

Шекихачев Ю. А., Шекихачева Л. З.

Shekikhachev Y. A., Shekikhacheva L. Z.

## АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ПЛОДОУБОРОЧНЫХ МАШИН

### ANALYSIS OF PERFORMANCE INDICATORS OF FRUIT HARVESTING MACHINES

*Полнота съема плодов в существенной мере определяется высотой расположения места контакта рабочего органа машины от поверхности садового участка (или расстоянием места захвата ветки плодового дерева от места его расположения на стволе). Продолжительность колебаний плодового насаждения, являющееся третьим фактором, оказывающим влияние на полноту съема плодов, относительно мала и в среднем равна: слива – 1,5-3,1 с; вишня – 3-6 с; черешня – 5-8 с; миндаль и абрикосы – 2-3,5 с; яблоки – 2,5-5 с; орех – 3-5 с; фундук – 4-7 с. Исключение составляют отдельные сорта, как правило, не имеющие ярко выраженного проводника. Продолжительность колебаний плодового насаждения тесно связана с характеристиками кроны. Прямостоящие, пирамидального типа плодовые насаждения с плодами, расположенными преимущественно внутри кроны, легче (быстрее) отрясаются, чем плодовые насаждения с разветвленной кроной и плодами, расположенными по периферии. Однако при проходе через крону плодового насаждения опадающие плоды ударяются о расположенные внизу ветки, и количество травмированных плодов повышается. Плодовые насаждения с низким штамбом и неярко выраженным проводником отрясаются значительно хуже, подъезд к таким деревьям затруднен, захват сложен, а в отдельных случаях просто невозможен. Степень зрелости плодов оказывает влияние на полноту съема незначительно, но существенно влияет на съем плодов с плодоножками и без них (в особенности это касается слив, вишен и черешен). Если плоды снимаются с дерева без плодоножек с разрывом кожицы в месте соединения с плодоножкой (мокрый отрыв), то они не могут храниться длительное время – быстро загнивают в месте разрыва кожицы.*

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

*The completeness of fruit removal is determined to a significant extent by the height of the place of contact of the machine tool from the surface of the garden section (or by the distance of the place of capture of the fruit tree branch from the place of its location on the barrel). Duration of fruit planting fluctuations, which is the third factor affecting the completeness of fruit removal, is relatively small and on average equal to: drain – 1,5-3,1 s; Cherry – 3-6 s; Cherry – 5-8 s; Almonds and apricots – 2-3,5 s; Apples – 2,5-5 s; Nut – 3-5 s; Funduk – 4-7 s. The exception is individual varieties, usually without a pronounced conductor. The duration of the variation of the fruit plantation is closely related to the crown characteristics. Straight, pyramidal type fruit plantations with fruits located mainly inside the crown are lighter (faster) to shake than fruit plantations with branched crown and fruits located around the periphery. However, when passing through the crown of the fruit plantation, the falling fruits hit the branches located below, and the number of injured fruits increases. Fruit plantations with a low stone and a non-bright conductor shake much worse, access to such trees is difficult, capture is complex, and in some cases simply impossible. The degree of maturity of the fruit has little effect on the completeness of the collection, but has a significant impact on the consumption of the fruit with and without the fruits (especially with regard to plums, cherries). If the fruits are removed from the tree without pedicles with skin rupture at the site of connection with the pedicle (wet break), they cannot be stored for a long time – they are quickly rotted at the site of skin rupture.*

**Key words:** horticulture, fruit plantations, fruits, cleaning, machine, vibration, mode of operation.

**Шекихачев Юрий Ахметханович –**

доктор технических наук, профессор кафедры технической механики и физики, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик  
Тел.: 8 928 077 33 77  
E-mail: shek-fmep@mail.ru

**Shekikhachev Yuri Akhmetkhanovich –**

Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Technical Mechanics and Physics, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik  
Tel.: 8 928 077 33 77  
E-mail: shek-fmep@mail.ru

**Шекихачева Людмила Зачиевна –**

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры землеустройства и экспертизы недвижимости, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, Нальчик

**Shekikhacheva Lyudmila Zachievna –**

Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Land Management and Cadasters, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

---

**Введение.** Полнота съема урожая в значительной мере определяется режимом работы (частота и амплитуда колебаний) машины, обеспечивающего колебание плодового насаждения, временем колебания, высотой расположения места захвата ствола над поверхностью почвы или ветки от места отхода от ствола, а также массой отдельных плодов и всего урожая плодового насаждения, степенью созревания плодов и характеристиками кроны, высотой плодового дерева и диаметром (шириной) его кроны.

В случае, когда амплитуда колебания вибратора постоянна, то чем больше это значение, тем выше полнота съема плодов. Анализ кривых полноты съема плодов свидетельствует о том, что их характер одинаков практически для всех видов плодовых деревьев. Оптимальными частотными и амплитудными режимами работы плодуборочных машин, обеспечивающих максимальную полноту съема плодов, для различных видов плодовых деревьев являются различные величины.

**Результаты исследования.** Взаимосвязь полноты съема плодов (в %), частоты и амплитуды колебания при среднем времени колебания деревьев, которое определяют экспериментально, в первом приближении выражается следующим эмпирическим уравнением:

$$Q = 100 \left( 1 - e^{-kns^{1,5}} \right), \quad (1)$$

где:

$k$  – постоянный коэффициент;

$s$  – ход штока, м;

$n$  – частота вращения кривошипа, об/мин.

Количество урожая на плодном дереве влияет, главным образом, на производительность машины [1-6]. Однако, чем больше этот показатель, тем выше характеристики полноты съема плодовой продукции. На полноту съема значительно влияют весовые характеристики плодов. С увеличением массы плодов повышается легкость и быстрота их отрыва от места крепления, благодаря повышенным инерционным силам, которые возникают при колебательном движении.

В результате снятия урожая с плодовых насаждений с использованием плодуборочных машин возникает ворох, состоящий из здоровых плодов, травмированных, снятых вместе с плодоножками и без, а также гнилых плодов, сбитых плодовых образований и листьев.

В ходе исследования процесса работы плодуборочных машин руководствовались количеством травмированных плодов, которое влияет на общую оценку машинного сбора и количеством сбитых плодовых образований, влияющее на последующее плодоношение плодового насаждения. Наряду с этими двумя основными факторами при исследовании учитывался сьем листьев.

Степень повреждения плодов определяется размерами и конструктивными особенностями улавливателя, степенью созревания урожая во время уборочных работ, урожаем плодов, массой конкретных плодов, характеристиками кроны, размерами плодового насаждения и режимом работы машины.

Что касается влияния конкретных факторов на степень повреждения урожая при

их уборке с использованием плодуборочных машин, то их учет затруднителен. Тем более, что качество работы машины можно в полной мере оценить, только учитывая совокупное действие всех факторов.

Количество повреждений урожая также определяется степенью зрелости плодов: чем больше спелость, тем значительнее повреждения.

С увеличением веса отдельных плодов степень повреждения урожая увеличивается. Это легко объясняется разной энергией удара, которую имеют различные по массе падающие плоды.

Основные факторы, оказывающие влияние на степень повреждения урожая: размерные характеристики и конструктивные особенности улавливателя. Анализ качественных показателей машинной уборки слив и абрикосов показал, что они, в основном, соответствуют агротехническим требованиям: повреждаются плоды мало, размер естественного брака невелик. Производительность машинной уборки примерно в 2 раза выше, чем при уборке вручную.

Что касается вишни и черешни, то при машинной уборке их повреждения также невелики и соответствуют агротехническим требованиям. Однако, в данном случае наряду с обычными повреждениями, определяющим является наличие и количество плодов без плодоножек. При этом отрыв может быть сухим (без видимых травм кожицы), или с поврежденным местом соединения плодоножки с плодом. В последнем случае через открытую рану происходит потеря сока. Следовательно, последний критерий возможно использовать для пригодности различных сортов вишни и черешни для машинной уборки.

Яблоки могут быть сняты с плодового насаждения с помощью вибрационной машины легко и быстро. Однако при машинной уборке яблок необходимо немедленно передать урожай для последующей переработки, или рассортировать плоды для закладывания здоровых плодов для длительного хранения.

Для эффективного применения механизированной уборки урожая плодов требуется изыскание специальной поверхности, обеспечивающей их прием без повреждений.

Массу сбитых плодовых образований определяют режим работы вибратора, биологические особенности плодов и древесины (степень спелости урожая, прочность связи плодоножки с веткой и плодом, урожайность), и временем колебательных движений, что связано с дальнейшим плодоношением плодового насаждения. Машинная уборка обеспечивает несколько меньшую долю сбитых плодовых образований в сравнении с ручной (исключение составляют абрикосы).

Интенсивность сбития листьев определяют режим работы вибратора, время колебательного движения и прочность связи листьев с веткой.

Повреждения деревьев вибрационными машинами наблюдаются в месте обхвата штамба или ветки. Большие повреждения являются причиной снижения урожайности в перспективе, а в отдельных случаях (при кольцевом обдире коры) ветка может полностью погибнуть.

Кора обхватываемой ветви может повреждаться как слишком большим радиальным давлением, так и в результате скользящего захватного устройства вдоль ветки.

Повреждения насаждений определяются конструктивными особенностями и покрытием рабочей поверхности захвата, давлением на кору, маневренностью агрегата, особенностями кроны плодового насаждения и микрорельефом садового участка, биологическими свойствами древесины плодового насаждения, режимами и продолжительностью колебательных движений.

Конструкция захвата и покрытие его рабочей поверхности – одни из решающих факторов, влияющих на повреждаемость плодового насаждения в месте контакта.

По конструкции захваты бывают:

- с одной подвижной частью, имеющей специальную форму;
- клещевидные;
- струбцинного типа.

Минимум повреждений обеспечивается при обхвате штамбов (ветвей) с гладкой корой. При обработке веток, имеющих диаметр больше 140 мм, наблюдаются их сдвиг и обдир. При предельных диаметрах обхватываемых веток иногда наблюдается раздавливание коры из-за большого радиального давления. В отдельных случаях

при небольших диаметрах обхватываемых веток кора в месте обхвата отслаивается, так как при колебании ветка из-за неплотного зажатия периодически ударяется о подушку и подвижную часть захвата.

Тип фиксирующего устройства существенно влияет на травмирование коры в месте обхвата при колебании насаждения. В случае отсутствия устройства блокировки для фиксации закрытого положения захват может при работе несколько раскрываться. При этом между подушками и плодовым насаждением возникает зазор и при колебании ствол (ветка) соударяется с подвижной и неподвижной частями захвата. В результате происходит отслоение коры от ствола в месте контакта, что недопустимо.

Величину усилия в месте обхвата штамба можно определить по формуле:

$$P = \sigma F, \quad (2)$$

где:

$\sigma$  – действительное напряжение, МПа;

$F$  – площадь контакта, м<sup>3</sup>.

Значение действительного напряжения равно:

$$\sigma = \varepsilon_T \frac{h_x}{h_T} E, \quad (3)$$

где:

$\varepsilon_T$  – относительная деформация тарировки ( $\varepsilon_T = 0,5 \dots 10^{-3}$ );

$h_x$  – ордината записи рабочего процесса, м;

$h_T$  – ордината масштабного сигнала, м;  $E$  – модуль упругости, МПа.

Пользуясь формулой (2) и зная величины  $h_x$  и  $h_T$  с рабочей и тарировочной осциллограмм при известном модуле упругости  $E$ , можно установить величину действительных напряжений.

Величина давления захвата на кору плодового насаждения равна:

$$p = \frac{P}{F}. \quad (4)$$

Производительность машины для поточной уборки ягод и винограда подсчитывают по широкоизвестным формулам для определения производительности машинно-тракторных агрегатов и выражают через обработанную площадь:

$$W = W_q \tau = 0,1 B_p v_p \tau, \quad (5)$$

или через количество материала, собранного с определенной площади в единицу времени:

$$W_c = 0,1 B_p v_p h, \quad (6)$$

где:

$W$  – производительность за час сменного времени, га;

$W_q$  – производительность за час чистой работы, га;

$\tau$  – коэффициент использования времени смены;

$B_p$  – рабочая ширина захвата машины, м;

$v_p$  – рабочая скорость агрегата, км/ч;

$W_c$  – производительность агрегата, ц/ч;

$h$  – урожайность убираемой культуры, ц/га.

Практика эксплуатации машин для уборки плодов показывает, что их теоретическую производительность целесообразнее всего выражать в плодовых насаждениях, обработанных в единицу времени. Так как технологический процесс работы машин для уборки плодов складывается из периодически повторяющихся операций, т. е. является циклическим, то время уборки урожая с плодового насаждения в общем виде равно:

$$T = T_{ц} + T_{вн}, \quad (7)$$

где

$T_{ц}$  – затраты времени на один рабочий цикл;

$T_{вн}$  – затраты времени на внецикловые операции (переезд с места стоянки в сад, повороты на концах квартала, технический уход за машиной, переезд агрегата из одного квартала сада в другой и т. п.).

Время рабочего цикла складывается из затрат времени на выполнение различных технологических операций:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5, \quad (8)$$

где:

$T_1$  – время установки улавливающего устройства в рабочее положение;

$T_2$  – время подвода захвата к плодovому насаждению, отыскания и обхвата штамба (скелетной ветки);

$T_3$  – время колебания насаждения, открытия и отвода захвата;

$T_4$  – время сбора плодов с улавливателя и установки его в транспортное положение для

переезда к очередному плодovому насаждению;

$T_5$  – время переезда агрегата к другому плодovому насаждению.

В практике эксплуатации машин для уборки плодов время на уборку урожая с одного плодovого насаждения принято измерять в минутах. Исходя из этого, сменная производительность машины (деревьев в час) и производительность за час чистого времени равна:

$$W_{см} = \frac{60}{T}, \quad (9)$$

$$W_{ч} = \frac{60}{T_{ц}}. \quad (10)$$

Коэффициент использования времени смены:

$$\tau = \frac{W_{см}}{W_{ч}} = \frac{T_{ц}}{T}. \quad (11)$$

Для определения выработки плодovоборочной машины (т/ч) можно пользоваться формулой:

## Литература

1. 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.

2. Атласкиров А.М., Шекихачев Ю.А., Шомахов Л.А. Агротехническая и экономическая эффективность ротационной садовой косилки // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2014. – Т.51. – № 2. – С. 164-168.

3. Анхудов Т.М., Апазhev А.К., Шекихачев Ю.А. Обоснование основных конструктивных и технологических параметров измельчителя ветвей плодovых деревьев // Международный технико-экономический журнал. – 2019. – № 4. – С. 15-19.

4. Балкаров Р.А., Сабанчиева Ф.Р. Обоснование режимов работы приемных пунктов фруктохранилищ и перерабатывающих предприятий в условиях предгорного и горного садоводства КБР // Известия Кабардино-Балкарского

$$W_{см.м} = 6 \cdot 10^{-2} \frac{h_{Д}}{T_{ц}} \tau, \quad (12)$$

где:

$h_{Д}$  – урожай с одного дерева, кг.

**Выводы.** 1. Особенности кроны значительно влияют на качество убираемых яблок при расположении скелетных ветвей в одной плоскости более 25% снятых яблок получают травмы в кроне дерева в результате удара о скелетные ветки.

2. Увеличение амплитуды колебаний плодovого насаждения приводит к росту разброса плодов, а это ведет к увеличению количества травмированных плодов, так как часть из них падает мимо улавливателя на землю.

3. Оптимальный режим работы плодovоборочной машины обеспечивает удовлетворяющее агротехническим требованиям давление на кору насаждения, равное 3,5-3,7 МПа.

государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. – 2019. – № 1 (23). – С. 39-42.

## References

1. Shomahov L.A., Shekihachev Yu.A., Balkarov R.A. Mashiny po uходу za pochvoj v sadah na gornyh sklonah // Sadovodstvo i vinogradarstvo. – 1999. – № 1. – S. 7.

2. Ataskirov A.M., Shekihachev Yu.A., Shomahov L.A. Agrotekhnicheskaya i ekonomicheskaya effektivnost' rotacionnoj sadovoj kosilki // Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – T.51. – № 2. – S. 164-168.

3. Aphudov T.M., Apazhev A.K., Shekihachev Yu.A. Obosnovanie osnovnyh konstruktivnyh i tekhnologicheskikh parametrov izmel'chitel'ya vetvej plodovyh derev'ev // Mezhdunarodnyj tekhniko-ekonomicheskij zhurnal. – 2019. – № 4. – S. 15-19.

4. Balkarov R.A., Sabanchieva F.R. Obosnovanie rezhimov raboty priemnyh punktov fruktohranilishch i pererabatyvayushchih predpriyatij v usloviyah predgornogo i gornogo sadovodstva KBR // Izvestiya Kabardino-Balkarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta

im. V.M. Kokova. – 2019. – № 1 (23). – S. 39-42.

5. Балкаров Р.А. Обоснование состава уборочно-транспортных звеньев в условиях предгорного садоводства КБР // В сборнике: Мировые научно-технологические тенденции социально-экономического развития АПК и сельских территорий Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию окончания Сталинградской битвы. – 2018. – С. 293-298.

6. Основы проектирования блочно-модульных машин для горного и предгорного садоводства и некоторые перспективы разработки / А.У. Заммиев, Р.А. Балкаров, А.Н. Медовник, С.А. Твердохлебов // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 97. – С. 294-309.

5. Balkarov R.A. Obosnovanie sostava uborochno-transportnyh zven'ev v usloviyah predgornogo sadovodstva KBR // V sbornike: Mirovye nauchno-tehnologicheskie tendencii social'no-ekonomicheskogo razvitiya APK i sel'skih territorij Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 75-letiyu okonchaniya Stalingradskoj bitvy. – 2018. – S. 293-298.

6. Osnovy proektirovaniya blochno-modul'nyh mashin dlya gornogo i predgornogo sadovodstva i nekotorye perspektivy razrabotki / A.U. Zammoev, R.A. Balkarov, A.N. Medovnik, S.A. Tverdohlebov // Politematicheskij setevoy elektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarst-vennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 97. – S. 294-309.

