

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

УДК 631.352:634

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-технологічного факультету

Братішко В.В.

«__» _____ 2021 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

сільськогосподарських машин та системотехніки ім. акад.

П. М. Василенка

Гуменюк Ю.О.

«__» _____ 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Обґрунтування технології і вибір параметрів транспортних засобів для внутрішньогосподарського транспортування плодів»

Спеціальність: 208 Агроінженерія

Освітня програма: Агроінженерія

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Гарант освітньої програми:

Доктор технічних наук, с.н.с

В.В. Братішко

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доцент

Виконав

Мартишко В.М.

Павлючок О.І.

КИЇВ – 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин та
системотехніки ім. акад.
П. М. Василенка, к.т.н., доцент
_____ Гуменюк Ю.О.
«__» _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ
Павлюку Оресту Ігоровичу

Спеціальність: 208 Агроінженерія

Освітня програма: Агроінженерія

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: **«Обґрунтування технології і вибір
параметрів транспортних засобів для внутрішньогосподарського
транспортування плодів»**

Затверджена наказом ректора НУБІП України від 1 лютого 2021 року
№ 189 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру – 15.11.2021 року.

Вихідні дані до проекту:

- Способи збирання і транспортування плодів
- Агротехнічні вимоги до процесу транспортування плодів при внутрішньогосподарських перевезеннях
- конструкції транспортних засобів і тари

4. Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Аналіз сучасної техніки засобів для для внутрішнього господарського транспортування плодів

2. Аналіз наукових досліджень процесу збирання і транспортування плодів

3. Теоретичні і експериментальні дослідження процесу перевезень різними видами тари і транспортних засобів

4. Розроблення методики розрахунку і обґрунтування основних параметрів транспортного засобу для безтарного транспортування плодів

5. Експериментальні дослідження

Дата видачі завдання “ 10 ” лютого 2021-р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Мартишко В.М.

Завдання прийняв до виконання

Павлонюк О.І.

РЕФЕРАТ

НУБІП України

Тема магістерської роботи: "Обґрунтування технології і вибір параметрів транспортних засобів для внутрішньогосподарського транспортування плодів".

Керівник проекту: Мартишко Віктор Миколайович.

Виконавець проекту: Павлонюк Орест Ігорович

Пояснювальна записка містить 74 сторінок основного тексту, 27

рисуноків і 12 таблиць.

НУБІП України

В першому розділі наведені сучасні технології збирання і транспортування плодів наведений технологічний розрахунок, наведений вибір типу транспортних засобів і навантажувально-розвантажувальних машин механізмів та їх техніко-експлуатаційна характеристика .

В третьому розділі проведено технологічний розрахунок обґрунтовано параметри транспортного засобу для поточної технології збирання плодів

НУБІП України

В четвертому розділі наведені методика та результати експериментальних досліджень вертикальних коливань транспортного засобу

В п'ятому розділі наедений попередній розрахунок економічної ефективності удосконалення

НУБІП України

Ключові слова: ТРАНСПОРТ, САД, ПЛОДИ, ЗБИРАННЯ, ВАНТАЖЕННЯ, РОЗВАНТАЖЕННЯ, ОРГАНІЗАЦІЯ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ТАНСПОРТНИЙ АГРЕГАТ, ПОТОЧНА ТЕХНОЛОГІЯ, СОБІВАРТІСТЬ ПЕРЕВЕЗЕНЬ, ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ

НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП

1. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИРАННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ ПЛОДІВ

1.1. Організація збирання врожаю плодівих та ягідних порід.

1.2. Технічні засоби для перевезення плодів

1.3. Тенденції в удосконаленні технічних засобів для потокового збирання плодів в інтенсивних садах

2. СУЧАСНИЙ СТАН ВАНТАЖНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ І ТРАНСПОРТНИХ РОБІТ

2.1. Технологічні схеми вивезення плодів із саду

2.2. Характеристика тари для плодів

2.3. Вантажно-розвантажувальні і транспортні засоби для перевезення плодів із саду

2.4. Шляхи зменшення механічних пошкоджень плодів в процесі збирально-транспортних робіт

2.5. Аналіз досліджень процесів перевезення яблук транспортними засобами

3. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ РОБОТИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

3.1. Обґрунтування параметрів транспортного засобу для потокової технології збирання плодів

3.2. Обґрунтування підвіски ходових систем одновісних

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

4.1. Методика досліджень

4.2. Результати експериментальних досліджень

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

ВИСНОКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

НУБІП України

ВСТУП

Садівництво – важлива галузь сільськогосподарського виробництва, яка забезпечує населення плодовою та ягідною продукцією. Оскільки плоди можна використовувати як для споживання в свіжому вигляді, так і для переробки, то сорти необхідно добирати з урахуванням їх призначення.

Під промислові інтенсивні сади яблунь найбільш доцільно відводити рівні площі, розміщені не ближче 1 км від джерел води і населених пунктів.

Використовують і пологі схили з крутістю до 8-10° без терасування. Сади мають широкі міжряддя, середньорослі породи дерев висаджують за схемою 6-7×4-5 м. Суцільні ряди пальметних садів розташовані на відстані 4-6 м один від одного.

Отримання високих врожаїв плодів залежить від віку саду, а також формування крони під час обрізування дерев. Збирання, товарна обробка і реалізація врожаю досить трудомісткі операції – на їх частку припадає до 70% загальних витрат на утримання саду. До збирання врожаю слід підготувати необхідну кількість тари, пакувальних матеріалів, транспортних засобів, подбати про забезпечення основними та підсобними робітниками.

Одним з найбільш складних завдань є боротьба з механічними пошкодженнями і втратами плодів. Як показали дослідження при збиранні яблук більше 15-20% продукції не доходить до споживача [12]. До 50% часу перебування транспортних засобів (ТЗ) в наряді складають простої в пунктах навантаження і розвантаження, що також негативно позначається на збереженні продукції, щорічний збиток від втрат досить суттєвий.

Транспортні витрати в собівартості виробництва плодів досягають 30-40% і більше. Зниження їх дозволить додатково направити на розвиток АПК РФ значні кошти [12].

Таким чином, розробка і обґрунтування параметрів нових науково-обґрунтованих рішень в конструкціях ТЗ, що підвищують збереженість і

продуктивність збирання плодів в умовах АПК України, є актуальними науково-технічними завданнями, рішення яких вносить значний вклад в розвиток країни, а так само сприяє реалізації беззбиткового, конкурентоспроможного виробництва.

Мета досліджень – зменшення механічних пошкоджень плодів в процесі збирання і транспортування та підвищенні продуктивності машин.

Об'єкти дослідження – процеси вирощування та збирання плодів, транспортні засоби для внутрішньогосподарського перевезення плодів і при розвантаженні продукції.

Предмет досліджень – пошкодження плодів при різних швидкісних і навантажувальних режимах роботи тракторно-транспортного агрегату (ТТА) з пристроями при розвантаженні продукції.

Методика досліджень. На підставі вивчення організації збирання плодів за різними технологіями визначено, що збір урожаю в саду супроводжується виконанням значних об'ємів вантажно-розвантажувальних і транспортних робіт, важливою вимогою до яких є максимальне забезпечення збереження плодів і тари.

Аналізуючи роботу існуючих технічних плодозбиральних засобів і враховуючи постійне збільшення кількості фермерських господарств, в яких інтенсивні насадження займають невеликі площі (до 10-20 га), виробничники використовують технологію потокового збору плодів із застосуванням малогабаритних плодозбиральних агрегатів, що забезпечує рівномірне надходження високоякісної продукції до плодосховища, виключає застосування навантажувальних пристроїв в саду, зменшуючи при цьому експлуатаційні витрати, і підвищує продуктивність праці в 1,5-2 рази порівняно із збиранням плодів у ящики.

НУБІП України

НУБІП України

1. СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИРАННЯ ТА ТРАНСПОРТУВАННЯ ПЛОДІВ

НУБІП України

Садівництво – важлива галузь сільськогосподарського виробництва, яка забезпечує населення плодовою та ягідною продукцією. Оскільки плоди можна використовувати як для споживання в свіжому вигляді, так і для переробки, то сорти необхідно добирати з урахуванням їх призначення.

НУБІП України

Отримання високих врожаїв плодівих залежить від віку саду, а також формування крони під час обрізування дерев. Збирання, товарна обробка і реалізація врожаю досить трудоміткі операції – на їх частку припадає до 70%

НУБІП України

загальних витрат на утримання саду. До збирання врожаю слід підготувати необхідну кількість тари, пакувальних матеріалів, транспортних засобів, подбати про забезпечення основними та підсобними робітниками.

1.1. Організація збирання врожаю плодівих та ягідних порід.

НУБІП України

У промислових садах застосовують два способи збирання врожаю: ручний і механізований. Для зерняткових порід можна застосовувати і третій – селективний (вибірковий), або комбінований спосіб, який поєднує ручне і механізоване збирання плодів. Селективний спосіб полягає у ручному

НУБІП України

вибірковому збиранні частини врожаю для закладання на тривале зберігання або струшуванні плодів літніх і осінніх сортів для термінового споживання свіжими і переробки на фруктові консерви. Решту врожаю збирають машинами і розсортовують на три групи: 1) для термінового споживання

НУБІП України

свіжими; 2) для переробки; 3) для тимчасового зберігання з подальшим використанням свіжими чи на переробку.

НУБІП України

Ручний спосіб збирання є основним у насадженнях зимових і осінніх сортів яблука та груші, персика, суниць та інших культур. При ручному збиранні втрати врожаю (незібрані плоди) зростають у міру збільшення

розмірів і загущення крон і можуть досягати, зокрема у великих дерев вишні, 30—50 %.

Механізований спосіб збирання врожаю застосовують в насадженнях горіхоплідних, кісточкових (слива, вишня, черешня), ягідних (малина, смородина) і зерняткових (здебільшого літні сорти) культур, плоди яких використовуються на переробку або відразу реалізуються для споживання у свіжому вигляді. При механізованому збиранні врожаю плоди відокремлюються від рослин за допомогою механічної сили. Важливими критеріями класифікації плодозбиральних машин є принципи відокремлення

плодів від плодоносних гілочок, технічні і технологічні рішення уловлювання плодів і перекладання їх в тару, способи переміщення і обслуговування машин. Досить добрі результати відокремлення плодів одержані при вібрації основних гілок і стовбура. Плоди при струшуванні падають на полотняний уловлювач.

1.2. Технічні засоби для перевезення плодів

У зв'язку з цим велике значення має широке впровадження прогресивних технологій збирання, вивезення плодів з саду і їх зберігання [2].

Технологічна схема вивезення плодів з саду складається з наступних операцій: навантаження порожньої тари; доставки її до ділянки саду, де проводиться прибирання; розвантаження; навантаження наповненою тарою в транспортний засіб; транспортування до місця зберігання і розвантаження.

При вивезенні плодів з саду тара повинна відповідати наступним вимогам: забезпечувати збереження плодів, мати зручний доступ до них і захоплення для вантаження.

У нашій країні контейнери отримують все більш широке застосування. За даними [2, 3] в зоні садівництва більше 50% плодів вивозять з саду в контейнерах.

У нашій країні для упаковки, транспортування і зберігання яблук застосовують два типи ящиків: нерозбірні дощаті № 3 (ГОСТ 10131-93) і

розбірно-складні, ґратчасті з тонких дощечок, армованих роговою (ГОСТ 20463-75). Внутрішні розміри неразборного ящика № 3 (ГОСТ 10131-93): довжина - 570 мм, ширина - 380 мм, висота 266 мм, ємність 57,63 дм³; розбірного - довжина 540 мм, ширина 330 мм, висота 266 мм, ємність 54,63 дм³.

Існуючі види тари для плодів і ягід наведені на рис. 1.1.

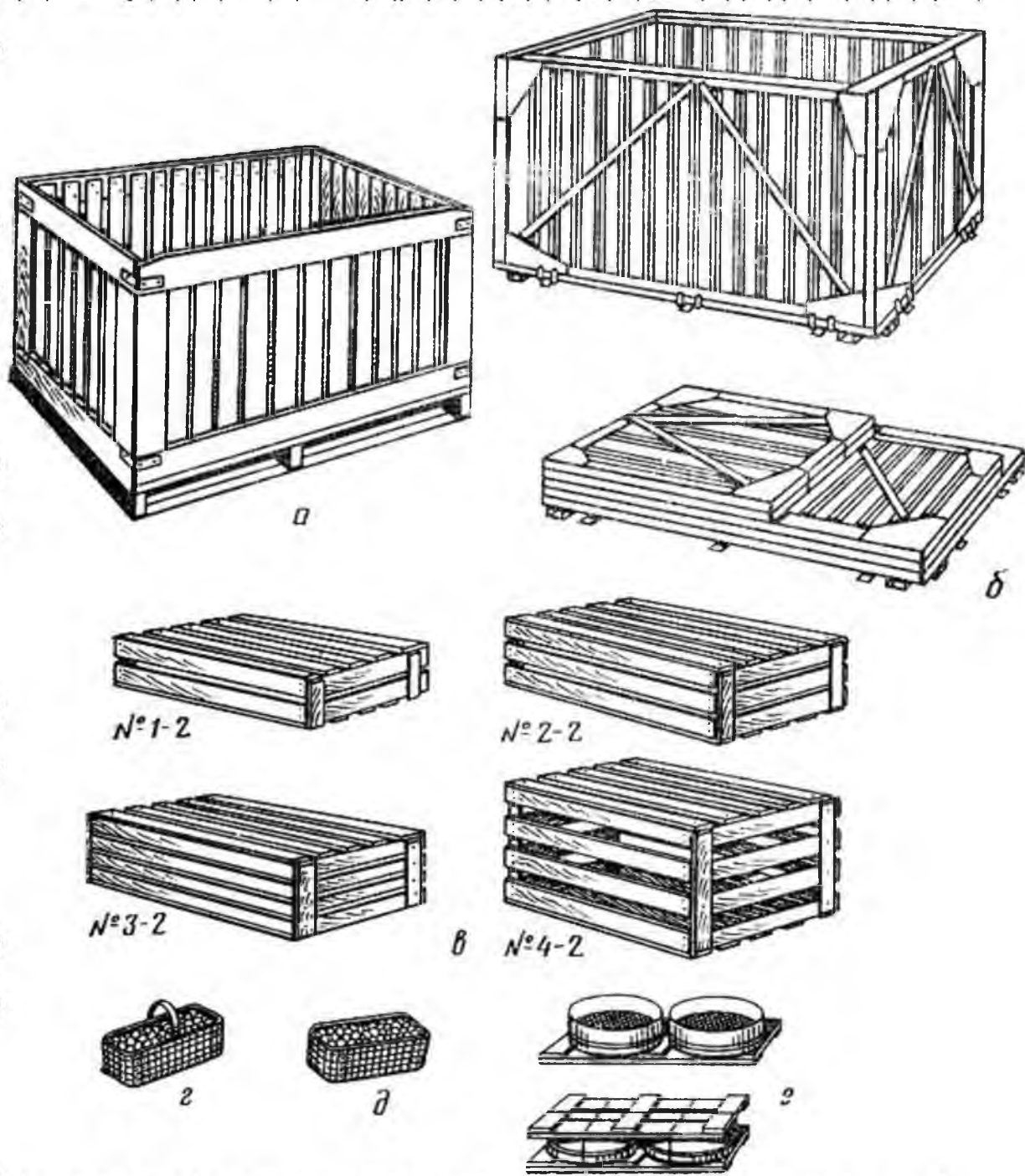


Рис. 1.1. Тара для збирання і транспортування плодів і ягід.

а - контейнер нерозбірний; б - піддон ящикний складний; в - ящики дерев'яні; г - корзина; д - кузовок; е - решета

НУБІП України

На внутрішньогосподарських перевезеннях, поряд з автомобілями широко використовується тракторний транспорт переважно на базі колісних тракторів, як найбільш пристосованих для транспортних робіт. Рациональність застосування колісних тракторів на внутрішньогосподарських перевезеннях пояснюється можливістю їх руху як по асфальтованих, так і по ґрунтових дорогах.

Питома вага перевезень тракторним транспортом становить 50-60% від загального обсягу внутрішньогосподарських перевезень в сільському господарстві [1].

В даний час необхідні комплексні заходи щодо поліпшення постачання населення плодово-ягідної продукцією, за рахунок створення інтенсивного садівництва, підвищення збереження якості плодів і зниження втрат продукції на шляху її проходження від саду до споживача.



Рис. 1.2 Ящик дерев'яний № 3 и контейнер нерозбірний

НУБІП України

Також використовують складаний плодовий контейнер КСП-0,5, розроблений СКБ по машинам для садівництва, виноградарства та багаторічних культур Середньої Азії (м. Ташкент).

Контейнер КСП-0,5 є комбінованим дерев'яно-металевий (рис. 1.3).

Планшетний піддон з ґратчастими стінками і дном, які виготовлені у вигляді дерев'яних щитів, прикріплені до металевого каркаса скобами.



Рис. 1.3 Контейнери конструкції СКБ (г. Ташкент)

Металевий каркас виконаний роз'ємним по діагоналі на дві однакові шарнірно-з'єднані по дну половини. Для фіксації половин у верхній частині контейнера в зоні роз'єднання встановлені замки.

Така конструкція дозволяє порожні контейнери вкладати один в друга (рис. 1.3.), а наповнені плодами встановлювати один на одного в штабель.

Роз'ємну конструкцію контейнерів дозволяє на одному автомобілі ЗІЛ-130 перевозити 83 порожніх контейнерів.

В саду наповнені плодами ящики формують в пакети на піддонах. Ця трудомістка операція виконується робочими вручну і вимагає ретельності, так як недбала установка ящиків призводить до їх деформації та зміщення відносно один одного при транспортуванні, а отже, і до пошкодження плодів. Тому останнім часом в садівництві стають все поширенішими контейнери, що представляють собою комбіновані дерев'яно-металеві ящики [2, 4].

Існує два типи контейнерів - складаний і нерозбірний.

Складні контейнери кращі при транспортуванні, в той час нерозбірні контейнери дешевше і надійніше в експлуатації.

Із застосуванням контейнерів повністю механізуються вантажно-розвантажувальні роботи на вивезенні плодів із саду.

Продуктивність праці при цьому підвищується в 2...3 рази [2, 4].

Ємність плодосховищ при застосуванні контейнерів використовується краще на 27%. Це знижує амортизаційні відрахування і витрати на поточний ремонт будівлі на 21% в розрахунку на 1 т продукції. Заключним етапом робіт при збиранні врожаю в садах є вивезення плодів.

Останнім часом використовуються сучасні контейнери зарубіжного виробництва.



Рис. 1.4. Полімерний контейнер Box 1130x1130 Компанія [Ай-Пласт](#)



Рис. 1.5. Полімерний контейнер [1130x1130x760 мм](#)

Навантаження пакетів і контейнерів виробляють вилковими або крановими погрузниками [4, 5].

Порівняльні переваги і недоліки різних видів тари для перевезення плодів наведені в таблиці 2.1.

У садівничих господарствах нашої країни на вивезенні контейнерів з плодами з міжрядь саду і навантаженні в транспортні засоби широко застосовує навісний вузькоколієний агрегат АВН-0,5, укомплектований вилковими підхватами. Навантажувач навішують на трактор Т-25. Вантажопідйомність його 300 кг, максимальна висота навантаження 2500 мм, габарити агрегату в транспортному положенні з вилковими підхватами: довжина - 3590 мм, ширина - по трактору, висота - 2200 мм.

Таблиця 1.1.

Вид тари	Переваги	Недоліки
Одноразова картонна тара	Дешева, можливість експорту продукції	Незадовільна міцність
Гофрокартон	Висока якість продукції, Привабливий вигляд	Висока вартість. Потреба у покритті воском
Ящики з дерева	Міцність, жорсткість. Можливість локального виготовлення	Висока вартість, плоди можуть пошкоджуватись. Часто потребують ремонту
Пластикові ящики	Міцність, можливість багаторазового використання	Надмірна жорсткість. Можливі пошкодження
Контейнери	Підвищення продуктивності, зменшення пошкоджень	Потребують спеціальних пристроїв для розвантаження

Для транспортування плодів застосовують фронтальні та кранові навантажувачі, транспортні засоби загального призначення та спеціальні саморозвантажувальні візки.

Саморозвантажувальними візками є тракторна платформа ПТ-3,5 і віброущільнювач контейнерів ВУК-3. Для перевезення плодів у садах із плоскими кронами та малими міжряддями використовують навантажувально-

транспортний агрегат, що складається з причепа-контейнероза ПК-4 і нормального навантажувача контейнерів ПСК-0,5

Навантажувач ПКСВ-0,5 (рис 1.6.) призначений для завантаження в транспортні засоби і розвантаження з них контейнерів та ящиків на піддонах.

Агрегатується з тракторами Т-25А.

Агрегат ПКСВ-0,5 складається із зовнішньої 6 і внутрішньої 7 телескопічних рам, каретки 5, вантажопідіймника 3, гідроциліндрів піднімання 10 та нахилу каретки, притискного пристрою 4, додаткового масляного бачка 2.

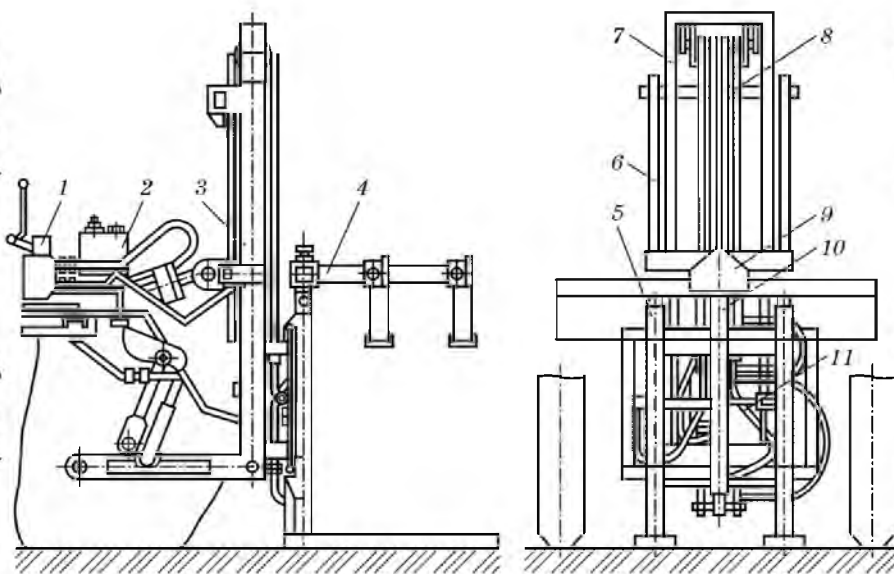


Рис. 1.6. Схема навантажувача ПКСВ-0,5.

1 — гідророзподільник; 2 — додатковий масляний бачок; 3 — вантажопідіймник; 4 — притискний пристрій; 5 — каретка; 6 і 7 — зовнішня і внутрішня рами; 8 — підвіска блоків; 9 — притискач; 10 — плунжер гідроциліндра; 11 — гідрошланг

Притискач 4 фіксує ящики на піддоні для запобігання розсипанню пакета при транспортуванні.

Недоліком роботи автономних вільчаті навантажувачів є висока ступінь ущільнення ґрунту в міжряддях саду через неодноразове переміщення навантажувача.

Вібровушительная машина для контейнеров ВУК-3 (рис.2.7.) предназначен для загрузки и транспортировки контейнеров с плодами. Его выпускают в трех вариантах: основной — с навесным устройством и виброплощадкой; 01 — с навесным устройством, но без виброплощадки; 02 — без навесного устройства и без виброплощадки.

В основном варианте его используют для загрузки контейнеров с плодами в междурядья сада, уплотнения и транспортировки их до пунктов товарной обработки или плодосховищ. Агрегатируется с тракторами тягового класса 1,4.

Основные части ВУК-3 — рама 2, ходовая часть 19, стрела навесного устройства 5, виброплощадка 13, две роликовые дорожки 16 и аппарат для разгрузки контейнеров.

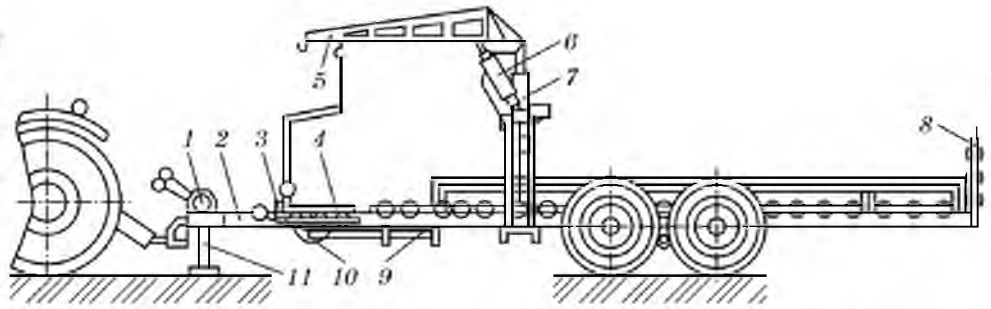
Технологический процесс работы. Агрегат останавливается перед контейнером, загруженным плодами. Стрелой навесного устройства за помощью захватывающего устройства контейнер устанавливают на виброплощадку. Включают механизм зажатия контейнера и вибратор. В продолжение 10–15 с происходит уплотнение плодов. После этого контейнер догружают плодами и перемещают на роликовую дорожку. Процесс повторяется до полной загрузки агрегата (восемью контейнерами).

Во время разгрузки контейнеров тракторист с помощью системы трактора наклоняет раму агрегата и опускает рольганг, пока он не коснется площадки. При медленном перемещении агрегата вперед контейнеры спускаются по рольганговой дорожке на площадку.

Собранные плоды направляют на товарную обработку, которая предусматривает сортировку плодов по размеру и качеству и упаковку в тару.

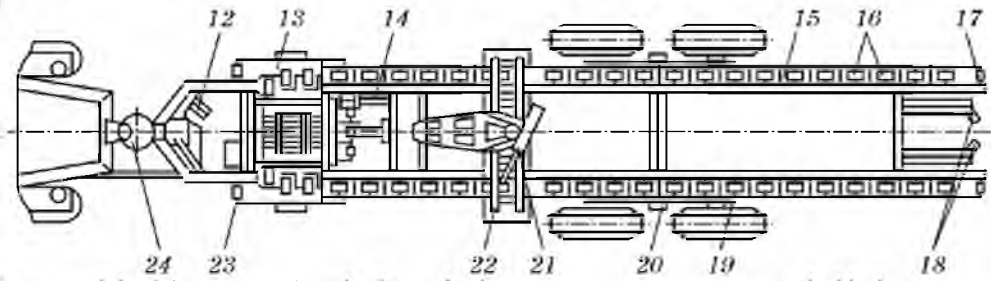
НУБІП України

НУ



И

НУ



И

НУ

Рис. 1.7. Схеми агрегату ВУК-3:

И

НУ



И

НУ

Рис. 1.8. Контейнеровоз ВУК-3 при поточковому збиранні плодів

И

1.3. Тенденції в удосконаленні технічних засобів для поточкового збирання плодів в інтенсивних садах

Збирання плодів є одним з найбільш трудомістких процесів у садівництві, на виконання якого припадає до половини всіх витрат по догляду за плодоносним садом [1]. Широкого розповсюдження у виробництві набула безперсвалочна поточкова технологія, за якої підвіз тари, збирання плодів, вивезення їх із саду і розвантажування відбуваються в єдиному

НУ

України

И

технологічному данцю без перерви в часі. Виробничий досвід показує, що потокова технологія збирання і транспортування плодів підвищує продуктивність праці в 1,5 - 1,8 раза (змінний виробіток збиральника складає 800 - 1400 кг), зменшується потреба в техніці за рахунок скорочення кількості порожніх переїздів, покращуються організація та облік праці, контроль за якістю плодів, підвищується вихід стандартної продукції на 10-15% внаслідок зменшення числа перевалок і доставки її у плодосковище безпосередньо після збирання [2].

Базується ця технологія на застосуванні збирально-транспортних причепів.

Останнім часом спостерігаються значні зміни в технології виробництва плодів. Так, сильнорослі дерева замінюють на слаборослі, напівкарликові та карликові. Ця тенденція вимагає вдосконалення технології і технічних засобів для збирання врожаю.

В інтенсивних садах з шириною міжрядь до 4 м, низькими кронами і малими розворотними смугами великі транспортні засоби можуть пошкоджувати дерева. Тому такі машини, як ВУК-3, у цих насадженнях використовувати недоцільно. Інтенсивні сади, особливо на невеликих площах, для високоякісного виконання збирального процесу потребують малогабаритних високоманеврених транспортних засобів, які агрегатовані з тракторами малої потужності.

Методика досліджень. На підставі вивчення організації збирання плодів за різними технологіями визначено, що збір урожаю в саду супроводжується виконанням значних об'ємів вантажно-розвантажувальних і транспортних робіт, важливою вимогою до яких є максимальне забезпечення збереження плодів і тари. Аналізуючи роботу існуючих технічних плодозбиральних засобів і враховуючи постійне збільшення кількості фермерських господарств, в яких інтенсивні насадження займають невеликі площі (до 10-20 га), Інститут садівництва НААН пропонує технологію потокового збору плодів із застосуванням малогабаритних плодозбиральних агрегатів. Це забезпечить

рівномірне надходження високоякісної продукції до плодосховища, виключить застосування навантажувальних пристроїв в саду, зменшуючи при цьому експлуатаційні витрати, і підвищить продуктивність праці в 1,5-2 рази порівняно із збиранням плодів у ящики.

Процес потокового збору плодів (рис.1.9.) здійснюється в такій послідовності. На платформи за допомогою відчастого навантажувача встановлюють порожні контейнери. Далі машини, з'єднані у збиральний поїзд, трактором транспортуються до насадження і розташовуються у міжрядді.

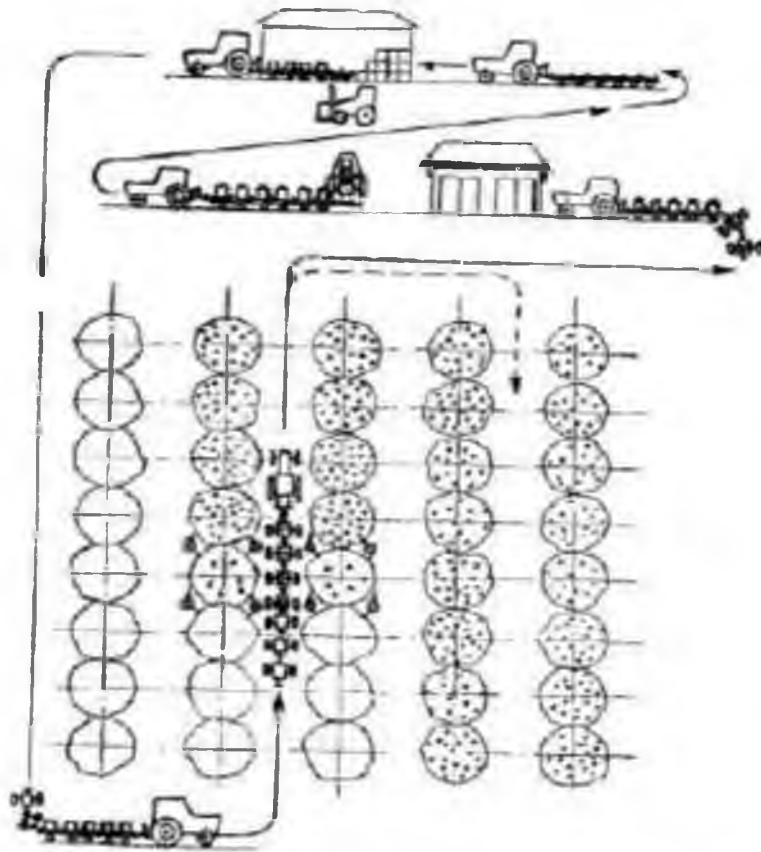
Збирачі знімають плоди з двох суміжних рядів і затарюють їх у контейнери. У міру зйому поїзд переміщується і зупиняється так, щоб відстань від дерев до контейнерів була мінімальною, а після заповнення останніх плодами транспортується до плодосховища, де за допомогою відчастих пристроїв проводиться розвантажування. Щоб процес не переривався, у міжряддя відразу заїжджає інший поїзд з порожніми контейнерами і збирання продовжується.

Перевага технології потокового збору з використанням малогабаритних транспортних засобів така: з'являється можливість формування поїздів з оптимальною кількістю накопичувальних контейнерів залежно від урожайності окремих ділянок, покращуються ергономічні показники під час завантажування плодів у контейнери за рахунок зменшення висоти платформи, та відсутності спеціальних підніжок, зменшуються матеріаломісткість і вартість збирально-транспортних агрегатів, забезпечується висока маневреність, що сприяє уникненню пошкоджень дерев.

НУБІП

України

Рис. 1.9.



України

України

України

Рис. 1.9. Технологічна схема потокового збирання плодів в інтенсивних насадженнях

Для перевірки даної технології в Інституті садівництва НААН були розроблені і виготовлені дослідні зразки транспортних агрегатів: АТС-1 (рис. 1.10) з платформою на один контейнер та АТС-2 (рис. 1.11) – на два.

Кожний агрегат складається з платформи, універсального навісного пристрою, площадки та опорних коліс. Платформа призначена для встановлення накопичувальних контейнерів, а площадка над колесами для розміщення ящиків під нестандартну продукцію. Включає платформа дисло і задній захіп, якими вона з'єднується з навісним пристроєм і з наступною платформою. Універсальний навісний пристрій з'єднує агрегат з трактором і забезпечує зменшення радіусу повороту під час заїздів у міжряддя і розворотів.

України

України

України



Рис. 1.10 Загальний вигляд агрегата АТС-2

Накопичувальні платформи в залежності від умов збирання можна зчіплювати по 2-4 шт. Завдяки шарнірному з'єднанню, забезпечується висока маневреність зчепів.

Результати досліджень. У 2010 році транспортні агрегати АТС-1 і АТС-2 були предетавлені на державні приймальні випробування, які проводили спеціалісти Південно-Української філії Укр НДПВТ ім. Л. Погорілого в інтенсивному саду ІС НААН на зборі яблук сорту Перлина Києва. Умови проведення випробувань були такі: вік насаджень – 10 років; схема – 4 x 3 м; утримування міжрядь – залуження; відстані між кронами сусідніх рядів – 2,25 м; відстань до пункту приймання плодів – 1000 м; склад агрегата – трактор ХТЗ-3510 (клас 0,6) + АТС-1 + АТС-2; кількість контейнерів – 3 шт., їх місткість – по 260 кг, навантажування та розвантажування – відчастий навантажувач, кількість збирачів у данці – 9.

Згідно з протоколом випробувань [4] транспортні агрегати забезпечують стале виконання технологічного процесу, виходячи з призначення та за показниками якості роботи відповідають вимоги технічного завдання, а стосовно безпеки та ергономічних показників, задовольняють вимогам чинних нормативних документів. Вони легко і швидко з'єднуються у зчепи, відзначаються високою маневреністю і невеликим радіусом повороту. Основні результати випробувань: продуктивність за годину змінного часу – 1,47 т; в тому числі одного збирача – 0,163 т; коефіцієнт використання робочого часу – 0,77.

Таблиця 1.2.

Технологічні і технічні параметри транспортних агрегатів.

Показник	Значення показника	
	АТС-1	АТС-2
Робоча швидкість, км/год.:		
- з вантажем		до 10
- без вантажу		до 14
- у міжряддях під час збирання		Позиційно
Кількість контейнерів на платформі, шт.	1	2
Вантажопідйомність, т	0,4	0,8
Кількість обслуг. персоналу, люд.		тракторист
Габаритні розміри, мм:		
- довжина	2910	4170
- ширина	1020	1020
- висота	550	550
Висота агрегату з встановленими контейнерами		1020
Навантажування і розвантажування контейнерів		Вилчастий навантажувач
Конструкційна маса, кг	110	160

Контейнеровоз садовий для потокового збирання плодів в інтенсивних садах рис. 1.11

Контейнеровоз садовий призначений для збирання плодів та транспортування їх у накопичувальних контейнерах у технологічних процесах потокового збирання плодів в садах, у тому числі інтенсивного типу, з подальшим перевезенням їх до місця сортування або зберігання.



Рис. 1.11. Контейневоз садовий

Контейнеровоз садовий являє собою одноосний напівпринципний візок і складається з наступних основних складових частин: одноосного шасі, платформи, площадки, дишла та задньої зчіпки, осі з колесами. Платформа має зварну конструкцію з труб прямокутного перерізу і призначена для встановлення на ній плодово-накопичувальних контейнерів (БК-1 – один контейнер, БК-2 – два контейнери). Контейнери утримуються на платформі за допомогою обмежувачів. Площадка платформи представляє собою зварну конструкцію з кутників, з'єднаних між собою настилом із сталевого листа в горизонтальній та вертикальній площинах. Площадка закриває колеса і на ній можна встановлювати ящики для нестандартних плодів. Платформа має дишло, за допомогою якого вона приєднується до причіпного пристрою енергозасобу і задню зчіпку для наступної платформи, якщо формується рихлий склад візків. Колеса контейнеровоза – пневматичні кріпляться болтами до маточин, які приварені до осі платформи.

2. СУЧАСНИЙ СТАН ВАНТАЖНО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИХ І ТРАНСПОРТНИХ РОБИТ

2.1/ Технологічні схеми вивезення плодів із саду

Заключним етапом робіт при збиранні врожаю в садах є вивезення плодів.

Технологічна схема вивезення плодів з саду складається з наступних операцій: навантаження порожньої тари; доставка її до ділянки саду, де проводиться прибирання; розвантаження; погрузка наповненою тари в ТС; перевезення до місця зберігання і розвантаження.

На прибиранні плодів знаходять застосування два типи тари: ящики місткістю 23 - 25 кг і контейнери місткістю 250 - 400 кг. Заповнення тари виробляють безсистемно, так званої «насіпом» [6].

Перевезення плодів в ящиках може здійснюватися:

- а) без застосування піддонів;
- б) із застосуванням піддонів - пакетний спосіб перевезення.

У першому випадку ящики поштучно вручну завантажують в ТС. У другому - ящики з плодами попередньо укладають на піддони - пакетирують.

Пакет складається з 20 - 25 ящиків. Потім пакети за допомогою вантажопідійомних механізмів занурюють в ТС.

Навантаження пакетів і контейнерів виконують вилковими або крановими навантажувачами.

Для перевезення плодів з саду крім ТЗ загального призначення (автомобілі, тракторні причепа) застосовують спеціальні ТЗ. Конструкція деяких з них дозволяє проводити самозавантаження і самоврозвантаження тари з плодами [55].

Розвантаження у плодосховищах ТЗ загального призначення здійснюють акумуляторними електронавантажувачами типу ЕП-103. Різні поєднання вантажно-розвантажувальних і транспортних засобів, а також тип застосовуваної на збиранні тари визначають технологію вивезення плодів із саду.

В даний час в нашій країні застосовують кілька технологій вивезення. Згідно з однією з них наповнений плодами контейнер вивозять вильчатим навантажувачем з міжряддя саду на між кварталну дорогу, і ним же

вантажать в ТС. За іншою технологією ТС завантажують безпосередньо в міжряддя саду. Подальша реалізація вивезення може здійснюватися за двома варіантами:

- 1) безпосередньо перевезення заповненого ТЗ до місця зберігання;
- 2) транспортування заповненого ТЗ на міжквартальних дорогах, від'єднання його і подальше агрегування до місця зберігання іншим трактором. Поточна технологія полягає в збиранні врожаю плодів у тару, встановлену безпосередньо на ТЗ, переміщенні по міжряддю одночасно зі збирачами до повного її заповнення і перевезення до місця зберігання [228].

В технологіях вивезення ставляються наступні основні вимоги:

- збереження якості плодів
- висока продуктивність.

Пошкодження плодів при вантажно-розвантажувальних і транспортних роботах визначається цілою низкою чинників.

Основними з них є:

- стан упаковки (щільна, пухка);
- спосіб навантаження (розвантаження);
- тип амортизації ТЗ;
- стан дорожнього покриття;
- швидкість перевезення;
- відстань перевезення [15, 16].

2.2. Характеристика тари для плодів

При вивезенні плодів з саду тара повинна відповідати наступним вимогам: забезпечувати збереження плодів, мати зручний доступ до них і захоплення для вантаження.

Відомо [6, 12, 16], що на величину пошкоджень плодів впливають тип тари, спосіб упаковки і місце розташування плодів у тарі.

У нашій країні для упаковки, перевезення та зберігання яблук застосовують два типи ящиків: нерозбірні дощаті № 3 (ГОСТ 10131-93) і розбірний-складні з тонких дощечок, армованих дротом (ГОСТ 20463-75).

Внутрішні розміри неразборного ящика № 3 (ГОСТ 10131-93): довжина - 570 мм, ширина - 380 мм, висота 266 мм, ємність 17,6 дм³; розбірного - довжина 540 мм, ширина 330 мм, висота 266 мм, ємність 14,6 дм³ [229].

В саду наповнені плодами ящики формують в пакети на піддонах. Ця трудомістка операція виконується робочими вручну і вимагає ретельності, так як недобала установка ящиків призводить до їх деформації і зміщення відносно один одного під час перевезення, а, отже, і до пошкодження плодів.

Досвід, накопичений в зарубіжних країнах і в Україні, показав, що плоди значно краще зберігають свої якості в велико-об'ємній тарі, ніж в ящиках звичайних розмірів [153, 156, 310, 327].

Угорськими вченими встановлено, що ефективність контейнерів на вивезенні плодів з саду економічно вигідно (за рахунок запобігання плодів від пошкоджень) вартості 10 кг яблук експортної якості на кожні 100 кг плодів [156].

Із застосуванням контейнерів повністю механізуються вантажно-розвантажувальні роботи на вивезенні плодів із саду. Продуктивність праці при цьому підвищується в 2 ... 3 рази [76]. Ємність плодосховища при застосуванні контейнерів використовується краще на 27%. Це зменшує амортизаційні відрахування і витрати на поточний ремонт будівлі на 21% в розрахунку на 1 т продукції [12].

Контейнери розрізняються як за конструктивним виконанням, так і за матеріалами, з яких вони виготовляються.

У США широко використовуються контейнери з клеєної фанери, які мають ряд переваг перед контейнерами, виготовленими з пиломатеріалів. Вони міцніше, довговічніше, легше, дешевше у виробництві, і їх можна піддавати мийці і дезінфекції [42].

В Італії контейнери для збирання плодів виготовляють з металу, фанери, плит, деревини. Стінки цих контейнерів робляться суцільними, а дно - зі щілинами, складовими 10% загальної площі, що забезпечує циркуляцію

повітря. Габарити контейнерів 1200x1200x720 мм, маса - від 43 кг до 65 кг [306].

Є повідомлення про освоєння виробництва пластикових контейнерів для плодів (рис.2.1) фірмою «Wopla Plastiks» (Бельгія). Зовнішні розміри контейнера 1100x1100x760 мм. Висота внутрішньої стінки 650 мм, маса 31 кг.

Матеріалом для виготовлення служить поліетиден з домішкою склопластику [32].



Рис. 2.1 - Пластиковий контейнер фірми «Wopla plastics» (Бельгія)

місткістю 320 кг

У США розроблені контейнери з алюмінію. Американські садівники вважають, що, хоча витрати на їх придбання вище в порівнянні з витратами на дерев'яні контейнери, вони швидко окупаються за рахунок легкості, міцності і довговічності. Контейнер має форму правильної чотирикутної піраміди висотою 503 мм. Сторони нижньої основи рівні 437 мм, верхньої - 533 мм.

Він має упори для вил навантажувача. Перевагою цих контейнерів є те, що при перевезенні порожніх вони компактно вкладаються один в інший, причому 15 порожніх контейнерів займають стільки місця, скільки 4 контейнери з вантажем.

У ряді інших країн є контейнери, що складаються під час перевезення, або розбірні. Слід зазначити, що габарити контейнерів в різних країнах вкрай різноманітні.

Так, у Франції широке застосування знаходять контейнери з розмірами, дна 1200x1000 мм, 1200x1200 мм і 1250x1250 мм, в США - 1200x1200 мм, в

Угорщині - 1200x800 мм, в Швейцарії - 1120x1120 мм, Корисна висота більшості контейнерів однакова і дорівнює 600 мм [303, 315, 318, 328]. Вона визначена виходячи з допустимості навантажень, що діють на нижні шари плодів.

У садівничих господарствах нашої країни використовують в основному два типи контейнерів: нерозбірний дерев'яний контейнер для зерняткових плодів (ТУ 46-703-71) (рис. 2.2) і складаний плодovий контейнер КСП-0,5, розроблений СКБ по машинам для садівництва, виноградарства та баштанних культур Середньої Азії (м. Ташкент).



Рис. 2.2 - Ящик дощатий № 3 і контейнер нерозбірний

Контейнер КСП-0,5 є комбінованим дерев'яно-металевий. Піддон виготовлений у вигляді дерев'яних щитів, прикріплених до металевого каркаса скобами.



Рис. 2.3 - Контейнери конструкції СКБ (м. Ташкент)
Металевий каркас виконаний роз'ємним по діагоналі на дві однакові шарнірно-з'єднані по дну половини.

Для фіксації половин у верхній частині контейнера в зоні роз'єднання, встановлені замки. Така конструкція дозволяє порожні контейнери вкладати один в одного (рис. 2.3), а наповнені плодами встановлювати один на одного в штабель. Розбірний контейнер дозволяє на одному автомобілі середнього класу перевозити 80 порожніх контейнера.

З метою механізації вантажно-розвантажувальних робіт піддон такого контейнера виконаний чотиризаходним, а на кутах у верхній частині розташовані вантажозахватні скоби.

Під час штабелювання наповненою тари вантажозахватні скоби запобігають ковзанню і перекидання верхніх контейнерів щодо нижніх.

За даними державних випробувань на Південно-Українській МС застосування контейнерів КСП-0,5 дає можливість знизити витрати праці (у розрахунку на 1 т плодів) на 10% в порівнянні з використанням ящиків.

Продуктивність праці при цьому підвищується в 1,1 рази [45].

Обидва типи контейнерів призначені для загарювання знятих з дерева плодів, транспортування і зберігання їх до реалізації. Коротка характеристика їх приведена в табл. 2.1.

Коротка характеристика вітчизняних плодкових контейнерів

Таблиця 2.1

оказники	Нерозбірний	Складний КСП-0,5
Внутрішні розміри, мм	1140x760x596	4148x725x620
Зовнішні розміри, мм	1200x816x700	1200x885x880
Внутрішній об'єм, м ³	0,52	0,52
Маса тари, кг	45	50-53
Маса плодів, кг	250	270-350

Таким чином, з проведеного аналізу стає зрозумілим, що контейнери, як вид тари для плодів, є найбільш прогресивним і знаходять все більш широке застосування в садівничих господарствах. У зв'язку з цим розглянемо технічні засоби, що використовуються для їх навантаження і транспортування.

НУБІП УКРАЇНИ

2.3. Вантажно-розвантажувальні і транспортні засоби для перевезення плодів із саду

Заключним циклом робіт при збиранні яблук є закладка їх в тару і виконання навантажувально-розвантажувальних операцій. Досвід показує, що зниження товарних якостей і навіть посування яблук найчастіше є результатом недбалого виконання цих операцій [140].

Перевозиться продукція отримує пошкодження через нерівності доріг, при розгонах і гальмуваннях транспортних агрегатів. Механічні пошкодження, що виникають при цьому, залежать не тільки від конструкції тари і її якості, типу ТЗ та способу виконання вантажно-розвантажувальних робіт, а й від властивостей самої продукції. Помічено, що при інших рівних умовах особливо багато пошкоджень з'являється після виконання вантажно-розвантажувальних робіт вручну [19, 42, 68].

Вихід товарної продукції при перевезенні яблук автомашинами вище, ніж при використанні тракторних причепів, що пояснюється більш досконалою підвіскою автомобіля, але економічно не вигідно, так як автомобілі мають високі вартість і витрати в експлуатації, при даних режимах роботи. Слід зазначити, що під час перевезення яблук найбільшим коливань, а отже і пошкоджень, піддаються верхні шари плодів в ящиках і контейнерах.

Із збільшенням обсягів виробництва плодів і ягід, при механізації вантажно-розвантажувальних робіт на збиранні, перевезенні та зберіганні все більше застосування знаходить пакетно-контейнерна технологія. Використання її дозволяє збільшити вихід стандартної продукції, повністю механізувати вантажно-розвантажувальні роботи, значно підвищити продуктивність праці і знизити матеріальні витрати на тару, зберегти якість плодоягідної продукції.

При збиранні безпосередньо в контейнери їх завозять і розставляють у міжряддях саду на відстані 20-40 м в залежності від врожайності дерев.

Збирають плоди в основному ланками, виконуючи одночасно підсортировку.

У деяких господарствах для прискорення процесу збирання в контейнери викладають стандартні плоди, відокремлюючи відразу лише нестандартні.

Встановлюють їх в пакувальні будинку або холодильники.

Товарну обробку плодів проводять перед відправкою на бази і в магазини.

У молодих інтенсивних насадженнях якість плодів висока. Сортують їх зазвичай в саду, додаткові витрати на ці операції незначні. Наповнені і

заетікетированние контейнери вантажать за допомогою автотранспорту і

транспортують в сховища.

Заповнені контейнери на візку тракторист вивозить з саду на пакувальний двір або до сховища. З пакувального двору в сад він перевозить

контейнеровоз з порожньою тарою. На пакувальному дворі механізатор

навантажувачем розвантажує контейнеровоз і встановлює на нього порожню.

На пакувальному дворі механізатор навантажувачем розвантажує контейнеровоз і встановлює на нього порожню тару. Кількість навантажувачів

на цьому подвір'ї залежить від обсягу і відстані перевезення.

При перевезеннях слід щільно штабелювати тару, не допускаючи поздовжніх і поперечних коливань контейнерів.

Перевезення прибраних яблук до місця зберігання найбільш раціонально проводити в контейнерах ємністю 250-300 кг. Як вже зазначалося вище,

використання контейнерів для перевезення і зберігання значно знижує

пошкодження продукції і забезпечує повну механізацію вантажно-розвантажувальних робіт [42].

При всіх способах збирання тара, заповнена продукцією, повинна завантажуватися на транспортний агрегат. Для цієї мети може застосовуватися

захват вилочний ЗВ-0,75 з навантажувачем ПВСВ-0,5А [140, 271]. Захоплення

вилочний ЗВ-0,75 (рис. 1.4) призначений для навантаження-розвантаження і штабелювання ящиків піддонів (контейнерів) з сільгоспродуктами в польових

умовах, а також для транспортування їх на невеликі відстані.

НУ



И

НУ

Рис. 2.4 Захват вилочний ЗВ-0,75 с трактором МТЗ-80/82:
а) – передня і задня націпка; б) – націпка передня

ВІ П У К Р А І Н И

ПВСВ-0,5А може виконувати вантажно-транспортні роботи і з іншими

вантажками маса яких не перевищує вантажопідйомність агрегату

Основні вузли: рама основна, рама нахилу, важелі, вила, панцюгові тліги, додаткові рами і лонжерони для навішування попереду трактора.

Продуктивність ЗВ-0,75 за годину основного часу - 6 т / год

Поставляється в двох виконаннях. Навішування на трактор бувають двох видів: задня і передня. Навішування захоплення спереду здійснюється через додаткові вузли. Управління передній захоплення через додатковий розподільник, встановлений в кабіні водія. Агрегується з трактором МТЗ-80/82. Обслуговує тракторист.

Застосування захоплення вилочного ЗВ-0,75 у порівнянні з навантажувачем ПЕ-0,8Б дозволяє знизити витрати праці на 66,4%, експлуатаційні витрати на 6,5%.

Навантажувач вильчатий для навантаження ящиків на піддонах і контейнерів ПВСВ-0,5А (рис. 1.5) призначений для навантаження в ТС і вивантаження з них контейнерів, ящиків з плодами на піддонах і інших пакетованих вантажів, штабелювання і перевезення їх на короткі відстані, як в польових умовах, так і в складських приміщеннях відкритого типу.

У порівнянні з ручною працею ПВСВ-0,5А підвищує продуктивність праці в 12 разів.

НУ В І П У К Р А І Н И



Рис. 2.5 Загальний вигляд навантажувача вилчатого ПВСВ-0,5А в роботі

Основними вузлами навантажувача є вантажопідіймник, притискний пристрій і гідросистема. Притискний пристрій утримує ящики з плодами на піддонах і контейнери на вилах і забезпечує безпеку перевезення вантажів по нерівній поверхні саду. Управління робочими органами гідравлічне.

При завантаженні контейнерів можливо також використовувати консольні навантажувачі, обслуговує який 1 людина, продуктивність його досягає 10 т / год, вантажопідйомність до 400 кг.

Транспортування контейнерів з плодами з саду здійснюють як на ТЗ загального призначення (автомобілі, тракторні причеи), так і на 34 спеціальних. До недоліків ТЗ загального призначення відносяться: необхідність в вантажно-розвантажувальних засобах, які не кратність розмірів кузовів розмірами контейнера, зниження якості плодів при транспортуванні [42].

У зв'язку з цим в нашій країні і за кордоном створюють спеціальні ТЗ для вивезення плодів з саду [14, 43, 148,].

У кожній з існуючих зарубіжних і вітчизняних технологіях контейнерної збирання плодів висипання плодів із плодозбиральної тари (стобушки, сумки, поліетиленові відра і ін.) проводиться висипанням або перекладанням яблук в контейнери. У будь-якому випадку контейнер заповнюють яблуками безсистемно, що не забезпечує їх щільне розташування.

Як результат цього, під час перевезення відбуваються зіткнення їх один з одним і зі стінками тари, які призводять до механічних пошкоджень і зниження якості продукції.

Великий внесок у становлення і розвиток механізованого садівництва України внесли провідні вчені інституту садівництва. Ними розроблені нові спеціалізовані машини для механізації садівництва [34, 59].

2.4. Шляхи зменшення механічних пошкоджень плодів в процесі збирально-транспортних робіт

Однією з найбільш нелегких особливостей перевезень в сільському господарстві є складні дорожні умови. Кузов ТЗ робить коливання з прискоренням, величина яких досягає $3,5g$ (g - прискорення вільного падіння), що призводить до пошкодження вантажу, зниження довговічності транспортного агрегату і підвищеної стомлюваності водія [10].

Відсутність у багатьох випадках доріг з твердим і рівним покриттям тенденція до підвищення продуктивності ТС призводять до недостатньої плавності ходу і викликають збільшення рівня пошкоджень перевезеної продукції [102]. Недостатня плавність ходу ТС пов'язана з великим числом впливів, що обумовлюють, розрізняються за своєю природою, характером дії і напрямку. Сили ці обумовлені як внутрішніми, так і зовнішніми причинами.

Внутрішніми причинами є невірноваженість деталей і нерівномірність їх обертання. Ці причини викликають зазвичай високочастотні коливання (вібрації). Зовнішніми причинами є нерівна поверхня дороги, зміна швидкості, напрямку руху ТЗ і інші фактори. За характером дії зовнішні обурюють сили діляться на одиничні і постійно-діючі. Поодинокі обурення виникають при повороті ТЗ, рушанні з місця, при розгоні, а також внаслідок випадкових впливів окремих глибоких вибоїн на дорозі, поривів вітру, різких гальмувань.

Безперервно діючі обурення, викликані рухом по дорозі з нерівною

поверхнею, мають, як правило, випадковий характер, хоча іноді і діють за законом, близькому до періодичного [213].

Вищевказані зовнішні причини призводять до погіршення динамічних процесів ТЗ, в результаті чого спостерігається ряд небажаних явищ, одним з яких є відведення причепа в сторону. Він не повинен перевищувати 3% [59, 63, 64, 162] габаритної ширини причепа або трактора. Ці коливання впливають на всі показники ТС. Рух транспортних засобів з причепом на ВП вантажів супроводжується безперервними коливаннями як всього ТЗ в цілому, так і окремих його вузлів і агрегатів. Основними джерелами низькочастотних коливань є нерівності, непостійна твердість і вологість дорожнього полотна.

Іншою особливістю сільськогосподарських перевезень є недостатнє використання вантажопідйомності транспортних засобів, через низьку об'ємну масу більшості перевезеної продукції, в результаті чого значно зростають підкинути навалочних вантажу від дії великих віброприскорень, що також призводить до збільшення рівня пошкоджень вантажу [8, 10, 191, 192].

Сформована організація робіт в садівництві не відповідає повною мірою сучасним вимогам сільськогосподарського виробництва. В процесі вивезення плодів з саду мають місце багаторазові перевалки, ручна навантаження, розвантаження, простой і холості пробіги машин, що призводить до зниження продуктивності транспортних агрегатів і навантажувальних засобів [8]. І як результат цього - затягуються агротехнічні строки збирання плодів, втрачається значна частина врожаю.

Одним з прогресивних напрямків підвищення рівня комплексної механізації робіт в садах є широке застосування контейнерів. Однак на сучасному етапі широке впровадження контейнерної технології збирання та зберігання плодів, стримується відсутністю ефективних технічних засобів для збирання та вивезення плодів з саду, а також недосконалістю конструкції контейнера і його кріплення на вантажній платформі [54, 188].

У ряді зарубіжних країн з розвиненим садівництвом: США, Німеччина, Англія та ін. Для вивезення плодів з саду намітилася тенденція до створення

спеціальних транспортних агрегатів [189]. У нашій країні в даний час ці питання не отримали належного наукового обґрунтування.

Більшість зарубіжних фахівців вважають, що вивезення плодів з саду стає більш ефективним, якщо застосовувати транспортні агрегати, обладнані пристроєм для навантаження і розвантаження [319, 325, 331], які повинні відповідати наступним вимогам: порівняно швидко пересуватися, самостійно вантажити плоди в міжряддях, володіти високою прохідністю, маневреністю і не пошкоджувати плоди.

Витрати праці в садівництві поки ще високі. Особливо гостро це проявляється на навантаженні і вивезенні продукції з насаджень з ущільненої посадкою дерев (4x2 і 4x3) на середньо- і слаборослих підщепах. Обмежені умови саду (вузькі проходи міжрядь, розрослися крони, підвищена чутливість плодів і кореневої системи дерев до травмування) ускладнюють виконання зазначених операцій, різко знижують продуктивність застосовуваних машин.

Контейнери з плодами - це вантажі з зосередженої масою, які в умовах саду представляють особливу складність вивезення їх з міжрядь і вантаження на транспортні машини. Виходячи з зручності навантаження і розвантаження контейнерів за допомогою навантажувачів, розташування їх на вантажній платформі практично можливо одним способом, коли поздовжня вісь контейнера паралельна поздовжній осі платформи. При цьому площа вантажної платформи використовується не повністю, тому знижується вантажопідйомність. Для збільшення вантажопідйомності контейнери можуть розташовувати на платформі в два яруси. Але двох'ярусне розташування підвищує центр маси вантажу, що призводить до зниження стійкості контейнерів при русі по нерівностях дороги. Найбільш повно використовується площа платформи при розміщенні контейнерів, коли поздовжні осі їх перпендикулярні поздовжньої осі платформи, але таке розташування ускладнює навантаження і розвантаження контейнерів збоку платформи вишковими навантажувачами.

Важливу роль в підвищенні ефективності механізації робіт в садівництві грає перевезення плодів із саду. В даний час всі країни з розвиненим садівництвом ведуть пошукові дослідження з вибору раціональної технології.

В Україні і країнах ближнього зарубіжжя для вивезення плодів з саду застосовують кілька технологій. Наприклад, розроблені технології з використанням автомобілів середньої вантажопідйомності, причепів в агрегаті з тракторами, які працюють в комплексі з фронтальними (Вільчаті) навантажувачами (рис. 1.9). На малюнку 1.9 показані технологічні схеми проходження плодів від прибирання до їх товарної обробки із засобами механізації [188].

2.5. Аналіз досліджень процесів перевезення яблук транспортними засобами

Найбільш складну проблему для збереження якості плодів складають пошкодження, які псують їх зовнішній вигляд і тим самим знижують еортність і, крім того, підвищують небезпеку псування [22]. Особливий вплив на якість продукції надають умови перевезення [27].

Встановлено, що в 70% випадків причиною псування сільськогосподарських вантажів є механічні пошкодження [190].

До найважливішим фізико-механічними властивостями, що визначає їх здатність до пошкоджень, відносять їх характеристики. Під пошкодженням розуміють здатність плодів і овочів протистояти механічних пошкоджень в результаті різних впливів, що відбуваються в процесі виконання транспортного процесу [190].

Основною причиною механічних пошкоджень перевезеної сільськогосподарської продукції є статичні і динамічні навантаження, що виникають в процесі доставки сільськогосподарської продукції до місць постійного або тимчасового зберігання; тиск, що випробовується нижніми шарами вантажу від верхніх і ін. Ці дії впливають не тільки на зовнішню

цілісність оболонки, викликаючи тріщини, натиски і проколи, але і порушують внутрішню цілісність плодів, бульб, яка виявляється у вигляді розм'якшення тканин, роздавлювання і т.д.

На продукції з механічними пошкодженнями життєдіяльні процеси протікають більш активно, ніж у здорової. Крім того, механічні пошкодження часто служать причиною виникнення вторинних захворювань під час перевезення і зберігання продукції. Отже, плоди і овочі, підготовлені до перевезення повинні бути без механічних пошкоджень та інших дефектів.

Для здійснення організації перевезень автомобільним і ТТ необхідно враховувати такі особливості плодів і овочів: яскраво виражена сезонність виробництва і заготівлі (близько 25% овочів реалізується в першому півріччі, інші 75% - у другому); нерівномірність дозрівання і необхідність багаторазової збирання врожаю на одних і тих же полях і плантаціях в період плодоношення; необхідність термінового вивезення врожаю з полів і плантацій після збирання, застосування різних схем доставки в залежності від призначення продукції [117].

На збереження продукції впливає також і її своєчасна відвантаження та вивезення з полів. Як правило, природно-кліматичні умови в період збирання врожаю є несприятливими для його зберігання та перевезення. Поряд зі своєчасною відвантаженням особливе значення має підготовка вантажу до перевезення і подальшого зберігання. Так, наприклад, досвід перевезення фруктів і овочів в штаті Каліфорнія (США) показав, що попередня сортування фруктів і овочів в польових умовах з метою усунення гнилих продуктів дозволяє істотно підвищити якість доставки [228, 330].

Ще однією причиною зниження якості плодів, овочів є їх механічні пошкодження в процесі виконання вантажно-розвантажувальних робіт, які залежать від багатьох факторів: фізико-механічних властивостей плодів, способів виконання навантажувальних робіт, типу тари, щільності укладки плодів в тарі, кількості перевалок плодів (вантажно-розвантажувальних операцій) і ін.

Втрати від пошкоджень бульб картоплі при вантажно-розвантажувальних роботах складають в середньому більше 16%, а втрати плодів досягають 20 - 30%. Ці проблеми вирішуються за рахунок укрупнення вантажних одиниць (пакети, контейнери, безтарних перевезення), а також раціонального вибору вантажно-розвантажувальних засобів [14, 26, 22, 24].

Встановлено, що застосування механізованого завантаження пакетів, ящиків та контейнерів, заповнених яблуками насипом, дозволяє в середньому в 3-3,5 рази скоротити втрати їх товарних якостей [29, 22].

Багато видів легкоповреждаємих сільськогосподарської продукції перевозять переважно навалом. Однак дослідженнями встановлено, що при перевезенні багатьох швидкопсувних вантажів навалом створюється температурний вплив, яке не сприяє тривалому зберіганню вантажів [29]. Крім того, такі вантажі, як томати, кісточкові плоди, ягоди, відрізняються не високим опором механічного впливу, тому одним із шляхів зниження втрат сільськогосподарської продукції в процесі її перевезення є застосування спеціальної тари і упаковки.

Разом з тим застосування різних видів тари і упаковки при перевезеннях даного виду продукції не гарантує 100% збереження вантажів, тому що великий вплив на її збереження надають спосіб упаковки і ярус розташування плодів. Результати дослідів [27, 26] показують, що в контейнерах найчастіше пошкоджуються плоди, розташовані в нижніх і верхніх шарах. Разом з цим зі збільшенням відстані від переднього борта кузова (від джерела вібрації) рівень прискорень зменшується до $0,4 \text{ м/с}^2$ на середині кузова, а потім біля заднього борту кузова знову зростає до $0,59 \text{ м/с}^2$ [249].

Всі перераховані вище дії на плоди можуть привести не тільки до різкої втрати якості в момент перевезення, але і до зниження її стійкості при подальшому зберіганні. Так, втрати плодів при зберіганні складають всього 2 - 3%, а з механічними пошкодженнями - до 40%. Дані інших джерел свідчать про те, що втрати плодів, овочів і картоплі при зберіганні та реалізації становлять 25 - 30%.

На підставі проведеного аналізу можна зробити висновок про те, що втрати яблук при перевезеннях залежать від цілого ряду чинників: початкові умови збору врожаю, виду тари і упаковки продукції, способу виконання вантажно-розвантажувальних робіт, виду транспорту і режиму руху і т.д..

Значний внесок у визначення основних фізико-механічних властивостей овочів і фруктів при їх перевезенні в умовах сільського господарства вніс В.С. Заводнов [104]. Їм було встановлено, що при дії вертикальних коливань на насипний вантаж спостерігається передача силового впливу від шару до шару.

В результаті верхні плоди, не передаючи цього впливу іншим, витрачають його повністю на підскок, який закінчується при подальшому падінні ударом про нижній шар. Таким чином, в несприятливих умовах перебувають верхній і нижній шар, так як нижній сприймає повністю силовий імпульс і при падінні соударяючихся ні з плодами, а з дном кузова, які мають значно більшу

жорсткість. Такі неоднакові умови силових впливів і призводять, при перевезеннях, до більшого пошкодження плодів, що лежать на периферії.

Лабораторні дослідження по пошкоджуваності різних сортів плодів «Генета Симеренко» на частотах коливань 2,5; 6,7; і 10 Гц, амплітудах 3,5 і 44 мм, при висоті завантаження в 300 і 500 мм були проведені В.С. Заводновим. Аналіз

результатів цих досліджень вказує на те, що найменший рівень пошкодження спостерігається у другого знизу шару, а пошкоджуваність нижнього шару, як правило, менша, ніж верхнього.

Нерівності і ухили поверхні поля, коливання вантажу в кузові і т.д. постійно виводять рухається ТЗ зі стану стійкої руху. В результаті цього підвищується ймовірність виникнення резонансних явищ і, як наслідок, зростає рівень пошкодження вантажу.

Як показують результати досліджень В.С. Заводнова, Х.А. Хачатряна, Г.В. Демидка М.О., Мартишко В.М. [11, 13] найбільші пошкодження плодовоовочевої продукції пов'язані з її вібрацією в кузові автотранспортного засобу (АТС). Автори цих робіт визначали ймовірність появи небезпечних для якості продукції прискорень від вертикальних поперечних коливань кузова

автомобіля і вантажу, а також їх максимальні значення. У роботах зарубіжних вчених М. О'Brien, R.P. Singh, L.L. Clay-pool [32, 38] висловлюється думка, що пошкодження плодів і овочів відбувається внаслідок виникнення явищ резонансу в результаті збігу частот власних коливань плодів і вимушених коливань ТС і тари від впливу нерівностей дорожнього покриття. У роботах

І.Б. Беренштейна [14, 22] встановлено, що при русі по садовій дорозі причіп без ресор проходить зону резонансу при швидкості близько 13, а з ресорами - при 8 км / год. При русі по магістральним асфальтованих дорогах господарства

область резонансу для причепа без ресор знаходиться при швидкості 8 - 10, а з ресорами - близько 4 км / год. У цих роботах також відзначається, що однією з причин псування продукції при її доставці є дальність і тривалість перевезення.

На пошкодження перевезеної продукції впливають в основному дві складові:

- характеристика вантажу і ТС (фізико-механічні властивості продукції, що перевозиться, спосіб її загарювання та пакування, тип кузова ТС);

- показники, що характеризують плавність ходу ТС (амплітуда,

- частота, швидкість і прискорення коливань вантажної платформи МС і вантажу).

Пошкодження вантажу при перевезенні обумовлені кількома чинниками, головним з яких є прискорення, що випробовується їм при русі

АТС. Тому одним з основних експлуатаційних вимог, що пред'являються до сучасного ТС для забезпечення схоронності вантажу, що перевозиться, є максимальне підвищення плавності ходу.

Вантажопідйомність і швидкість руху транспортних поїздів часто обмежуються потужністю двигуна, а, як показали дослідження [23], недостатніми тягово-зчіпними властивостями, низькою плавністю ходу і значними коливаннями причепа.

Також необхідно відзначити те, що поширені тракторні причеми мають більшу схильність до коливань в порівнянні з тягачами, так як мають більшу масу, більш високим розташуванням центру мас [106]

Дослідження проведені в роботі [62] показують, що найнебезпечнішим чинником з точки зору псування плодів при їх перевезенні, є прискорення вертикальних коливань кузова АТС і вантажу, що перевозиться.

Масштаб дисперсії небезпечних прискорень можна визначити ймовірністю появи прискорень, що перевищують допустимі за технічними умовами значення. Для цього в роботі [62] пропонується використовувати наступну формулу:

$$\ddot{z}_a \geq k \sqrt{D_z} = \frac{e}{k\sqrt{2\pi}} \frac{k^2}{2} \quad \text{при } k \gg 1,$$

де \ddot{z}_a – гранично допустиме прискорення за технічними умовами для даних плодів;
 D_z – дисперсія прискорень вертикальних коливань при русі АТС, м²/с⁴;

k – коефіцієнт, що показує співвідношення \ddot{z}_a і D_z ;

τ – час транспортування.

В роботі [62] показано, що для кожного сорту і виду плодів, заздалегідь знаючи умови перевезення, використовуючи залежність (1.1) можна визначити ймовірність пошкодження плодів.

Одним з факторів, в значній мірі впливають на пошкодження перевезеної продукції, є плавність ходу ТЗ, що визначається в основному, амплітудою і частотою коливань. У найбільш поширеному при русі діапазон частот від 1 до 8 герц для більшості легкопорушуваних продуктів може бути використана наступна залежність допустимої амплітуди коливань ТС від частоти [207]:

$$A_0 = \frac{P + \sqrt{P^2 + 2 \cdot \frac{H^2}{\omega^2}}}{\omega}$$

де ω - частота коливань, Гц;

P - емпіричний коефіцієнт характеристики допустимих значень швидкості коливань, при яких величина пошкоджень продукції не перевищує значень, встановлених агротехнічними вимогами, м / с;

H - емпіричний коефіцієнт характеристики допустимих значень прискорення коливань, при яких величина пошкоджень продукції не перевищує значень, встановлених агротехнічними вимогами (див. Табл. 2.2), м / с².

Коефіцієнти, що визначають допустиму амплітуду коливань ТС

Таблиця 2.2

Культура і стан дозрівання	Емпіричні коефіцієнти	
	H , м/с ²	P , м/с
Яблуки	0,3...1,42	5,03...5,22
Помідори червоні	2,83...4,3	5,46...5,70
Помідори зелені	4,24...7,0	5,70...6,16
Картопля свіжозібрана	5,62...7,0	5,93...6,16
Дині і гарбузи	5,62...8,38	5,93...6,38
Слива	5,62...11,14	5,93...6,83
Огірки	8,38...11,14	6,38...6,83

Пошкодження плодів при перевезеннях від впливу поперечних коливань

кузова можна зменшити наступними способами:

- збільшення поверхні дна тари, завдяки чому зменшується частка плодів, що стикаються з бортами ТЗ;
- згладжуванням поверхні бортів, оббивкою їх м'якими матеріалами;
- підресорюванням в поперечному напрямку кузова ТЗ;
- шляхом стабілізації становища кузова ТЗ [180].

Для зміни амплітудно-частотної характеристики коливань ТС застосовуються різного типу підвіски. Однак даний шлях дає невелике зниження ушкоджень перевезеної продукції [10].

3. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ І РЕЖИМІВ РОБОТИ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

3.1. Обґрунтування параметрів транспортного засобу для потокової технології збирання плодів

Потреба в транспортних засобах для галузей АПК, виробничої інфраструктури комплексу призводять до значних втрат продукції садівництва і овочівництва, задовольняється лише на 55-60%.

Одним з найбільш істотних і складних завдань є зменшення ушкоджень і втрат сільськогосподарської продукції, де відповідальна роль відводиться транспортним засобам. Як показав аналіз, в процесі збирання яблук більше 15-20% продукції не доходить до споживача.

Для внутрішньогосподарського перевезення плодів використовують ящики або контейнери. Плоди зерняткових культур перевозять безтарним способом (в кузовах автомобілів і тракторних причепах). Використання транспортних засобів загального призначення не відповідають агротехнічним вимогам до перевезення плодів, а спеціальні транспортні засоби для перевезення плодів безтарним способом відсутні.

Для внутрішньогосподарського перевезення плодів використовують ящики або контейнери. Часом плоди зерняткових культур перевозять безтарним способом (в кузовах автомобілів і тракторних причепах). Використання транспортних засобів загального призначення не відповідають агротехнічним вимогам до перевезення плодів. Спеціальні транспортні засоби для перевезення плодів безтарним способом відсутні.

Технологічний процес збирання і транспортування плодів включає в себе ряд операцій, які виконують як вручну, так і за допомогою механізмів та машин в певній послідовності з дотриманням агротехнічних вимог з метою отримання продукції необхідної якості з мінімально можливими затратами.

Стабільної інтенсифікації виробництва плодів можна досягти на базі застосування поточкових способів збирання і транспортування. При цьому всі операції – знімання плодів, затарювання в контейнери, транспортування, розвантаження і товарна обробка плодів взаємопов'язані відповідно до

технологічного циклу і виконуються з дотриманням чіткої послідовності – в єдиному потоці. Обов'язковою умовою при цьому є:

- відсутність розриву в часі між окремими операціями;
- однакова продуктивність окремих ланок.

Таким умовам відповідає запропонована нами технологія внутрішньогосподарського транспортування плодів (рис.1), яка передбачає збирання, транспортування і вивантаження плодів на лінії товарної обробки плодів в єдиному потоці. Для її виконання запропоновано використовувати контейнери-накопичувачі (транспортний засіб із спеціальним кузовом) і пристрій для розвантаження.

Мета досліджень. Теоретично довести доцільність використання спеціальних контейнер-накопичувачів для поточної технології збирання і транспортування плодів та обґрунтувати основні параметри контейнера-накопичувача, в тому числі його вантажопідйомність.

Суть технології така: контейнер-накопичувач являє собою одновісний причіп із спеціальним кузовом. В агрегаті з трактором заїзжає в сад до місця збирання плодів (рис.3.1).

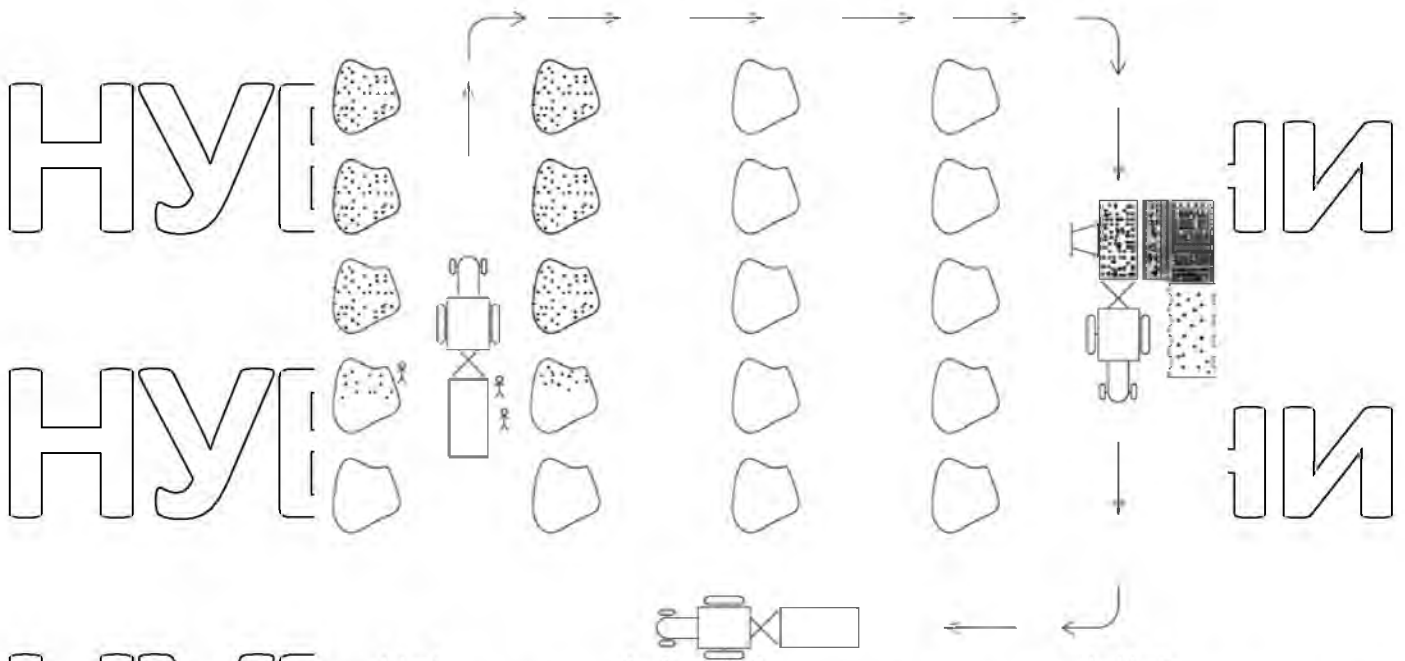


Рис.3.1. Технологія збирання і безтварного транспортування плодів

Повільно переміщуючись в міжряддя саду, контейнер-накопичувач завантажується яблуками бригадою працівників (15 – 20 чел.). Після наповнення кузова агрегат рухається до місця розвантаження, а на його місце подається інший агрегат з порожнім контейнеровозом-накопичувачем.

Розвантаження проводиться на приймальний пристрій лінії товарної обробки плодів.

Така технологія відповідає усім основним вимогам потокової технології.

Теоретичними дослідженнями передбачається визначення основних параметрів транспортного засобу та його вантажопідйомності.

Однією із основних задач при створенні транспортних засобів є обґрунтування основних параметрів кузова.

Внутрішні розміри: довжина (L); ширина (B) і висота (h) визначаються оптимальною вантажністю, насипною вагою плодів та обмеженнями за габаритами. Оптимальна вантажопідйомність нами доведена в роботі [2].

За умови оптимальної вантажопідйомності Q_{on} об'єм кузова V_k складає:

$$V_k = Q_{on} k / \gamma, \quad (3.1)$$

де γ - насипна щільність плодів;

k - коефіцієнт заповнення кузова.

Для визначення розмірів кузова враховано наступне:

- а) ширина кузова не перевищує ширини трактора;
- б) глибина кузова обмежена допустимими статичними і динамічними навантаженнями, що діють на нижні шари плодів.

Враховуючи наведене, довжина кузова визначається з умови

$$V_k = B L h,$$

звідки $L = \frac{V_k}{B h}$, або $L_k = \frac{Q_{on} k}{B h \gamma}$ (3.2)

З приведених параметрів, які входять в (1) і (2) найбільш важливе значення має глибина кузова h .

Для її визначення розглянемо розподіл зусиль, які діють на плоди в кузові.

Плоди укладаються навалом (наспом), тому їх можна розглядати як зернисті тіла розпірної структури, до яких застосовуються окремі положення механіки зернистих середовищ.

Плоди, обмежені стінками кузова, розглядаємо як зернисте тіло з такими припущеннями.

1) плоди мають певну твердість і здатні передавати зусилля від одного до другого;

2) варіювання розмірів окремих плодів відносно середнього розміру носить випадковий характер, що дозволяє безперервно змінювати висоту шару плодів,

3) плоди в кузові розміщуються незалежним і випадковим чином і розподіляються в об'ємі тари статично рівномірно з середньою щільністю γ ;

4) розміри окремого плода значно менші об'єму кузова.

Для визначення зусиль, що діють на плоди в кузові, необхідно розглянути залежність їх складових від розмірів поперечного перерізу тари і коефіцієнта внутрішнього тертя плодів.

В механіці зернистих матеріалів для визначення вертикального тиску G на нижні шари від дії верхніх, можна використати аналітичну залежність, яка називається формулою Янсена [2].

Після деяких перетворень названа формула має вигляд:

$$G = \frac{\gamma R}{fn} \left(1 - e^{-\frac{fnh}{R}} \right), \quad (3.3)$$

де G - вертикальний тиск на глибині h ;

γ - щільність плодів;

R - гідравлічний радіус, що дорівнює відношенню площі горизонтального перерізу S до периметру стінок Π_0 ;

f - коефіцієнт внутрішнього тертя плодів;

n - коефіцієнт бокового тиску, який визначається відношенням горизонтальної складової до вертикальної.

Якщо відомо вертикальний тиск, можна знайти силу P , яка діє на шар плодів з боку шарів розташованих вище, тобто

$$P = GS. \quad (3.4)$$

Визначаємо статичні сили (P_{cm}), що діють на окремий плід:

$$P_{cm} = P/m, \quad (3.5)$$

де m – кількість плодів, які знаходяться в одному шарі.

Визначаємо кількість плодів, які припадають на одиницю площі поперечного перерізу тари (K^o):

$$K^o = m/s. \quad (3.6)$$

Середнє значення показника K^o для яблук у вигляді форми кулі ($D_{cp} = 60$ мм) дорівнює 276 шт/м².

Підставивши значення виразу (4) і (5) за умови, що

$$S/m = 1/K^o,$$

залишимо

$$P_{cm} = G/K^o.$$

Тоді, вираз для визначення статичних сил, які діють на окремий плід з боку шарів, які розташовані вище, набуває вигляду:

$$P_{cm} = \frac{\gamma R}{K^o f n} \left(1 - e^{-\frac{f n h}{R}} \right). \quad (3.7)$$

Із виразу (7) випливає, що статична сила, яка діє на кожний окремий плід, залежить насамперед від висоти шару плодів. Така залежність показана на рис.3.2.

Гідравлічний радіус суттєво впливає на величину статичних сил при малих площах поперечного перерізу тари. Із рис.3.2 видно, якщо збільшити гідравлічний радіус до 0,2 м - статичні сили різко зростають. За умови $R < 0,2 > 0,35$ м збільшення статичних сил незначне, а коли $R > 0,35$, практично залишаються незмінними. Для існуючої великооб'ємної тари (контейнери) величина гідравлічного радіуса знаходиться в межах 0,22 – 0,3 м.

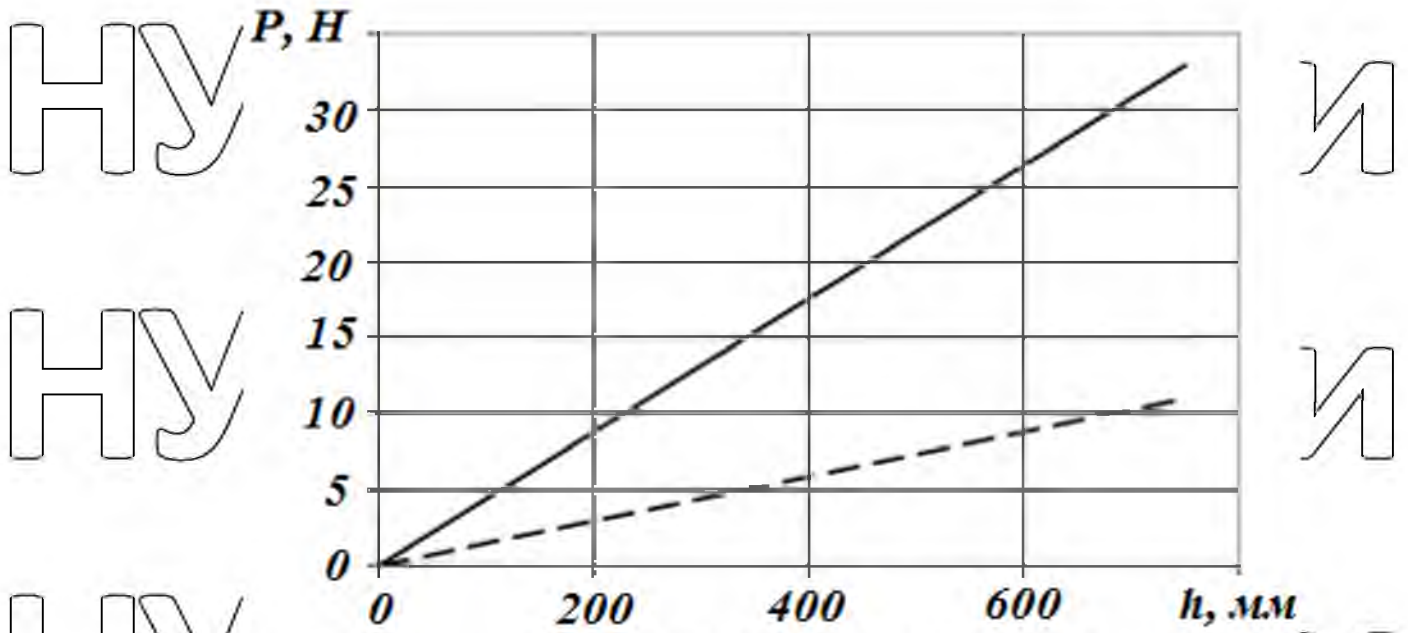


Рис. 3.2. Залежність сили P , що діє на плоди, від висоти шару плодів h :
 - статична сила; - сума статичних і динамічних сил

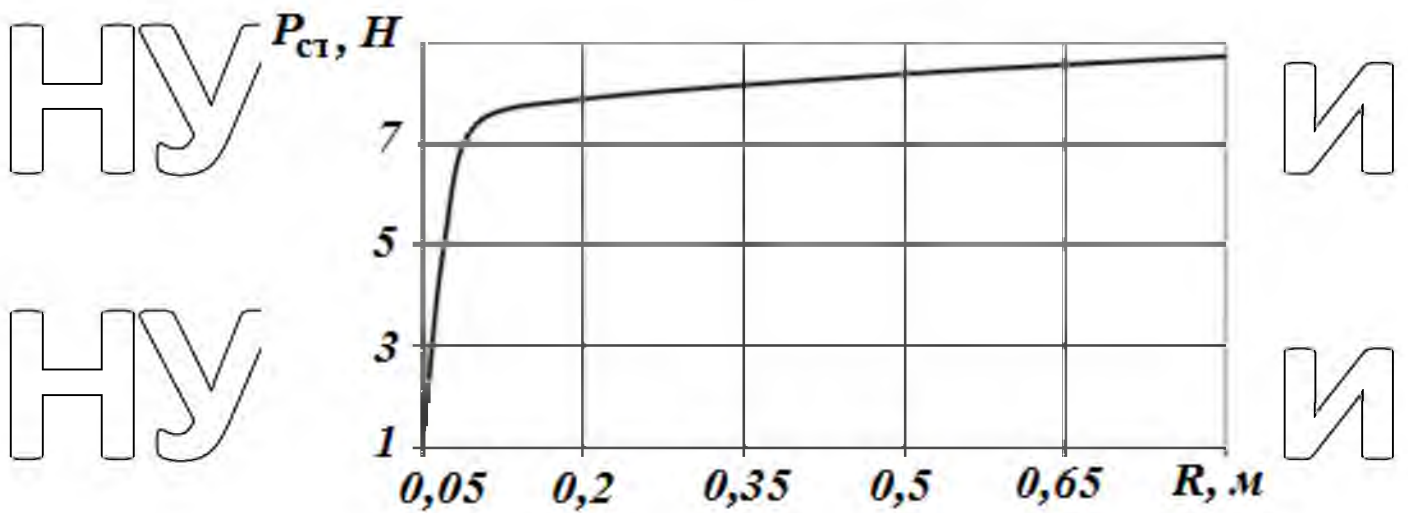


Рис. 3.3. Вплив гідралічного радіуса тари на статичні навантаження

Отже, якщо далі збільшувати площу поперечного перерізу тари, величина статичного зусилля на окремий плід буде залишатися практично незмінною.

Більшість плодів витримують без суттєвих пошкоджень м'якоті статичне навантаження, створене шаром плодів висотою 1 м і більше.

Небезпечним зусилля стискання плодів стає при динамічному його прикладанні. Для коректування глибини тари на динамічні навантаження,

необхідно вибирати найбільш небезпечні коливання транспортних засобів в процесі перевезень плодів.

Допустимі навантаження такі, при яких плід пошкоджується і переходить із вищого товарного сорту в нижчий. Основним критерієм для визначення допустимих навантажень прийнята площа стискання, що дорівнює 1 см².

Виходячи з цієї умови, допустиме навантаження при взаємодії яблук одне з одним, для більшості сортів з достатньою точністю, може бути прийнята 50 Н, а при стисканні плоскою жорсткою поверхнею – 55 Н [4]. Враховуючи час прикладання навантаження і кількості їх повторень, введемо коефіцієнт запасу рівним 1,8. Тоді допустиме навантаження дорівнює 30 Н.

Відомо, що повне навантаження, яке діє на плоди, буде дорівнювати сумі статичних і динамічних навантажень

$$P = P_{ст} + P_{д} .$$

(3.8)

Динамічні навантаження стають на скільки більшими статичних, у скільки діючі прискорення перевищують прискорення вільного падіння, які досягають 1,5 – 2g [4]. Отже, вираз (8) можна записати у вигляді

$$P = P_{ст} (1 + \eta),$$

де η - коефіцієнт динамічності, який показує у скільки разів діючі прискорення перевищують прискорення вільного падіння. За найбільш несприятливих умов транспортування η досягає 2 [4].

Якщо $\eta = 2$, тоді повне навантаження в три рази більше статичного, що видно з рис. 2, а сумарна сила досягає величини 30 Н на глибині кузова 0,6 – 0,7 м. Оптимальною можна вважати глибину кузова 0,6 м.

Оптимальну вантажопідйомність контейнера-накопичувача з умови продуктивності роботи працівників в саду і продуктивності лінії товарної обробки. Продуктивність останньої повинна відповідати продуктивності групи працівників, що забезпечує можливість організації збирання плодів потоковим методом.

При обґрунтування вантажопідйомності транспортного засобу (контейнеровоза) необхідно враховувати продуктивність транспортного засобу W і прями витрати C .

Продуктивність агрегата залежить від ряду факторів: відстані перевезень L , вантажопідйомності, часу навантаження і розвантаження, швидкості руху.

Названі фактори взаємопов'язані, наприклад, оптимальна вантажопідйомність в значній мірі залежить від співвідношення продуктивності знімання плодів, завантаження їх в тару, транспортування і розвантаження їх на лінію товарної обробки.

Отже, продуктивність агрегату W за одну годину роботи при повному використанні вантажопідйомності можна записати так

$$W = \frac{Q_{оп}}{t_1 + t_2}, \quad (3.9)$$

де $Q_{оп}$ – вантажопідйомність контейнеровоза;

t_1 – час руху;

t_2 – час завантаження і розвантаження плодів.

Час руху залежить від відстані перевезень L і середньотехнічної швидкості руху V , яка враховує швидкість переміщення з вантажем і без

вантажу

$$t_1 = \frac{2L}{V}. \quad (3.10)$$

Час завантаження контейнеровоза

$$t_3 = \frac{Q_{оп}}{W_{зб}}, \quad (3.11)$$

де $W_{зб}$ – продуктивність роботи збирачів плодів.

Час розвантаження контейнеровоза з плодами

$$t_4 = \frac{Q_{оп}}{W_{лто}}, \quad (3.12)$$

де $W_{лто}$ – продуктивність лінії товарної обробки плодів.

Тоді, час заповнення контейнеровоза і час розвантаження буде дорівнювати

$$t_5 = t_3 + t_4 \quad (3.13)$$

Після нескладних перетворень вираз (5) матиме вигляд

$$t_5 = \frac{Q_{оп} k}{W_{зб}}, \quad (3.14)$$

де k – коефіцієнт, який відповідає відношенню $\frac{W_{лго} + W_{лго}}{W_{лго}}$.

Підставивши у рівняння (8) значення часу руху, часу наповнення і розвантаження із виразів (10) і (14) і, зробивши математичні перетворення, отримаємо формулу продуктивності транспортного агрегату з врахуванням усіх факторів, які характеризують процес збирання, транспортування і товарної обробки плодів

$$W = \frac{W_{лго} V Q_{оп}}{2LV_{зб} + kVQ_{оп}} \quad (3.15)$$

На рис. 4 наведений графік залежності продуктивності транспортного агрегата від його вантажопідйомності, з якого випливає, що зміна продуктивності має гіперболічний характер. При збільшенні вантажопідйомності зростання продуктивності зменшується, це обумовлено тим, що збільшується час завантаження і розвантаження контейнеровоза. Із збільшенням радіуса перевезень продуктивність також зменшується.

Залежність продуктивності агрегату W від швидкості руху V і продуктивності збирачів показані на рис. 4. Із збільшенням V і $W_{зб}$ продуктивність транспортного агрегату зростає, особливо при збільшенні $W_{зб}$.

Таке явище буде характерно при збільшенні вантажопідйомності, але по мірі збільшення останньої затрати на виготовлення і експлуатацію контейнеровозів зростають.

Для визначення оптимальної вантажопідйомності контейнеровоза, коли в процесі експлуатації затрати будуть мінімальними, необхідно виявити її зв'язок від прямих і питомих витрат.

Відповідно до методики визначення економічної ефективності прями експлуатаційні витрати включають: заробітну плату працівників,

відрахування на реновацію і капітальний ремонт, відрахування на поточний ремонт і ТО, вартість паливо-мастильних матеріалів та інші витрати.

$W, \text{ т/год}$

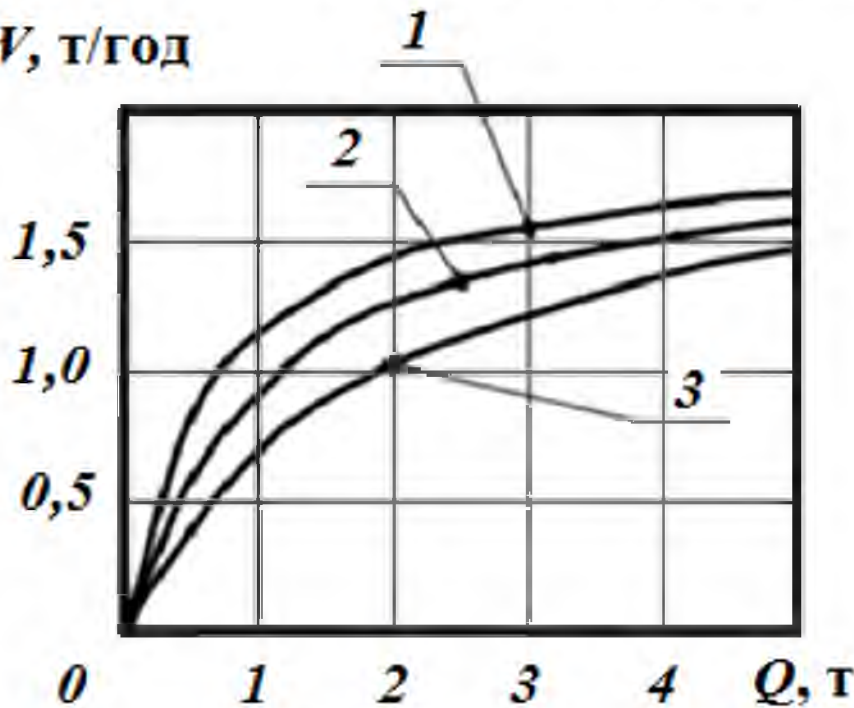


Рис. 3.4. Залежності продуктивності W транспортного агрегата від його вантажопідйомності Q і відстані перевезень L , за умови: $V = 15 \text{ км/год}$, продуктивність роботи збирачів плодів $W_{зб} = 2 \text{ т/год}$ і продуктивність лінії товарної обробки $W_{то} = 10 \text{ т/год}$ ($1 - L = 2 \text{ км}$; $2 - L = 3 \text{ км}$; $3 - L = 4 \text{ км}$)

Зуваженням викладеного прями експлуатаційні витрати C зростають пропорційно в залежності від вантажопідйомності, що можна показати у вигляді:

$$C = a + b Q_{оп}, \quad (3.16)$$

де a і b – коефіцієнти.

Питомі прямі витрати U визначають, як відношення прямих витрат C і продуктивності агрегату W , тоді

$$U = \frac{(a + b Q_{оп})(2LW_{зб} + kVQ_{оп})}{W_{зб}VQ_{оп}} \quad (3.17)$$

Залежність питомих експлуатаційних витрат U від вантажопідйомності контейнера-накопичувача Q показано на рис. 5.

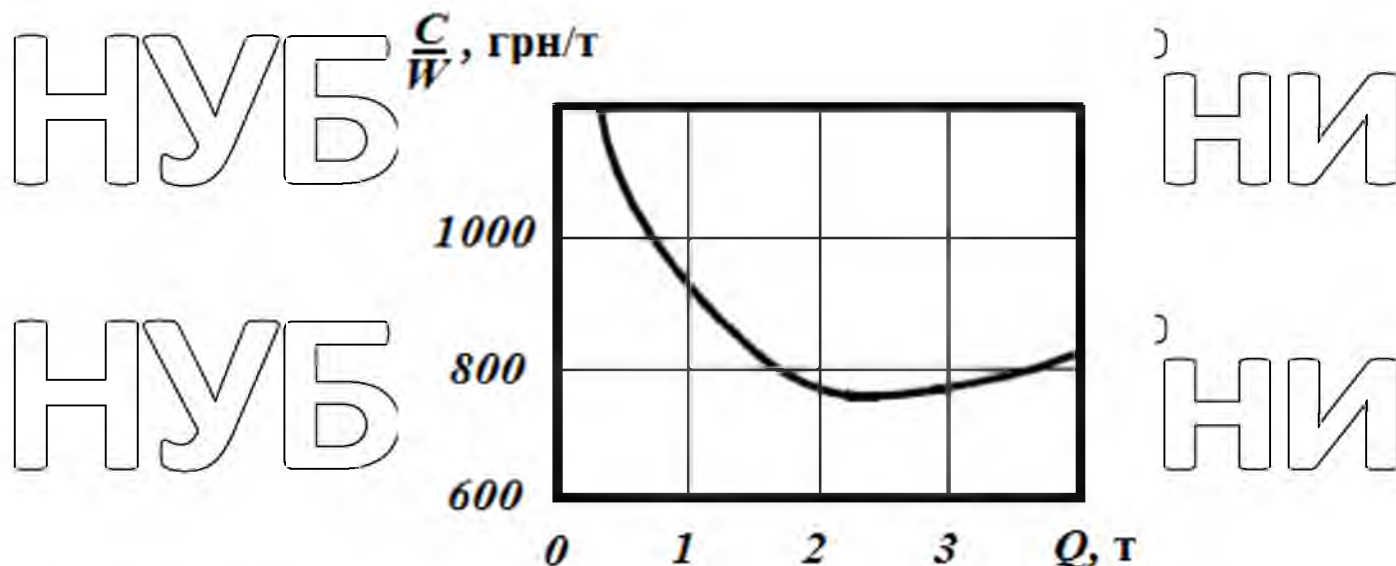


Рис. 3.5. Залежності питомих експлуатаційних витрат від вантажопідйомності контейнера-накопичувача: $L=3$ км, $V=15$ км/год; $W_{зб}=2$ т/год

Для того, щоб визначити вантажопідйомність контейнеровоза-накопичувача, яка відповідає мінімуму питомих прямих затрат необхідно диференціювати вираз по $Q_{оп}$ в результаті отримаємо:

$$U_Q^1 = -\frac{1.6L}{V}Q^2 + \frac{bk}{W_{зб}} \quad (3.18)$$

Якщо прирівняти праву частину рівняння (18), отримаємо

$$Q_{оп} = \sqrt{\frac{1.6LW_{зб}}{bkV}}$$

За умови, якщо $L=3$ км, $W_{зб}=2$ т/год, $V=15$ км/год і $k=1,2$ оптимальна вантажопідйомність контейнера-накопичувача 2,5 т.

Висновок Для безпечного транспортування плодів розміри контейнера-накопичувача приймають з умови оптимальної вантажопідйомності, яка обумовлена продуктивністю роботи працівників на збирання плодів і продуктивністю лінії товарної обробки плодів. Габаритні розміри кузова обмежені допустимими навантаженнями від дії верхніх шарів на нижні від дії вібрації, а також загальними транспортними вимогами.

3.2. Обґрунтування підвіски ходових систем одновісних

У тракторному і сільськогосподарському машинобудуванні безресорна підвіска коліс є переважним типом ходових систем. Але добре відомо, що віброзахисні властивості такої підвіски часто є недостатніми

Застосування балансірної підвіски виправдане більшими допустимими навантаженнями на ходові машини. Така підвіска добре поглинає різні поштовхи і, як наслідок, допускає підвищені швидкості переміщення машин.

Для порівняльної оцінки, ми провели дослідження процесу коливань розкидача мінеральних добрив з безбалансірною та балансірною підвісками. За основний показник коливань прийняли вертикальні прискорення машини. Для аналізу коливань безбалансірної підвіски розглянемо коливальну систему, еквівалентну одновісному причепу з безресорною підвіскою (рис 3.6.).

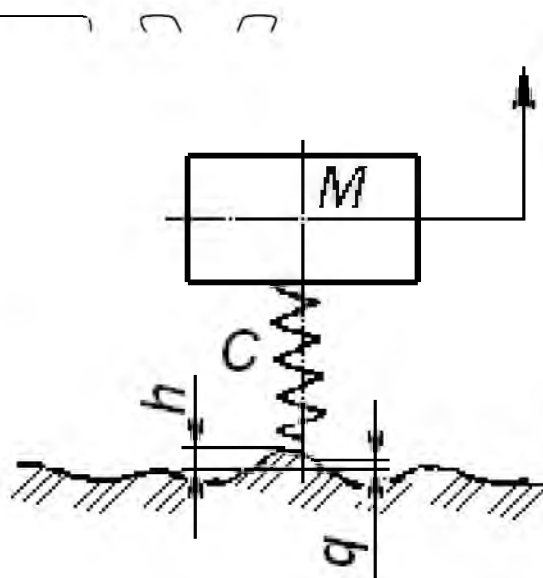


Рис. 3.6. Еквівалентна коливальна система безбалансірної підвіски

Припустимо, що причіп рухається зі сталою швидкістю V . Нерівності поля, які мають випадковий характер, розглядаємо одномірні: в поздовжньому напрямку, ігноруючи ймовірність руху лівого і правого колеса по різному профілю. При такому припущенні бокові коливання причепа

відсутні. Це можливо, оскільки зміна мікропрофіля поперечного перерізу поля, як правило, незначна, а колія агрегату не широка.

Приймаємо, що кореляційна функція висоти нерівностей поверхні поля виражається формулою [3]:

$$K(l) = De^{-\alpha|l|}, \quad (3.19)$$

де D — дисперсія нерівностей; α — коефіцієнт, який характеризує затухання функції; l — інтервал кореляції.

Профіль поля можна задати рівнянням:

$$q = h(1 - e^{-\alpha|l|}),$$

де q — потокове значення висоти нерівності; h — межа, до якої прямує висота нерівності.

Якщо прийняти, що ординати висот нерівностей розподілені за нормальним законом, найбільші з них прямують до величини 6σ ,

де σ — середнє квадратичне значення висот нерівностей [2].

Розглянемо рух системи, припускаючи, що переміщення приведеної маси M відбувається по вертикальній прямій, оскільки поздовжня база машини значно більша, ніж h . У даному разі рух системи описується диференціальним рівнянням у загальному вигляді:

$$M\ddot{Z} + c(Z - q) = 0, \quad (3.20)$$

де Z — вертикальне переміщення приведеної маси;

c — сумарна жорсткість шин.

Силами непружного опору в шинах нехтуємо.

Якщо не брати до уваги можливість відриву коліс від опорної поверхні, можна вважати, що має місце умова:

$$f = Z - q, \quad (3.21)$$

де f — потокове значення радіальної деформації шини.

Тоді рівняння руху можна записати через радіальну деформацію шини:

НУБІП України

$$M\ddot{f} + cf = -M\ddot{q}.$$

Якщо врахувати, що

$$\omega = \sqrt{\frac{c}{M}},$$

НУБІП України

де ω — власна частота коливань системи, то рівняння руху прийме більш зручний для аналізу вигляд:

$$\ddot{f} + \omega^2 f = -\ddot{q}. \quad (3.22)$$

НУБІП України

Після двохразового диференціювання рівняння (3.22) за часом t , враховуючи, що $l = vt$, і підстановки результату у вираз (3.22) рівняння руху системи матиме вигляд:

$$\ddot{f} + \omega^2 f = h\alpha^2 v^2 e^{-\alpha vt}.$$

(3.23)

НУБІП України

Розв'язавши це рівняння для процесу усталених коливань, одержимо:

$$f = \frac{h\alpha^2 v^2}{\omega^2 + \alpha^2 v^2} \left(\frac{gv}{\omega} \sin \omega t - \cos \omega t \right). \quad (3.24)$$

НУБІП України

Враховуючи умову (4) за відомих значень її складових знаходимо

вертикальне прискорення системи:

$$\ddot{z} = \frac{h\alpha^2 v^2 \omega^2}{\omega^2 + \alpha^2 v^2} \left(\cos \omega t + \frac{\alpha v}{\omega} \sin \omega t \right). \quad (3.25)$$

Отже вертикальні прискорення машини залежать від величини нерівностей дороги, швидкості руху і власної частоти коливань.

НУБІП України

Далі розглянемо особливості вертикальних коливань розкидача з балансною підвіскою (рис. 3.7). Параметри і припущення приймемо ті ж, що й без неї, з тією різницею, що сигнали від колеса різні, а отже, і їх вплив на загальну вісь балансирів неоднаковий. Момент інерції балансирів відносно осі коливання підвіски не враховуємо.

НУБІП України

Вплив нерівностей дороги на вісь машини з балансною підвіскою можна записати в такому вигляді:

$$q = \frac{d_2}{d_1 + d_2} q_1 + \frac{d_1}{d_1 + d_2} q_2, \quad (3.25)$$

де d_1, d_2 — параметри балансира;

q_1 і q_2 — значення висоти нерівності під передніми і задніми колесами.

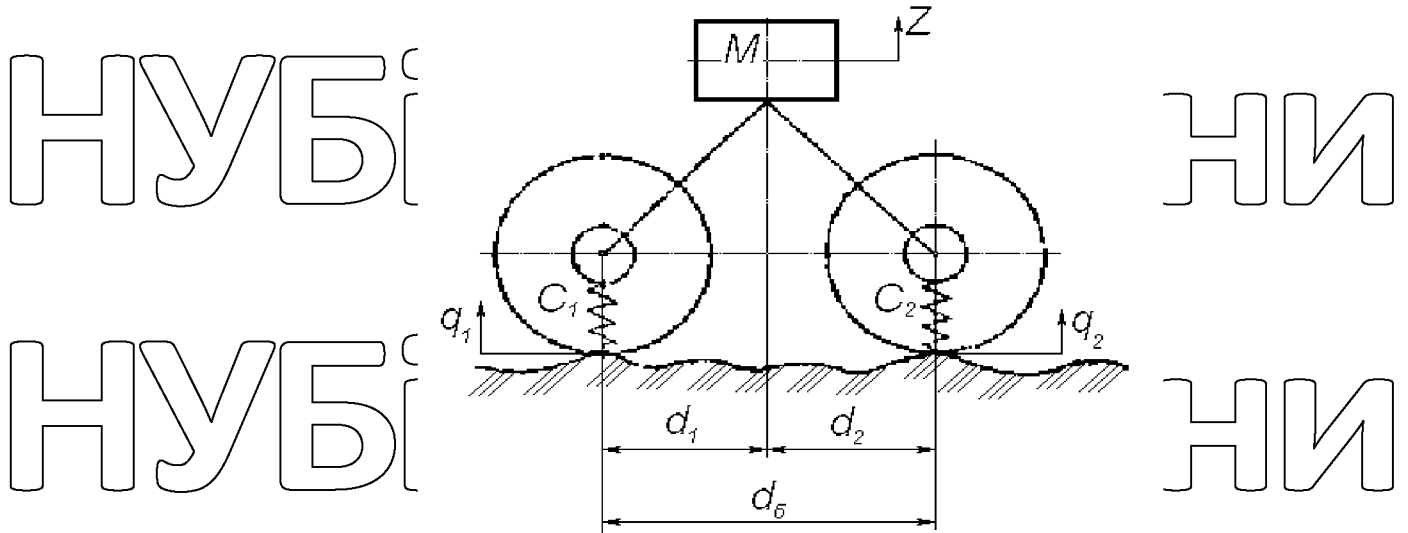


Рис. 3.7. Еквівалентна коливальна система балансірної підвіски

Якщо плечі балансира однакові, тоді

$$d_1 = d_2 = \frac{1}{2} d_5$$

Функція нерівностей дороги, яка впливає на вісь машини матиме

вигляд:

$$q(t) = \frac{1}{2} [q_1(t) + q_2(t)]. \quad (3.26)$$

Рівняння руху системи, записане через радіальну деформацію шини, має такий самий вигляд, як і при безбалансирній підвісці (рівняння 5).

Враховуючи симетричність схеми підвіски, а також те, що за час подолання нерівності швидкість причепа лишається сталою, профіль поля можна задати виразом:

$$q = h \left\{ 1 - \frac{1}{2} [e^{-\alpha|l|} + e^{-\alpha|l^*|}] \right\}. \quad (3.27)$$

Після двохразового диференціювання рівняння (11) за часом, враховуючи, що $l^* = v(t - t_0)$, де t_0 — різниця в часі наїзду коліс на задану

нерівність і, підставляючи одержане значення в рівняння руху системи записане через радіальну деформацію шини, одержимо:

$$f + \omega^2 f = \frac{h\alpha^2 v^2}{2} [e^{-\alpha v t} + e^{-\alpha v(t-t_0)}]. \quad (3.28)$$

Розв'язок такого рівняння звичайними способами досить складний. Простіше це зробити, якщо скористатись операційним обчисленням. Задача спрощується, якщо припустити, що після наїзду на першу нерівність через $2t_0$

колееса причепа знову наїдуть на другу таку саму нерівність, через $4t_0$ — на третю і т. д. Вплив $q(t)$ буде періодичний з періодом t_0 , починаючи з моменту $t_0 = 0$, коли передні колееса причепа, рухаючись по рівній дорозі, торкнуться нерівності. Припущення носить формальний характер, оскільки наступна нерівність не впливає на колювання протягом перших $2t_0$, коли долається попередня нерівність.

При цьому рівняння (3.28) матиме вигляд:

$$f + \omega^2 f = A [q(t) + q(t-t_0) + q(t-2t_0) + \dots], \quad (3.29)$$

де $q(t), q(t-t_0), q(t-2t_0) \dots$ — відповідні одиничні функції; $A = \frac{1}{2} h\alpha^2 v^2$.

Для розв'язання рівняння (13) застосовуємо перетворення Лапласа — Карсона і теорему запізнення. Функція і її похідні мають вигляд [1]:

$$f \leftarrow \varphi(p), \quad \frac{df}{dt} \leftarrow p\varphi(p) - pf_0, \quad \frac{d^2 f}{dt^2} \leftarrow p^2 \varphi(p) - p^2 I_0 - pf_0.$$

За умови, що в початковий момент $t = 0$, ліва частина рівняння (13) буде такою:

$$\ddot{f} + \omega^2 f \leftarrow \varphi(p)(p^2 + \omega)^2. \quad (3.31)$$

Для одержання правої частини скористаємось тим, що, згідно з теоремою про запізнення, зображення кусково-безперервної одиничної функції матиме вигляд:

$$q(t-t_0) \leftarrow \frac{1}{p} e^{-pt_0}. \quad (3.32)$$

Тому праву частину рівняння (13) можна записати:

$$A[q(t) + q(t-t_0) + q(t-2t_0) + \dots] \leftarrow \frac{1}{p} A(1 + e^{-pt_0} + e^{-2pt_0} + \dots).$$

Отже

$$\varphi(p)(p^2 + \omega^2) = A(1 + e^{-pt_0} + e^{-2pt_0} + \dots),$$

звідки

$$\varphi(p) = \frac{A}{p^2 + \omega^2} (1 + e^{-pt_0} + e^{-2pt_0} + \dots).$$

Переходячи до оригіналу і використовуючи теорему запізнення, запишемо:

$$\frac{A}{p^2 + \omega^2} (1 + e^{-pt_0} + e^{-2pt_0} + \dots) \xrightarrow{p \rightarrow i\omega}$$

$$\frac{A}{\omega^2 + \alpha^2 p^2} \{1 - \cos \omega t + [1 - \cos \omega(t-t_0)] + [1 - \cos \omega(t-2t_0)] + \dots\}.$$

Потокове значення радіальної деформації шини

$$f = \frac{h\alpha^2 v^2}{2(\omega^2 + \alpha^2 v^2)} \times \{1 - \cos \omega t + [1 - \cos \omega(t-t_0)] + [1 - \cos \omega(t-2t_0)] + \dots\} \quad (3.33)$$

Згідно з умовою (4), а також рівняннями (11) і (17), після дворазового диференціювання переміщення Z за часом t одержимо вертикальне прискорення системи в точці приведення. Для усталених коливань воно має вигляд:

$$\ddot{z} = \frac{h\alpha^2 v^2 \omega^2}{2(\omega^2 + \alpha^2 v^2)} [\cos \omega t + \cos(t-t_0)], \quad (3.34)$$

НУБІП України

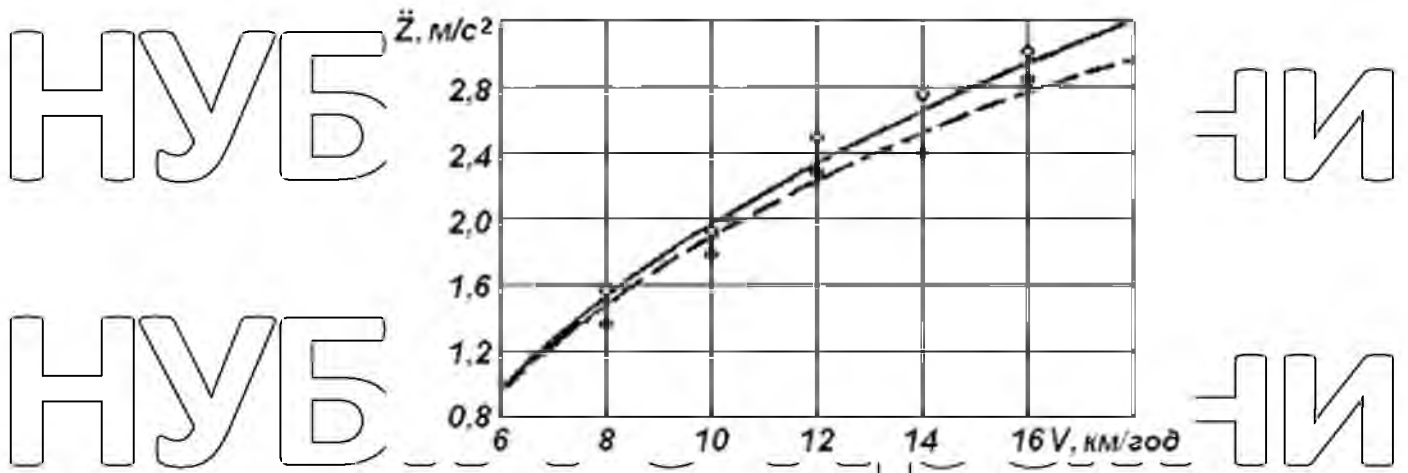


Рис.3.8. Залежність вертикальних прискорень від швидкості руху агрегату якщо $\omega = 6$ рад/с, $h = 0,15$ м, $\alpha = 1$ м: ° – з балансірною підвіскою; • – з безбаланси́рною підвіскою

Вертикальні коливання машини з балансірною підвіскою дещо менші від коливань машини з безбаланси́рною підвіскою. Різниця залежить від довжини баланси́ра d_b , (чим більша d_b , тим меншими будуть вертикальні

коливання). Оскільки довжина баланси́ра обмежена, то вертикальні коливання відрізняються мало.

Висновки.

Приведені теоретичні дослідження вертикальних коливань сільськогосподарських машин із балансірною та безбаланси́рною підвісками.

Встановлено, що застосування балансірної підвіски суттєво не впливає на збільшення вертикальних прискорень машин.

Балансірну підвіску доцільно застосовувати лише в тих випадках, коли, виходячи з допустимих навантажень на вісь, необхідно встановлювати більше двох коліс. А якщо навантаження витримують два колеса, з міркувань спрощення конструкції машини доцільно застосовувати безбаланси́рну підвіску.

4. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОЛИВАНЬ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ

ТЗ являє собою складну коливальну систему, в різних точках якої параметри коливань різні. Основним фактором, який впливає на плавність ходу ТЗ та збереженість плодів, є нерівності з боку дороги, які викликають вертикальні прискорення певної частоти і амплітуди. Коливання відбуваються в двох площинах: а) вертикальній, б) горизонтальній (як в повздовжньому так і поперечному напрямках). Визначати всі коливання одночасно дуже складно. Тому прийнято оцінювати динаміку коливань за результатами вимірювань вертикальних прискорень, які є найбільш впливові.

4.1. Методика досліджень

Для вимірювання і аналізу коливань ТЗ використовували комплект аналогової вібровимірювальної апаратури «Брюль і Кьєр».

Вимірювання проводили за методикою випробовувань сільськогосподарської техніки на віброзахищеність розробленої в Укр. ЦВТ. В якості одиничного показника оцінки вертикальних коливань було прийняте середньоквадратичне значення a , яке визначається із залежності:

$$a = \sqrt{\frac{1}{T_0} \int_0^{T_0} a^2(t) dt},$$

де $a(t)$ - зміна прискорення від часу t ;
 T_0 - час усереднення.

Апаратура «Брюль і Кьєр» (рис.4.1) призначена для вимірювання переміщень, швидкостей і прискорень об'єктів в діапазоні частот від нуля до 100 гц. В комплект апаратури входить: вібровимірювальні перетворювачі, підсилювач зарядів, вимірювальний чотирьохканальний манітофон, вузькочастотний частотний аналізатор, самописець рівня.

В якості вібровимірювальних перетворювачів використовували акселерометри 4370, робота яких базується на застосуванні п'єзоелектричних матеріалів, які віддають під дією механічних

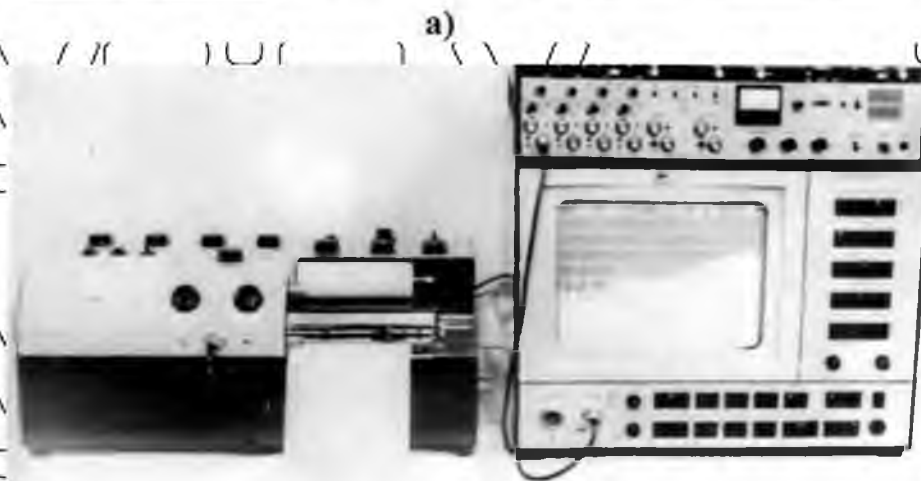


Рис. 4.1. Комплект аналогової вібровимірювальної апаратури «Брюль і Кьєр»: а) для запису, б) частотного аналізу

коливань пропорційні прискоренням електричні сигнали. Чутливість акселерометра типу 4370 складає 10 пкл/м.с^2 , маса одного датчика складає близько 55 г.

Дослиди з дослідження вертикальних коливань проводили в садах Інституту садівництва на двох типах ґрунтових фонів: а) міжквартальна дорога; б) асфальтова дорога. Блок-схема проведення дослідів показана на рис.4.2.

Досліджувальний об'єкт ТЗ був підготовлений так, щоб на ньому можна було вимірювати вертикальні коливання в заданих точках: а) в центрі мас, б) в місці кріплення (в переді і позаду ТЗ).

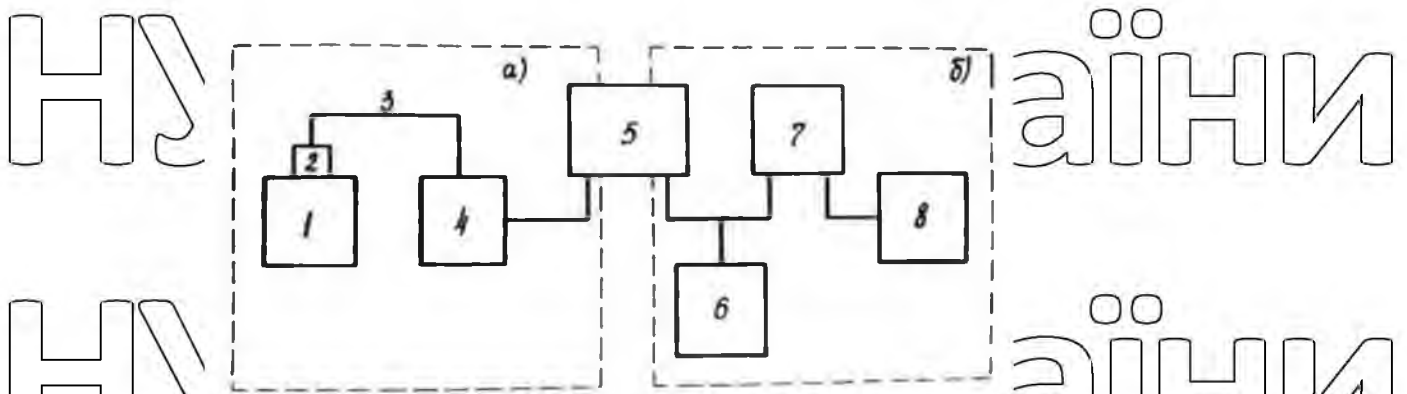


Рис. 4.2. Блок-схема для запису і частотного аналізу коливань ТЗ: а) запис; б) частотний аналіз.

- 1) досліджуваний об'єкт; 2) віброперетворювач; 3) екранований кабель; 4) передпідсилювач сигналу; 5) вимірювальний магнітофон; 6) середньоквадратичний детектор; 7) вузькополосний частотний аналізатор; 8) самописець рівня.

В процесі випробовувань сигнали від віброперетворювача поступали на підсилювач заряду типу 2933. Нижня межа частоти фільтра складала 0,2 Гц, верхня – 1000 Гц.

Підсилені сигнали записувались на магнітну стрічку 4^x каналного магнітофона типу 7005.

Записані на магнітну стрічку сигнали подавались на середньоквадратичний підсилювач 2610. Вимірювання сумарного рівня коливань проводили в режимі збереження максимального середньоквадратичного значення.

Спектральний аналіз (спектральний розподіл прискорень за частотами) виконувався за допомогою вузькополосного частотного аналізатора 203 в діапазоні частот 0...100 Гц. Ширина пропускання фільтрів складала 0,25 Гц.

Аналіз амплітудно-частотного спектру проводили в реальному масштабі часу з усередненням за формулою

$$a(t) = a_f(t),$$

де $a_f(t)$ – сигнал пропорційний прискоренню на вході полосового фільтра.

Виміряні прибором 2031 миттєві спектри усереднювались за лінійним законом, реалізуючи алгоритм

$$a_n = \frac{(n-1)a_{n-1} + x_n}{n}$$

де a_n – потокове середнє значення;

a_{n-1} – попереднє середнє значення;

x_n – потокове миттєве значення.

При усередненні n приймали рівним 16, тобто $n = N = 16$.

Виміряні прибором 2031 усереднені спектри реєструвались самописцем рівня 2307 на частото градований папір, на якому прискорення показані децибелах відносно умовного нульового рівня прискорень $a_0 = 3 \times 10^{-4} \text{ м/с}^2$.

4.2. Результати експериментальних досліджень

Результати експериментальних досліджень підтвердили теоретичні передумови про випадковий характер вертикальних коливань ТЗ. Зміна прискорень у часі показана на на рис. 4.3.

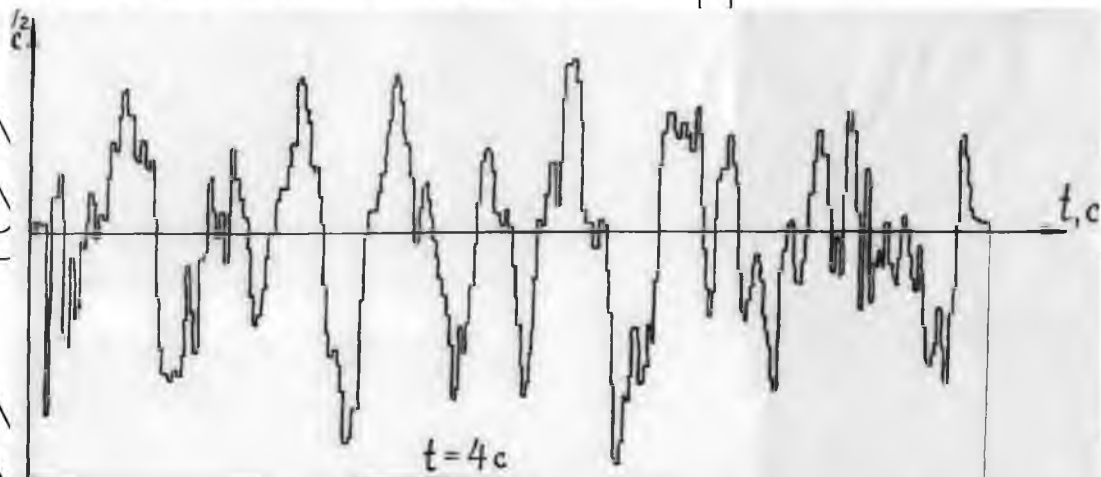


Рис. 4.3. Характер зміни вертикальних прискорень у часі.

Середньоквадратичні значення вертикальних прискорень енергетичного засобу в залежності від швидкості руху та характеристики мікропрофілів доріг змінювались у межах $0,7 \dots 5,9 \text{ м/с}^2$.

На рис. 4.4. показані залежності середньоквадратичних значень вертикальних прискорень від швидкості руху засобу, типу асфесну і місця вимірювань на рамі.

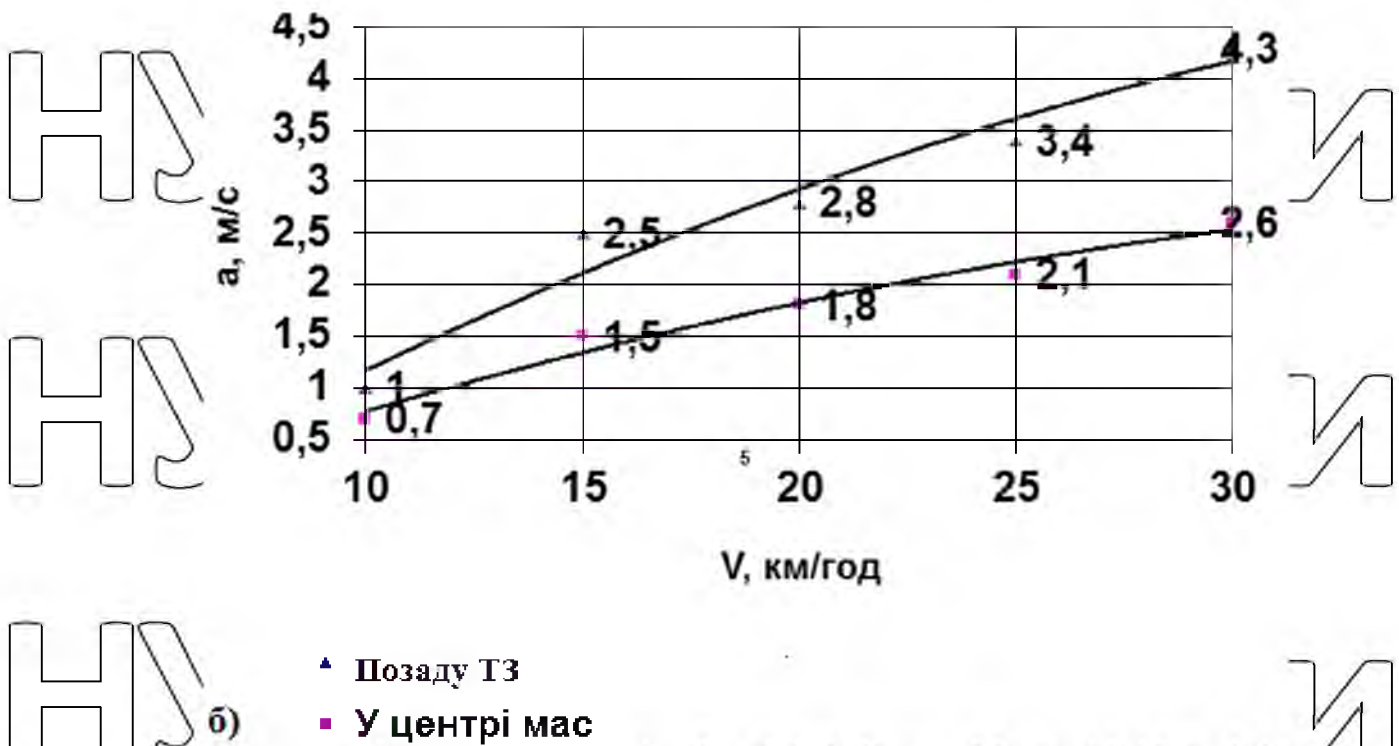
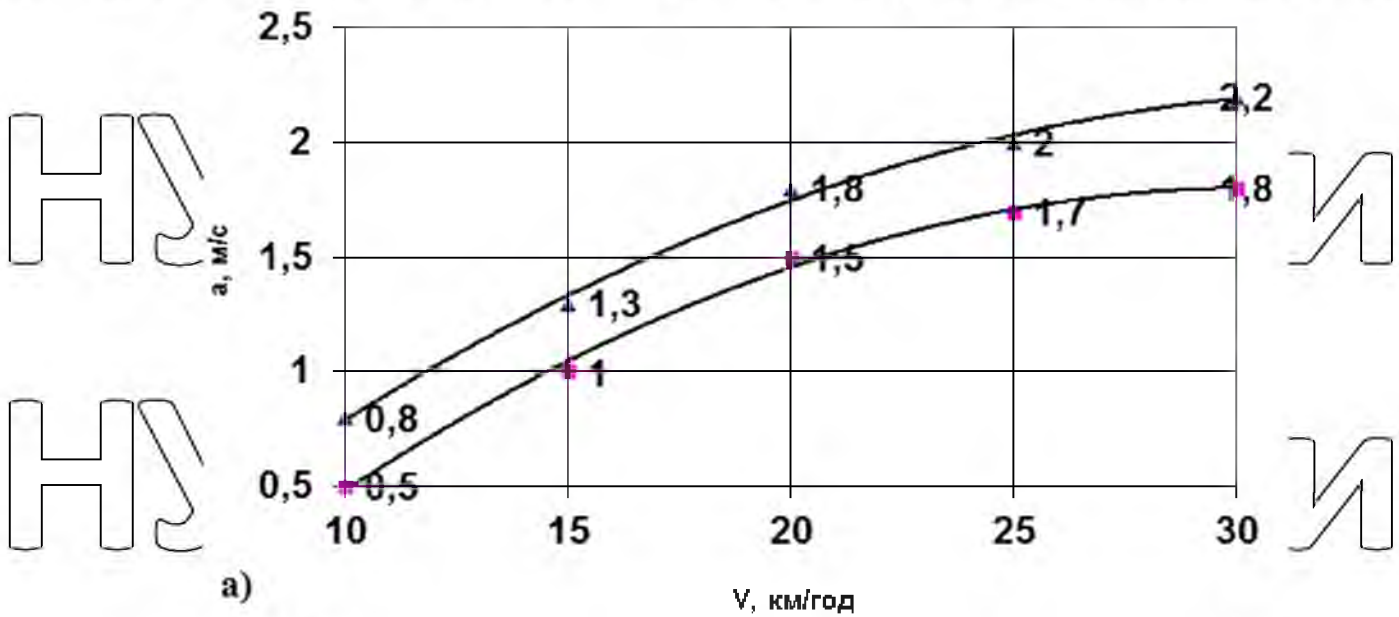


Рис.4.4. Залежності вертикальних прискорень від швидкості руху типу доріг і місця на рамі

Встановлено характер зміни вертикальних коливань від швидкості руху. Так, під час руху ТЗ по між кварталній дорозі, прискорення в центрі мас в

залежності від швидкості руху ($V = 10 - 20$ км/год) знаходились в межах $0,7 \dots 1,8$ м/с²; під час руху по асфальтові дорозі - $1,3 \dots 3,1$ м/с².

В різних точках рами значення вертикальних прискорень неоднакові.

Найбільший рівень позаду ТЗ, найменший - в центрі мас. Це явище характерно для обох агрофонів.

При аналізі енергетичного спектру встановлено, що в спектрі коливань домінують гармонічні складові на частотах $1,75 \dots 2$ гц, $5 \dots 5,5$ гц і $12,5$ гц, причому найбільшою із них є перша гармоніка $1,75 \dots 2$ гц.

Аналіз енергетичного спектру розподілу прискорень за частотами, отриманих в різних точках, показав що із ростом швидкості руху рівень прискорень зростає в першу чергу на гармоніці $1,75 \dots 2$ гц. На наступних гармоніках збільшення прискорень не значне, а починаючи з частоти 20 гц і більше такого явища не спостерігається.

Встановлено також, що в будь якому енергетичному спектрі незалежно від типу агрофону і швидкості руху енергетичного засобу переважаючи гармонічні складові знаходяться в межах $1,45 \dots 5$ гц. На всіх спектрах чітко спостерігається гармонічна складова близька 75 гц. Рівень прискорень на такій частоті майже в 10 разів менший ніж на решті.

Отримані енергетичні спектри дозволяють визначити рівень прискорень на будь якій гармоніці. Так у випадку руху ТЗ зі швидкістю $V = 20$ км/год, рівень коливань на частоті 2 гц складає 75 Дб або $0,14$ г, що відповідає $1,37$ м/с².

Перехід від логарифмічної шкали в децибелах до натуральних значень прискорень вираховували за формулою.

$$N_{\text{дБ}} = 20 \lg \frac{a}{a_0},$$

де N - число децибелів;

$a_0 = 3 \cdot 10^{-4}$ - опорне значення,

a - числове значення прискорення, що визначається, м/с².

Так якщо сумарний рівень прискорень на швидкості 20 км/год складає 3,4 м/с², то на частоті 2 гц рівень прискорень - 1,37 м/с², отже потужність спектра який припадає на дану гармоніку можна виразити

$$\frac{1,37}{3,4} 100\% = 50,8\%.$$

Отже спектр, що припадає на гармоніку з частотою 2 гц складає 50,8% повного спектру.

При виборі технологічної швидкості руху ТЗ необхідно орієнтуватися на першу гармоніку, на яку припадає приблизно половина потужності спектру.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Економічний ефект від впровадження контейнера-накопичувача в порівнянні із застосуванням серійного контейнеровоза ВУК – 3, знаходили порівнянням приведених затрат базового і нового варіантів (в розрахунку на один ТЗ).

При застосуванні контейнера-накопичувача економічний ефект включає такі складові

$$E_{\text{кл}} = E_{\text{ек}} + E_{\text{пощ}},$$

де $E_{\text{ек}}$ – економічний ефект від зменшення експлуатаційних затрат, грн;
 $E_{\text{пощ}}$ – економічний ефект від зменшення механічних пошкоджень плодів, грн;

Таким чином, визначивши затрати на експлуатацію для обох варіантів в грошовому виразі в результаті збільшення долі доходу якісної продукції плодів, визначимо загальну економічну ефективність від застосування контейнера-накопичувача в порівнянні із застосуванням серійного контейнеровоза ВУК – 3.

5.1. Економічний ефект від зменшення експлуатаційних затрат

Економічний ефект в результаті зменшення експлуатаційних затрат буде рівним

$$\Delta_{\text{ЭКС}} = (z_1 - z_2) \cdot Q_{\text{общ}},$$

де $\Delta_{\text{ек}}$ – економічний ефект в результаті зменшення затрат при використанні контейнера-накопичувача;

z_1 і z_2 – приведені затрати на одиницю вантажу перевезеного серійним / новим ТЗ;

$Q_{\text{общ}}$ – річний об'єм перевезення плодів, т.

нормативний прибуток

$$Z = Z_{\text{ЭКС}} + H_{\text{П}}$$

де $Z_{\text{ЭКС}}$ – експлуатаційні затрати, грн/т;

$H_{\text{П}}$ – нормативний прибуток від капітальних вкладень.

Витрати на утримування і експлуатацію (експлуатаційні затрати) є комплексною статтею затрат в собівартості продукції.

Амортизаційні відрахування на експлуатацію визначаємо за формулою:

$$Z_a = \frac{B \cdot H_d}{100 \cdot T_{\text{річ}} \cdot W_Q}$$

де Z_a – амортизаційні відрахування, грн/т;

B – балансова вартість ТЗ, грн;

H_d – норма амортизаційних відрахувань, %;

$T_{\text{річ}}$ – річне завантаження ТЗ, год;

W_Q – продуктивність ТЗ, т/год;

Балансова вартість причепа визначається за формулою:

$$B = \Gamma_{\text{оц}} \cdot K_d$$

де $\Gamma_{\text{оц}}$ – оптова ціна ТЗ, грн;

K_d – коефіцієнт, що враховує затрати на доставку ТЗ

Приймаємо $K_d = 1,2$.

Продуктивність ТЗ визначаємо за формулою:

$$W_Q = \frac{q \cdot \gamma_c \cdot v_m \cdot \beta}{l_{\text{е}} + t_{\text{н-р}} \cdot v_m \cdot \beta}$$

де q – номінальна ТЗ, т;

γ_c – коефіцієнт статичного використання вантажопідємістєї;

v_m – балансова вартість ТЗ, грн;

β – коефіцієнт використання пробігу;

$l_{ср}$ - середня відстань рейсу з вантажем, км;
 $t_{п-р}$ - час на вантаження і ТЗ, год;

НУБІП України

Тоді продуктивність ТЗ

$W_Q = \frac{2,5 \cdot 0,85 \cdot 20 \cdot 0,6}{5 + 0,58 \cdot 20 \cdot 0,5} = 3,15 \text{ т/год}$

НУБІП України

Продуктивність контейнеровоза ВУК – 3 і контейнера-накопичувача з умови однакової вантажопідємності будуть рівними

В формулі приведених експлуатаційних затрат C - прямі експлуатаційні затрати, грн/га. Вони визначаються як сума затрат на оплату праці C_1 , затрати на паливо-мастильні матеріали C_2 , затрати на реновацію машини і енергетичного засобу (трактора) C_3 , а також затрати на їх ремонт і технічне обслуговування C_4

НУБІП України

$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$, грн/т

Складові цієї формули визначаються

$$C_1 = \frac{\sum L_i C T_i}{W_3}, \text{ грн/т}$$

НУБІП України

де L_i - кількість робітників відповідного класу зайнятих на цій роботі, люд.; $C T_i$ - погодинна ставка робітника цього класу, грн/год люд (наприклад, для тракториста складає 78,35 грн/год).

НУБІП України

$$C_2 = N q n C_{II}, \text{ грн/га}$$

де n - коефіцієнт використання потужності комбайна ($n=0,8$); C_{II} - комплексна вартість пального, грн/кг (28,00 грн/кг);

НУБІП України

$$C_3 = \frac{B_T a_T}{W_3 T_{PT}} + \frac{B_M a_M}{Q_M}, \text{ грн/га}$$

де a_T, a_M - норма відрахувань на реновацію комбайна (16,6% або 0,166);

$$C_4 = \frac{B_T b_T}{W_3 T_{PT}} + \frac{B_M b_M}{Q_M}, \text{ грн/га}$$

НУБІП України

де b_{r, b_M} - норма відрахувань на ремонт та технічне обслуговування комбайна (6,5% або 0,065).

В нашому випадку (див. вихідні умови табл. 5.1) показники роботи ТЗ, крім втрат за рахунок механічних пошкоджень однакові.

Тоді і прямі витрати при використанні базової і модернізованої машини будуть однаковими.

За оцінкою кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту ім. М.П. Момотенка НУБіП України прямі витрати при збиранні і транспортуванні плодів складають близько 270 грн/т.

Капітальні вкладення будуть різними:
- для базової

$$K_b = \frac{B_k}{W_3 T_k} + \frac{1}{Q_k} = \frac{316000}{4,3 \times 1000} + \frac{1}{200} = 73,5 \text{ грн/т}$$

- для модернізованої

$$K_M = \frac{B_k}{W_3 T_k} + \frac{1}{Q_k} = \frac{326000}{4,3 \times 1000} + \frac{1}{200} = 75,8 \text{ грн/т}$$

Приведені затрати.

- для базової

$$\Pi_b = e \cdot K + C = 0,15 \times 73,5 + 270 = 281,02 \text{ грн/т}$$

- для модернізованої

$$\Pi_M = e \cdot K + C = 0,15 \times 75,8 + 270 = 281,37 \text{ грн/т}$$

Річний економічний ефект без врахування втрат

$$E_{\text{обв}} = Q_k (\Pi_b - \Pi_M) = 200 (281,37 - 281,02) = -70 \text{ грн}$$

5.2. Економічний ефект від зменшення експлуатаційних затрат

Економічний ефект за рахунок зменшення втрат є різниця зменшення втрат за модернізованим ТЗ

$$E_e = Q_k \Pi (q_b - q_M),$$

де $U = 200$ грн/ц, вартість плодів;

q_6 – питомі втрати за базовою машинною;

q_m – питомі втрати за модернізованим ТЗ.

Тоді

$$q_6 = Q \varepsilon_6 = 35 * 0,25 = 8,75 \text{ грн/т}$$

$$q_m = Q \varepsilon_m = 35 * 0,2 = 7,0 \text{ грн/т,}$$

де Q – врожайність;

ε – втрати %.

Отже, економічний ефект за рахунок зменшення втрат за рахунок

пошкодження (площа 100 га, врожайність 350 ц/га)

$$E_6 = Q_k U ((q_6 - q_m)) = 35 * 2500 (8,75 - 7,0) = 153125 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект визначається

$$E = E_6 - E_{6,v} = 155325 - 70 = 155255 \text{ грн}$$

Результати розрахунків занесемо до таблиці 5.2

Отримується економічний ефект при експлуатації вказаної машини також за рахунок зменшення втрат плодів на 7 %. Згідно проведених розрахунків значення цього ефекту складатиме близько 153,1грн/т.

Показники економічної ефективності роботи

Таблиця 5.1.

Показник	Базовий ТЗ	Модернізований ТЗ
Продуктивність основного часу, т/год	3,15	3,15
Продуктивність змінного часу, т/год	2,87	2,87
Прямі експлуатаційні затрати на оплату праці, грн/т	270	270
Розмір капітальних вкладень, грн/т	73,5	75,8
Приведені експлуатаційні витрати, грн/т	281,02	281,37
Зменшення приведених експлуатаційних витрат, грн/т	-	0,35
Економія за рахунок зменшення втрат, грн/т	-	153,1
Річний економічний ефект, грн	-	155255

ВІСНОВКИ

НУБІП України

Висновки. Для збору урожаю в сучасних інтенсивних садах найбільш продуктивним є використання потокової технології із застосуванням малогабаритних транспортних засобів, які можна з'єднувати у зчепи з оптимальною кількістю накопичувальних ємностей залежно від урожайності окремих ділянок, числа задіяних збирачів, віддалі від пунктів зберігання продукції та інших чинників. При цьому забезпечуються краща організація праці, вищий темп збору плодів і збільшується вихід стандартної продукції.

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Котелянець В.І. Транспортний фактор в АПК / В.І. Котелянець. – К. : ІАЕ, 1999. – 28 с.

2. Гоберман В.А. Автомобильный транспорт в сельскохозяйственном производстве / В.А. Гоберман. – М.: Транспорт, 1986. – 286 с.

3. Эм В.О. Транспорт на селе / В.О. Эм. – Ставрополь: Ставропольское книжное издательство, 1974. – 232 с.

4. Пугачов М.І. Транспортне обслуговування сільськогосподарських підприємств / Пугачов М.І. – К. : Тов-во "Знання України", 2001. – 164 с.

5. Економіка транспортного обслуговування сільськогосподарського виробництва в регіоні: регулювання та розвиток / Сич Є.М., Чигринець О.А., Шаповал П.Д., Шевчук В.І. – К. : КУЄГТ, 2005. – 228 с.

6. Азізов С.П. Організація виробництва і аграрного бізнесу в сільськогосподарських підприємствах: підручник / С.П. Азізов, П.К. Канінський, В.М. Скупий ; за ред. проф. С.П. Азізова. – К. : ІАЕ, 2001. – 834с.

7. Мартишко В.М. Обґрунтування вантажопідйомності контейнеровоза для потокового збирання плодів / В.М. Мартишко, В.П. Бабій, О.П. Деркач // Науковий вісник НАУ. - 1998. - т. 9. - с. 47 – 53.

8. Demidko M. Rationalisierung und Mechanisierung der Obsternte / Demidko M., Martishko V. // Akad. D. Landwirtschaftswiss. d DDR, 1986, Berlin: s.115-117

9. Четвертаков А. В. Сопротивление яблок статическому сжатию /А.В. Четвертаков// Труды ВНИИС им. И. В. Мичурина. – 1971.– вып. 15. – с. 240 – 245.

10. Красников В.В. Подъемно-транспортные машины, пособие / В.В. Красников – М.: Колос, 1981. - 263 с.

11. Левачев Н. А. и Каверин В. А. К вопросу определения размеров контейнеров для транспортирования плодов/ Н.А. Левачев, В.А. Каверин// Консервная и овощесушильная промышленность. 1971. №4. – с. 20 – 21.

12. Бычков, В.В. Ресурсосберегающие технологии и технические средства для механизации садоводства [Текст] / В. В. Бычков, Г. И. Кадыкало, И. А. Успенский // Садоводство и виноградарство – 2009. - №6. – С. 38 – 42.

13. Юхин, И.А. Агрегат для внутрихозяйственных перевозок плодовоошной продукции с устройством стабилизации положения кузова: дис. ... канд. техн. наук / И.А. Юхин – Рязань: 2011. – 148 с.