

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня "Бакалавр" на тему:

**Удосконалення механізації збирання слив з
модернізацією машини МПУ-1А**

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

_____Крюков Ігор Євгенович

Керівник: _____Пугач Андрій Миколайович

Рецензент: _____

Дніпро 2026

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

ТСГМ

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Теслюк Г.В.

(підпис)

(прізвище,
ініціали)

« ____ » _____ 2026 р.

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

Крюков Ігор Євгенович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Удосконалення механізації збирання слив з модернізацією машини МПУ-1А

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

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«05» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом роботи 29.05.2026 р.

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

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

5. Перелік демонстраційного матеріалу

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

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання: 12.09.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

_____.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

_____.
(прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Крюков Ігор Євгенович Удосконалення механізації збирання слив з модернізацією машини МПУ-1А / Випускний кваліфікаційний проєкт на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» - ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У 1 розділі представлено діяльності аналіз господарства базового.

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

У 3 розділі наведено процесу технологічного обґрунтування та конструкції.

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

У 5 розділі приведено економічної ефективності оцінку від запровадження.

Дипломний проєкт виконано на 72 сторінках машинописного тексту, містить 50 джерел.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ГОСПОДАРСТВА ХАРАКТЕРИСТИКА	10
Висновки.....	13
2 ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ і СПОСОБІВ АНАЛІЗ.....	14
2.1 Вимоги до процесу агротехнічні.....	14
2.2 Конструкцій існуючих огляд	18
2.3 Загальні положення патентного аналізу.....	25
Висновки.....	37
3 ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНИХ ОБГРУНТУВАННЯ	39
3.1 Конструкції розробленої опис	39
3.2 Опис будови та роботи удосконаленої плодозбиральної машини МПУ-1А.....	41
3.3 Балки розрахунок.....	43
3.4 Вибір та розрахунок пружини, для утримання балки в замку.....	46
3.5 Розрахунки експлуатаційні.....	49
Висновки.....	55
4 НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАХИСТ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ.....	57
Висновки.....	61
5 ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНІ.....	62
Висновки.....	66
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	67
ЛІТЕРАТУРА.....	70
ДОДАТКИ.....	73

ВСТУП

Сучасний розвиток аграрного сектору характеризується інтенсивним впровадженням інноваційних технологій, спрямованих на підвищення продуктивності праці, зниження витрат та покращення якості сільськогосподарської продукції. Одним із важливих напрямів механізації садівництва є удосконалення процесів збирання плодів, зокрема слив, які займають значне місце у структурі плодово-ягідного виробництва України та багатьох інших країн світу. Слива є цінною плодовою культурою, що широко використовується як у свіжому вигляді, так і для переробки, зокрема у виробництві соків, варення, сушеної продукції та інших харчових продуктів.

Водночас процес збирання слив залишається одним із найбільш трудомістких етапів у технології їх вирощування. Традиційні ручні методи збирання потребують значних затрат праці, часу та фінансових ресурсів, що особливо актуально в умовах дефіциту робочої сили та зростання вартості праці. Крім того, ручне збирання не завжди забезпечує необхідний рівень продуктивності, а також може призводити до пошкодження плодів і втрат урожаю, що негативно впливає на економічну ефективність виробництва.

У зв'язку з цим актуальним завданням є розробка та впровадження ефективних засобів механізації збирання слив, які б дозволяли мінімізувати втрати продукції, зберігати її товарні якості та підвищувати продуктивність праці. Механізація даного процесу передбачає використання різноманітних технічних засобів — від простих допоміжних пристроїв до складних машин та автоматизованих комплексів. До таких засобів належать вібраційні струшувачі, плодозбиральні платформи, транспортувальні системи, а також спеціалізовані комбайни для збирання плодів.

Особливістю збирання слив є їх біологічні та фізико-механічні властивості, зокрема різна ступінь стиглості плодів, їхня чутливість до механічних пошкоджень, нерівномірність дозрівання, а також специфіка розміщення плодів на гілках. Це ускладнює процес механізації, оскільки

потребує врахування багатьох факторів при розробці технічних засобів. Зокрема, важливо забезпечити делікатне відокремлення плодів від плодоніжок без їх пошкодження, а також ефективно уловлювання та транспортування плодів після відриву.

Суттєвим фактором, що впливає на вибір технології збирання, є напрям використання продукції. Для плодів, призначених для свіжого споживання, висуваються підвищені вимоги до збереження їх зовнішнього вигляду та цілісності, що обмежує застосування деяких механізованих способів. У той же час для технічної переробки допускається використання більш інтенсивних методів збирання, таких як механічне струшування плодів, що дозволяє значно підвищити продуктивність процесу.

Сучасні тенденції розвитку механізації збирання плодів передбачають інтеграцію елементів автоматизації та роботизації. Зокрема, розробляються системи з використанням сенсорних технологій, комп'ютерного зору та роботизованих маніпуляторів, здатних визначати ступінь стиглості плодів і здійснювати їх вибіркове збирання. Такі технології дозволяють значно підвищити ефективність виробництва, однак їх впровадження потребує значних інвестицій та адаптації до конкретних умов господарства.

Важливим аспектом механізації є також забезпечення екологічної безпеки та енергоефективності технологічних процесів. Використання сучасних машин і обладнання повинно відповідати вимогам сталого розвитку, передбачати зниження негативного впливу на навколишнє середовище, раціональне використання енергетичних ресурсів та збереження родючості ґрунтів.

Таким чином, механізація збирання слив є складною багатофакторною задачею, що потребує комплексного підходу до її вирішення. Вона включає аналіз біологічних особливостей культури, обґрунтування раціональних технологій збирання, вибір та вдосконалення технічних засобів, а також оцінку їх економічної ефективності.

Актуальність даної теми зумовлена необхідністю підвищення конкурентоспроможності плодівництва, зниження витрат виробництва та забезпечення стабільної якості продукції в умовах сучасного ринку. Впровадження ефективних засобів механізації дозволить значно скоротити трудові витрати, підвищити продуктивність праці та забезпечити своєчасне збирання врожаю, що є критично важливим для збереження якості плодів.

Метою дослідження є аналіз сучасного стану та перспектив розвитку механізації збирання слив, обґрунтування раціональних технологічних рішень і технічних засобів, що забезпечують підвищення ефективності процесу збирання. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі основні завдання: дослідити особливості технологічного процесу збирання слив; проаналізувати існуючі засоби механізації; визначити основні фактори, що впливають на ефективність збирання; розробити пропозиції щодо удосконалення технічних засобів і технологій.

Отже, удосконалення механізації збирання слив є важливим напрямом розвитку сучасного садівництва, що сприятиме підвищенню ефективності виробництва, зниженню витрат та забезпеченню високої якості продукції.

1 ГОСПОДАРСТВА ХАРАКТЕРИСТИКА

Товариство з обмеженою відповідальністю «Україна» знаходиться в селищі Бабайківка Царичанського району Дніпропетровської області.

Територіально господарство розміщене успішно, тому що є всі необхідні комунікації (центральный водопровід, електромережа, газопровід), що дозволяють повністю забезпечити структурні підрозділи. Господарство має транспортний зв'язок, як з районним, так і з обласним центром м. Дніпропетровськ, який забезпечується дорогами з твердим покриттям. (Відстань до районного центру – 12 км, до обласного – 100 км).

В користуванні знаходяться 711 га ріллі, крім того 1,4 гектара знаходяться під майданчиком для зберігання техніки. Як бачимо, кліматичні умови господарства не є досить сприятливі для вирощування високих врожаїв продукції садівництва.

Сучасний рівень селекції і агротехніки, які є в господарстві, і які були досягненні науковими дослідженнями на протязі багатьох років, дозволяють в зоні розміщення земель з таким кліматом, отримувати хороші врожаї плодів, ягід і іншої продукції садівництва.

Вирощування плодово-ягідної продукції є основна галузь в господарстві. Для власних потреб і для потреб садівництва, ведеться робота в напрямку тваринництва. Господарство займається не тільки виробництвом плодово-ягідної продукції, але і частковою її переробкою на базі створеного переробного цеху.

Головним засобом виробництва на селі є земля. У відповідності до кількості земель, що є наявні в господарстві можна зробити висновок про майбутні напрямки розвитку.

Розміщення угідь і сівозмін проведено з врахуванням умов господарювання, тобто природних, механізації та забезпечення вимог щодо правильної організації всіх галузей виробництва. Структура земельного фонду приведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 - Структура земельного фонду на 01.05.2026 року

Угіддя	П, га	Структура в %	
Загальна земельна площа	711	100	—
в тому числі с.-г. угідь	575	80,9	100
З них: ріллі	316,7	44,5	55
сіножаті	13,5	1,9	2,3
пасовища	14,5	2	2,6
багаторічні насадження	230,3	32,4	40
Інші угіддя	136	19,1	—

Аналізуючи таблицю 1.1. бачимо, що сільськогосподарські угіддя займають корисну площу 575 га, що становить 80,9 % від загальної площі землекористування. Розораність земель низька і рілля займає площу 316,7 га, що становить 44,5 % від всієї площі.

Значна площа в господарстві припадає на багаторічні насадження, сади зерняткових та кісточкових плодових культу, всього 230,3 га, що становить 32,4 % від земельних угідь і 40 % від сільськогосподарських угідь.

Таблиця 1.2 - Площ посівних структура

Культура	S, га	%
Зернові	190	33
Кормові культури	54	9,4
Зерняткові	153	26,6
Кісточкові	21	3,64
Ягідники	54	9,4
Інші насадження	55	9,56
Пари	48	8,3
Всього площ	575	100

Проаналізувавши таблицю 1.2. можна зробити висновок, що найбільшу площу займають посіви зернових культур 190 га або 65,4 % від усіх посівних площ та сади зерняткових і кісточкових плодових культур, відповідно 153 га або 26,6 % та 21 га або 3,64 %.

Таблиця 1.3 - Врожайність основних видів продукції

Види продукції	Роки					
	2023		2024		2025	
	Врожайність, ц/га	Валовий збір, ц	Врожайність, ц/га	Валовий збір, ц	Врожайність, ц/га	Валовий збір, ц
Зерно	29,9	4754	30,2	5110	28,6	4983
Плоди зерняткові	57,6	9108	25,25	3864	21,56	3753
Ягідники	28,1	1658	8,7	469	18,81	427

Як бачимо врожайність і валовий збір зерна за останніх три роки поступово зменшується. Так врожайність зерна зменшилась з 29,9 ц/га до 28,8 ц/га, відповідно врожайність плодів та ягід відповідно зменшилась з 57,9 ц/га до 21,56 ц/га та з 28,1 ц/га до 18,81 ц/га. Собівартість зерна, плодових та ягідних культур зростає. Це пов'язано зі зменшенням врожайності, а збільшенням затрат, в першу чергу на придбання сільськогосподарської техніки та необхідних матеріалів (насіння, добрива, отрутохімікати, тощо) ціни на які ростуть, а по друге значні затрати коштів на збирання сливи, що виконується вручну. Аналізуючи таблицю можемо побачити, що валове виробництво сливи у 2025 році зменшилось на 14,46 % порівняно з 2023 роком і становить 732,9 ц. Це пов'язано із зниженням врожайності з 40,8 ц/га у 2023 році до 34,9 ц/га у 2025 році, при майже незмінній площі вирощування.

Таблиця 1.4 - Посівні площі, врожайність, виробництво сливи

	роки			
	2023	2024	2025	
Площа вирощування, га	21	21	21	100

Врожайність, ц/га	40,8	61,3	34,9	85,54
Валове виробництво, ц	856,8	1287,3	732,9	85,54
Рівень товарності, %	96,1	88,8	97,5	-

Як бачимо кількість реалізованої продукції у 2025 порівняно з 2023 роком дещо зменшилася і становила 714,5 центнерів. Значне зменшення врожайності і збільшення затрат на виробництво привело до зростання собівартості 1 ц продукції з 39,1 грн до 46,4 грн. Як бачимо з таблиці собівартість продукції в 2025 році зросла на 18,7 %, а ціна зменшилася на 6,9 %/ Тому рівень рентабельності виробництва сливи є від'ємним і становить -15,1%. Дана галузь виробництва є збитковою для господарства. На нашу думку, необхідно вдосконалити технологію і збільшити врожайність сливи та зменшити затрати на її виробництво. Для механізації процесу збирання сливи доцільно використати плодозбиральну машину МПУ-1А.

Висновки

Проаналізувавши виробничо-фінансову діяльність господарства можна зробити висновок, що воно є в цілому прибутковим. В господарстві необхідно увагу звернути на виробництво сливи, яке в 2025 році для господарства було збитковим. Рівень рентабельності становив -15,1 %. Однією з причин є значні затрати коштів на збирання бо воно в господарстві виконується вручну. Для зменшення затрат праці і собівартості виробництва сливи слід звернути увагу на операцію збирання, на яку припадає до 60 % всіх затрат. Для цього пропонується замінити ручне збирання на механізоване з використанням плодозбиральної машини МПУ-1А.

2 ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ і СПОСОБІВ АНАЛІЗ

2.1 Вимоги до процесу агротехнічні

Механізоване збирання слив є складним технологічним процесом, ефективність якого значною мірою залежить від дотримання комплексу агротехнічних вимог. Ці вимоги формуються з урахуванням біологічних особливостей культури, фізико-механічних властивостей плодів, конструкції саду, типу застосовуваної техніки та напрямку використання продукції. Їх дотримання забезпечує мінімальні втрати врожаю, збереження якості плодів і високу продуктивність машин.

1. Вимоги до сортового складу та біологічних особливостей слив

Для ефективного механізованого збирання перевагу слід надавати сортам слив, які мають комплекс властивостей, що сприяють легкому відокремленню плодів і зменшенню їх пошкоджень. До таких властивостей належать:

- одночасність дозрівання плодів;
- достатня міцність шкірки та м'якоті;
- оптимальна сила прикріплення плодів до плодоніжки;
- стійкість плодів до механічних навантажень;
- компактне розміщення плодів у кроні.

Сорти з розтягнутим періодом дозрівання менш придатні для механізованого збирання, оскільки це призводить до втрат недозрілих або перезрілих плодів. Важливо також враховувати здатність плодів до післязбирального дозрівання, що дозволяє проводити збирання у фазі технічної стиглості.

2. Вимоги до конструкції та закладання саду

Однією з ключових умов ефективного застосування механізованих засобів є правильна організація саду. Основні вимоги включають:

Схема садіння дерев. Відстань між рядами повинна забезпечувати вільний прохід машинно-тракторних агрегатів (як правило, 4–6 м), а між деревами в ряду – 2–4 м залежно від сили росту підщепи.

Форма та розмір крони. Перевагу слід надавати низькорослим деревам із компактною, добре освітленою кроною (чашоподібною, веретеноподібною тощо), що забезпечує рівномірне розміщення плодів і полегшує їх струшування.

Висота штамба. Оптимальна висота штамба повинна забезпечувати можливість встановлення уловлювальних пристроїв (0,6–1,0 м).

Рельєф місцевості. Сади мають розміщуватися на рівнинних або слабохвилястих ділянках із ухилом не більше 5°, що забезпечує безпечну роботу техніки.

Стан ґрунтової поверхні. Поверхня міжрядь повинна бути вирівняною, без каміння, ям і рослинних решток, що можуть перешкоджати роботі машин.

3. Вимоги до підготовки саду перед збиранням

Перед початком механізованого збирання необхідно провести комплекс підготовчих заходів:

- очищення міжрядь від бур'янів та сторонніх предметів;
- вирівнювання поверхні ґрунту;
- видалення сухих і пошкоджених гілок;
- формування крони для забезпечення рівномірного доступу робочих органів машини;
- встановлення або підготовка уловлювальних пристроїв (полотен, рам, транспортерів).

Також доцільно проводити обробку дерев спеціальними препаратами (за необхідності), що регулюють силу відриву плодів, однак такі заходи повинні відповідати вимогам безпеки та якості продукції.

4. Вимоги до строків і фаз збирання

Правильний вибір строків збирання є одним із визначальних факторів ефективності процесу. Основні вимоги:

- збирання повинно проводитися у фазі оптимальної стиглості плодів залежно від їх призначення (споживання у свіжому вигляді або переробка);
- для механізованого струшування плоди повинні легко відокремлюватися від плодоніжки, але не бути перезрілими;
- вологість плодів має бути мінімальною (не рекомендується проводити збирання після дощу або при росі);
- температурні умови повинні забезпечувати мінімальну травматизацію плодів (бажано уникати надто високих температур).

Оптимальне вікно збирання зазвичай становить 5–10 днів, що вимагає високої організації робіт.

5. Вимоги до технологічних параметрів механізованого збирання

При використанні машин для струшування або інших способів збирання необхідно забезпечити такі параметри:

- Частота та амплітуда коливань. Повинні відповідати біологічним особливостям дерева та забезпечувати ефективне відокремлення плодів без пошкодження гілок (зазвичай 10–25 Гц).
- Тривалість впливу. Не більше 10–20 секунд на одне дерево для запобігання перевантаженню рослини.
- Зона прикладання зусилля. Вібраційні захвати повинні встановлюватися на штабмі або основних гілках без пошкодження кори.
- Ефективність відокремлення плодів. Не менше 90–95% при мінімальних втратах.

Особливу увагу слід приділяти налаштуванню машин залежно від сорту, віку дерев та умов вирощування.

6. Вимоги до збереження якості плодів

Механізоване збирання повинно забезпечувати мінімальні пошкодження плодів. Основні вимоги:

- висота падіння плодів не повинна перевищувати 20–30 см;
- уловлювальні поверхні повинні бути еластичними та амортизуючими;
- швидкість транспортування плодів повинна бути мінімальною;

- виключення багаторазових ударів плодів між собою або об тверді поверхні;
- мінімізація часу перебування плодів під прямим сонячним промінням.

Допустимий рівень пошкоджених плодів залежить від їх призначення, але зазвичай не повинен перевищувати 5–10% для товарної продукції.

7. Вимоги до збирання плодів різного призначення

Залежно від подальшого використання слив встановлюються різні агротехнічні вимоги:

- Для свіжого споживання: необхідне максимально делікатне збирання, можливе використання комбінованих способів (частково ручне збирання);
- Для переробки: допускається застосування інтенсивних методів (струшування), допускається більший рівень механічних пошкоджень;
- Для сушіння: важлива однорідність плодів і їх фізіологічна стиглість.

8. Вимоги до організації робіт

Рациональна організація процесу збирання передбачає:

- узгодження роботи машин і транспортних засобів;
- забезпечення безперервності технологічного процесу;
- оптимальне завантаження техніки;
- мінімізацію простоїв;
- підготовку персоналу до роботи з механізованими засобами.

Тривалість збирання одного дерева повинна бути мінімальною (1–2 хв), що забезпечує високу продуктивність.

9. Вимоги до охорони праці та безпеки

Під час механізованого збирання необхідно дотримуватись таких вимог:

- справний технічний стан машин;
- наявність захисних кожухів і пристроїв;
- дотримання безпечної відстані між працівниками і машинами;
- використання засобів індивідуального захисту;
- проведення інструктажу перед початком робіт.

Особливу небезпеку становлять рухомі частини машин і вібраційні механізми.

10. Вимоги до післязбиральної обробки

Після збирання плоди повинні бути оперативно доставлені до місця переробки або зберігання. Основні вимоги:

- сортування та очищення плодів;
- охолодження до оптимальної температури (0...+4 °C);
- мінімізація часу між збиранням і переробкою;
- використання відповідної тари, що запобігає пошкодженням.

2.2 Конструкцій існуючих огляд

Механізація збирання слив базується на використанні різноманітних технічних засобів, які відрізняються за принципом дії, конструктивним виконанням, рівнем автоматизації та сферою застосування. Сучасні машини можна умовно поділити на кілька основних груп: вібраційні струшувачі, машини з уловлювальними пристроями, самохідні та причіпні комбайни, допоміжні механізовані засоби, а також перспективні роботизовані системи.

1. Вібраційні струшувачі плодів

Найбільш поширеною групою машин для збирання слив є вібраційні струшувачі. Принцип їх роботи полягає у передачі дереву або окремим його гілкам коливань певної частоти та амплітуди, внаслідок чого плоди відокремлюються від плодоніжок.

Конструктивно такі машини складаються з:

- вібраційного механізму (механічного, гідравлічного або пневматичного);
- захватного пристрою (щипців або стрічкового захвату);
- стріли або маніпулятора;
- приводу від ВВП трактора.

Частота коливань зазвичай становить 600–2200 коливань за хвилину, а амплітуда – 20–40 мм.

Сучасні зразки, наприклад канатні струшувачі, дозволяють працювати навіть із високими деревами завдяки телескопічним штангам і тросовим

системам . Інші моделі оснащуються м'якими накладками на захватах, що запобігає пошкодженню кори.

Переваги:

- простота конструкції;
- відносно низька вартість;
- висока продуктивність.

Недоліки:

- можливі пошкодження плодів;
- потреба в додаткових уловлювачах;
- обмежене застосування для десертних сортів.

2. Машини з уловлювальними пристроями

Для зменшення втрат і пошкоджень плодів струшувачі часто працюють у комплексі з уловлювальними пристроями.

До них належать:

- полотнища або парасолькові уловлювачі;
- рамні конструкції з амортизуючими поверхнями;
- транспортерні системи.

Такі пристрої встановлюються під деревом і забезпечують:

- зниження висоти падіння плодів;
- зменшення механічних пошкоджень;
- спрямовану подачу плодів у тару або транспортні засоби.

У сучасних конструкціях використовуються гнучкі конвеєри, які плавно переміщують плоди до накопичувальних бункерів, що значно покращує якість зібраної продукції.

3. Причіпні та самохідні плодозбиральні комбайни

Найбільш досконалими технічними засобами є плодозбиральні комбайни, які поєднують у собі кілька операцій: струшування, уловлювання, транспортування та накопичення плодів.

Одним із прикладів є комбайни типу Weremczuk FELIX Z, які застосовуються для збирання слив, вишні та інших кісточкових культур. Такі машини:

- працюють у садах зі шпалерною системою;
- оснащені вертикальними струшувачами;
- мають транспортерні стрічки для збору плодів;
- забезпечують продуктивність близько 0,2–0,4 га/год.

Принцип роботи полягає в тому, що дерево проходить через робочу зону машини, де під дією вібрації плоди відокремлюються та потрапляють на гнучкі транспортери, після чого транспортуються до контейнерів.

Існують також більш продуктивні моделі з кількома струшувачами, які можуть обробляти до 0,8 га/год.

Переваги:

- повна механізація процесу;
- висока продуктивність;
- мінімізація ручної праці.

Недоліки:

- висока вартість;
- вимоги до спеціалізованих садів;
- обмежене використання для свіжого ринку.

4. Платформенні та допоміжні механізовані засоби

До цієї групи належать:

- підйомні платформи для ручного збирання;
- транспортні системи для переміщення плодів;
- механізовані контейнери та навантажувачі.

Хоча ці засоби не виконують безпосереднього відокремлення плодів, вони значно підвищують продуктивність праці та полегшують організацію збирання.

Окрему роль відіграють електрифіковані платформи з транспортерами, які дозволяють безперервно переміщувати плоди від робітників до тари.

5. Електрифіковані та інноваційні машини

Сучасний напрям розвитку – створення електричних і автоматизованих машин. Наприклад, платформи з електроприводом і транспортними стрічками дозволяють організувати безперервне збирання без простоїв.

Зокрема, електричні збиральні машини типу Pickstar оснащуються кількома конвеєрами, що забезпечує безперервний потік плодів і підвищує ефективність роботи.

Переваги:

- зниження енергоспоживання;
- екологічність;
- покращення умов праці.

6. Роботизовані системи збирання

Перспективним напрямом є роботизоване збирання плодів. Такі системи включають:

- маніпулятори з м'якими захватами;
- системи комп'ютерного зору;
- сенсори для визначення стиглості плодів.

Дослідження показують, що роботизовані системи здатні виконувати вибіркове збирання, однак їх ефективність поки що обмежена (близько 40–70% успішного збору) через складність розпізнавання плодів і доступу до них у кроні дерев .

Переваги:

- висока точність;
- мінімальні пошкодження плодів;
- можливість вибіркового збирання.

Недоліки:

- висока вартість;
- складність конструкції;
- недостатня надійність у польових умовах.

7. Комбіновані системи

У сучасному садівництві часто застосовуються комбіновані системи, які поєднують:

- механічне струшування;
- уловлювання плодів;
- ручне доопрацювання.

Такий підхід дозволяє оптимізувати процес збирання залежно від сорту слив і їх призначення.

Комбіновані системи збирання слив є найбільш гнучким і адаптивним підходом до організації технологічного процесу, оскільки поєднують переваги механізованих і ручних способів. Їх застосування дозволяє досягти компромісу між високою продуктивністю та збереженням якості плодів, що особливо важливо в умовах різноманітності сортів, нерівномірного дозрівання та різних напрямів використання продукції.

Сутність та принцип дії комбінованих систем

Комбіноване збирання передбачає послідовне або паралельне виконання кількох операцій:

- первинне механічне відокремлення плодів (струшування);
- уловлювання основної маси плодів механізованими засобами;
- додаткове ручне або напівмеханізоване збирання плодів, що залишилися на дереві;
- сортування та первинна обробка продукції.

Такий підхід дозволяє зібрати до 95–98% урожаю, зменшуючи втрати та підвищуючи ефективність використання техніки.

Основні варіанти комбінованих систем

Струшування + ручне до збирання

Найбільш поширена схема, при якій основна маса плодів (80–90%) знімається за допомогою вібраційних струшувачів. Після цього працівники вручну збирають плоди, що залишилися на гілках або недоступні для механічного впливу.

Перевагою є значне скорочення трудових витрат порівняно з повністю ручним збиранням.

Струшування + уловлювачі + сортування

У даному випадку процес доповнюється використанням уловлювальних пристроїв і транспортерів, які забезпечують акуратне переміщення плодів до місця сортування. Часто застосовуються мобільні сортувальні столи або стрічки, де працівники відбирають якісні плоди.

Це дозволяє одразу розподіляти продукцію за фракціями та напрямками використання.

Механізовані платформи + ручне збирання

Застосовуються підйомні платформи з конвеєрами, які транспортують зібрані вручну плоди до тари. У цьому випадку механізація не впливає на процес відокремлення плодів, але значно підвищує продуктивність праці та ергономіку робіт.

Такий варіант є доцільним для десертних сортів слив.

Часткова автоматизація + ручне доопрацювання

Використовуються машини, які виконують лише частину операцій (наприклад, транспортування або сортування), тоді як інші операції залишаються за людиною. Це дозволяє знизити вартість технічного оснащення при збереженні високої якості продукції.

Конструктивні особливості комбінованих систем:

- вібраційні струшувачі з регульованими параметрами;
- уловлювальні платформи або парасолькові пристрої;
- транспортерні стрічки з амортизуючим покриттям;
- накопичувальні бункери або контейнери;
- сортувальні пристрої (стаціонарні або мобільні);
- допоміжні підйомні механізми.

Особливу увагу приділяють узгодженню продуктивності окремих елементів системи, щоб уникнути заторів або простоїв.

Переваги комбінованих систем

- універсальність застосування для різних сортів слив;
- можливість адаптації до різних умов господарства;
- зниження трудомісткості на 40–70% порівняно з ручним збиранням;
- підвищення якості продукції за рахунок вибіркового до збирання;
- зменшення втрат урожаю.

Недоліки

- складність організації технологічного процесу;
- необхідність координації роботи техніки та персоналу;
- часткова залежність від ручної праці;
- потреба у додатковому навчанні персоналу.

Умови ефективного застосування

Для досягнення максимальної ефективності комбінованих систем необхідно:

- правильно підбирати співвідношення механізованих і ручних операцій;
- враховувати сортові особливості та ступінь стиглості плодів;
- забезпечувати синхронну роботу всіх елементів системи;
- оптимізувати логістику переміщення плодів;
- проводити попередню підготовку саду.

Перспективи розвитку

Подальший розвиток комбінованих систем пов'язаний із впровадженням елементів автоматизації, таких як:

- сенсорні системи контролю якості плодів;
- автоматизовані сортувальні лінії;
- інтегровані системи управління процесом збирання;
- використання напівроботизованих маніпуляторів для до збирання.

Очікується, що такі системи дозволять поступово зменшити частку ручної праці при одночасному збереженні високої якості продукції.

Комбіновані системи збирання слив є найбільш раціональним рішенням для сучасного садівництва, оскільки дозволяють поєднати високу продуктивність механізованих засобів із точністю та делікатністю ручної

праці. Їх використання забезпечує оптимальний баланс між економічною ефективністю та якістю продукції, що робить їх перспективним напрямом розвитку технологій збирання плодів.

2.3 Загальні положення патентного аналізу

Відоме авторське свідоцтво № 2160985 (рис. 2.1). Метою винаходу є зниження маси і спрощення конструкції плодозбирального комбайна, максимальний збір плодів, покращення умов праці обслуговуючого персоналу.

Струшувач плодозбирального комбайна містить вал 1 з підшипниковими опорами 2 і 3, пальчасті диски 4 з підшипниками 5, встановлені в косо посаджених втулках 6, нерухомо закріплених на валах 1. Бичі 7 закріплені на втулках 8, що рухомо встановлені на валах 1 таким чином, щоб їх обертальний рух не передається на втулки 8, і відповідно на бичі 7. Бичі з'єднанні між собою ланкою 9, яка зв'язана через шарнір 10 тягою 11 з ексцентриковим механізмом 12, встановленим на валу.

Струшувач працює наступним чином.

Плодозбиральний комбайн з увімкненим приводом робочих органів переміщується вздовж ряду рослин. Пальцеві диски 4, обертаються на вертикальних валах 1. Вертикальні коливання з відповідною частотою пальцевих дисків 4 здійснюються за рахунок обертання косо посаджених втулок 6, нерухомо закріплених на дисках 1 з частотою n в підшипникових опорах 2, 3 на рамі комбайна. Бичі 7 закріплені на втулках 8 і зв'язані між собою ланкою 9, яка через шарнір 10 за допомогою тяги 11 приводиться в коливальний рух від зовнішньої обойми ексцентрика 12, встановленого на валу 1.

В пристосуванні привідний механізм робочого органу має внутрішню кінематичну і динамічну замкнутість і зв'язок з рамою комбайна тільки через опорні підшипники вала 1, що різко знижує вібрацію рами комбайна.

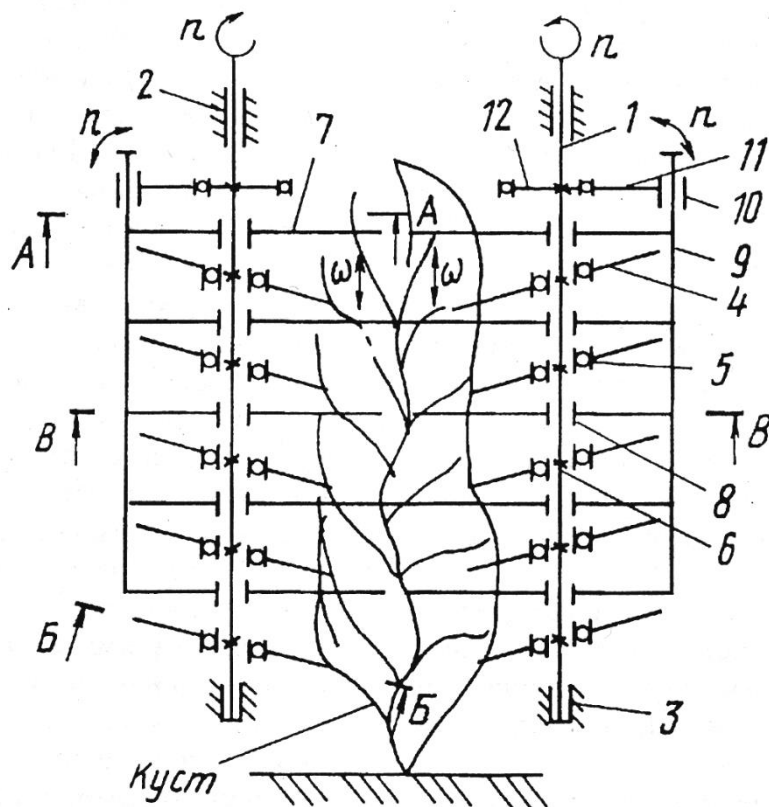


Рисунок 3.1 - № 2160985

Відоме авторське свідоцтво № 982575 (рис. 2.2). Метою винаходу є підвищення якості збирання.

Плодозбиральна машина складається з двох причіпних візків 1, що спираються на передні керовані колеса тягою 3 зв'язані з трактором 4. На візках 1 встановлені направляючі 5, по яким за допомогою гідроциліндрів 6 висуваються секції вловлювачів 7. Кожен вловлювач обладнано еластичними еліпсоїдними повітропроводами, що розташовані над транспортером 9 в два яруси, із зміщенням відносно один одного. Кожен ярус еліпсоїдних повітропроводів має вхідний 10 і вихідний 11 колектори. Вхідні колектори обох ярусів з'єднанні вентилятором 12 за рахунок пульсатора 13. На випускному колекторі 11 кожного яруса встановлено редукційний клапан 14. Турельний струшувач 15 обладнано регуляторами амплітуди 16 і частоти 17 вібрації. Регулятор 16 амплітуди складається з коромисла 18, що повертається на нерухомій вісі 19. Менше плече 20 коромисла 18 шарнірно з'єднане з тягою 21 і шатуном 22. На більшому плечі 23 змонтований повзун 24, котрий може

пересуватись по направляючим 25 під дією гідроциліндра 26, змонтованого всередині коромисла 18, і тим самим змінювати амплітуду вібрації.

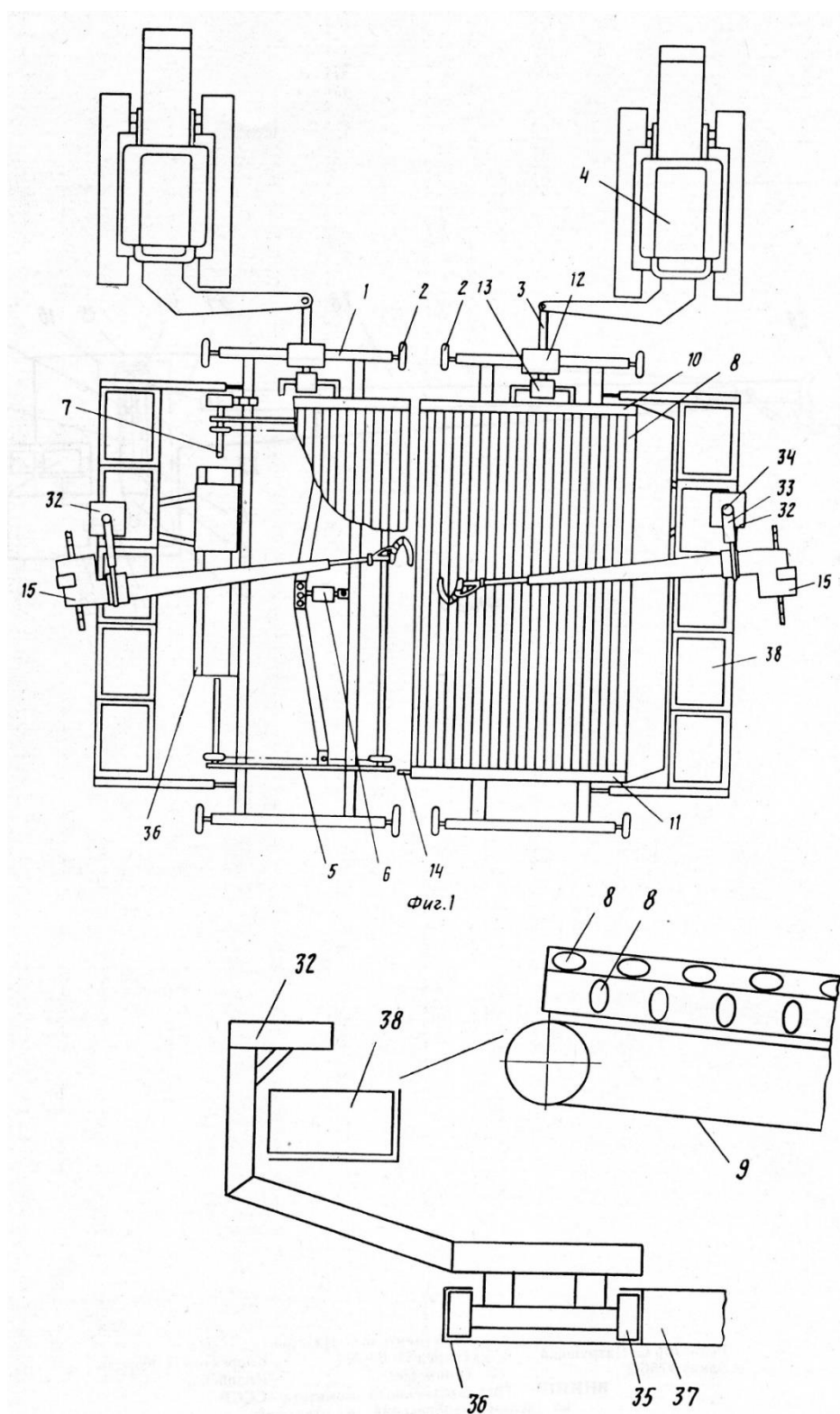


Рисунок 2.2 - № 982575

Повзун 24 шарнірно зв'язаний тягою 27 зі штангою 28 на кінці якої закріплено захват 29. Регулятор 17 частоти складається з регулятора 30 тиску масла в напірній магістралі гідромотора 31, котрий з'єднаний з шатуном 22 струшувача 15.

Машина працює наступним чином. Візки 1 по міжряддю підтягуються до дерева. Вмикаються гідроциліндри 6 і вловлювачі 7 висуваються під крону. Після чого вмикаються вентилятори 12 і еластичні повітропроводи наповнюються повітрям. Потім захват 29 трикутного струшувача 15 підводиться до гілки дерева за рахунок каретки 32, стійки 33 і гвинтового регулятора 34. Гілка захоплюється і приводиться в стан вібрації. За рахунок регуляторів амплітуди 16 і частоти 17 режим вібрації встановлюється таким, при якому плоди відділюються від плодових бруньок. Плоди падають на еластичні повітропроводи 8. Редукційні клапани 14 підтримують постійний тиск повітря в повітропроводах 8 незалежно від їх деформації. Плоди з повітропроводів 8 падають на транспортер 9 і потрапляють в накопичувачі 38. Після збору плодів з дерева машина переміщується до наступного дерева і процес повторюється.

Відоме авторське свідоцтво № 1417823 (рис. 2.3). Метою винаходу є зменшення затрат енергії і механічного пошкодження плодів.

Переміщаючи плодозбиральну машину по ряду плодових дерев, її зупиняють біля того дерева з якого буде проводитись збирання. При цьому С-подібні скоби 12-14 і 23-25 знаходяться в транспортному положенні. Після зупинки маніпулятор 1 переміщають і встановлюють таким чином, щоб штабл дерева був розміщений між затискачами 47 і 48. Потім вмикають гідроциліндри 51 і 52, котрі, зсуваючи затискачі 47 і 48 затискають штабл дерева. Вмикають гідроциліндри 38 і 39, котрі за рахунок рейкових передач 36, 34, 37, 35 відповідно переміщують С – подібні скоби і закріплену на них камеру 40 у відповідне положення. При цьому зубчасте колесо 34 за рахунок пальця 15 повертає проти ходу годинникової стрілки скобу 12, яка через

гнучкий зв'язок 21 повертає в теж положення скобу 13, а остання за рахунок того ж гнучкого зв'язку 21 – скобу 14.

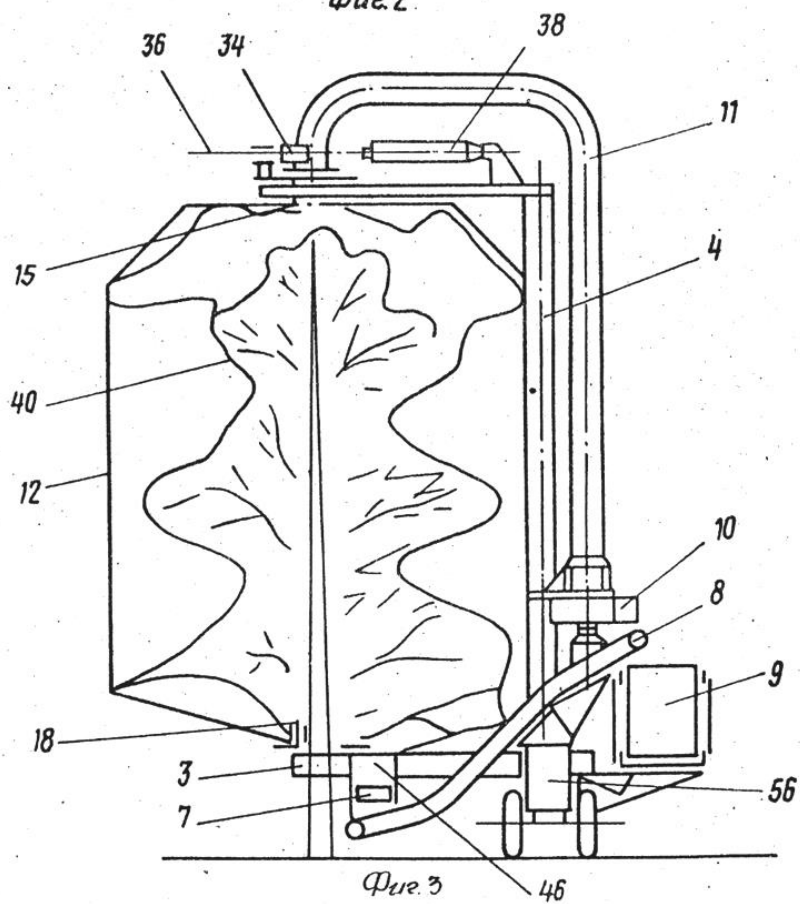
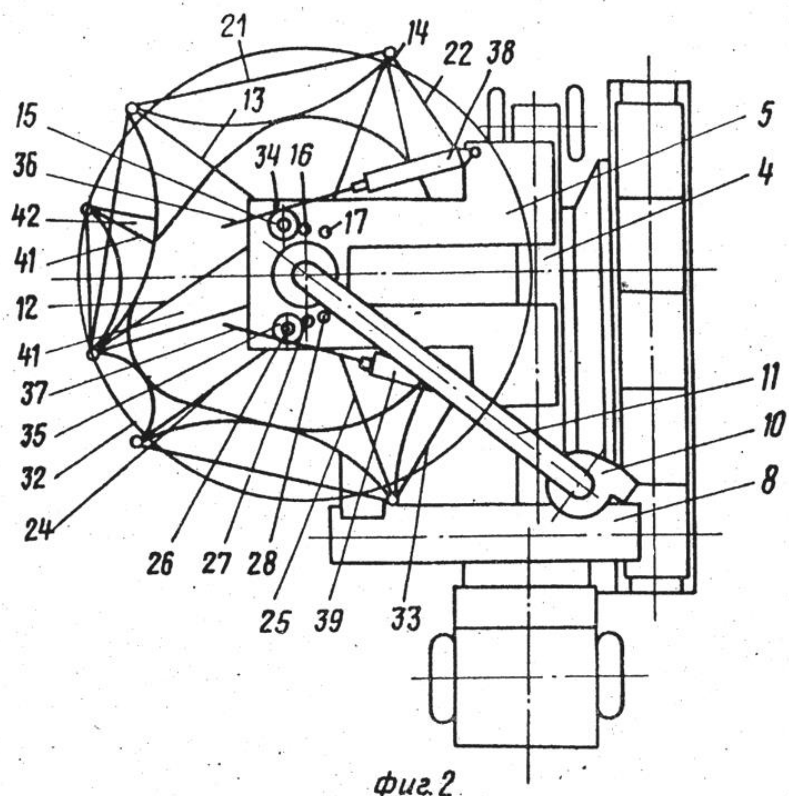


Рис. 2.3 - № 1417823

Зубчасте колесо 35 пальцем 26 повертає по ходу годинникової стрілки скобу 23, яка через зв'язок 32 повертає в тому ж напрямку скобу 24, а остання тим же гнучким зв'язком 32 скобу 25. Плівка утворює навколо крони дерева камеру 40, що сполучена нижньою частиною з атмосферою через люк 46, а верхньою частиною – з трубопроводом 11 вентилятора 10.

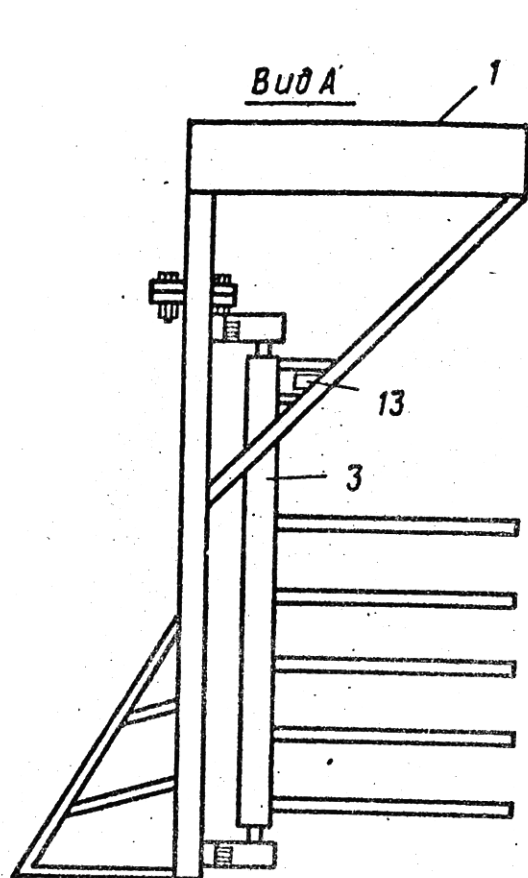
Потім вмикають вентилятор 10, який через трубопровід 11, камеру 40, що охоплює дерево і люк 46 засмоктує повітря і викидає через напірний патрубок вентилятора 10. При цьому всередині камери 40, що утворена плівкою, створюється розрідження, за рахунок чого плівка охоплює дерево і притискається до його гілок, при цьому перетин камер 40 зменшується. Вмикається вібратор 55, який за рахунок кривошипа надає захвату 3, зворотно-поступальні коливання, за рахунок чого плоди струшуються з дерева. Плоди по похилій площині 45 нижньої консолі 5 через люк 46 потрапляють на горизонтальний транспортер 8, який подає їх в тару 9. Після переміщення усіх опавши плодів в тару 9 відключається вібратор і вентилятор 10. При цьому у всмоктувальній магістралі вентилятора розрідження падає і плівка під дією ваги і пружних сил відходить від дерева. Після чого вмикають гідроциліндри 38 і 39 для переміщення їх штоків в напрямку, що обернений їх переміщенню при початковому увімкненні, в результаті С – подібні скоби 12 – 14 і 23 – 35 переміщуються з робочого в транспортне положення.

Відоме авторське свідоцтво № 1489629 (рис. 2.4). Метою винаходу є збільшення повноти збору ягід і зниження травмування рослин.

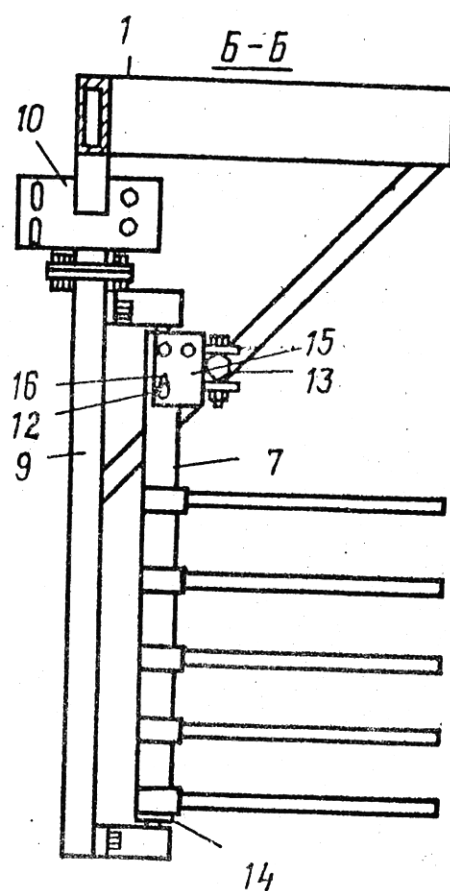
Струшувач машини містить закріплені на рамі основні 2 і 3 і розташовані між ними додаткові 4 – 7 активатори з бичами 8. Положення стійок 9 активаторів 4 і 7 регулюється у вертикальній площині фланцевими кронштейнами 10. Для цього фланцеві кронштейни 10 і 11 виконані з повздовжніми пазами для регулювальних гвинтів 12.

Активатори 2, 4, 5 і 6, 2, 3 зв'язані кінематично між собою системою регулюємих по довжині тяг 13. Нижні кінці 14 активаторів 4 і 7 встановлені

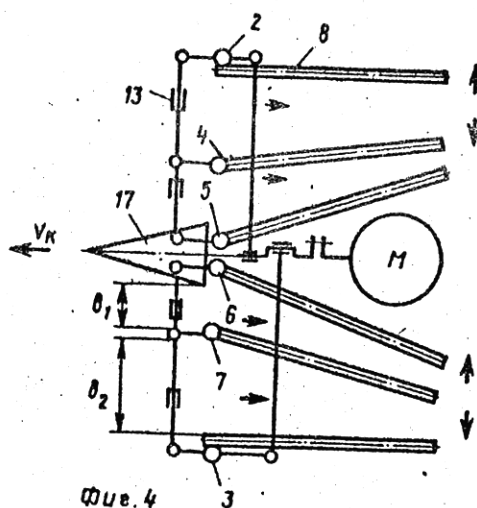
вище приблизно на 150 мм в порівнянні з основними, розташованими за подільником і одночасно суміщені ближче до повздовжньої вісі.



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Рисунок 2.4 - № 1489629

Тяги 13 зв'язані з активаторами 4 і 7 за допомогою кронштейнів 15, що мають можливість за рахунок повздовжніх пазів 16 зберігати своє положення при переміщенні по вертикалі активаторів.

Центральні допоміжні активатори 5 і 6 спереду закриті кожухом – подільника 17. Струшувач працює наступним чином. При переміщенні комбайна подільник 17 розділяється на дві частини. Одна з них потрапляє між активаторами 2, 4 і 5, друга – між активаторами 6, 7 і 3. Активатори, розташовані по одну сторону від повздовжньої вісі струшувача, тобто 2, 4 і 5, кінематично зв'язані між собою і по черзі взаємодіють на кущі, струшуючи плоди.

Оскільки канали між активаторами 4 і 5, 6 і 7 більше каналів між активаторами 2 і 4, 7 і 3, густота розташування гілок в них однакова, що підвищує ефективність обробки рослин і підвищує повноту збору ягід.

При необхідності використання струшувача для збирання іншої культури проводять регулювання положення активаторів 4 і 7, для чого відгвинчують гвинти 12 з фланців 10, 11 і кронштейни 15, переміщують активатори і загвинчують гвинти 12.

Відоме авторське свідоцтво № 891017 (рис. 2.5). Метою винаходу є збільшення продуктивності і зниження енергоємності машини.

Машина при застопорених положеннях направляючих 12 і 15 з опорами 14 і 16 шляхом гідроциліндрів 17 і 18 заїжджає в міжряддя і зупиняється напроти дерева таким чином, щоб штабл дерева знаходився проти зони захватів 10 інерційного струшувача 1.

За допомогою гідроциліндра 20 оператор висуває стрічковий транспортер 2 з встановленими на ньому струшувачем 1 до упора останнього в штабл дерева, при цьому полотно 23 вловлювача 3 розмотується. Одночасно з просування транспортера 2 двоє робітників підносять з одного боку приставний вловлювач 4 і встановлюють його на козирьок транспортера 2.

Після виконання цих операцій оператор за допомогою гідромотора 21 вмикає транспортер 2, в подальшому за рахунок гідроциліндра 17 знімає

A technical line drawing of a mechanical linkage system, likely a vehicle's steering or suspension mechanism. The drawing shows a side profile of the assembly. Key components are labeled with numbers: 1 is a base plate or housing; 2 is a central pivot or bush; 3 is a long horizontal link; 4 is a vertical support or frame member; 20 is a vertical link or arm; 21 is a horizontal link; 22 is a vertical link; 23 is a horizontal link; 24 is a vertical link. The system is mounted on a cross-hatched ground surface. The drawing is a black and white line art illustration.

A detailed schematic diagram of a mechanical device, likely a pump or valve actuator. The diagram includes the following numbered components:

- 5**: A hand crank or lever at the top left, with a curved arrow indicating its range of motion.
- 6**: A horizontal shaft or rod connecting the crank to the main mechanism.
- 7**: A vertical assembly on the left, possibly a valve or piston rod, with a cross-section showing internal details.
- 8**: Two horizontal cylinders or pistons, one on the left and one on the right, connected to the main shaft.
- 9**: A central horizontal shaft or rod passing through the middle of the device.
- 10**: Two vertical guides or supports, one on the left and one on the right, that the main shaft passes through.
- 11**: A vertical rod or piston rod extending upwards from the central shaft.
- 12**: A horizontal rod or piston rod extending to the right from the central shaft.
- 13**: Two coiled springs, one on the left and one on the right, connected to the main shaft.
- 14**: A vertical rod or piston rod extending upwards from the central shaft.
- 15**: A horizontal rod or piston rod extending to the right from the central shaft.
- 16**: A vertical rod or piston rod extending upwards from the central shaft.
- 17**: A horizontal rod or piston rod extending to the right from the central shaft.
- 18**: A vertical rod or piston rod extending upwards from the central shaft.
- 19**: A horizontal rod or piston rod extending to the right from the central shaft.

При висуванні штоків гідроциліндрів 8 захват 10, розташований ближче до штамба, впирається в нього і переміщує струшувач 1 відносно дерева до упора в другий захват 10 і затискає дерево. Після затиснення штамба дерева гідроциліндром 17 проводять закріплення направляючої 12 з опорами 14, гідроциліндром 18 знімають упор 16 з направляючої 15. Далі приводом 5

вимикають вібратор 7 і відбувається процес струшування плодів. При цьому енергія, що розвиває вібратор 7 повністю витрачається на коливання дерева. Зняті з дерева шляхом струшування плоди падають на вловлювачі 3 і 4 і скочуються по них на стрічку транспортера 2, який подає їх в ящики. По закінченню струшування двоє робітників прибирають вловлювач 4 і переносять його до наступного дерева, а оператор звільняє дерево від захоплювачів 10, гідроциліндром 18 затримує взаємне положення роликів опор 16 відносно направляючої 15, а гідроциліндром 17 спочатку знімає направляючу 12 відносно роликів опор 14, а потім знову їх стопорить. В подальшому оператор вимикає транспортер 2 після кінцевого розвантаження плодів з його стрічки і переводить транспортер 2 з встановленим на ньому вловлювачем 1 в транспортне положення. При цьому полотно 23 навісного вловлювача 3 намотується на барабан 24. Машина переміщується до наступного дерева і процес повторюється.

Відоме авторське свідоцтво № 934973 (рис. 2.6). Метою винаходу є підвищення ефективності струшування.

Пневматичний струшувач дерев агрегатується з трактором і складається із змонтованого на рамі 1 вентилятора 2 з вихідним патрубком 3. На вихідному патрубку 3 співвісно з ним вільно встановлена труба 4, по утворюючій якої рівномірно розміщені підпружинені ролики 5, що рухаються по циліндричній поверхні патрубку 3. На трубі 4 розміщено зубчастий вінець 6, з'єднаний ланцюговою передачею з привідним валом. Вихідний кінець труби містить перехідник 7 і два сопла 8. Сопла 8 оснащені шарнірно з'єднаними направляючими щитками 9. Труба 4 оснащена герметичним водяним контуром 10, до внутрішньої поверхні якої прикріплені вертикально розміщені перфоровані трубки 11, а зовнішня поверхня її містить вентиль 12 для заправки водою.

Пневматичний струшувач дерев працює наступним чином. Потік повітря вентилятором 2 нагнітається в трубу 4, що обладнана геометричним водяним контуром 10. Тут за рахунок відцентрових сил, що виникають при

обертанні труби 4, вода піднімається по вертикально розташованим перфорованим трубкам 11 і розбризкується в потік повітря. При цьому адіабатичного зволоження температура повітря знижується до температури мокрого термометра і повітря зволожується до величини відносної вологості близької до 100%, в результаті чого щільність її збільшується.

Таким чином, повітряний потік виходить з сопел 8, маючи температуру мокрого термометра і більш високу щільність. Завдяки обертанню труби 4 повітря переміщується по кроні дерева, взаємодіючи на різні її ділянки, приводячи в коливання гілки дерев. За рахунок переміщення трактора навколо дерева відбувається переміщення пневматичного струшувача навколо дерева. Так як повітря більш щільне, то відповідно збільшується ефективність струшування.

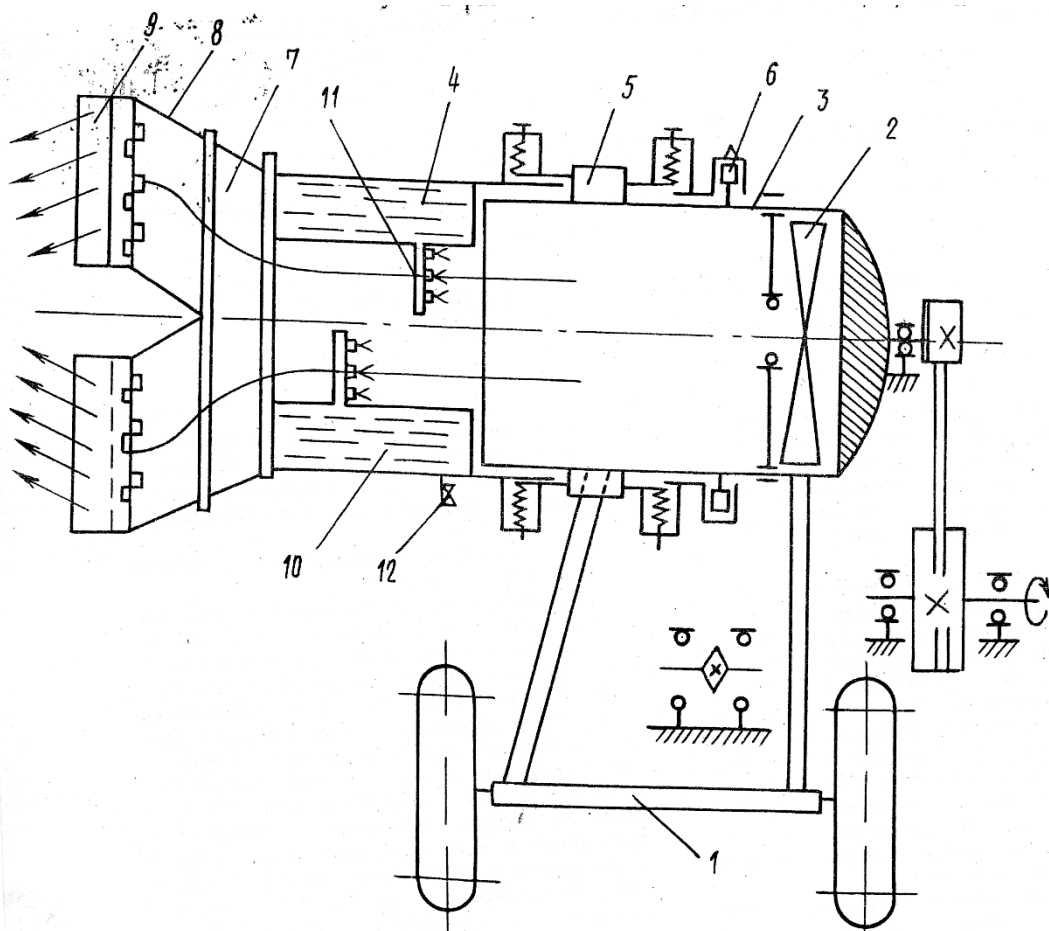


Рисунок 2.6 - № 934973

У нашій країні створені та серійно випускаються плодозбиральні машини МПУ-1, МПУ-1А, ВУМ-15, ВУМ-15А, КПУ-2, технічні характеристики яких наведені у таблиці 3.1. Всі вони позиційної дії, оснащені штабовими струшувачами, розрахованими на різну площу уловлювача від 15 м² до 55 м² – та приблизно однакову продуктивність. Ці машини використовують для збирання, в першу чергу, кісточкових та зерняткових культур, призначених для технічної переробки або термінової реалізації у свіжому вигляді.

Таблиця 2.1 - Технічна характеристика вібраційних плодозбиральних машин

Показники	ВУМ – 15	ВУМ – 15А	МПУ – 1	МПУ – 1А	КПУ – 2
Мінімальна ширина міжрядь, м	4	4	5	5	6
Відстань між деревами, м	3	3	4	4	4
Кількість обслуговуючого персоналу	3 – 4	3	3	2 – 3	4
Загальна маса, кг	850	1066	3235	3900	7176
Площа уловлювача, м ²	15	20,2	32	30	55
Максимальний діаметр штамба, мм	130	150	200	250	300
Необхідна потужність, кВт	14,5	13,2	15,6	15,2	24,2
Продуктивність, дерев/год основного часу	12	28 – 48	28 – 35	22 – 40	35 – 45

Більшість машин оснащено уловлювачами пасивного типу, які являють собою натягнуте на рамці полотно. Плоди , попадаючи на такий уловлювач, гальмують на ньому швидкість і скочуються на транспортери, що подають їх до пристрою для заповнення тари.

Створено також машини з уловлювачами активного типу, де плоди з уловлювача відводяться транспортерами різної конструкції.

Для внутрішньомашинного транспортування плодів використовують, як правило, стрічкові транспортери.

Деякі машини оснащені пристроями для заповнення тари. Перевага надається тим, в яких до подавальних транспортерів у початковий момент піднімається тара, а потім у міру заповнення вона опускається.

У цієї машини також є недоліки. В неї затрачається час на розкриття та закриття вловлювача, а також є труднощі у під'їзді до штамба.

Плоди зібрані машиною, придатні для реалізації в свіжому вигляді.

Машина МПУ – 1 – самохідна, складається з уловлювача з розтяжками, з лівого боку якого знаходиться поздовжній вивантажувальний транспортер з вентилятором для очищення плодів, інерційного штаббового струшувача і ущільнювача. Машина може комплектуватися тросовим струшувачем.

Відрізняється від машини МПУ – 1 компоновкою, а також конструкцією основних вузлів. Уловлювач машини МПУ – 1А складається з двох частин. Перша – у вигляді барабана з намотаним на нього полотном, а друга – зонтика. Між ними розміщено поздовжній розвантажувальний транспортер. Поперечний транспортер з автоматом завантажування плодів у контейнер, очищувальний транспортер з подільником потоку, відхилювач гілок та деякі інші складові частини МПУ – 1А відсутні у машини МПУ – 1.

Головна особливість технологічного процесу, що виконує машина , полягає в її прямолінійному русі по міжряддю саду.

В зв'язку із затратами часу на під'їзди до штамба та на розкриття і закриття вловлювача ця машина має малу продуктивність.

Висновки

Дотримання агротехнічних вимог до механізованого збирання слив є необхідною умовою ефективного функціонування сучасного садівництва.

Вони охоплюють усі етапи технологічного процесу – від вибору сортів і закладання саду до післязбиральної обробки продукції. Комплексний підхід до виконання цих вимог дозволяє значно підвищити продуктивність праці, зменшити втрати врожаю, забезпечити високу якість плодів і знизити собівартість продукції. Впровадження сучасних технічних засобів у поєднанні з оптимальними агротехнічними заходами є ключовим фактором підвищення конкурентоспроможності плодівництва.

Аналіз існуючих конструкцій машин для збирання слив показує, що найбільш поширеними є вібраційні струшувачі та комбайни на їх основі. Вони забезпечують високу продуктивність і відносну простоту реалізації, однак мають обмеження щодо збереження якості плодів.

Сучасні тенденції розвитку спрямовані на:

- підвищення делікатності збирання;
- автоматизацію процесів;
- інтеграцію транспортних і сортувальних систем;
- впровадження роботизованих технологій.

Таким чином, подальше вдосконалення конструкцій машин для збирання слив повинно бути спрямоване на поєднання високої продуктивності з мінімальним рівнем пошкодження плодів, що є ключовою вимогою сучасного плодівництва.

3 ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКТИВНИХ ОБГРУНТУВАННЯ

3.1 Конструкції розробленої опис

Аналіз робочого процесу позиційних струшувачів показує, що на виконання таких допоміжних операцій, як наведення струшувача на штамп дерева, затискання штамба захватами, включення вібратора, звільнення штамба від захвата, відведення струшувача від дерева, затрачують значний час. Основна операція – струшування плодів – триває в середньому 5-8 с і становить 5-19 % часу всього технологічного процесу роботи струшувача. Таким чином, якщо автоматизувати допоміжні операції, то можна значно підвищити продуктивність позиційних штаббових струшувачів.

Вібраційна плодозбиральна машина ВУМ-15 призначена для відокремлення кісточкових плодів, уловлювання та затарювання їх у ящики (рис. 3.1).

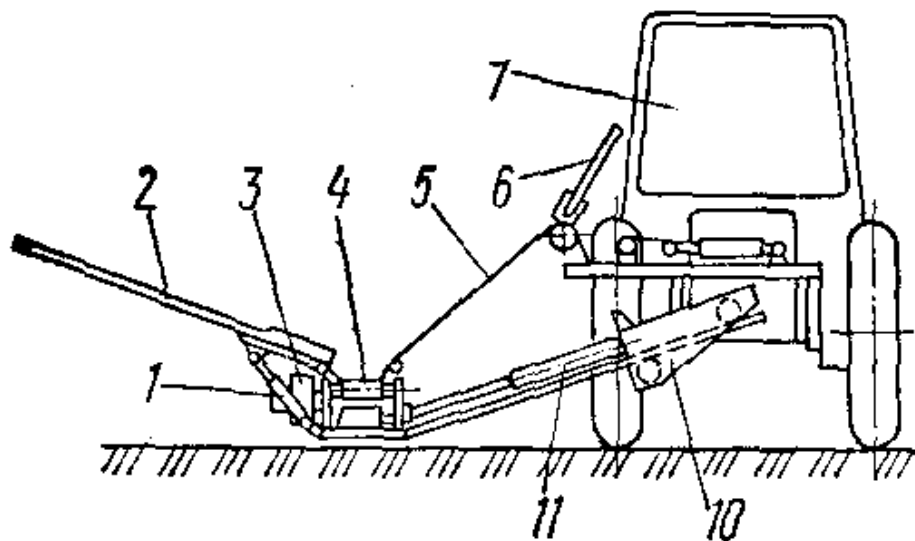


Рисунок 3.1. Схема вібраційної плодозбиральної машини ВУМ-15 (вигляд ззаду) без приставного вловлювача:

Машину начіплюють на самохідне шасі Т – 16М. Основні складові частини її: рама, штаббовий струшувач, транспортер, начіпний та приставний уловлювачі, пристрій для очищення плодів від домішок та інше допоміжне оснащення. Рама складається з передньої та задньої частин.

Після струшування приставний уловлювач переносять до наступного дерева, транспортер виключають, звільнюють штабб, переводять начіпний уловлювач у транспортерне положення та переїжджають до іншого дерева.

Основним недоліком плодозбиральної машини є необхідність у наявності двох робітників, які повинні переносити приставну частину уловлювача, а також потрібно точно зупинитися напроти штамба дерева для того, щоб струшувач захватив штабб. На ці всі види недоліків витрачається значна частина робочого часу що призводить до зниження продуктивності машини.

Вібраційна плодозбиральна машина ВУМ – 15А – це модернізована машина ВУМ – 15. Основна відмінність полягає в заміні приставного уловлювача начіпним. Уловлювач модернізованої машини начеплений на самохідне шасі Т – 16М, що збільшує площу уловлювача на 5 м² і дозволяє збирати плоди з крон діаметром до 4 м, а також звільнити двох працівників.

Підвищення продуктивності струшувачів досягають також за рахунок одночасного виконання кількох операцій. Для цього використовують струшувачі, що складаються з напрямних та розміщеного на них вібратора з захватами. Напрямні для комплекції відхилення траєкторії руху агрегату від осі ряду дерев з'єднані з рамою машини шарнірно за допомогою важелів. Вібратори таких струшувачів, як правило, дебалансні. У процесі роботи агрегат безперервно рухається по міжряддю саду, а при під'їзді до дерева захват затискує штабб і автоматично включається вібратор. Під час переміщення машини вібратор рухається по напрямних до заднього положення, де виключається, а штабб звільняється, після цього вібратор повертається у початкове положення.

Підвищити продуктивність плодозбиральної машини МПУ – 1А можна за рахунок зменшення затрат часу на допоміжні операції. Можна уникнути такої операції як розкриття вловлювача перед струшуванням і закриття його після струшування. Тобто зробити машину потоково-позиційної дії. Це може зробити, навісивши другу частину вловлювача на шарнірно закріплених опорах, які могли б відхилятися і пропускати штабл через вловлювач, а проміжок де проходить штабл, ущільнити гумовими пелюстками. Це зменшить затрати часу на розкриття вловлювача і підвищить продуктивність плодозбиральної машини.

3.2 Опис будови та роботи удосконаленої плодозбиральної машини МПУ-1А

Машина може працювати в промислових садах з шириною міжрядь 5 м і більше на рівнинних місцях і на схилах з ухилом до 8°.

Плодозбиральна машина проводить одночасно знімання плодів (шляхом струшування), вловлювання, очистку їх від легких домішок, затарювання плодів у контейнери або ящики і опускання заповнених контейнерів на ґрунт.

На рамі машини змонтовані маніпулятор, транспортер поперечний, вентилятор, площадка для контейнерів, насосна станція, паралелограмна підвіска. Одна секція центрального бруса служить баком гідравлічної системи, місткість якого 100 л.

Маніпулятор призначений для горизонтального переміщення транспортера та струшувача, а також для регулювання висоти захвату штабл.

Поперечний транспортер змінної довжини, приймає плоди від транспортера поздовжнього і подає їх в контейнер. Він складається з нерухомої рами, по направляючих якої на роликах переміщається рухома рама, з'єднана з поздовжнім транспортером. Основу транспортера складає ланцюговий контур, перекинутий на ведучі, ведені, натяжні і підтримуючі зірочки і ролики. До ланцюгів прикріплена стрічка таким чином, що

утворюються полки на однаковій відстані одна від одної. Привід поперечного транспортера здійснюється від гідромотора.

Площадка для контейнерів призначена для встановлення порожньої тари, заповнення її плодами і спуску наповнених контейнерів на ґрунт.

Гідросистема комбайна включає гідросистему рульового управління і гідросистему робочих органів, яка складається із двох підсистем: гідросистеми маніпулятора і гідросистеми виконавчих органів. Привід насосів гідросистеми виконавчих органів в обертальний рух приводиться від ВВП шасі через карданний вал і шестеренчасті передачі насосної станції.

Вловлювач складається із підвіски 1 яка може переміщатися у горизонтальній площині на 1 м, основної вловлюючої поверхні 2 яка має проміжок для попадання плодів на поздовжній транспортер, допоміжної вловлюючої поверхні 3, яка також має проміжок для проходження штамба, а щоб не було втрат плодів, проміжок закритий пелюстками, утримувачів 4, які шарнірно закріплені до основної поверхні і можуть відхилятися під дією штамба і повертатися у попереднє положення під дією пружини і утримують допоміжну поверхню вловлювача.

Збирання плодів машиною виконується у такій послідовності: тракторист направляє машину по міжряддю саду так, щоб рядок дерев був напроти проміжку допоміжної поверхні закритого пелюстками. Коли штамп потрапляє у вирізаний у пелюстках отвір машину зупиняють і висувають вібратор разом із поздовжнім транспортером до упору в штамп. Після цього включають привід вібратора та поздовжнього і поперечного транспортерів. Тривалість циклу вібрації і її частота коливань залежить від врожайності дерев, струшування зрілості плодів, стану листя.

Відокремленні від гілок плоди падають на вловлюючі поверхні, що утворенні основною і допоміжною поверхнями, скочуються по них на поздовжній транспортер, яким виносяться на поперечний транспортер і затарюються плоди очищаються від домішок потоком повітря від вентилятора.

Після закінчення процесу струшування вібратор з повздовжнім транспортером повертають у вихідне положення, а машина продовжує рухатись по міжряддю до наступного штамба не змінюючи траєкторії руху, де описаний процес повторюється.

Такий процес збирання плодів називають потоково-позиційним.

Удосконалення плодозбиральна машина МПУ – 1А дозволить підвищити продуктивність збирання в середньому до 45-60 дерев за годину.

Запропоноване удосконалення плодозбиральної машини МПУ – 1А не є складним. Воно може бути здійснене у господарстві у межах невеликої майстерні. Для виготовлення запропонованих конструкцій допоміжної поверхні та утримувачів використовувати потрібно полегшені прокати металу.

3.3 Балки розрахунок

Ліву частину вловлювача підтримує чотири балки, які консольно закріплені до основної частини. На них діє вага вловлювача, яка створює згинальний момент. Щоб балки не гнулися потрібно підібрати їх поперечний перетин.

Дані для розрахунку: з конструкції вловлювача $\alpha=20^0$; $a=0,6$ см; $b=1,3$ м.

З рис. 3.2. видно, що найнебезпечніший переріз балки буде знаходитись у т. А. Тому розрахунки згинального моменту будемо проводити відносно т. А.

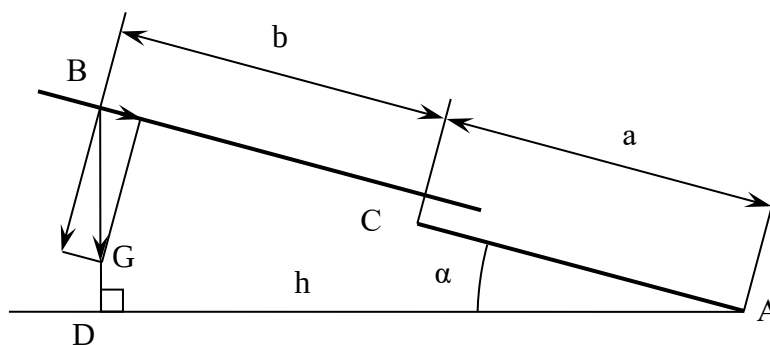


Рисунок 3.2 - Схема навантаження балки

Згинальний момент в т. А рівний:

$$\dot{I}_A = G \cdot h, \quad (3.1)$$

де $\dot{I}_A$ – згинальний момент, Н·м;

G – вага вловлювача, що припадає на одну балку, Н;

h – плече дії ваги, м.

З прямокутного трикутника ΔBAD

$$h = (a + b) \cdot \cos \alpha, \quad (3.2)$$

де α – кут нахилу вловлюючої поверхні до горизонту, град.

Підставивши значення h у формулу (5.1) отримаємо

$$\dot{I}_A = G \cdot (a + b) \cdot \cos \alpha.$$

Умова міцності має вигляд

$$G_{\zeta\tilde{a},\dot{a}\tilde{o}} = \frac{\dot{I}_{\zeta\tilde{a}}}{W} \leq [G_{\zeta\tilde{a}}], \quad (3.3)$$

де $G_{\zeta\tilde{a},\dot{a}\tilde{o}}$ – максимальні напруження, що виконують у перерізі, Н/м²;

$\dot{I}_{\zeta\tilde{a}}$ – згинальний момент, Н·м;

W – момент опору січення, м³;

$[G_{\zeta\tilde{a}}]$ – допустиме напруження при згині, $[G_{\zeta\tilde{a}}] = 80 \cdot 10^6 \text{ Н/м}^2$ [17];

Момент опору січення

$$W = \frac{M_{\zeta\tilde{a}}}{[G_{\zeta\tilde{a}}]}. \quad (3.4)$$

$$\text{Також,} \quad W = \frac{\pi D^3}{32}, \quad (3.5)$$

де D – діаметр січення, м.

Порівнявши праві частини формул (5.4); (5.5) визначимо діаметр

$$D = \sqrt[3]{\frac{32M}{\pi[G_{\text{сд}}]}}. \quad (3.6)$$

У формулу (5.6) підставимо значення згинального моменту отримаємо

$$D = \sqrt[3]{\frac{32G(a+b)\cos\alpha}{\pi[G_{\text{сд}}]}}. \quad (3.6a)$$

В цій формулі нам невідома вага вловлювача G .

Каркас вловлювача є зварним із труб різних діаметрів та різної довжини.

Для зручності підрахунку ваги вловлювача покажемо схему його металоконструкції і відзначимо різні діаметри та довжини труб.

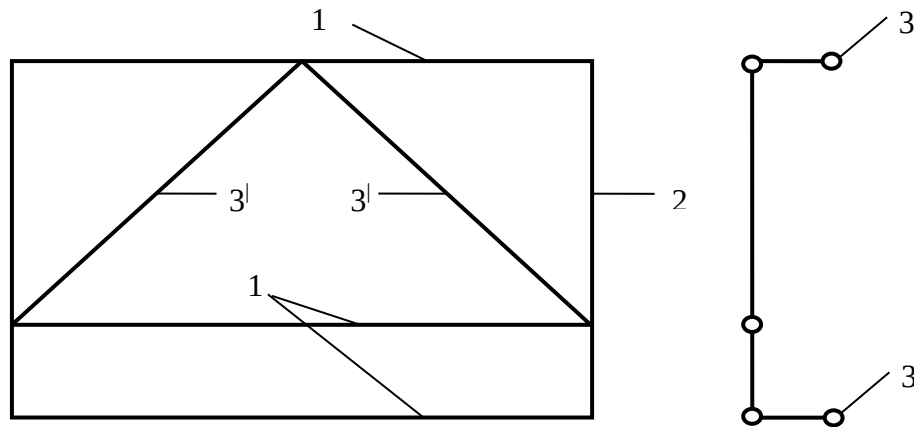


Рисунок 3.3. Конструктивна схема вловлювача:

1 – труба діаметром $D_1=0,024$ м, довжиною $l_1=5$ м;

2 – труба діаметром $D_2=0,02$ м, довжиною $l_2=3$ м;

3 – труба діаметром $D_3=0,0015$ м, довжиною $l_3=5$ м; $l_3=4$ м.

Вага металоконструкції вловлювача

$$G_B = q_1 \cdot L_1 + q_2 L_2 + q_3 L_3, \quad (3.7)$$

де q_1, q_2, q_3 – вага одного погонного метра труб відповідно діаметрів, Н/м;

L_1, L_2, L_3 , – загальні довжини труб відповідних діаметрів, м.

Товщина стінки усіх труб становить 0,002 м.

Підставивши значення отримаємо

$$G_B = 10,9 \cdot 15 + 8,88 \cdot 6 + 6,41 \cdot 18 = 33216 \text{ Н}.$$

Враховуючи вагу тенту, пелюстків та інших необхідних деталей конструкції, а також вагу яблук яка одночасно буде знаходитись на вловлюючій поверхні отримаємо, що $G_B=450$ Н.

В процесі роботи машини, коли штаб проходить через вловлювач, число балок які одночасно утримують вловлювач становить три. Тобто вага, що припадає на одну балку становитиме 150 Н. Отже $G=150$ Н.

Підставивши значення у формулу (3.7) отримаємо

$$D = \sqrt[3]{\frac{32 \cdot 150 \cdot (0,6 + 1,3) \cdot \cos 20^\circ}{3,14 \cdot 80 \cdot 10^6}} = 3,194 \cdot 10^{-2} \text{ м}.$$

Враховуючи запас міцності приймаємо діаметр балки рівний $3,2 \cdot 10^{-2}$ м.

Отже даними розрахунками ми підібрали поперечне січення балки.

3.4 Вибір та розрахунок пружини, для утримання балки в замку

Для утримання балки в замку, а також для повернення балки в замок після проходу штамба дерева використовуємо циліндричну пружину.

Схема для розрахунку параметрів пружини показана на рис. 3.4.

З конструкції вузла:

$$\hat{A}_1 = 0,15 \text{ м} ; \hat{A}_1 = 0,6 \text{ м} ;$$

$$\hat{A}_1 D = 20 \text{ м} ; \hat{D} = 0,25 \text{ м} ;$$

$$F_1 = F_2 = F_3 = 30 \text{ Н} ; \alpha_1 = 36^\circ .$$

Визначимо переміщення пружини, для цього потрібно визначити відстані $A_3 D$ та $A_1 D$. $A_1 D$ – відстань нам відома.

З трикутника $\Delta A_3 O D$ за теоремою косинусів

$$A_3 D = \sqrt{A_3 O^2 + O D^2 - 2 A_3 O \cdot O D \cdot \cos \beta}. \quad (3.8)$$

$$\text{Кут } < \beta = 180^\circ - \alpha_1,$$

$$\beta = 144^\circ .$$

Підставимо значення кута β у формулу (3.8)

$$A_3D = \sqrt{0,15^2 + 0,25^2 - 2 \cdot 0,15 \cdot 0,25 \cdot \cos 144} = 0,38 \text{ м.}$$

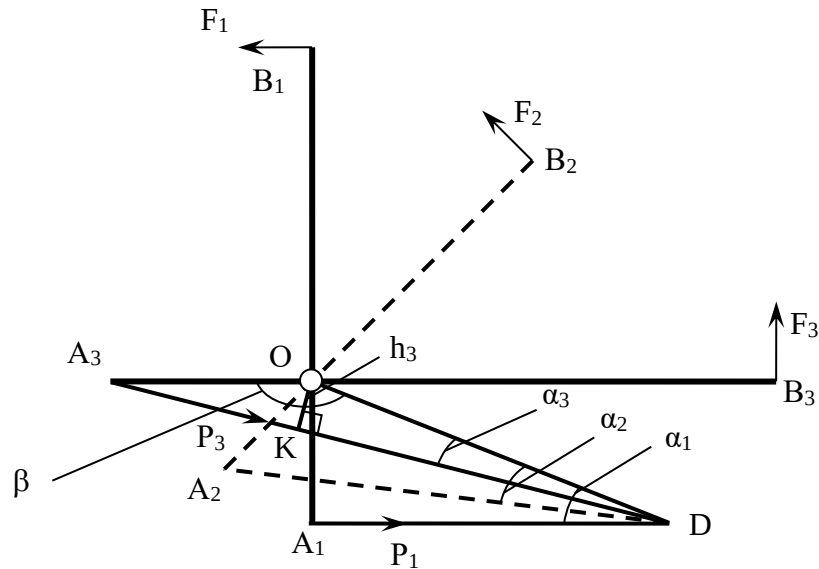


Рисунок 3.4 - Схема для розрахунку пружини

Визначимо переміщення пружини

$$H = A_3D - A_1D. \quad (3.9)$$

Підставимо значення

$$H = 0,38 - 0,25 = 0,13 \text{ м.}$$

Отже переміщення пружини становить 0,13 м.

Визначаємо сили які повинна створити пружина.

Запишемо момент в т. O у першому положенні.

$$M_0 = F_1 \cdot OB_1 \cdot P_1 \cdot A_1O. \quad (3.10)$$

З цієї формули визначимо силу P_1 .

$$P_1 = \frac{F_1 OB_1 - M_0}{A_1O}, \quad (3.11)$$

оскільки точка O є нерухома то момент в т. O рівний нулю, тоді

$$P_1 = \frac{30 \cdot 0,6}{0,15} = 120 \text{ Н.}$$

Запишемо момент в т. Оу у 3 положенні.

$$M_0 = F_3 \cdot OB_3 \cdot P_3 \cdot h_3. \quad (3.12)$$

де h_3 – плече дії сили P_3 , м.

За теоремою косинусів з прямокутного $\triangle OKD$

$$h_3 = OD \cdot \sin \alpha_3.$$

За теоремою косинусів з трикутника $\triangle A_3OD$

$$\cos \alpha_3 = \frac{OA_3^2 - OD^2 - A_3D^2}{-2A_3D \cdot OD}, \quad (3.13)$$

$$\cos \alpha_3 = \frac{0,15^2 - 0,25^2 - 0,38^2}{-2 \cdot 0,38 \cdot 0,25} = 0,9705.$$

Звідси $\alpha_3 = 14^\circ$.

Тоді плече h_3 буде рівне

$$h_3 = 0,25 \cdot \sin 14 = 0,06 \text{ м.}$$

Із формули (3.12) визначимо силу P_3 .

$$P_3 = \frac{F_3 OB_3}{h_3}.$$

Підставимо значення

$$P_3 = \frac{30 \cdot 0,6}{0,06} = 300 \text{ Н.}$$

Отже для розрахунку параметрів пружини маємо: початкова сила яку повинна створювати пружина $P_1 = 120$ Н, в кінці переміщення пружина повинна створювати силу $P_2 = 300$ Н, переміщення пружини $H = 0,13$ м.

Визначаємо силу, що відповідає граничній деформації пружини

$$P_3 = \frac{P_2}{1 - \delta}, \quad (3.14)$$

де δ – обмеження максимальної деформації, $\delta = 0,05 \div 0,1$ [17].

$$P_3 = \frac{300}{1-0,05} \div \frac{300}{1-0,1} = 315 \div 333H.$$

Вибираємо пружину номер 422, яка має виток з такими параметрами:
 $P_3=335 \text{ Н}$; $D=25 \text{ мм}$; $\alpha=3 \text{ мм}$; $Z_1=76,07 \text{ Н/мм}$; $f_3=4,404$.

$$z = \frac{P_2 - P_1}{H}. \quad (3.15)$$

$$z = \frac{300-120}{130} = 1,38H / \text{мм}.$$

$$n = \frac{z_1}{z}, \quad (3.16)$$

де z – жорсткість пружини, Н/мм;

z_1 – жорсткість витка, Н/мм,

$$n = \frac{76,07}{1,38} = 55,1 \approx 55.$$

Визначаємо деформації і викоти пружини

$$F_1 = \frac{P_1}{z} = \frac{120}{1,38} = 86,9 \text{ мм}; \quad F_2 = \frac{P_2}{z} = \frac{300}{1,38} = 217 \text{ мм}; \quad F_3 = \frac{P_3}{z} = \frac{335}{1,38} = 242 \text{ мм}.$$

$$H_0 = (n+1) \cdot d = (55+1) \cdot 3 = 168 \text{ мм}; \quad H_1 = H_0 + F_1 = 168 + 86,9 = 254,9 \text{ мм}.$$

$$H_2 = H_0 + F_2 = 168 + 217 = 385 \text{ мм}. \quad H_3 = H_0 + F_3 = 168 + 242 = 410 \text{ мм}$$

Розрахована пружина забезпечить умови роботи механізму.

3.5 Розрахунки експлуатаційні

Збирання сливи виконуємо за допомогою плодозбиральної машини МПУ-1А, яка є позиційної дії і виготовлена на основі шасі Т-16М. Транспортування контейнерів здійснюється агрегатом для транспортування плодів в контейнерах ВУК-3.

Вихідні дані для розрахунку:

- площа кварталу: $F=10$ га;
- довжина кварталу саду: $L=500$ м;
- ширина кварталу саду: $B=200$ м;
- схема посадки: 6×5 м;
- ухил місцевості: $i = 3 \%$;
- основний агрегат: плодозбиральна машина МПУ-1А;
- технологічна швидкість: $V_T = 0,3$ км/год;
- потужність, що затрачається на привід гідросистеми через ВВП:

$N_{ввп} = 5$ кВт;

- допоміжний агрегат для транспортування плодів: МТЗ-80+ВУК-3А.

Плодозбиральна машина МПУ-1А, є машина позиційної дії, тобто вона виконує свій технологічний процес з зупинкою біля дерева, шляхом передачі дереву вібраційних зусиль. Тому опір агрегату буде виникати під час переїздів від дерева до дерева і незалежно від цього під час виконання струшування плодів транспортування та завантаження в контейнери.

Опір на переміщення буде рівний

$$R_{\text{ш}} = G_i \left(f_i + \frac{i}{100} \right), \quad (3.17)$$

де G_m – вага плодозбиральної машини з врахуванням ваги контейнерів разом зі сливою, що вона перевозить, кН;

f_m – коефіцієнт опору кочення ходових коліс,

$$R_{\text{ш}} = 43 \cdot \left(0,08 + \frac{3}{100} \right) = 4,73 \text{ кН}.$$

Тяговий приведений опір машини від валу відбору потужності під час зупинок

$$R_{\text{вд}} = \frac{0.159 \cdot N_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{дв}} \cdot \eta_{\text{гид}}}{r_e \cdot n_i \cdot \eta_{\text{ред}}}, \quad (3.18)$$

$$R_{\text{вд}} = \frac{0.159 \cdot 15,2 \cdot 0,97 \cdot 0,9}{0,45 \cdot 30 \cdot 0,95} = 16,4 \text{ кН}.$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягової потужності двигуна:

$$\eta_{\text{ää}} = \frac{N_{\text{ëð}}}{N_{\text{äí}}}, \quad (3.19)$$

де $N_{\text{кр}}$, кВт;

$N_{\text{ен}}$ – номінальна потужність двигуна, кВт.

Визначаємо гакову потужність, яку розвиває трактор

$$N_{\text{іð}} = \frac{R_{\text{іð}} \cdot V_{\text{ð}}}{3,6}, \quad (3.20)$$

$$N_{\text{іð}} = \frac{16,4 \cdot 0,3}{3,6} = 1,36 \text{ кВт.}$$

Тоді

$$\eta_{\text{ää}} = \frac{1,36}{14,7} = 0,09.$$

$$G_{\text{к}} = G_{\text{кк}} + Q_{\text{г}},$$

$$G_{\text{к}} = 17 + 30 = 47 \text{ кН.}$$

$$R_{\text{ат}} = n_{\text{к}} \cdot G_{\text{к}} \cdot (f_{\text{к}} \pm 0.01 \cdot i), \quad (3.21)$$

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

$$P_{\text{тр max}} \geq G_{\text{к}} \cdot (f_{\text{к}} \cdot a_{\text{к}} + 0.01 \cdot i) + G \cdot (f(a_{\text{тр}} - 1) + 0.01 \cdot i), \quad (3.22)$$

$$P_{\text{тр max}} = 47 \cdot (0.08 \cdot 1.76 + 0.01 \cdot 3) + 31.5 \cdot (0.08 (1.84 - 1) + 0.01 \cdot 3) = 10,97 \text{ кН.}$$

$$F_{\text{е max}} - G(a_{\text{тр}} f_{\text{тр}} + i / 100) \geq G_{\text{к}}(f_{\text{к}} \cdot a_{\text{к}} + i / 100) \quad (3.23)$$

$$F_{\text{е max}} = \mu G_{\text{с}}, \quad (3.24)$$

$$G_{\text{с}} = \lambda \cdot G \cdot \cos i \quad (3.25)$$

$$G_{\text{с}} = 0,8 \cdot 31.5 \cdot \cos 3^{\circ} = 25,2 \text{ кН.}$$

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

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

$$12,06 \geq 7,93 \text{ кН.}$$

$$\xi = \frac{R_{\hat{a}\hat{a}}}{P_{\hat{e}\hat{e}} - 0,01G \cdot i}, \quad (3.26)$$

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

$$Q_{\hat{o}} = V \lambda \gamma_i, \quad (3.27)$$

$$Q_{\hat{o}} = 4,61 \cdot 0,75 \cdot 0,73 = 2,52 \text{ т.}$$

$$F = Q_{\hat{o}} / \acute{O}, \quad (3.28)$$

$$F = 2,52/10 = 0,252 \text{ га.}$$

$$t_{\hat{a}} = \frac{F}{W_{\hat{a}\hat{a}. \zeta i}}, \quad (3.29)$$

$$t_{\hat{a}} = \frac{0,252}{0,136} = 1,85 \text{ год} = 111,18 \text{ хв.}$$

$$t_{\hat{o}} = \frac{2L_{\hat{o}}}{V_{\hat{o}}} + t_{\zeta \hat{a}\hat{a}} + t_{\hat{o}i\zeta}, \quad (3.30)$$

де

$$L_{\tau} \quad L_{\tau} = 3 \text{ км,}$$

$$t_{\text{зав}}, t_{\text{зав}} = 0,4 \text{ год;}$$

$$t_{\text{роз}}, t_{\text{роз}} = 0,3 \text{ год,}$$

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

Кількість транспортних агрегатів

$$m_{\hat{o}} = \frac{t_{\hat{a}}}{t_{\hat{o}}} = \frac{60}{118,18} = 0,54 \text{ шт.} \quad (3.31)$$

$$m_{\tau} = 1 \text{ шт.}$$

$$l_{\text{а}} = \frac{F}{B_{\text{ізв}}} = \frac{2520}{6} = 420 \text{ м.}$$

Контейнеровоз ВУК-3 одночасно може перевозити 8 контейнерів. Отже відстань між контейнерами, що будуть встановлені в міжряддях саду рівна

$$\dot{a} = \frac{l_{\text{а}}}{n_{\text{еііò}}} , \quad (3.32)$$

де $n_{\text{конт}}$ – кількість контейнерів, що одночасно перевозить ВУК-3,

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

Контейнери необхідно встановити в тих міжряддях саду по яких буде рухатися 1А з кроком 52,5 м. Визначаємо кінематичні показники роботи плодозбиральної машини МПУ-1А.

$$\varphi = \frac{L_{\text{р}}}{L_{\text{р}} + L_{\text{ò}}} , \quad (3.33)$$

де $L_{\text{р}}$, м;

$L_{\text{х}}$, м,

$$L_{\text{ò}} = L_{\text{ò1}} + L_{\text{ò2}} , \quad (3.34)$$

де $L_{\text{х1}}$ – довжина холостого ходу при безпетлевому повороті з прямолінійним відрізком, м;

$L_{\text{х2}}$ – довжина холостого ходу при грибоподібному повороті, м.

В нашому випадку робоча довжина гону рівна довжині кварталу саду, $L_{\text{р}} = 500 \text{ м.}$

$$L_{\text{ò1}} = (1,4 \div 2)R + x_1 + 2e , \quad (3.35)$$

де $R = 3,5 \text{ м;}$

$x_1 = 5 \text{ м,}$

e , м,

$$e = (0,1...0,2) l_{\text{к}} - \text{для навісних агрегатів;} \quad (3.36)$$

де $l_{\text{к}}$ – кінематична довжина агрегату, $l_{\text{к}} = l_{\text{м}} = 3 \text{ м;}$

$$e = 0,2 \cdot 3,0 = 0,6 \text{ м.}$$

$$L_{\delta 1} = 2 \cdot 3,5 + 5 + 2 \cdot 0,6 = 13,2 \text{ м.}$$

$$L_{\delta 2} = (5,0 \div 5,5)R + 2e, \quad (3.37)$$

$$L_{\delta 2} = 5,5 \cdot 3,5 + 2 \cdot 0,6 = 20,45 \text{ м,}$$

$$L_{\delta 2} = 13,2 + 20,45 = 33,62 \text{ м,}$$

$$\varphi = \frac{500}{500 + 33,65} = 0,94.$$

Ширину поворотної смуги розраховуємо за формулою

$$E_{\text{мін}} = 1,1R + e + d_k; \quad (3.38)$$

де d_k – відстань від найбільш віддаленої точки до краю поворотної смуги,

$d_k = 1,7 \text{ м;}$

$$E_{\text{мін}} = 1,1 \cdot 3,5 + 0,6 + 1,7 = 6,15 \text{ м.}$$

Визначаємо тривалість циклу роботи агрегату на загоні

$$t_{\text{о}} = t_{\text{до}} + t_{\text{по}} = \frac{2L_p}{V_p 60} + \frac{2L_x}{V_x 60}, \quad (3.39)$$

$$t_{\text{о}} = \frac{2 \cdot 500}{0,083 \cdot 60} + \frac{2 \cdot 33,65}{0,83 \cdot 60} = 202,15 \text{ хв.}$$

$$W_{\text{г}} = 0,1 \cdot 6 \cdot 0,3 \cdot 5,39 = 0,97 \text{ га/зм.}$$

$$W_{\text{аіаі}} = \frac{W_{\text{г}}}{T_p} = \frac{0,97}{5,39} = 0,18 \text{ га/год.} \quad (3.40)$$

$$W_{\text{аіаг}} = \frac{W_{\text{г}}}{T_{\text{г}}} = \frac{0,97}{7,12} = 0,136 \text{ га/год.} \quad (3.41)$$

$$Q = \frac{G_{\text{до}}T_{\text{до}} + G_{\text{по}}T_{\text{по}} + G_{\text{от}}T_{\text{от}}}{W_{\text{г}}}, \quad (3.42)$$

$$\dot{O}_{\text{о}} = t_{\text{до}} \cdot \ddot{I}_{\text{до}} + \dot{O}_{\text{ііі}}, \quad (3.43)$$

$$T_x = 1,35 \cdot 1,6 + 30 = 32,16 \text{ хв} = 0,54 \text{ год.}$$

$$\dot{Q}_i = \dot{Q}_{\text{ааі}} + 0,5\dot{Q}_{\text{аоі}} + \dot{Q}_{\text{іі}} + \dot{Q}_{\text{іі}} , \quad (3.44)$$

$$\dot{Q}_i = 35 + 0,5 \cdot 28 + 5 + 6 = 60 \text{ хв} = 1 \text{ год.}$$

Тоді

$$Q = \frac{8,2 \cdot 5,39 + 2,5 \cdot 0,54 + 0,7 \cdot 1}{0,97} = 46,2 \text{ кг/га.}$$

$$S_{\text{аі}} = \frac{(\dot{a}_{\text{до}} + \dot{a}_{\text{ео}} + \dot{a}_{\text{оі}}) \dot{A}_i}{100 \cdot \dot{Q}_{\text{о}} \cdot W_{\text{аіа}}}, \quad (3.45)$$

$$S_{\text{аі}} = \frac{(16,6 + 2,7 + 13) \cdot 230000}{100 \cdot 240 \cdot 0,136} = 2276 \text{ грн/га.}$$

$$S_{\text{іі}} = Q \cdot \ddot{O}_{\text{іі}} \quad (3.46)$$

$$S_{\text{іі}} = 46,2 \cdot 4,2 = 194,04 \text{ грн/га.}$$

$$S_{\text{сі}} = \frac{k_1(m_{\text{од}} f_1 + m_{\text{а}} f_{\text{а}})}{W_{\text{сі}}}, \quad (3.48)$$

$$S_{\text{о}} = S_{\text{ао}} + S_{\text{іі}} + S_{\text{сі}}, \quad (3.49)$$

$$S_{\text{о}} = 2276 + 194,04 + 166,7 = 2636,78 \text{ грн/га.}$$

$$S_{\text{іо}} = S_{\text{о}} + \frac{E_{\text{е}}}{W_{\text{аіасі}}} \cdot \frac{\dot{A}_i}{\dot{Q}_{\text{о}}}, \quad (3.50)$$

$$S_{\text{іо}} = 2636,78 + \frac{0,1}{0,136} \cdot \frac{230000}{240} = 2784,98 \text{ грн/га.}$$

Висновки

Для підвищення продуктивності збирання сливи було запропоновано використати плодозбиральну машину МПУ-1А в якій удосконалили вловлювач плодів.

Удосконалений вловлювач забезпечує проходження штамба дерева через його половини і зупинку агрегату напроти дерева, що дозволить підвищити продуктивність машини порівняно з базовою за рахунок зменшення часу на допоміжні операції і вивільнити одного робітника, що забезпечував позиціювання агрегату. За одну годину удосконалення плодозбиральна машина знімає плоди з 45 дерев за схеми посадки 6х5 м.

Розраховані основні конструктивні та технологічні параметри запропонованого удосконалення: діаметр підтримуючої балки лівої половини вловлювача 32 мм за її довжини 0,6 м; кут встановлення вловлюючої поверхні 20° ; робоча довжина пружини повернення підтримуючої балки у вільному стані становить 410 мм; конструктивні параметри пружини – робочий хід 130 мм, для створення зусилля $F=300$ Н, середній діаметр пружини 25 мм, діаметр дроту пружини 3 мм.

Для виконання даної операції пропонується використати плодозбиральну машину МПУ-1А, яка буде оснащена удосконаленим вловлювачем плодів, що дозволить підвищити продуктивність виконання даної операції. $W=0,97$ га/зм; $G=46,2$ кг/га; $Z=14,7$ люд.год/га.

4 НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ЗАХИСТ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

Механізоване збирання слив пов'язане з використанням машин і механізмів, що створюють підвищену небезпеку для обслуговуючого персоналу. До основних небезпечних факторів належать рухомі частини машин, вібрація, підвищений рівень шуму, можливість падіння плодів і гілок, а також несприятливі погодні умови. Тому дотримання вимог охорони праці та техніки безпеки є обов'язковою умовою ефективного та безпечного виконання робіт.

1. Загальні положення

До виконання робіт із механізованого збирання слив допускаються особи, які:

- пройшли медичний огляд;
- досягли 18-річного віку;
- пройшли навчання та перевірку знань з охорони праці;
- ознайомлені з конструкцією та правилами експлуатації машин;
- пройшли вступний і первинний інструктажі на робочому місці.

Працівники повинні чітко виконувати вимоги інструкцій з охорони праці, дотримуватися трудової дисципліни та використовувати засоби індивідуального захисту.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком робіт необхідно:

- перевірити технічний стан машин і агрегатів;
- переконатися у справності гальмівної системи, рульового управління, гідросистеми;
- перевірити наявність і надійність захисних кожухів і огорожень;
- оглянути вібраційні механізми та захватні пристрої;
- перевірити справність сигналізації та освітлення;
- очистити робочі органи від сторонніх предметів;

- перевірити наявність і комплектність інструментів;
- оглянути територію саду на наявність перешкод (каменів, ям, сторонніх предметів).

Перед запуском машини необхідно подати звуковий сигнал і переконатися у відсутності людей у небезпечній зоні.

3. Вимоги безпеки під час роботи

Під час виконання робіт необхідно дотримуватися таких правил:

- забороняється перебування сторонніх осіб у зоні роботи машин;
- не допускається перебування працівників під піднятими елементами машин;
- заборонено торкатися рухомих частин під час роботи;
- необхідно дотримуватися безпечної відстані між машинами (не менше 10–15 м);
- управління машиною повинно здійснюватися тільки з робочого місця оператора;
- не допускається перевантаження машин;
- при виникненні сторонніх шумів або вібрацій роботу необхідно негайно зупинити;
- роботи повинні виконуватися при достатньому освітленні.

Особливу увагу слід приділяти роботі вібраційних струшувачів, оскільки вони створюють значні динамічні навантаження.

4. Вимоги безпеки при роботі з вібраційними струшувачами

Вібраційні машини є джерелом підвищеної небезпеки, тому необхідно:

- надійно фіксувати захват на штаббі або гілці;
- не перевищувати допустимі параметри коливань;
- не перебувати в зоні можливого падіння гілок і плодів;
- використовувати амортизуючі прокладки для запобігання пошкодженню дерев;
- уникати тривалого впливу вібрації на оператора;
- регулярно перевіряти стан кріплень і вузлів машини.

Оператор повинен працювати у захисних рукавицях і дотримуватися правил безпечного керування.

5. Вимоги безпеки при використанні уловлювальних і транспортувальних пристроїв

Під час роботи з уловлювачами і транспортерами необхідно:

- перевіряти їхню цілісність і надійність кріплення;
- не допускати перевантаження транспортерів;
- уникати попадання рук і одягу у рухомі частини;
- своєчасно очищати поверхні від плодів і сміття;
- контролювати швидкість руху стрічок.

Роботи з обслуговування транспортерів виконуються тільки при їх повній зупинці.

6. Вимоги безпеки при роботі на платформах і висоті

При використанні підйомних платформ необхідно:

- перевіряти справність підйомного механізму;
- використовувати страхувальні засоби;
- не перевищувати допустиме навантаження;
- працювати тільки на рівній поверхні;
- уникати різких рухів платформи;
- забороняється переміщення платформи з піднятими працівниками без відповідних заходів безпеки.

Працівники повинні користуватися неслизьким взуттям і дотримуватися правил роботи на висоті.

7. Вимоги до засобів індивідуального захисту

Працівники повинні бути забезпечені такими засобами індивідуального захисту:

- спецодягом (комбінезон, куртка);
- захисними рукавицями;
- захисним взуттям;
- касками або захисними шоломами;

- окулярами для захисту очей;
- навушниками або берушами для захисту від шуму.

Використання ЗІЗ є обов'язковим протягом усього робочого часу.

8. Вимоги безпеки при несприятливих погодних умовах

Роботи необхідно припиняти у разі:

- сильного дощу або грози;
- туману, що обмежує видимість;
- сильного вітру (понад 10–12 м/с);
- ожеледиці або слизької поверхні ґрунту.

Погодні умови можуть значно підвищувати ризик травматизму.

9. Вимоги пожежної безпеки

Під час роботи необхідно:

- забезпечити наявність вогнегасників;
- не допускати витоків пального;
- заборонити куріння поблизу техніки;
- дотримуватися правил зберігання пально-мастильних матеріалів;
- регулярно перевіряти електрообладнання.

У разі виникнення пожежі необхідно негайно повідомити відповідні служби та вжити заходів до її ліквідації.

10. Вимоги безпеки після закінчення роботи

Після завершення робіт необхідно:

- вимкнути двигуни машин;
- очистити робочі органи від залишків плодів і бруду;
- провести технічний огляд обладнання;
- усунути виявлені несправності;
- розмістити техніку у спеціально відведеному місці;
- здати інструменти та засоби захисту.

11. Вимоги до організації робочого процесу

Безпечна організація робіт передбачає:

- чітке розмежування зон роботи техніки та персоналу;

- координацію дій працівників;
- використання сигналів і знаків безпеки;
- контроль з боку відповідальних осіб;
- проведення регулярних інструктажів.

Висновки

Дотримання вимог охорони праці та техніки безпеки при механізованому збиранні слив є необхідною умовою збереження життя і здоров'я працівників, а також ефективного функціонування виробництва.

Комплекс заходів включає правильну підготовку персоналу, технічну справність машин, використання засобів індивідуального захисту, а також раціональну організацію робочого процесу.

Систематичне виконання зазначених вимог дозволяє знизити рівень виробничого травматизму, підвищити продуктивність праці та забезпечити стабільну якість виконання технологічних операцій.

5 ПОКАЗНИКИ ЕКОНОМІЧНІ

Сучасний розвиток садівництва характеризується зростанням вимог до ефективності виробництва, якості продукції та зниження витрат праці. Особливо актуальним є питання механізації процесів збирання плодів, які традиційно залишаються найбільш трудомісткими та витратними у технологічному циклі вирощування плодових культур. Зокрема, збирання слив потребує значних затрат ручної праці, що обумовлено біологічними особливостями культури, нерівномірністю дозрівання плодів, а також необхідністю мінімізації їх пошкодження.

У сучасних умовах дефіциту трудових ресурсів, підвищення вартості робочої сили та необхідності скорочення строків збирання врожаю питання впровадження механізованих засобів набуває особливої актуальності. Ручне збирання плодів, незважаючи на високу якість виконання операцій, має низьку продуктивність і супроводжується значними втратами продукції через затягування строків збирання, механічні пошкодження та осипання плодів.

Одним із перспективних напрямів підвищення ефективності виробництва слив є застосування спеціалізованих машин для механізованого збирання, зокрема модернізованої машини МПУ-1А. Використання таких машин дозволяє значно інтенсифікувати процес збирання, забезпечити скорочення трудових витрат, підвищити продуктивність праці та зменшити втрати врожаю.

Модернізація машини МПУ-1А спрямована на вдосконалення її конструктивних параметрів, зокрема робочих органів, системи струшування та уловлювання плодів, що забезпечує більш ефективне відокремлення плодів від гілок та зменшення їх пошкодження. Крім того, удосконалення конструкції сприяє зниженню енергоспоживання та підвищенню надійності роботи машини в різних виробничих умовах.

Важливим аспектом впровадження нової або модернізованої техніки є оцінка її економічної ефективності. Економічна доцільність застосування

машини визначається шляхом порівняння витрат при традиційній (ручній) та механізованих технологіях збирання, а також визначенням величини економічного ефекту, рівня рентабельності та строку окупності капіталовкладень.

У зв'язку з цим, метою даного розрахунку є обґрунтування економічної ефективності використання модернізованої машини МПУ-1А при збиранні слив шляхом визначення основних техніко-економічних показників її застосування. Для досягнення поставленої мети необхідно виконати порівняльний аналіз двох варіантів збирання врожаю — ручного та механізованого, визначити рівень витрат, обсяг втрат продукції, а також розрахувати економічний ефект від впровадження машини.

Отримані результати можуть бути використані для обґрунтування доцільності впровадження механізованих засобів у виробництво, підвищення конкурентоспроможності господарств та забезпечення сталого розвитку садівництва.

Вихідні показники приведені в додатку А

Б	П
$K_{\text{нг}} = \frac{W_{\text{сез}}}{W_{\text{год}}} = \frac{25}{0,114} = 219,29 \text{ год.}$	$K_{\text{нг}} = \frac{W_{\text{сез}}}{W_{\text{год}}} = \frac{25}{0,136} = 183,82 \text{ год.}$

Б	П
$B_{\text{п}} = 657,87 \text{ год.}$	$B_{\text{п}} = 367,64 \text{ год.}$

(5.2)

$$ЗП = \frac{C_{\text{т}}}{W_{\text{год}}} \cdot K_1 \cdot K, \quad (5.3)$$

Б	П
$ЗП = 868,42 \text{ грн./га}$	$ЗП = 727,94 \text{ грн./га}$

Б

$$A_{TP} = 76,4 \text{ грн/га}$$

$$A_M = 438,58 \text{ грн/га}$$

$$\text{Всього: } A_{\Sigma} = 514,98 \text{ грн/га}$$

$$A_{\Sigma} = 437,8 \text{ грн/га}$$

ПММ обсяги використання

Б

$$B_{ПММ} = 90 \cdot 52,1 = 4689 \text{ грн./га}$$

П

$$B_{ПММ} = 90 \cdot 46,2 = 4158 \text{ грн./га}$$

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

$$\text{Б: } B_{TP} = 691,22 \text{ грн./га}$$

$$\text{П: } B_{TP} = 691,2 \text{ грн./га}$$

$$\text{Б: } B_M = 393,6 \text{ грн./га}$$

$$\text{П: } B_M = 400,16 \text{ грн./га}$$

$$B = 1084,82 \text{ грн./га}$$

$$B = 1091,36 \text{ грн./га}$$

$$E_B = 868,42 + 514,98 + 4689 + 1084,82 = 7157,22 \text{ грн./га}$$

$$E_B = 727,94 + 437,8 + 4158 + 1091,36 = 6415,1 \text{ грн./га}$$

Б

$$E_{\Sigma} = 7157,22 \cdot 25 = 178930,5 \text{ грн.}$$

П

$$E_{\Sigma} = 6415,1 \cdot 25 = 160377,5 \text{ грн.}$$

Б

$$Т: K_B = \frac{B_B}{W_{CE3}} = 3600 \text{ грн./га}$$

П

$$K_B = 3600 \text{ грн./га}$$

$$М: K_B = 4800 \text{ грн./га}$$

$$K_B = 4880 \text{ грн./га}$$

Б

$$K_B = 3600 + 4800 = 8400 \text{ грн./га}$$

П

$$K_B = 3600 + 4880 = 8480 \text{ грн./га}$$

Б

$$П_B = 7157,22 + 0,15 \cdot 8400 = 8417,22 \text{ грн./га}$$

П

$$П_B = 6415,1 + 0,15 \cdot 8480 = 7687,1 \text{ грн./га}$$

Б

$$П_{B\Sigma} = 8417,22 \cdot 25 = 210430,5 \text{ грн.}$$

П

$$П_{B\Sigma} = 7687,1 \cdot 25 = 192177,5 \text{ грн.}$$

$$E_p = 210430,5 - 192177,5 = 18253 \text{ грн.}$$

$$T_o = 122000 - 120000 / 18253 = 0,1$$

Висновки

Механізація процесу збирання забезпечує суттєве скорочення трудових витрат. У порівнянні з ручним способом, витрати праці зменшуються більш ніж у 40–50 разів, що є особливо важливим в умовах дефіциту сезонних працівників та зростання вартості робочої сили. Застосування машини МПУ-1А дозволяє значно скоротити строки збирання врожаю. Тривалість виконання робіт зменшується приблизно у 5 разів, що сприяє своєчасному збиранню плодів, зниженню їх осипання та втрат якості. Механізоване збирання забезпечує зниження втрат врожаю більш ніж удвічі. Це досягається за рахунок оперативності виконання робіт та вдосконаленої конструкції машини, яка забезпечує ефективне уловлювання плодів і мінімізацію їх пошкодження.

Загальні експлуатаційні витрати при використанні машини значно нижчі порівняно з ручним збиранням. Незважаючи на наявність витрат на паливо, амортизацію та обслуговування, їх сумарна величина є значно меншою за витрати на оплату праці при ручному способі.

Розрахований економічний ефект від впровадження модернізованої машини є суттєвим і становить 18253 грн на площі 25 га. Це свідчить про високу економічну доцільність використання даної техніки у виробничих умовах.

Отже, впровадження модернізованої машини МПУ-1А для збирання слив є економічно обґрунтованим і доцільним заходом, який забезпечує підвищення продуктивності праці, зниження витрат виробництва та збільшення прибутковості господарства. Використання таких технічних рішень сприяє інтенсифікації виробництва плодів і є важливим напрямом розвитку сучасного садівництва.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

1. Як бачимо кількість реалізованої продукції у 2025 порівняно з 2023 роком дещо зменшилася і становила 714,5 центнерів. Значне зменшення врожайності і збільшення затрат на виробництво привело до зростання собівартості 1 ц продукції з 39,1 грн до 46,4 грн. Як бачимо з таблиці собівартість продукції в 2025 році зросла на 18,7 %, а ціна зменшилася на 6,9 %/ Тому рівень рентабельності виробництва сливи є від'ємним і становить -15,1%. Дана галузь виробництва є збитковою для господарства. На нашу думку, необхідно вдосконалити технологію і збільшити врожайність сливи та зменшити затрати на її виробництво. Для механізації процесу збирання сливи доцільно використати плодозбиральну машину МПУ-1А.

2. Дотримання агротехнічних вимог до механізованого збирання слив є необхідною умовою ефективного функціонування сучасного садівництва. Вони охоплюють усі етапи технологічного процесу – від вибору сортів і закладання саду до післязбиральної обробки продукції. Комплексний підхід до виконання цих вимог дозволяє значно підвищити продуктивність праці, зменшити втрати врожаю, забезпечити високу якість плодів і знизити собівартість продукції. Впровадження сучасних технічних засобів у поєднанні з оптимальними агротехнічними заходами є ключовим фактором підвищення конкурентоспроможності плодівництва. Аналіз існуючих конструкцій машин для збирання слив показує, що найбільш поширеними є вібраційні струшувачі та комбайни на їх основі. Вони забезпечують високу продуктивність і відносну простоту реалізації, однак мають обмеження щодо збереження якості плодів.

Сучасні тенденції розвитку спрямовані на: підвищення делікатності збирання; автоматизацію процесів; інтеграцію транспортних і сортувальних систем; впровадження роботизованих технологій. Таким чином, подальше вдосконалення конструкцій машин для збирання слив повинно бути

спрямоване на поєднання високої продуктивності з мінімальним рівнем пошкодження плодів, що є ключовою вимогою сучасного плідівництва.

3. Для підвищення продуктивності збирання сливи було запропоновано використати плодозбиральну машину МПУ-1А в якій удосконалили вловлювач плодів.

Удосконалений вловлювач забезпечує проходження штамба дерева через його половини і зупинку агрегату напроти дерева, що дозволить підвищити продуктивність машини порівняно з базовою за рахунок зменшення часу на допоміжні операції і вивільнити одного робітника, що забезпечував позиціонування агрегату. За одну годину удосконалення плодозбиральна машина знімає плоди з 45 дерев за схеми посадки 6х5 м.

Розраховані основні конструктивні та технологічні параметри запропонованого удосконалення: діаметр підтримуючої балки лівої половини вловлювача 32 мм за її довжини 0,6 м; кут встановлення вловлюючої поверхні 20° ; робоча довжина пружини повернення підтримуючої балки у свободному стані становить 410 мм; конструктивні параметри пружини – робочий хід 130 мм, для створення зусилля $F=300$ Н, середній діаметр пружини 25 мм, діаметр дроту пружини 3 мм.

Для виконання даної операції пропонується використати плодозбиральну машину МПУ-1А, яка буде оснащена удосконаленим вловлювачем плодів, що дозволить підвищити продуктивність виконання даної операції. $W=0,97$ га/зм; $G=46,2$ кг/га; $Z=14,7$ люд.год/га.

4. Дотримання вимог охорони праці та техніки безпеки при механізованому збиранні слив є необхідною умовою збереження життя і здоров'я працівників, а також ефективного функціонування виробництва. Комплекс заходів включає правильну підготовку персоналу, технічну справність машин, використання засобів індивідуального захисту, а також раціональну організацію робочого процесу. Систематичне виконання зазначених вимог дозволяє знизити рівень виробничого травматизму,

підвищити продуктивність праці та забезпечити стабільну якість виконання технологічних операцій.

5. Механізація процесу збирання забезпечує суттєве скорочення трудових витрат. У порівнянні з ручним способом, витрати праці зменшуються більш ніж у 40–50 разів, що є особливо важливим в умовах дефіциту сезонних працівників та зростання вартості робочої сили. Застосування машини МПУ-1А дозволяє значно скоротити строки збирання врожаю. Тривалість виконання робіт зменшується приблизно у 5 разів, що сприяє своєчасному збиранню плодів, зниженню їх осипання та втрат якості. Механізоване збирання забезпечує зниження втрат врожаю більш ніж удвічі. Це досягається за рахунок оперативності виконання робіт та вдосконаленої конструкції машини, яка забезпечує ефективне уловлювання плодів і мінімізацію їх пошкодження. Загальні експлуатаційні витрати при використанні машини значно нижчі порівняно з ручним збиранням. Незважаючи на наявність витрат на паливо, амортизацію та обслуговування, їх сумарна величина є значно меншою за витрати на оплату праці при ручному способі.

Розрахований економічний ефект від впровадження модернізованої машини є суттєвим і становить 18253 грн на площі 25 га. Це свідчить про високу економічну доцільність використання даної техніки у виробничих умовах.

Отже, впровадження модернізованої машини МПУ-1А для збирання слив є економічно обґрунтованим і доцільним заходом, який забезпечує підвищення продуктивності праці, зниження витрат виробництва та збільшення прибутковості господарства. Використання таких технічних рішень сприяє інтенсифікації виробництва плодів і є важливим напрямом розвитку сучасного садівництва.

1. Mika A., Buler Z., Rabcewicz J. The orchard architecture dedicated for mechanical harvesting of dessert plums and prunes // Journal of Horticultural Research. – 2019. – Vol. 27, № 1. — P. 1–10.
2. Mechanical harvesting of plums for processing with a continuously moving combine harvester // Journal of Fruit and Ornamental Plant Research. – 2012. – Vol. 20, № 1. – P. 29–42.
3. Suitability of plum (*Prunus domestica* L.) cultivars for combine harvesting of the fruit // Scientia Horticulturae. – 2023. – Vol. 313. – P. 42–49.
4. Pu Y., Wang S., Yang F. Recent progress and future prospects for mechanized harvesting of fruit crops with shaking systems // International Journal of Agricultural and Biological Engineering. – 2023. – Vol. 16, № 1. – P. 94–102.
5. Zhang D., Chen N., Mao S. A lightweight real-time algorithm for plum harvesting detection in orchards // Signal, Image and Video Processing. – 2025. – Vol. 19. – P. 248–256.
6. Mechanized harvesting systems in fruit crops // Journal of Agricultural Mechanization. – P. 194–205.
7. Fruit harvesting machinery and automation // International Journal of Agricultural Engineering. – P. 318–327.
8. Advanced harvesting technologies // Agricultural Robotics and Automation. – P. 83–94.
9. Mechanization of tree fruit harvesting // Horticultural Science Review. – P. 421–432.
10. Fruit handling and postharvest processing // Horticultural Technology Series. – P. 268–279.
11. Tree fruit harvesters // Agricultural Machinery & Equipment. – P. 246–259.
12. Innovations in fruit harvesting // Agricultural Innovation Journal. – P. 179–187.

13. Smith J. Mechanized harvesting systems in fruit crops // *Agricultural Mechanization*. – P. 281–295.
14. Lee K. Fruit harvesting machinery and automation // *International Agricultural Engineering*. – P. 176–189.
15. Nguyen T. Mechanization of tree fruit harvesting // *Horticultural Science Review*. – P. 36–42.
16. Brown P., Green S. Fruit harvesting equipment // *Agricultural Engineering Today*. – P. 413–428.
17. Davis L. Mechanics of fruit detachment and handling // *Journal of Food Engineering*. – P. 386–397.
18. White R. Orchard mechanization // *Advances in Horticultural Engineering*. – P. 165–177.
19. Kim D. Fruit crop harvesting technologies // *International Journal of Horticultural Mechanization*. – P. 234–246.
20. Carter J. Shaking systems for tree fruit harvesters // *Agricultural Machinery Journal*. – P. 148–161.
21. Lopez M. Design of fruit harvesting machines // *International Agricultural Engineering*. – P. 326–334.
22. Allen B. Fruit handling and postharvest processing // *Horticultural Technology Series*. – P. 351–362.
23. Hall P. Fruit crop production and harvesting // *Horticultural Science*. – P. 181–193.
24. Evans D. Mechanization of orchard operations // *International Journal of Agricultural Mechanization*. – P. 264–278.
25. Singh R. Fruit harvesting and handling systems // *International Journal of Farm Machinery*. – P. 221–234.
26. Lewis H. Innovations in fruit harvesting // *Agricultural Innovation Journal*. – P. 258–270.
27. Механізоване збирання фруктів і горіхів: аграрний огляд (включає сливи, яблука, черешні). – С. 38–47.

28. Glevakha O. M., Shevchuk R. S. Theoretical studies of the process of shaking fruits by hitting the trunk of a tree // Mechanized processes of agricultural production. – Lviv. – P. 208–217.
29. Обґрунтування перспектив розвитку садівництва в Україні // Економіка та розвиток. – P. 347–358.
30. Напрями інтенсифікації садівництва на інноваційній основі // Наукові праці з агротехніки та механізації садівництва. – P. 246–259.
31. WO2021130399A1. Fruit-harvesting machine. – WIPO.
32. US20210289706A1. Fruit harvesting machine. – USA.
33. WO2025032622A1. Automated fruit or seed harvesting machine. – WIPO.
34. US9226446B2. Robotic fruit tree pruner and harvester machine. – USA.
35. US4706447A. Machine for harvesting fruit and the like from the ground. – USA.
36. US20120096823A1. Fruit tree pruner and harvesting machine. – USA.
37. US20190012345A1. Vibration fruit harvester. – USA.
38. US20180123456A1. Tree fruit harvesting system. – USA.
39. WO2019009876A1. Fruit picking apparatus. – WIPO.
40. US20170234567A1. Portable fruit harvester. – USA.
41. US20160345678A1. Tree fruit shaker with catcher. – USA.
42. US20150345678A1. Fruit harvesting trolley. – USA.
43. WO2018012345A1. Semi-automatic fruit picking device. – WIPO.
44. US20140356789A1. Mechanical fruit collection kit. – USA.
45. US20130345678A1. Tree fruit harvesting machine with conveyors. – USA.
46. US20120345678A1. Vibratory orchard fruit picker. – USA.
47. WO2017034567A1. Robotic fruit harvester. – WIPO.
48. US20110345678A1. Mobile fruit harvesting unit. – USA.
49. US20090345678A1. Fruit shaking and catching system. – USA.
50. WO2015034567A1. Automated orchard fruit picker. – WIPO.

ДОДАТКИ

Вихідні дані до техніко-економічних розрахунків

№	Показник	Розмірність	Варіанти	
			базовий	проектний
1	2	3	4	5
1	Вид роботи		збирання слив	
2	Склад агрегату		Т-16М + МПУ-1А	Т-16М + МПУ-1АМ
3	Річний обсяг роботи	га	25	25
4	Продуктивність машини	га/год	0,114	0,136
5	Витрати ПММ	кг/га	52,1	46,2
6	Вартість: - трактора - машини	грн.	90000 120000	90000 122000
7	Тривалість зміни	год.	7	7
8	Кількість обсл. персоналу - основного - допоміжного	осіб	1 2	1 1
9	Комплексна ціна 1 кг пального	грн.	90	90
10	Годинні тарифні ставки	грн./год	60	60

Економічна ефективність проекту

№	ПОКАЗНИКИ	Варіант	
		базовий	проект
1	Вид роботи	збирання слив	
2	Об'єм роботи, га	25	25
3	Склад агрегата: трактор машина	T-16M МПУ-1А	T-16M МПУ-1АМ
4	Продуктивність, га/год	0,114	0,136
5	Кількість нормо-годин у обсязі робіт	219,29	183,82
6	Кількість обслуговуючого персоналу -трактористів-машиністів -допоміжних працівників	1 2	1 1
7	Тарифний розряд роботи	V	V
8	Тарифна ставка, грн/год	60	60
9	Норма витрати пального, кг/га	52,1	46,2
10	Балансова вартість, грн: - трактора - машини	90000 120000	90000 122000
11	Комплексна ціна ПММ, грн/кг	90	90
12	Експлуатаційні витрати, грн/га у тому числі: а. Основна і додаткова заробітна плата б. Амортизаційні відрахування: - всього в. Витрати на ПММ г. Витрати на ТО, ТР, зберігання, - всього	7157,22 868,42 514,98 4689 1084,82	6415,1 727,94 437,8 4158 1091,36