

ОБЗОР МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УБОРКИ ОРЕХОВ

Костантин ЗЫРНЕСКУ^{1*}, Василий ПАВЛЮК²

¹Департамент Инженерия производства, докторант 2-го года, Факультет Инженерной механики, промышленности и транспорта, Технический Университет Молдовы, Кишинёв, Республика Молдова

²Департамент Инженерия производства, докторант 1-го года, Факультет Инженерной механики, промышленности и транспорт, Технический Университет Молдовы, Кишинёв, Республика Молдова

*Corresponding author: Костантин ЗЫРНЕСКУ, constantin.zirnescu@doctorat.utm.md

Научный руководитель: Юрий МЕЛЬНИК, доктор технических наук, конференциар университетар

Реферат. В статье приведен обзор машин и оборудования для уборки орехов, в рамках которого были изучены существующие технологии уборки орехов и основные конструктивные схемы машин и оборудования для уборки орехов с представлением их классификации и основных характеристик. Были выявлены преимущества и недостатки существующих технологий и машин для уборки орехов. Данный обзор даёт возможность выявить основные направления усовершенствования конструкции машин для уборки ореховых культур в условиях Республики Молдова, а на основе приведенного анализа были установлены основные критерии их классификации. Были выявлены основные и перспективные конструктивные схемы для совершенствования и дальнейшего исследования машин и оборудования для уборки орехов. В статье представлен анализ основных рабочих органов встряхивателей и выявлены проблемы, связанные с механизированной уборкой ореховых культур.

Ключевые слова: технология, производительность, встряхиватель орехов, параметры.

Rezumat. În articol s-a efectuat un studiu al mașinilor și utilajelor de recoltat nuci în cadrul cărui s-au analizat tehnologiile existente de recoltare în cultura nucului și schemele constructive de bază ale mașinilor și utilajelor agricole de recoltat nuci cu prezentarea clasificării lor și a caracteristicilor principale ale acestora. Au fost identificate avantajele și dezavantajele tehnologiilor și mașinilor existente pentru recoltarea nucilor. Studiul permite a identifica direcțiile principale în perfecționarea construcției mașinilor de recoltat culturi nucifere cu propunerea soluțiilor tehnice privind elaborarea ulterioară a schemelor constructive și perfecționarea organelor de lucru în condițiile Republicii Moldova și identificate cele mai raționale direcții de îmbunătățire a acestora, iar în baza analizei efectuate s-au stabilit criteriile principale de clasificare a lor. Au fost identificate schemele constructive esențiale și de perspectivă pentru perfecționarea și cercetarea ulterioară a mașinilor și utilajelor de recoltat culturi nucifere. În articol este prezentată o analiză a principalelor organe de lucru ale scuturatoarelor de nuci și identificate probleme ce țin de recoltarea mecanizată a culturilor nucifere.

Cuvinte cheie: tehnologie, capacitate de lucru, scuturător de nuci, parametri.

Введение

Сельскохозяйственный сектор Республики Молдова был и остается одним из основных опор национальной экономики и играет очень важную роль [1]. Плодородная почва и умеренно-континентальный климат дают Молдове конкурентное преимущество в с/х производстве.

Из плодовых культур орехи являются наиболее ценными и высоко котируемыми на мировом рынке. По питательным веществам орехи превосходят хлеб, мясо, молоко и широко используются в пищевой промышленности. Наибольшее распространение в

Молдове получил грецкий орех. Научно-практическое обеспечение ореховой отрасли Республики Молдова на протяжении многих лет сопровождают такие ученые и практики, как Рыбин В.А., Дорофеев П.П., Команич И.Г., Цуркану И.П., Жадан В.М. и другие [2].

Изучение и анализ существующих технологий показало, что в цепочке технологических операций выращивания грецкого ореха можно выявить достаточно большие проблемы. Актуальными проблемами в технологии выращивания грецкого ореха являются такие важные операции, как обрезка и опрыскивание высокорослых деревьев, обработка почвы вокруг них из-за большой кроны и сбор урожая. По большей части эти проблемы связаны с механизацией технологических процессов в сельском хозяйстве.

Сбор урожая это одна из важнейших операций в технологии возделывания плодовых культур. При этом сбор и товарная обработка плодов являются наиболее трудоемкими операциями в плодоводстве, затраты на которые даже в самых передовых специализированных садоводческих хозяйствах мира составляют в среднем 50–60% от общих затрат на выращивание плодов [2]. В условиях Республики Молдова это касается и к технологической операции по уборке плодов ореховых культур и оно связано с достаточно высокими затратами, в первую очередь, на использование ручного труда.

В настоящее время вопрос механизации уборки плодов грецкого ореха связан с усовершенствованием существующих конструкций машин, которые будут приспособлены для уборки плодов в плодоносящих насаждениях грецкого ореха, ввиду их морфологических особенностей: довольно больших размеров штамба, кроны и ветвей. Поэтому механизация уборки плодов с крупноштабных деревьев актуален. Его решение позволит прежде всего, поднять производительность труда, обеспечить полноту сбора выращенного урожая, поднять общий уровень механизации возделывания грецких орехов и решить социальную проблему по безопасности работ при уборке плодов [3, 4].

Машинные методы сбора урожая обеспечивают частичное решение проблемы, эффективно удаляя плоды с деревьев, снижая затраты на сбор урожая до 35–45% от общей себестоимости продукции, что способствует повышению общей эффективности производства [4, 5]. С целью облегчения выполнения трудоемких и повторяющихся задач возникает необходимость в разработке интеллектуальных и более эффективных машин, тем самым увеличивая их производительность.

Материалы и методы

Для проведения необходимого анализа существующих орехоуборочных машин и оборудования необходимо использование таких научных методов как индукция и дедукция, а в результате выявления преимуществ и недостатков исследуемых конструкций - использование сравнительного анализа. Классификация как метод упорядочения рассматриваемых машин даст возможность сгруппировать выявленные недостатки с целью усовершенствования рассматриваемых конструкций, а по результатам проведенного анализа сделать общие выводы и рекомендации.

На основании метода системного анализа наиболее перспективных технологий и конструкций машин для уборки орехов необходимо определиться с требованиями предъявленными как к процессу уборки, так и к техническим уборочным средствам.

Результаты и обсуждения

В существующих технологиях уборки орехов уборку начинают после полного созревания грецкого ореха, то есть когда начал трескаться зеленый околоплодник. Процесс уборки орехов включает в себя несколько основных операций: встряхивание, подбор орехов, погрузка в транспортные средства, транспортировка плодов на склад. В зависимости от применяемой технологии уборки плодов необходим тот или иной комплекс машин для проведения уборочных работ [5].

В зависимости от объема производства и уровня механизации различают следующие способы уборки орехов: ручной, полумеханизированный и механизированный [5, 7].

Ручной способ уборки подразумевает сбивание орехов с дерева палкой или ручное встряхивание веток с последующим *ручным сбором* или *простыми орехосборниками*. Данный способ не является безопасным и производительным, так как требует огромных трудовых и финансовых затрат.

Полумеханизированный способ уборки представляет собой способ, при котором встряхивание осуществляется *встряхивателями* деревьев, а сбор выполняется вручную или орехосборниками. Данный способ считается более безопасным и производительным по сравнению с предыдущим и не имеет большого негативного влияния на дерево и его корневую систему, но не предполагает значительного сокращения сборщиков ореха.

Механизированный способ уборки это тот случай когда не только процесс встряхивания *механизирован*, но и сбор орехов *автоматизирован*. При данном способе уборки значительно сокращается задействованный штат персонала, увеличивается производительность труда и безопасность. Поэтому в промышленных садах для уборки урожая плодов используются специальные инструменты и уборочное оборудование, что позволяет быстро и с минимальными затратами собрать урожай. Из всех способов уборки плодов наиболее перспективным и экономически выгодным является механизированный, обеспечивающий увеличение производительности труда в 5 – 12 раз.

Существуют 2 способа механизированной уборки: *однофазный способ*, когда встряхивающая установка оборудована улавливателем плодов или используются в тандеме встряхиватель с улавливателем и дополнительный подбор исключается, и *двухфазный или раздельный*, который включает операцию встряхивания плодов на землю, а потом подбор орехов с помощью специальных подборщиков. Примером первой группы машин для уборки однофазным способом является комбайн для уборки плодов Maja WEREMCZUK (рис. 1) [4, 8].



Рисунок 1. Комбайн для уборки плодов Maja WEREMCZUK:

1 – ствол дерева; 2 – подвижная штанга с приспособлением для зажима ствола;
3 – гидросистема для управления механизмами; 4 – вибратор; 5 – вентилятор;
6 – транспортер продольный; 7 – улавливающее устройство.

Из второй группы машин для уборки раздельным способом можно отметить встряхиватель Tornado, который служит для уборки ореха, миндаля и фундука, а также вишни и сливы (рис. 2) [9]. Он может работать на любом типе орехоплодных культур (молодые или взрослые деревья) и любом рельефе (плоский или холмистый) (рис. 2). В данной модели присутствует настройка нескольких уровней вибрации, в зависимости от того, какое дерево необходимо встряхивать, молодое или старое, выставляется разная амплитуда и интенсивность вибрации.

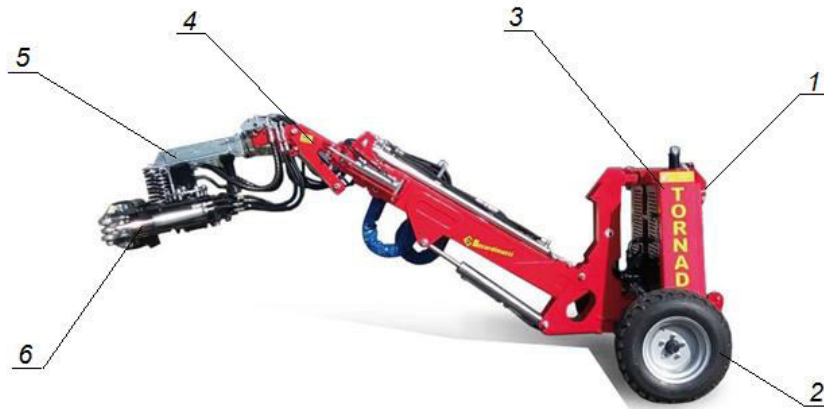


Рисунок 2. Встряхиватель Tornado:

1 - рама встряхивателя; 2 - опорные колеса; 3 - гидросистема с поршневым вибронасосом; 4 - телескопическая стрела; 5 - вибратор (гидромотор на вибрирующей головке); 6 - приспособление для зажима ствола дерева.

Существующие орехоуборочные машины в основном созданы на основе плодуборочных комбайнов для яблоневых, сливовых, вишневых и т. д. садов [4-10]. Изучение конструкции этих машин, а также еще большой гаммы технических средств для уборки орехов, что существуют на сегодняшний день были установлены следующие критерии их классификации:

1. По способу соединения с энергетическим средством (трактором):

- прицепные;
- навесные;
- самоходные.

2. По назначению:

- для встряхивания;
- для сбора с земли или с деревьев;
- для встряхивания и сбора.

3. По принципу работы:

- вибрационные;
- с использованием воздушных потоков;
- ротационные;
- с использованием комбинаций различных механизмов.

4. По уровню автоматизации:

- полуавтоматизированные;
- автоматизированные.

Проведенный анализ, изучение научной литературы и предварительные теоретические исследования с целью совершенствования конструкции вибрационных машин для уборки орехов позволил определить требования предъявляемые к процессу уборки и уборочным машинам и оборудованию:

- количество поврежденных плодов не должно превышать 1%;
- допускаются локальные повреждения коры деревьев, не влияющие на жизнедеятельность растений;
- количество плодов, остающихся на дереве, не должно превышать 50 шт на одну скелетную ветвь;
- время непрерывных колебаний не должно превышать 10 секунд;
- улавливающее устройство должно улавливать не менее 95% плодов;
- вибрирующий стержень должен иметь подъем и опускание в вертикальной плоскости, а нижнее положение центра захвата должно быть не менее 0,5 м от уровня земли;

- подъем и опускание штанги должны быть плавными и, в целом, не повреждать дерева.

При уборке орехов к почве, также, предъявляются определённые требования. За 10 - 15 дней до уборки она должна быть ровной и прикатанной, а если в саду газон, то он должен быть подстрижен. Для этой цели применяют специальные почвообрабатывающие орудия, совмещающие операции выравнивания и прикатывания почвы, или косилки высокой производительности с низким срезом.

Следует отметить, что в современных технологиях используется с/х техника для механизированной уборки грецких орехов, сочетающая в себе как механизмы стряхивания деревьев, так и механизмы сбора плодов в специальные бункеры машины или непосредственно с земли с помощью мощных пылесосов. У них есть свои преимущества и недостатки, но можно с уверенностью сказать, что эти машины не в полной мере пригодны для использования в условиях Республики Молдова, в первую очередь из-за высоких первоначальных капиталовложений на приобретение комбайнов и комплекта специального технологического оборудования для уборки и последующей дополнительной обработки плодов.

Из анализа конструкций плодуборочных машин установлено, что одним из наиболее распространенных недостатков стряхивателей является передача вибраций на трактор или раму прицепного комбайна. Поэтому вибрационное устройство 6 (рис. 3) должно решить эту основную задачу садов [4].

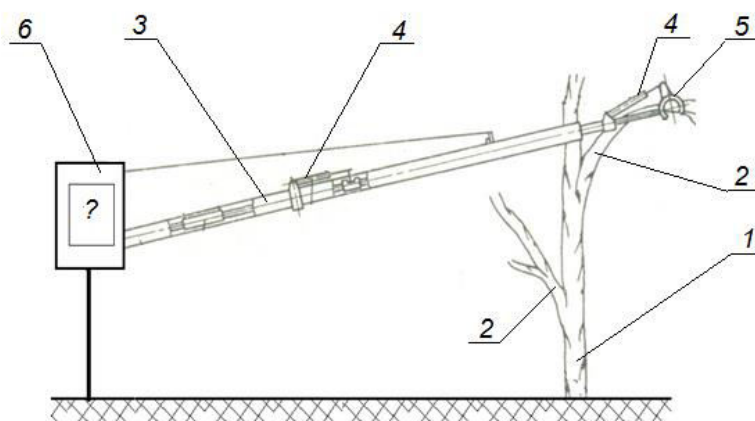


Рисунок 3. Встряхиватель:

- 1 - ствол дерева; 2 - ветви ореха; 3 - штанга с приспособлением для зажима ствола;
4 - гидроцилиндр; 5 - приспособление для зажима ствола (веток); 6 – вибратор.

Вибратор 6 и его приводной механизм являются основными элементами разрабатываемой конструкции. Устройство 5 для зажима ствола или ветки дерева, также, важно для процесса тряски и дальнейшей жизни плодового дерева, так как это обусловлено воздействием интенсивности вибраций на кору и корневую систему. Поэтому для совершенствования конструкции машины для встряхивания орехоплодных культур необходимо также изучать сам процесс стряхивания.

Итак, изучение теоретических предпосылок технологического процесса встряхивания плодов грецкого ореха с обоснованием основных параметров, влияющих на процесс отрыва плодов и их падения на землю, является одним из важнейших элементов, влияющих на производительность машины и качественные параметры ее работы.

Так как сбор орехов подразумевает обязательное встряхивание, такой метод может крайне негативно повлиять на само плодоносящее дерево, что приводит к повреждению коры, вызывая отмирание стволов, развитие болезней и, как следствие падение урожая в последующие годы. С целью минимизации травмирования дерева следует исследовать как

величина амплитуды колебаний и её продолжительность влияет на само дерево в зависимости от возраста дерева, диаметра и высоты захвата ствола.

Выводы:

1. Изучение и анализ существующих технологий показало, что в цепочке технологических операций по выращиванию орехоплодных культур существуют достаточно большие проблемы, а уборка урожая является одной из важнейших и наиболее трудоемкой технологической операцией, в которой, затраты на сбор и товарную переработку плодов составляют не менее 50-60% от общих затрат на выращивание плодов.

2. Предлагаемая классификация машин для уборки орехов указывает на область в которой намечаются дальнейшие исследования по разработке и совершенствованию конструкции машин и технологического оборудования.

3. В результате изучения существующих конструкций плодуборочных машин и специальной научной литературы были определены основные требования к процессу механизированной уборки орехоплодных культур.

4. Установлено, что передача вибраций на трактор или раму комбайна является одним из наиболее распространенных недостатков при встряхивании ореховых деревьев.

5. Дальнейшее изучение теоретических предпосылок технологического процесса стряхивания орехов с обоснованием основных параметров, влияющих на процесс отрыва плода и его падения на землю, является одним из важнейших элементов, влияющих на производительность машины и качественные показатели ее работы.

Библиографический список

- [1] JOINT STAFF WORKING DOCUMENT: Recovery, resilience and reform: post 2020 Eastern Partnership priorities, 2021 www.oecd.org/eurasia/competitiveness-programme/eastern-partners/Promoting-Exports-and-SupplyChain-Linkages-in-the-Food-Industry-in-the-Republic-of-Moldova-RUS.pdf.
- [2] <https://fermer.ru/content/vstuplenie-v-orehovodstvo-chast-2-347089>
- [3] ЦУРКАНУ, И. Грецкий орех. Кишинэу: Tip. centrală, 2004. 148 с. ISBN 9975-78-282-5.
- [4] MELNIC, Iu., MELNIC, A., TKACHUK, V., ZÎRNESCU, C. Current problems of walnuts growing technology. În: *International Scientific Journal "Mechanization in agriculture & Conserving of the resources"*, Issue 2, 2023. pp.56-59. ISSN print 2603-3704, ISSN web 2603-3712. <https://stumejournals.com/journals/am/2023/2>
- [5] БРАДУ, Н., БЫЧКОВ, В. Механизация работ в плодоводстве. Кишинев: Картя молдовеняскэ, 1981. 143 с.
- [6] https://www.newtechagro.ru/inform2/konstruktsii_mashin.html
- [7] ВАРЛАМОВ, Г. Машины для уборки фруктов. М., «Машиностроение», 1978. 216 с.
- [8] JAGODA JPS Agromachines <https://jagoda.com.pl/ru/>
- [9] «Встряхиватель для сбора урожая орех, миндаля, вишни, слив - Торнадо» <https://toweringnuts.com/ru/product/vibrator-for-harvesting-tornado/>
- [10] <https://d3pcsg2wj9izr.cloudfront.net/files/download/677545/2.pdf>