання та очищення робочих органів, а також відкручувати гайки та штуцери гідросистем.
7. Забороняється перевозити людей на плодозбиральній машині.
8. Категорично забороняється допускати до роботи на агрегаті трактористів у нетверезому стані.
9. Перед виїздом в сад машину необхідно укомплектовувати протипожежним інвентарем.

При експлуатації та обслуговуванні агрегату необхідно суворо дотримуватись загальних вимог техніки безпеки при роботі на тракторах.

4.3. Захист цивільного населення

Захист населення – це комплекс заходів, спрямованих на попередження негативного впливу наслідків надзвичайних ситуацій чи максимального послаблення ступенів їх негативного впливу. Одною з частин захисту населення є сукупність рятувально-запобіжних заходів, основним завданням яких є усунення загрози життю та здоров'ю людей, відновлення життєзабезпечення населення. Ці заходи здійснюються у три стадії.

На першій стадії вирішуються проблеми щодо:

- запобігання шкідливого впливу чи його зменшення на здоров'я людей;
- екстреного захисту працівників, а саме: сповіщення про небезпеку, проведення евакуаційних заходів, використання засобів медичної профілактики та індивідуального захисту.

На другій стадії здійснюється:

- пошук потерпілих;

- надання потерпілим медичної допомоги та їх евакуація;
- санітарна обробка людей.

На останній стадії вирішуються проблеми, щодо введення господарства в повну роботоздатність. До них відносяться:

- ремонт пошкоджених будівель;
- відновлення постачання підприємства енергоресурсами та зв'язком;
- відновлення медичного обслуговування.

5. ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

Сучасна молодь вступає в життя в епоху не тільки бурхливого розвитку науки і техніки, а й негативних наслідків науково-технічної революції та демографічного вибуху. Неконтрольоване зростання населення Землі, кількість якого вже перевищила критичну межу, дедалі більше забруднення атмосфери, гідросфери та літосфери, накопичення величезних об'ємів відходів людської діяльності при одночасному виснаженні майже всіх видів природних ресурсів призвели до розвитку глобальної екологічної кризи. Біосфера сьогодні вже не спроможна самоочищуватися, саморегулюватися й самовідновлюватися — вона дедалі активніше деградує. Людству загрожує загибель найближчими десяти-літтями, якщо воно терміново не змінить свого ставлення до природи, не змінить стилю своєї діяльності й існування, не переоцінить життєвих цінностей. Людству потрібні нова філософія життя, висока екологічна культура й свідомість [3, 21].

Діяльність людини відбувалася у межах правил антропоцентричного гуманізму, тобто ідеї підкорення людині всього, що є в природі, ідеї панування над природою. Як показало життя, ця ідея виявилася хибною. Загальнолюдський інтелект разом з найсучаснішою технікою, незважаючи на всю могутність, нині не в змозі штучно керувати і підтримувати нормальне функціонування тисяч екосистем біосфери, мільйони видів живих істот в якій протягом сотень тисячоліть еволюційно виробляли свої складні численні взаємозв'язки (через обмін речовин, енергії та інформації) для гармонійного співіснування. Доведено, що людина ще не може створити екологічно чистих господарств, ідеальної глобальної соціосистеми з регульованою народжуваністю, економічною й соціальною стабільністю. Сучасні технології стали потужним інструментом, за допомогою якого людина споживає значно більше, ніж природа може продукувати, а також викидає в довкілля таку кількість відходів, яку природа не в змозі знешкодити.

Настав час керуватися в наших діях правилами іншого гуманізму — екологічного. Основна його ідея — людина є лише часткою природи й Космосу, з законами й силами яких вона повинна рахуватися. Не владарювати над природою, а співпрацювати з нею, бути не «царем природи», а її невіддільною часткою. У ХХІ ст. людина повинна вступити з новою філософією життя — екологічною, згідно з якою вона є часткою єдиної людської родини, планетарного братства з новою екологічною етикою, що базується на шануванні всіх живих істот Землі.

5.1. Охорона та раціональне використання ґрунтів

Ґрунти мають величезне значення не лише тому, що є головним джерелом отримання харчових продуктів. Вони відіграють активну роль в очищенні природних і стічних вод, ґрунтово-рослинний покрив є регулятором водного балансу суші. Це – універсальний біологічний фільтр і нейтралізатор багатьох видів антропогенного забруднення. Основним засобом відновлення ґрунтів є насадження лісозахисних смуг, впровадження сівозмін, періодична консервація угідь.

Рельєф даного господарства являє собою невисоку слабо хвилясту поверхню з східчастими схилами. Основною ґрунтоутворюючою породою, найбільш поширеною на землях господарства є лесовидні суглинки та дерново-підзолисті ґрунти.

В господарстві запроваджено сівозміну, яка дозволяє більш менш рівномірно використовувати ґрунти, рівномірніше регулювати їх родючість.

Щодо кількості обробітку ґрунту протягом року, то краще було б використовувати трактори нижчого класу, але з більшою шириною захвату. Це можна досягти постійним удосконалення агрегатів.

Хімізація не дуже впливає на погіршення ґрунтів, оскільки на даний час їх вноситься набагато менше, ніж повинна становити норма. Це пов'язано з

нестачею коштів в господарстві на придбання мінеральних добрив та отрутохімікатів.

Для підвищення родючості ґрунтів потрібно впроваджувати нові технології обробітку, використовувати техніку легшу за масою, але з вищою потужністю. Сьогодні для реального використання землі потрібно переходити на безплужну систему обробітку. Всі ці дії раціонального землекористування вимагають затрати додаткових коштів, а при сьогоднішньому стані економіки країни цих коштів немає де взяти,

5.2. Охорона та ефективне використання водних ресурсів

Вода є однією з найнеобхідніших і найпоширеніших речовин. Сільське господарство – один з найбільших споживачів і одночасно забруднювачів природних вод внаслідок використання мінеральних добрив, пестицидів та інших хімікатів, функціонування тваринницьких комплексів, зрошування земель.

Середньомісячна кількість опадів становить 445 мм. На період активної вегетації, який триває від середини квітня до середини вересня (115 – 160 днів), припадає 428 мм опадів.

Основним джерелом водопостачання для людства є річковий стік і підземні води.

На території господарства річки немає, тому джерелом водопостачання людей є підземні води.

Поблизу господарства немає переробних і промислових підприємств, тому основним забруднювачем є саме господарство.

Для зменшення шкідливого впливу на водні ресурси необхідно:

- зберігати та використовувати мінеральні добрива, отрутохімікати з дотриманням вимог санітарно-гігієнічних норм;

- встановлювати фільтри-відстійники стічних вод з машинних дворів, майстерень, АЗС, складів пального та мастил.

5.3. Охорона атмосферного повітря

Одним з найважливіших екологічних чинників, що потребує охорони, є атмосферне повітря.

Основними й найбільш дієвими засобами боротьби з забрудненням атмосфери є екологічні. Потрібно встановити сувору систему штрафів, розмір яких залежав би від кількості викинутих у повітря забруднювачів понад гранично допустимих норм викидів, часу викиду тощо.

У сільському господарстві потрібно застосовувати наступні методи боротьби з забрудненням атмосфери:

- регулювання двигунів внутрішнього згорання в автомобілях, тракторах, самохідних с.-г. машинах, встановлення на них спеціальних каталізаторів для опалювання пального;
- заміна етилового бензину на екологічно менш шкідливий;
- впровадження електронних систем для регулювання надходження пального;
- збільшення обсягів озеленення населених пунктів;
- ізоляція джерел шуму кожухами, ковпаками, застосування пристроїв, які зменшують шуми, та глушників;
- застосування на особливо шумних виробництвах засобів індивідуального захисту (навушників, антивібраційного взуття тощо).

5.4. Зберігання і використання паливно-мастильних матеріалів

Правильне використання і зберігання нафтопродуктів – один з найважливіших чинників охорони атмосферного повітря.

В господарстві паливо зберігається в бочкоподібних ємностях, які встановлені на бетонних опорах на висоті 0,7 метра від поверхні землі. Для бензину використовується 10-ти кубова ємність, а для дизпалива – одна 10-ти кубова і одна 5-ти кубова ємності.

Масла і мастила зберігають в нафтоскладі в 0,2 кубових переносних ємностях.

Відпрацьовані ПММ збирають в переносні ємності, і відвозять до районного складу зберігання палива.

При використанні і зберіганні нафтопродуктів слід звертати увагу на:

- стан резервуарів, трубопроводів, автоцистерн та іншого обладнання;
- наявність підтікань паливо-мастильних матеріалів. В разі їх наявності, підтікання усунути;
- якість утилізації відпрацьованих ПММ, щоб вони шкідливо не впливали на довкілля.

Висновки

Керівництву господарства слід більше уваги звернути на дбайливе ставлення до навколишнього середовища. Покращити зберігання паливо-мастильних матеріалів, добрив та отрутохімкатів. Закупити нові обприскувачі для хімічного захисту рослин від шкідників та хвороб, оскільки наявні в господарстві не обладнані спеціальними контролюючими автоматичними системами норми виливу, а це є наслідком неефективного використання розчину отрутохімкату.

6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ РОТОРНОГО УДАРНОГО СТРУШУВАЧА ПЛОДІВ З МЕХАНІЗМОМ ЗАХИСТУ КОРИ

Роторний ударний струшувач плодів призначений для знімання плодів на підготовлене міжряддя чи переносний вловлювач з наступним їх підбиранням вручну і завантаження в контейнери, що встановлені на контейнеровозі ВУК-3А. Запропонований струшувач монтується на тракторі МТЗ-80.

На теперішній час в господарствах збір врожаю здійснюється вручну із завантаженням в тракторний причіп чи кузов автомобіля, що у свою чергу відвозять зібраний врожай до пунктів здачі чи реалізації.

Заміна ручної праці на механізовану дозволить зменшити затрати праці і підвищити продуктивність збирачів, що в кінцевому випадку приведе до економії коштів і зменшення затрат на процес збирання.

Економічна ефективність запропонованого ударного струшувача плодів потокової дії порівнюється з ручним збиранням, що передбачає використання додаткового інвентарю (драбин, відра, кошики та інше)

Враховуючи зміну цін на техніку, паливо-мастильні матеріали, сільськогосподарську продукцію, а також зміну нормативів на заробітну плату, дані показники вважаються реальними для умов експлуатації запропонованого роторного ударного струшувача плодів.

Розрахунок здійснюється згідно з запропонованою методикою [7, 22] в наступній послідовності. На основі експлуатаційних показників роботи запропонованого роторного ударного струшувача плодів і параметрів ручного збирання, нормативно-довідкового матеріалу, реальних цін на трактори і сільськогосподарську техніку, паливо-мастильні матеріали, заповнюється таблиця вихідних даних для визначення економічної ефективності удосконаленого роторного ударного струшувача плодів.

Вихідні дані (станом на 1.09.2022 року) для розрахунку економічної ефективності запропонованого роторного ударного струшувача плодів наве-

дені в таблиці 6.1, де враховані тільки показники, що відносяться до технологічного процесу збирання яблук і впливають на економічний ефект.

Таблиця 6.1 – Вихідні дані для розрахунку економічної ефективності

Показники	Ручне збирання	МТЗ-80+ ударний струшувач
1	2	3
Продуктивність за години змінного часу, га/год	0,01	0,51
Балансова вартість, грн :		
машини	–	160000
трактора	–	1200000
допоміжне обладнання	1500	–
Річне завантаження, год.:		
трактора	–	1200
машини	–	210
допоміжне обладнання	210	–
Чисельність виробничого персоналу, чол.:		
основного	1	1
допоміжного	–	10
Годинні тарифні ставки, грн/люд.год :		
основного	100	140
допоміжного	–	90
Коефіцієнт, що враховує доплати:		
основного	1,2	1,1
допоміжного	–	1,1
Коефіцієнт відрахувань на реновацію:		
трактора	–	0,1
машини	–	0,142
допоміжне обладнання	0,2	–
Коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування		
трактора	–	0,22
машини	–	0,12
допоміжне обладнання	0,1	–
Коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт трактора	–	0,04
машини	–	–
Витрата паливо-мастильних матеріалів, кг/га	–	22,33

Продовження таблиці 6.2.

1	2	3
– технічне обслуговування, поточний і капітальний ремонт	714,29	689,08
– реновацію	1428,57	408,22
– інші прямі затрати	71,43	44,79
– всього прямих затрат	11814,29	3642,79
3. Капітальні вкладення, грн/га	7142,86	3454,72
4. Зведені затрати, грн/га	12885,72	4161
5. Річний економічний ефект від експлуатації нової машини, грн	—	934417
6. Економічний ефект від виробництва і використання за строк служби нової машини, грн	—	3200060
Верхня межа ціни нової машини, грн	—	3054600
Лімітна ціна нової машини, грн	—	2749140
7. Затрати праці, люд.-год/	100	11,76
8. Річна економія праці, люд-год	—	12128
9. Ступінь зменшення затрат (в %)		
– затрат праці	—	88,24
– прямих затрат	—	69,17
– зведених затрат	—	67,71
– капіталовкладень	—	51,63

Спостерігається зменшення (на один гектар зібраного саду): затрат праці на 88,24 %; зведених затрат – 69,17 %, капіталовкладень на 51,63 %. Річний економічний ефект від запровадження роторного ударного струшувача плодів для збирання яблук порівняно з ручним збиранням буде становити 934 тис.грн (в цінах на 1.09.2022 року) за умови річного напрацювання 107,1 гектари.

ВИСНОВКИ І ПРОПОЗИЦІЇ

1. Для збирання яблук пропонується використовувати роторний ударний струшувач, що здійснює струшування плодів на попередньо підготовлену поверхню міжряддя або на вловлювачі. Для транспортування порожніх та заповнених контейнерів використовуються контейнеровози ВУК-3А.
2. Були розраховані основні техніко-економічні показники виконання операції збирання яблук: продуктивність агрегату за зміну – 3,6 га/зм; витрата палива – 22,33 кг/га; затрати праці – 21,39 люд.год/га; прямі експлуатаційні затрати – 3617,6 грн/га; приведені експлуатаційні затрати – 4135,8 грн/га. Для обслуговування основного агрегату необхідно один допоміжний транспортний агрегат МТЗ-80 + ВУК-3А, що перевозить 8 контейнерів.
3. Для зменшення пошкодження кори штамба дерева в місці передачі збурювальних зусиль розроблений механізм разом із захисним фартухом, який монтується на рамі роторного струшувача та забезпечує збільшення площі передачі збурювальних зусиль за рахунок впровадження проміжного тіла між штаббом та ударним роликом струшувача.
4. Удосконалений роторний струшувач плодів, що оснащений механізмом захисту кори від пошкоджень, може використовуватися під час струшування плодів з дерев діаметри штаббів яких становлять 100 – 200 мм.
5. Основні параметри розробленого механізму, що розраховані в дипломному проєкті становлять: віддаль між центром поперечного січення штамба і віссю обертання ротора, в момент початку взаємодії ротора та штамба – 0,89 м; від осі ряду до осі обертання ротора – 0,66 м; напрямна балка виготовляється з труби діаметром 48 мм та товщиною 4 мм.
6. Розглянуті охорони праці та довкілля під час виконання операції збирання яблук з використання роторного ударного струшувача.
7. Річний економічний ефект від запровадження роторного ударного струшувача плодів для збирання яблук порівняно з ручним збиранням буде становити 934 тис.грн (в цінах на 1.09.2022 року) за умови річного напрацювання 107,1 гектари.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Бендера І.М., Грубий В.П., Роздорожнюк П.І. та ін. Експлуатація машин та обладнання. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І. 2013. 576 с.
2. Беренштейн І.Б., Демидко М.О., Широкоград П.К. та ін. Механізація збирання і товарної обробки плодів та ягід. Київ: Урожай, 1976. 136 с.
3. Білявський Г. О., Фурдуй Р. С., Костіков І. Ю. Основи екології: підручник, 2-ге вид., доповн. Київ. Либідь, 2005. 407 с.
4. Булгаков В.М., Гриник І.В., Калетнік Г.М. та ін. Теоретична механіка: підручник /за ред. Акад. НААН В.М. Булгакова. Київ: Аграрна наука, 2014. 560 с.
5. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські машини: підручник. Київ: Агроосвіта, 2015. 679 с.
6. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник. Київ. Вища освіта, 2005. 464 с.
7. Данильченко М. Г., Гладич Б. Б., Гевко Р. Б., Ткаченко І. Г. Експертно-аналітична оцінка технологічних і економічних показників сільськогосподарської техніки: Навчально-методичний посібник для студентів економічних спеціальностей. Тернопіль: Економічна думка, 2001. 61 с.
8. Довбуш А.Д., Хомик Н.І., Довбуш Т.А., Рубінець Н.А. Опір матеріалів: навчально-методичний посібник до виконання курсової роботи. Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2015. 128с.
9. Довідник з машиновикористання в землеробстві / за ред. В.І. Пастухова. Харків: Веста. 2001. 347 с.
10. Довідник з механізації садівництва / за ред. М.О. Демидко. Київ: Урожай, 2008. 216 с.
11. Довідник конструктора-машинобудівника (комплект з 3 книг). URL: https://balka-book.com/ua/spravochniki_po_mashinostroeniyu-286/spravochnik_konstruktora_mashinostroitelya_komplekt_iz_3_knig-4411 (дата звернення: 20.01.2023).
12. Закон України “Про охорону праці”. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2694-12>. (Дата звернення 10.03.2023).
13. Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник. Київ: Кондор. 2007. 334 с.

14. Механізація виробництва плодів і ягід / за ред. П.Т. Бабія. Київ: Урожай, 2008. 160 с.
15. Механізація робіт у садівництві та виноградарстві.
https://evgivanov.github.io/expl_html_book/book/part3/tema3-13.html
16. Павловський М.А. Теоретична механіка: Підручник. -2-ге вид., стереотип. Київ. Техніка, 2004. 512 с: іл.
17. Писаренко Г.С., Квітка О.Л., Уманський Е.С. Опір матеріалів: Підручник. Київ: Вища школа, 2004. 655 с.
18. Рибарук В.Я., Ріпка І.І. Сільськогосподарські машини. Практикум з розрахунку і досліджень робочих процесів. Львів. ЛДАУ, 1998. 264 с.
19. Ріпка І.І., Семен Я.В., Крупич О.М., Бендера І.М., Рудь А.В. Основи механізації сільськогосподарського виробництва: Навч. посібник. Львів: ЛНАУ, 2013. 224 с.;
20. Семен Я.В., Чухрай В.Є., Крупич О.М., Рис В.І., Буртак В.В. Методичні рекомендації для виконання дипломного проекту студентами спеціальності 208 «Агроінженерія» ОС «Бакалавр». Львів. Сполом. 2023. 72 с.
21. Снітинський В.В., Саницький М.А., Мазурак О.Т., Мазурак А.В. Інженерне екологія. Аспекти енергозбереження: навчальний посібник. Львів. Априорі, 2008. 221с.
22. Сосновська О.О., Ярошенко П.П., Іванюта М.В. Техніко-економічне обґрунтування господарських рішень у рослинництві. Навчальний посібник. Київ. Центр навчальної літератури. 2006. 384 с.
23. Стандарт підприємства: дипломні і курсові проекти (роботи), загальні вимоги до оформлення. Львів: ЛНАУ, 2017. 13 с.
24. Тимочко В.О., Городецький І.М., Березовецький А.П., Мазур І.Б. та ін. Безпека життєдіяльності та охорона праці. Навч. посібник. Львів: Сполом. 2022. 376 с.
25. Трактори в Україні. Електронний ресурс: URL: <https://prom.ua/ua/p1297179566-traktor-belarus-8922.html> (дата звернення: 20.01.2023)
26. Ударний струшувач плодів / Р.С. Шевчук, В.А. Рибарук, Я.Б. Ельгурт, О.А Цимбал. Інформ. листок. Львівський МТЦНТИІ, №087-91 НТД. 4 с. 25