**Веселовська Н. Р.**

д. т. н., професор

Руткевич В.С.

к. т. н., старший викладач

Яремчук О. А.

аспірант

**Вінницький національний
аграрний університет****Veselovska N.****Rutkevych V.****Yaremchuk O.****Vinnytsia National Agrarian
University****УДК 634.51****РОЗРОБКА ШТАМБОВОГО
СТРУШУВАЧА ВІБРАЦІЙНОГО
ТИПУ**

Запропоновано гідравлічний вібратор, який використовується в якості автономного вузла привода робочих органів плодозбиральних струшувальних машин. Принцип дії даного вібратора полягає у створенні в робочій порожнині виконавчого гідроциліндра пульсуючого тиску. Конструктивні особливості гідравлічного вібратора дозволяють досягати високої експлуатаційної надійності, невеликої габарити та забезпечують нормальну роботу без запобіжного клапана в гідросистемі.

На його основі створено струшувач плодів для обробки дерев при безперервному русі плодозбиральних струшувальних машин по довжині ряду. Гідроімпульсний привод вібратора приводиться в дію від базової машини, на якій монтується плодозбиральний агрегат.

Ключові слова: гідроімпульсний привод, гідравлічний вібратор, пульсуючий пристрій, запобіжний клапан, тиск, рідина, струшувач.

Постановка проблеми. В інтенсифікації галузі садівництва важливу роль відіграє комплексна механізація всіх виробничих процесів. За останні роки садівничі господарства оснащуються сучасною сільськогосподарською технікою, а саме: тракторами, високопродуктивними машинами і знаряддями для обробки ґрунту, внесення добрив, хімічного захисту рослин від шкідників і хвороб. Створюють та удосконалюються машини для збирання плодів і ягід, лінії для товарної обробки плодів, машини і пристрої для обрізки крони плодкових дерев [1]. Головною проблемою усього технологічного процесу виробництва плодів – збирання врожаю, на яку припадає 15-40 % від загальних витрат по догляду за садом [2].

Вирішити цю проблему дозволяє застосування плодозбиральних машин, які, в залежності від умов і організації роботи, підвищують продуктивність праці при збиранні у декілька разів, вивільняють в середньому 30 осіб в день при використанні однієї машини і знижують експлуатаційні витрати на 30-50 % у порівнянні з прибиранням вручну. На даному етапі для прибирання плодів широко використовуються вібраційні машини позиційної дії, недоліками яких є відносно невисока продуктивність, значні пошкодження кори штамба дерева в місцях передачі вібраційних зусиль і підвищене вишатування штамба плодового дерева з ґрунту. Ці недоліки особливо відчутні при збиранні кісточкових і

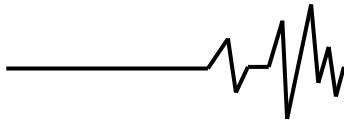
горіхоплідних культур [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанням застосування вібраційної технологічної дії в механічних та гідромеханічних процесах займалися Р.Д. Іскович-Лотоцький [2], Р.Р. Обертюх, І.В. Севостьянов, А.П. Бабічев [3], П.С. Берник [4], І.П. Паламарчук, та інші.

Суттєвий внесок у розвиток нових конструкцій та розрахунку гідравлічних приводів, вибору їх параметрів на основі здійснених теоретичних й експериментальних досліджень внесли вчені: Т.М. Башта, Є.М. Хаймович, В.М. Прокоф'єв, В.П. Бочаров, М.С. Гаминін, О.П. Губарев, І.А. Немировський, Г.Й. Зайончковський, Р.Д. Іскович-Лотоцький, М.І. Іванов [5], Б.Л. Коробочкін, П.М. Андренко, З.Л. Фінкельштейн, В.Б. Струтинський, О.М. Яхно, та інші. В їх роботах розглянуті фундаментальні основи побудови гідравлічних пристроїв, які базуються на їх повних математичних моделях, та дозволяють отримати гідроагрегати із заданими статичними і динамічними характеристиками.

Стосовно розроблюваних гідроагрегатів незмінною залишається вимога підвищення рівня їх характеристик, таких, як точність відпрацювання керованих сигналів та чутливості до них.

Формулювання мети досліджень. Метою статті є дослідження технологічного процесу знімання врожаю плодкових культур вібраційним струшувачем і обґрунтування його



параметрів. Наукова новизна полягає в тому, що доведена ефективність застосування вібраційного струшувача, визначено конструкційні та кінематичні параметри вібраційного струшувача з урахуванням умов взаємодії зі штамбом дерева, встановлено залежності даних параметрів від розмірних показників дерев.

Методи дослідження. Для забезпечення високої ефективності машинного збирання необхідний пошук нових струшувачів, що забезпечують знімання врожаю з мінімальними пошкодженнями кори штамба дерева, кореневої системи, гілок та не знижують продуктивності саду. Такий пошук має бути заснований на глибокому вивченні технології процесу і динаміки взаємодії робочого органу струшувача зі штамбом дерева, побудова на цій основі статистичної та динамічної моделей, а також вивчення фізико-механічних властивостей кори штамба дерева.

При розробці струшувача плодозбиральних машин використовували теоретичні розрахунки кутових переміщень штамба, його швидкостей і прискорень, а також уточнені дані за наведеним коефіцієнтом жорсткості дерев, межі міцності кори штабів, розмірним характеристикам плодів дерев.

Для реалізації оптимальних режимів струшування по циклу віброударного впливу на штамп і зниження пошкоджень плодів необхідно проводити процес струшування у три прийоми, кожен з поступовим збільшенням частоти коливань за рахунок зміни оборотів двигуна енергетичного засобу.

При випробуваннях струшувача на міцність слід враховувати продуктивність плодозбиральної машини за годину основного часу – 60 дерев, за годину експлуатаційного часу – 36 дерев, час на виконання операції знімання плодів, повноту знімання – не менше 95 % плодів, пошкодження кори штабів і дерев в цілому – не більше 3 %.

Виклад основного матеріалу дослідження. При модернізації існуючих і проектуванні нових гідроприводів, в тому числі гідралічного вібратора гостро стоїть питання вибору схемної і апаратурної реалізації, а також вибору їх робочих параметрів [4, 5]. Запропоновано гідралічний вібратор, який може використовуватися в якості автономного вузла привода робочих органів плодозбиральних струшувальних машин. Гідроімпульсний привод такого вібратора створює в робочому гідроциліндрі пульсуючий тиск за допомогою клапана-пульсатора. Відмінною особливістю конструкції гідралічного пульсуючого вібратора являється

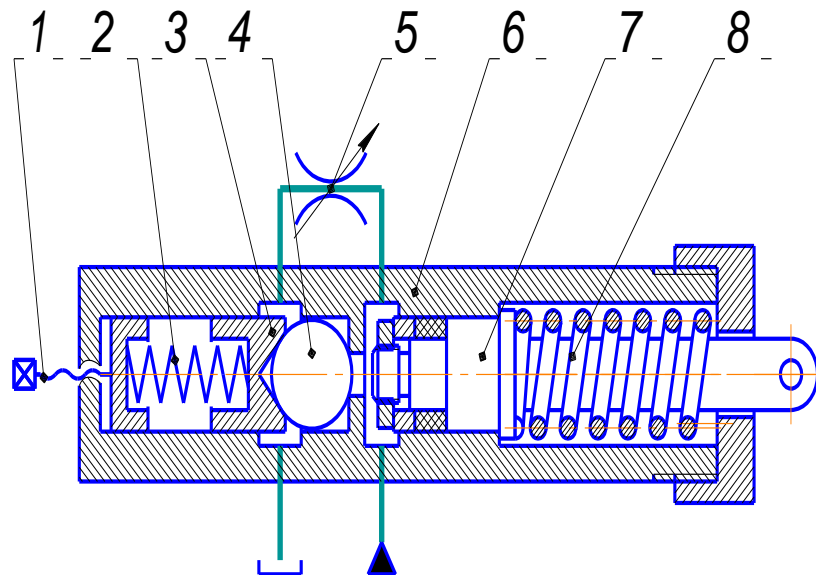
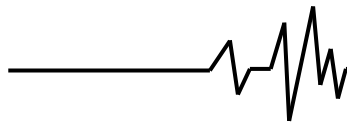
співвісне положення в одному корпусі гідроциліндра та керуючого клапана-пульсатора з кульковим розподіленням елементів.

Такі конструктивні особливості дозволяють досягати високої експлуатаційної надійності, невеликі габарити та забезпечують нормальну роботу без запобіжного клапана в гідросистемі. При установці гідралічного вібратора відсутня необхідність у додатковому керуючому обладнанні, а простота конструкції дозволяє створювати подібні вібратори на неспеціалізованих підприємствах.

Працює гідралічний вібратор наступним чином (рис. 1). Робоча рідина під тиском поступає в порожнину А гідроциліндра і діє на поршень 7, який переміщується і стискає пружину 8. При цьому тиск у порожнині А піднімається до величини, при якій сила тиску рідини на кульку 4 стає більшою за силу пружини 2, яка регулюється гвинтом 1 і приймає кульку до сідла в корпусі 6, що призводить до відриву кульки від сідла. Робоча рідина із порожнини А потрапляє у розточку корпусу, різко збільшуючи силу тиску на кульку у стільки раз, у скільки площа його перетину більша площі сідла в корпусі і виштовхує кульку із розточки корпусу, з'єднуючи площу А зі зливом. Тиск у порожнині А зменшується і силова пружина 8 повертає поршень 7 у вихідне положення, виштовхуючи рідину із порожнини А і підтримує на злив перепад тиску, необхідний для утримання кульки 4 у відкритому положенні.

У кінці зворотного ходу робочого поршня 9 перепад тиску на злив зменшиться і пружина 2 через направляючу опору 3 повертає кульку в розточку корпусу 6. З моменту перекриття кулькою розточки і до моменту посадки кульки на сідло, перекриття отвору із порожнини А, робоча рідина витісняється на злив через дросель 5, налаштування якого забезпечує оптимальний режим спрацювання клапана-пульсатора. При посадці кульки на сідло порожнина А повністю відділяється від зливу і цикл повторюється.

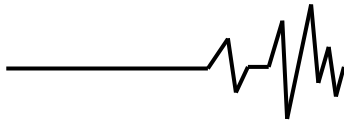
Гідроімпульсний привод вібратора здійснює привод від базової машини на яку монтується плодово-збиральний агрегат. За засобом передачі вібрацій до дерева струшувач відноситься до пристроїв інерційного типу. В якості інерційної маси використовується маса корпусу вібратора і деталей, забезпечуючи вільний рух вібратора з механізмом захвату відносно стріли. Перевагою такого типу вібратора є майже повна відсутність передачі коливань на стрілу і базовий агрегат.

**Рис.1. Гідравлічний вібратор:**

1 – гвинт; 2 – пружина; 3 – направляюча опора; 4 – кулька; 5 – дросель; 6 – корпус; 7 – поршень; 8 – силова пружина

Основним вузлом струшувача (рис. 2) служить стріла 4, посажена одним кінцем на вісь, яка закріплена на базовому агрегаті. За допомогою гідроциліндра 6, стріла повертається у горизонтальній площині. На стрілі встановлено блок, який складається з гідравлічного вібратора 5 і механізму захвату 1 з приводним гідроциліндром 3. Блок може вільно переміщуватись відносно стріли вздовж її поздовжньої осі. Певне положення у просторі механізму захвату 1, забезпечує направляюча 2, розташована паралельно поздовжній осі базового агрегату. Закріплений нерухомо на стрілі золотник 9, перемикається кулачком 8 і служить для автоматизації циклу роботи струшувача. Кулачок впливає на штовхач стріли зліва на право, що відповідає робочому ходу. При холостому зворотному ході стріли з права наліво за рахунок шарнірного пристрою і навкосяки на робочому профілі кулачок піднімається над штовхачем золотника 9, виключаючи його переключення і забезпечуючи повернення стріли у вихідне крайнє ліве положення. Механізм захвату 1 закріплює струшувач на штабці плодового дерева за допомогою чотирьох пар обгумованих роликів. Дві пари роликів, закріплених на штоковій гідроциліндра 3 і зв'язаних з направляючими 2, забезпечують положення механізму захвату в просторі. Інші дві пари роликів змонтовані на скобі, встановленої на корпусі гідроциліндра 3, за допомогою вертикальної осі, на якій скоба може обертатись. Положення скоби з роликами забезпечується на скобі профілюючим пазом, в якому переміщується палець, жорстко зв'язаний з штоком гідроциліндра.

Працює струшувач наступним чином. При відсутності тиску в гідросистемі стріла знаходиться у крайньому лівому положенні А (рис. 2), а поршень зі штоком гідроциліндра 3 – в крайньому нижньому положенні. Скоба з роликом відкинута в сторону і захват відкритий. Штовхач золотника 9 знаходиться на профілі кулачка з малим радіусом, що відповідає відкритому положенню золотника. Подача робочої рідини в напірну магістраль не впливає на вібратор, так як золотник 9 відкритий і через дросель 7 робоча рідина перетікає в бак, а виникаючий на дроселі незначний перепад тиску призводить до появи сили на штоковій гідроциліндра 6, що утримує стрілу в крайньому лівому положенні. Рух базового агрегату відбувається вздовж ряду плодкових дерев таким чином, щоб штаб дерева попав у відкритий механізм захвату. Оскільки базовий агрегат рухається безперервно, потрапляючи в механізм захвату штаб повертає стрілу навколо вісі з кулачком 8. Разом із стрілою переміщується закріплений на ній золотник 9, штовхач який рухається по кулачку 8 у зоні піднімання профілю, буде переміщувати золотник. У результаті повороту стріли на певний кут золотник 9 переміститься вгору та від'єднає напірну магістраль від зливної і тиск рідини в гідросистемі струшувача почне збільшуватись. Поступаючи в гідроциліндр захвату 3, робоча рідина викликає переміщення поршня зі штоком вгору. При цьому стискаюча пружина повертається і переміщуються закріплені на штоковій ролики, а жорстко зв'язаний з штоком палець, переміщуючись по профільному пазу скоби, забезпечує її поворот навколо осі і закриття захвату (положення В).



Подальше переміщення поршня зі штоком закінчується затисканням штамба плодового дерева між роликками на штокові і роликком на скобі, внаслідок чого створюється жорсткий зв'язок між штоком гідравлічного вібратора 5 і штабмом дерева. Тиск рідини буде продовжувати збільшуватись, до того часу, поки не досягне тиску значення спрацювання клапана-пульсатора гідравлічного вібратора. З цього моменту починається робота вібратора і відповідно струшування плодів з дерева, затиснутого в механізмі захвату. Тиск закриття клапана-пульсатора підбирається так, щоб сила на штокові гідроциліндра захвату 3 залишалась достатньою для зберігання необхідної жорсткості зв'язку штамба дерева і механізму захвату.

Штабм плодового дерева піддається вібраційному впливу до того часу, поки стріла

з'єднання зі штабмом не досягнуть положення, в якому штовхач золотника 9 опуститься з ділянки профілю кулачка 8, що має максимальний радіус. У даний момент золотник 9 з'єднує нагнітаючу магістраль зі зливною, тиск у гідросистемі знижується, вібратор припиняє роботу, а пружина зворотно перемістить поршень зі штоком у гідроциліндрі 3. При цьому спустяться роликки, з'єднані зі штоком, а рух пальця по профільованому пазу скоби призведе до розкриття захвату (положення С). Штабм плодового дерева виявиться вільним і вийде за межі механізму захвату. Злив рідини у бак через дросель 7, викличе перепад тиску на ньому. Величина перепаду тиску на дроселі при зливі достатня, щоб гідроциліндр 6, розвинув зусилля, необхідне для повороту стріли у вихідне (крайне ліве) положення.

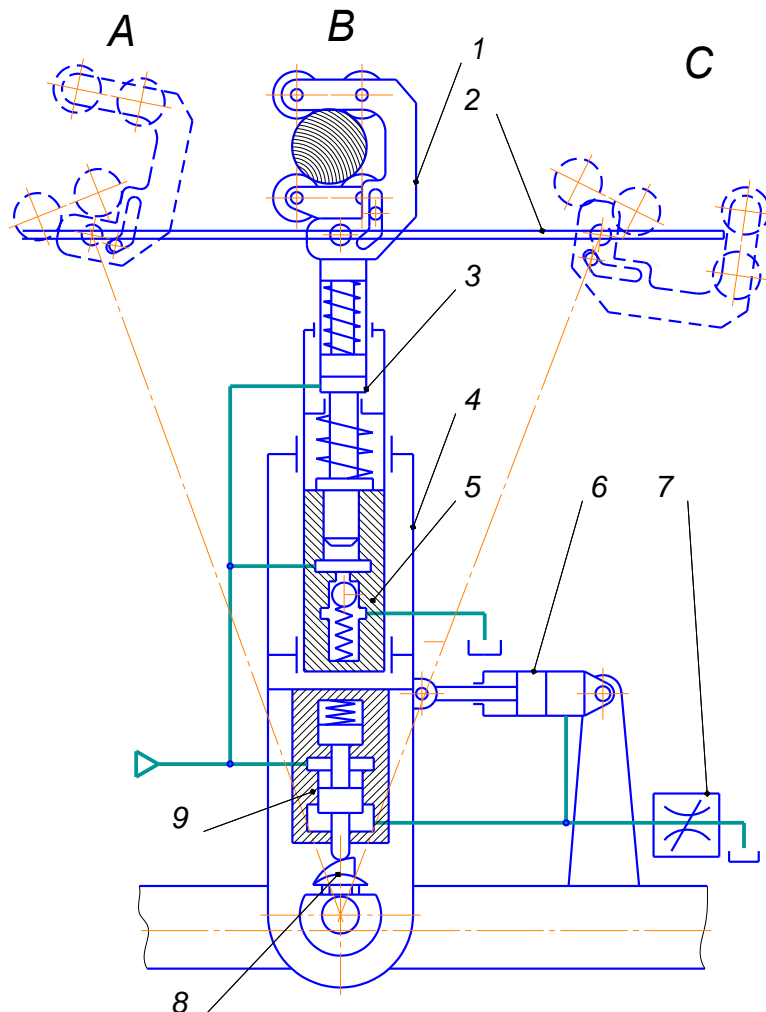
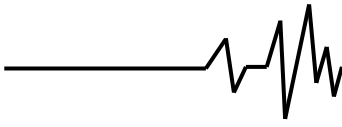


Рис. 2. Струшувач з гідроімпульсним приводом:

A – крайнє ліве положення; B – вісь захвату; C – розкриття захвату; 1 – механізм захвату;

2 – направляюча; 3 – приводний гідроциліндр; 4 – стріла; 5 – гідравлічний вібратор; 6 – гідроциліндр; 7 – дросель; 8 – кулачок; 9 – золотник



Під час цього руху кулачок 8, маючи шарнірний пристрій і скіс на робочому профілі, піднімається над штовхачем золотника 9 і дозволяє останньому залишатись відкритим на протязі зворотного ходу стріли. Після досягнення стрілою вихідного положення штовхач золотника вийде з під робочого профілю кулачка 8 і шарнірний пристрій опустить кулачок у робоче положення. Таким чином, всі системи струшувача займуть початкове положення А. Рух базового агрегату призведе до наїзду механізмом захвату на наступне плодове дерево в ряду і весь цикл повториться.

Оптимальні параметри і режими роботи розробленої конструкції струшувача при зніманні 95 % плодів становлять: для дерев з діаметрами штаблів 0,10-0,15 м зазор між упором і жорсткою пластиною захоплення 0,005-0,010 м і частота коливань 10-14 Гц; для дерев з діаметрами штаблів 0,15-0,20 м ці показники становлять 0,010-0,015 м і 14-18 Гц при рівні сумарних пошкоджень штаблів і дерев до 1 % [7, 8].

Енергетичні показники технологічного процесу збирання плодів із використанням вібраційного струшувача складають: рівень інтенсифікації від підвищення врожайності – 65 %; від підвищення періоду промислового плодоношення – 33 %; від підвищення повноти знімання – 44 %; від зниження кількості пошкоджених штаблів – 79 %; від зниження витрат енергії на роботу струшувача – 2 % [9, 10].

Висновки. Запропоновано гідравлічний вібратор, який може використовуватися в якості автономного вузла привода робочих органів плодозбиральних струшувачів машин. Конструктивні особливості дозволяють досягати високої експлуатаційної надійності, зменшення габаритних розмірів та забезпечують нормальну роботу без запобіжного клапана у гідросистемі. При установці гідравлічного вібратора відсутня необхідність у додатковому керуючому обладнанні, а простота конструкції дозволяє створювати подібні вібратори на неспеціалізованих підприємствах.

На базі гідравлічного вібратора створено струшувач плодів, що обробляє дерева при безперервному русі плодозбиральної машини по довжині ряду. Гідроімпульсний привод вібратора приводиться в дію від базової машини, на який монтується плодово-збиральний агрегат.

Список використаних джерел

1. Ratushna N. Методичні підходи до створення нової сільськогосподарської

техніки у відповідності з вимогами ринку наукоємної продукції [Текст] / N. Ratushna, I. Mahmudov, A. Kokhno // MOTROL. – 2007. – № 9А. – С. 119-123.

2. Іскович-Лотоцький Р.Д. Процеси та машини вібраційних та віброударних технологій [Текст] / Іскович-Лотоцький Р.Д., Обертюх Р.Р., Севастьянов І.В. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006. – 291 с.

3. Баби́чев А.П. Основы ви́брационной технологи́и [Текст] / А.П. Баби́чев, И.А. Баби́чев. – Ростов н/Д.: Издат. центр ДГТУ, 2008. – 694 с.

4. Берник П.С. Розвиток конструктивних та технологічних схем машин для обробки виробів в умовах вільного кінематичного зв'язку між деталями та робочим інструментом [Текст] / П.С. Берник, І.П. Паламарчук, І.Г. Липовий // Вібрації в техніці та технологіях. – 1998. – № 2 (6). – С. 21-29.

5. Иванов Н. Математическая модель гидропривода блочно-порционного отделителя консервированных кормов [Текст] / Н. Иванов, С. Шаргородский, В. Руткевич // MOTROL. – 2013. – №5. – С. 83-91.

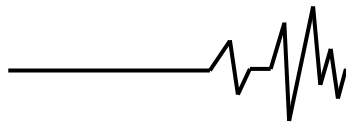
6. Руткевич В.С. Адаптивный гидравлический привод блочно-порционного відокремлювача консервованого корму [Текст] / В.С. Руткевич // Техніка, енергетика, транспорт АПК. – 2017. – №4(99). – С. 108-113.

7. Чубик Р.В. Ідентифікація критеріїв для енергозберігаючого керування віброприводами адаптивних вібромашин [Текст] / Р.В. Чубик, І.Д. Зелінський // Автоматизація виробничих процесів у машинобудуванні та приладобудуванні. – 2015. – Вип. 49. – С.107-111.

8. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини. Основи теорії і розрахунку [Текст]: підручник / Д.Г.Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков [та ін.]; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.

9. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: [Текст]: навчальний посібник / За ред. Д.Г. Войтюка, С.С. Яцун, М.Я. Довжик – Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. – 543 с.

10. Шмат С. І. Тенденції сталого розвитку сучасного сільськогосподарського машинобудування в Україні і за рубежом [Електронний ресурс] / С. І. Шмат, П. Г. Лузан, С. В. Колісник // КНТУ. – 2010. – Режим доступу: <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/4971>. – Заголовок з екрану.

**Список джерел у транслітерації**

1. Ratushna, N., & Mahmudov, I., & Kokhno, A. (2007) *Metodychni pidkhody do stvorennia novoi silskokhospodarskoi tekhniky u vidpovidnosti z vymohamy rynku naukoiemnoi produktsii* [Methodical approaches to the creation of new agricultural machinery in accordance with the demands of the market of science-intensive products]. MOTROL, № 9. 119-123 [in Ukrainian].

2. Iskovich-Lotoczkyi, R.D., Obertyuh, R.R. & Sevostyanov, I.V. (2006). *Procesy ta mashyny vibracijnyh ta vibroudarnykh tekhnologij* [Processes and machines of vibrating and vibro-impact technologies]. Vinnycia: UNIVERSUM-Vinnycia [in Ukrainian].

3. Babychev, A.P. & Babychev, Y.A. (2008) *Osnovi vybratsyonnoi tekhnolohiy* [Fundamentals of Vibration Technology]. Rostov n/D.: Yzdat. tsentr DHTU [in Russian].

4. Bernyk, P.S., Palamarchuk, I.P. & Lypovyi, I.H. (1998) *Rozvytok konstruktyvnykh ta tekhnolohichnykh skhem mashyn dlia obrobky vyrobiv v umovakh vilnoho kinematychnoho zv'iazku mizh detaliamy ta robochym instrumentom* [Development of design and technological schemes for processing products in conditions of a free kinematic connection between the parts of the working tool]. *Vibraciyi v tekhnici ta tekhnologiyah – Vibration in engineering and technology*, 2(6), 21-29 [in Ukrainian].

5. Ivanov, N., & Sharhorodskyi, S., & Rutkevych, V. (2013). *Matematicheskaia model hidropivoda blochno-portсионного otdelitelia konservovannykh kormov* [The mathematical model of the hydraulic drive of the block-portion separator of canned feed]. MOTROL, № 5, 83-91 [in Ukrainian].

6. Rutkevych V.S. (2017). *Adaptyvnyi hidravlichnyi pryvod blochno-portсионного vidokremliuvacha konservovanoho kormu* [Adaptive hydraulic drive block-portable of canned forage block-batch separator] *Vseukrainskyi naukovo-tekhnichniy zhurnal. Tekhnika, enerhetyka, transport APK. - All-Ukrainian Scientific and Technical Journal. Engineering, power engineering, transport of agroindustrial complexes*, 108-113 [in Ukraine].

7. Chubyk, R.V. & Zelinskyi, I.D. (2015) *Identyfikatsiia kryteriiv dlia enerhozberihaiuchoho keruvannia vibropy-*

vodamy adaptyvnykh vibromashyn [Identification of criteria for energy saving control of vibration drives of adaptive vibrating machines]. *Avtomatyzatsiia vyrobnychykh protsesiv u mashynobuduvanni ta pryladobuduvanni – Automation of production processes in machine building and instrument making*, 49, 107-111 [in Ukrainian].

8. Voitiuk, D.G. & Baranovskyi, V.M., & Bulgakov, V.M. (2005) *Silskogospodarcki mashyny Osnovy teorii i rozrakhunku: pidruchnyk*. [Product innovative policy]. K.: Vyshcha osvita, 2005. – 464 p.

9. Voitiuk, D.G. & Ytsun, S.S., & Dovzhyk M.Y. (2008) *Silskogospodarcki mashyny: Osnovy teorii i rozrakhunku*. [Product innovative policy]. [Agricultural Machines: The Basics of Theory and Calculation]: navchalnyi posibnik / Sumy: VTD "Universytetska knyga", 2008. – 543 p.

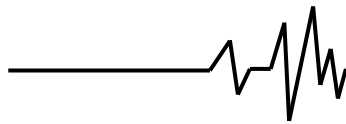
10. Shmat, S.I., & Luzan, S.V., & Kolisnyk, S.V. (2010) *Tendentsii stalogo rozvytku suchasnoho silskogospodarckogo mashynobuduvannia v Ukraini i za rubiezem* [Product innovative policy]. [Trends in Sustainable Development of Modern Agricultural Machinery in Ukraine and Abroad]. Retrieved from <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/4971>. / KNTU. – 2010. [in Ukrainian].

**РАЗРАБОТКА ШТАМБОВОГО
ВСТРЯХИВАТЕЛЯ ВИБРАЦИОННОГО ТИПА**

Предложено гидравлический вибратор, который используется в качестве автономного узла привода рабочих органов плодуборочных встряхивающих машин. Принцип действия данного вибратора заключается в создании в рабочей полости исполнительного гидроцилиндра пульсирующего давления. Конструктивные особенности гидравлического вибратора позволяют достигать высокой эксплуатационной надежности, небольшие габариты и обеспечивают нормальную работу без предохранительного клапана в гидросистеме.

На его основе создан встряхиватель плодов для обработки деревьев при непрерывном движении плодуборочных машин по длине ряда. Гидропривод вибратора осуществляет привод от базовой машины, на который монтируется плодуборочный агрегат.

Ключевые слова: гидропривод, гидравлический вибратор, пульсирующие устройство, предохранительный клапан, давление, жидкость, встряхиватель.

**DEVELOPMENT OF STABLE STRUCTURAL OF
VIBRATION TYPE**

The hydraulic vibrator is used, which is used as an autonomous unit of drive of working bodies of fruit harvesting shakers. The principle of operation of this vibrator is to create a working cylinder of the executive hydraulic cylinder pulsating pressure. Constructive features of a hydraulic vibrator allow to achieve high operational reliability, small dimensions and provide normal operation without a safety valve in the hydraulic

system.

On its basis, a fruit shaker was created for the processing of trees in the continuous motion of fruit harvesting machines along the length of a row. The hydropulse drive of the vibrator carries the drive from the base machine, which is mounted on the fruit and harvesting unit.

Keywords: hydropulse drive, hydraulic vibrator, pulsating device, safety valve, pressure, liquid, shaker.

Відомості про авторів

Веселовська Наталія Ростиславівна – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: wnatalia@ukr.net).

Руткевич Володимир Степанович – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: v_rut@ukr.net).

Яремчук Олександр Анатолійович – аспірант кафедри машин та обладнання сільськогосподарського виробництва Вінницького національного аграрного університету (вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: sanek_2407@ukr.net).

Веселовская Наталья Ростиславовна – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой машин и оборудования сельскохозяйственного производства Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечна, 3, г. Винница, Украина, 21008, e-mail: wnatalia@ukr.net).

Руткевич Владимир Степанович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры машин и оборудования сельскохозяйственного производства Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечна, 3, г. Винница, Украина, 21008, e-mail: v_rut@ukr.net).

Яремчук Александр Анатольевич – аспирант кафедры машин и оборудования сельскохозяйственного производства Винницкого национального аграрного университета (ул. Солнечна, 3, г. Винница, Украина, 21008, e-mail: sanek_2407@ukr.net).

Weselowskaya Natalia – Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Machinery and Equipment for Agricultural Production of Vinnytsia National Agrarian University (Sonyachna Str., 3, Vinnytsia, Ukraine, 21008, e-mail: wnatalia@ukr.net).

Rutkevych Volodymyr – Ph.D., Senior lecturer of the Department of Machinery and Equipment for Agricultural Production of Vinnytsia National Agrarian University (Sonyachna Str., 3, Vinnytsia, Ukraine, 21008, e-mail: v_rut@ukr.net).

Yaremchuk Oleksandr – postgraduate of the Department of Machinery and Equipment for Agricultural Production of Vinnytsia National Agrarian University (Sonyachna Str., 3, Vinnytsia, Ukraine, 21008, e-mail: sanek_2407@ukr.net).