

---

Шекихачева Л. З.

Shekikhacheva L. Z.

**РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ УЛАВЛИВАЮЩИХ УСТРОЙСТВ  
ПЛОДОУБОРОЧНЫХ АГРЕГАТОВ**

**CALCULATION OF PARAMETERS OF TRAPPING DEVICES  
OF FRUIT HARVESTING UNITS**

---

Улавливающие устройства являются одним из главных узлов плодуборочных агрегатов. По способу агрегатирования они могут быть подразделены на четыре основных типа: переносные (передвигаемые вручную), навесные, прицепные и самоходные. Улавливающие поверхности переносных (передвигаемых вручную) и навесных устройств, как правило, пассивные, а прицепных и самоходных могут быть пассивными и активными. Конструктивное исполнение улавливающих устройств крайне разнообразно. Качество плодов, убираемых механизированным способом, в значительной степени зависит от конструкции улавливающего устройства, которое должно обеспечивать возможно более полное улавливание опадающих плодов при наименьших повреждениях. При этом, улавливающие устройства должны иметь минимально возможные габариты, небольшую массу, а их конструкция должна обеспечивать удобство маневрирования при минимальном количестве обслуживающего персонала. Повреждаемость плодов зависит от типа приемной поверхности, закона (характера) их опадения по времени и от распределения по площади проекции кроны. Габариты улавливающего устройства любого типа зависят от размеров деревьев и степени разброса плодов при механизированной уборке. По агротехническим требованиям улавливающее устройство должно обеспечивать прием не менее 95% снятых с дерева плодов. Необоснованное увеличение размеров приемной улавливающей поверхности снижает маневренность, повышает массу улавливателя и, как правило, ухудшает его эксплуатационные показатели.

**Ключевые слова:** садоводство, плодовые насаждения, плоды, уборка, улавливание, машина, режим работы.

*Trapping devices are one of the main units of fruit harvesting units. According to the aggregation method, they can be divided into four main types: portable (manually movable), hinged, trailer and self-propelled. The trapping surfaces of portable (manually movable) and hinged devices are generally passive and the trailer and self-propelled can be passive and active. The design of the trapping devices is extremely diverse. The quality of the mechanically retractable fruit depends to a large extent on the design of the trapping device, which should provide the fullest possible trapping of the falling fruit with the least damage. At the same time, the catching devices should have the minimum possible dimensions, a small mass, and their design should provide convenience of maneuvering with the minimum number of maintenance personnel. The damage of fruits depends on the type of receiving surface, the law (character) of their fall by time and on the distribution over the area of the crown projection. The dimensions of any type of trapping device depend on the size of the trees and the extent of the spread of the fruit during mechanized harvesting. According to agricultural requirements, the trapping device should ensure reception of at least 95% of the fruits removed from the tree. The unjustified increase in the size of the receiving trapping surface reduces maneuverability, increases the mass of the trapping device and generally impairs its performance.*

**Key words:** Horticulture, fruit plantations, fruits, harvesting, trapping, machine, mode of operation.

---

**Шекихачева Людмила Зачиевна** –  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент  
кафедры землеустройства и экспертизы  
недвижимости, ФГБОУ ВО Кабардино-  
Балкарский ГАУ, Нальчик  
Тел.: 8 928 084 16 87  
E-mail: sh-ludmila-z@mail.ru

**Shekikhacheva Lyudmila Zachiyevna** –  
Candidate of Agricultural Sciences, Associate  
Professor of the Department of Land Management  
and Cadasters, FSBEI HE Kabardino-Balkarian  
SAU, Nalchik  
Tel.: 8 928 084 16 87  
E-mail: sh-ludmila-z@mail.ru

**Введение.** Механизация садоводства вообще и уборки плодов в частности – очень сложный процесс [1-8]. Высокая чувствительность их к повреждениям, разбросанность внутри кроны дерева, большое разнообразие форм и размеров крон – все эти обстоятельства сильно затрудняют создание и применение средств для механизированной уборки урожая в садах [9, 10].

Известно много способов одновременного съема большой массы плодов, но распространение получили машины, работающие по принципу стряхивания. Такие машины состоят из стряхивателя и улавливателя. Принцип работы их заключается в следующем: под крону дерева подводят улавливающее устройство, специальным захватом стряхивателя-зажимают штаб или скелетную ветвь дерева. Механизмом вибрации стряхивателя дереву сообщают колебания, под действием которых плоды осыпаются и падают на улавливающую поверхность. С нее плоды поступает на движущиеся транспортеры, которые подают их в тару. Стряхиватель компонуют на отдельном движителе или в одном агрегате с улавливателем. Наиболее распространенные типы улавливателей – металлические рамы, обтянутые полотном, или щиты, покрытые мягким материалом. Плоскости, как правило, установлены под углом к вертикали для скатывания с них плодов. Также нашли применение активные улавливающие поверхности, которые в процессе работы движутся и подают плоды на выносные транспортеры.

Закон опадения плодов зависит от многих факторов, к числу которых могут быть отнесены: урожай на дереве, прочность связи плодов с ветвями, сорт, степень спелости и расположение плодов на ветвях, положение самой ветви, режимы работы плодуборочной машины и др. Определить

закон опадения плодов в связи с этим крайне трудно как теоретическим, так и экспериментальным путем.

Основная масса плодов опадает во вторую треть общего времени колебания, которое для многих сортов семечковых, косточковых и орехоплодных культур исчисляется 3-5 с. Подобные условия при вибрационном способе уборки позволяют предположить, что массовое опадение плодов может привести к их значительным повреждениям в результате соударений на улавливающей поверхности. Во время перерыва между толчками яблоки, упавшие на приемную поверхность, успевают скатиться вниз и освободить улавливающую поверхность для приема очередной порции плодов.

**Результаты исследования.** Для исключения повреждения плода, падающего на пассивную приемную поверхность, необходимо, чтобы вся кинетическая энергия плода  $T_0$  полностью переходила в энергию деформации улавливающей поверхности. Коэффициент передачи энергии  $\eta$  улавливателю ударившимся о него плодом определяется по формуле:

$$\eta = \frac{T_1}{T_0}, \quad (1)$$

где:

$T_1$  – дополнительная энергия, которую получает улавливатель после удара.

Используя закон сохранения количества движения и формулу для определения коэффициента восстановления при ударе в случае неподвижной улавливающей поверхности, получим следующее выражение для коэффициента передачи энергии улавливателю:

$$\eta = (1 - K)^2 \frac{m_{II} m_Y}{(m_{II} + m_Y)^2}, \quad (2)$$

где:

$K$  – коэффициент восстановления;

$m_{\Pi}, m_{\nu}$  – масса плода и улавливателя.

При рассмотрении удара плода о пассивную приемную поверхность из брезента (полотна, пластмассы и т. п.) можно пользоваться энергетическим методом. Суть метода заключается в том, что максимальное динамическое перемещение улавливателя определяют из условия полного превращения кинетической энергии падающего плода в потенциальную энергию поверхности соударения:

$$\frac{m_{\nu} v_{\Pi}^2}{2} = \frac{C \delta_D^2}{2}, \quad (3)$$

где:

$v_{\Pi}$  – скорость плода до удара;

$C$  – коэффициент жесткости;

$\delta_D$  – динамическое перемещение улавливающей поверхности.

Коэффициент передачи энергии натянутому полотну:

$$\eta = \frac{C \delta_D^2}{m_{\nu} v_{\Pi}^2}. \quad (4)$$

Упругость полотна  $C$  может быть представлена в виде статической силы  $P$ , необходимой для создания единичного перемещения,

$$C = \frac{P}{\delta_C}, \quad (5)$$

где:

$\delta_C$  – статическое перемещение.

Упругость полотна  $C$  зависит от свойств материала, его размеров и степени натяжения. Как показали исследования, наиболее важной величиной из всех перечисленных является степень натяжения материала, которую удобнее характеризовать стрелой провисания  $f$ .

Таким образом, при использовании пассивных улавливающих поверхностей наблюдается трудноразрешимое противоречие: с одной стороны, необходимы слабое натяжение полотна и малый угол наклона, а с другой – значения этих величин должны быть возможно большими, чтобы обеспечить хорошее скатывание плодов и поточность всего процесса уборки. Отсюда

можно сделать вывод, что улавливатели с пассивной приемной поверхностью могут быть рекомендованы для применения на плодуборочных агрегатах, предназначенных для уборки относительно твердых плодов. Они могут быть использованы также для уборки нежных плодов, если последние идут сразу на переработку.

При использовании улавливателей с активной приемной поверхностью основное назначение амортизирующих лент, капроновых щнуров, вальцов и т. п. сводится к гашению скорости и кинетической энергии падающих плодов при встрече с улавливающей поверхностью. Эффект от применения активных поверхностей достигается при правильном расположении щнуров, лент и вальцов, а также при правильном выборе их габаритных размеров, натяжения и других факторов.

При падении плодов на активную приемную поверхность в виде движущегося транспортера происходят частично упругий и неупругий удары. Предполагая, что скорость транспортерной ленты до и после удара неизменна, получим скорость плода после удара:

$$u_{\Pi} = K v_{\Pi}, \quad (6)$$

где:

$v_{\Pi}$  – скорость плода до удара.

Коэффициент передачи энергии улавливателю с учетом выражения (6) будет:

$$\eta = \left(1 - \frac{u_{\Pi}}{v_{\Pi}}\right)^2 \frac{m_{\Pi} m_{\nu}}{(m_{\Pi} + m_{\nu})^2}. \quad (7)$$

Значительная ширина транспортерных лент улавливающих устройств и их большое натяжение для обеспечения нормальной работы, а также наличие планок на транспортере для увеличения жесткости приемной поверхности не дают возможности снизить коэффициент восстановления  $K$  до необходимого значения. Поэтому удар о ленту движущегося транспортера без особой погрешности можно считать близким по характеру к удару о твердую движущуюся поверхность. Эксперименты подтвердили эту гипотезу. В результате был сделан один из важных выводов о том, что применение активной приемной поверхности в виде движущегося транспортера возможно только

в случае предварительного гашения кинетической энергии падающих плодов.

Гашение энергии можно осуществить уменьшением коэффициента восстановления, покрывая движущуюся поверхность эластичным материалом, или установкой на пути падающих плодов специальных гасителей в виде лент,

При первом способе гашения кинетической энергии путем уменьшения коэффициента восстановления не решается вопрос об устранении соударений плодов на приемной поверхности.

Второй способ гашения кинетической энергии падающих плодов установкой над движущейся или пассивной скатными поверхностями специальных амортизирующих лент дает некоторый эффект по снижению повреждаемости плодов.

Коэффициент передачи энергии амортизирующей ленте и ее упругость, так же как и для пассивной поверхности из полотна, определяют по формулам (4) и (5).

**Выводы.** 1. Установлено, что амортизирующие ленты из полотна, брезента, парусины шириной 70-100 мм должны иметь свободное провисание, быть наклонены к горизонту в пределах 6-8° и расположены в два яруса с перекрытием.

### Литература

1. *Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Fiapshev A.G., Hazhmetov L.M., Ashabokov Kh Kh.* Energy efficiency of improvement of agriculture optimization technology and machine complex optimization // E3S Web of Conferences / International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems 2019 (SES-2019). – Vol. 124. – 2019. – 05054.
2. *Шомахов Л.А., Шекихачев Ю.А., Балкаров Р.А.* Машины по уходу за почвой в садах на горных склонах // Садоводство и виноградарство. – 1999. – №1. – С. 7.
3. *Хажметова А.Л., Апазhev А.К., Шекихачев Ю.А., Хажметов Л.М., Фиапшев А.Г.* Технологическое и техническое обеспечение повышения эффективности интенсивного горного и предгорного садоводства // Техника и оборудование для села. – 2019. – №6(264). – С. 23-28.
4. *Apazhev A., Smelik V., Shekikhachev Y., Hazhmetov L.* Combined unit for preparation of soil for sowing grain crops // Engineering for

Построенные по этим рекомендациям улавливающие устройства испытаны на уборке яблок. Нестандартных плодов получено в среднем около 13% против 30% при отсутствии амортизирующих лент.

2. Улавливающие приемные поверхности в виде движущихся транспортеров в сочетании с двумя-тремя рядами амортизирующих лент могут быть рекомендованы для применения на отечественных плодородных агрегатах.

3. Амортизирующие ленты из полотна, брезента, парусины сильно реагируют на изменение влажности окружающей среды, что приводит, как правило, к изменению их натяжения и угла наклона к горизонту, а это, в свою очередь, вызывает ухудшение качества плодов при механизированной уборке.

4. Дальнейшее совершенствование плодородных машин должно идти по пути определения оптимальных конструктивных и кинематических параметров лопастных вальцов и скатных поверхностей. В частности, необходимо установить оптимальное количество лопастей, диаметр и окружную скорость вальца, а также оптимальное покрытие (толщину и вид материала) скатной поверхности.

Rural Development. – 2019. – 18. – С. 192-198. – DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N235.

### References

1. *Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Fiapshev A.G., Hazhmetov L.M., Ashabokov Kh Kh.* Energy efficiency of improvement of agriculture optimization technology and machine complex optimization // E3S Web of Conferences / International Scientific and Technical Conference Smart Energy Systems 2019 (SES-2019). – 2019. – Vol. 124. – 05054.
2. *Shomahov L.A., Shekihachev Y.A., Balkarov R.A.* Mashiny po uходу za pochvoj v sadah na gornyh sklonah // Sadovodstvo i vinogradarstvo. – 1999. – №1. – S. 7.
3. *Hazhmetova A.L., Apazhev A.K., Shekihachev Y.A., Hazhmetov L.M., Fiapshev A.G.* Tekhnologicheskoe i tekhnicheskoe obespechenie povysheniya effektivnosti intensivnogo gornogo i predgornogo sadovodstva // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. – 2019. – №6(264). – S. 23-28.

4. *Apazhev A., Smelik V., Shekikhachev Y., Hazhmetov L.* Combined unit for preparation of soil for sowing grain crops // *Engineering for Rural Development*. – 2019. – 18. – S. 192-198. – DOI: 10.22616/ERDev2019.18.N235.

5. *Apazhev A.K., Fiaphev A.G., Shekikhachev Y.A., Hazhmetov L.M., Shekikhacheva L.Z.* Modeling the operation process of the unit for processing row-spacings of fruit plantings // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2019. – 315(5). – 052023. – DOI:10.1088/1755-1315/315/5/052023.

6. *Анхудов Т.М., Анажеев А.К., Шекихачев Ю.А.* Математическое моделирование процесса измельчения плодовых ветвей роторным измельчителем // *Техника и оборудование для села*. – 2019. – №9(267). – С. 21-24.

7. *Ашабоков Х.Х., Анажеев А.К., Шекихачев Ю.А., Хажметов Л.М., Фиапшев А.Г.* Оптимизация параметров и режимов работы пахотно-фрезерного агрегата по критерию минимума тягового сопротивления // *АгроЭкоИнфо*. – 2019. – №2(36). – С. 32.

8. *Хажметова А.Л., Анажеев А.К., Шекихачев Ю.А., Хажметов Л.М., Фиапшев А.Г.* Оптимизация параметров и режимов работы фрезерного рабочего органа агрегата для обработки междурядий и приствольных полос плодовых насаждений // *АгроЭкоИнфо*. – 2019. – №3(37). – С. 37.

9. *Анажеев А.К., Шекихачев Ю.А.* Исследование режимов работы плодуборочных машин // *Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова*. – 2020. – №1(27). – С. 75-79.

10. *Шекихачев Ю.А., Шекихачева Л.З.* Анализ показателей работы плодуборочных машин // *Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова*. – 2020. – №2(28). – С. 131-136.

315(5). – 052023. – DOI:10.1088/1755-1315/315/5/052023.

6. *Aphudov T.M., Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A.* Matematicheskoe modelirovanie processa izmel'cheniya plodovykh vetvej rotornym izmel'chitelem // *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. – 2019. – №9(267). – С. 21-24.

7. *Ashabokov H.H., Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Hazhmetov L.M., Fiapshev A.G.* Optimizaciya parametrov i rezhimov raboty pahotno-frezernogo agregata po kriteriyu minimuma tyagovogo soprotivleniya // *AgroEkoInfo*. – 2019. – №2(36). – С. 32.

8. *Hazhmetova A.L., Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A., Hazhmetov L.M., Fiapshev A.G.* Optimizaciya parametrov i rezhimov raboty frezernogo rabocheho organa agregata dlya obrabotki mezhduryadij i pristvol'nyh polos plodovykh nasazhdenij // *AgroEkoInfo*. – 2019. – №3(37). – С. 37.

9. *Apazhev A.K., Shekikhachev Y.A.* Issledovanie rezhimov raboty ploduborochnykh mashin // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V.M. Kokova*. – 2020. – №1(27). – С. 75-79.

10. *Shekikhachev Y.A., Shekikhacheva L.Z.* Analiz pokazatelej raboty ploduborochnykh mashin // *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta im. V.M. Kokova*. – 2020. – №2(28). – С. 131-136.

5. *Apazhev A.K., Fiaphev A.G., Shekikhachev Y.A., Hazhmetov L.M., Shekikhacheva L.Z.* Modeling the operation process of the unit for processing row-spacings of fruit plantings // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. – 2019. –

