

Ручной виброударный стряхиватель плодов

Д-р с.-х. наук Р. С. ШЕВЧУК, инж. Р. О. КРУПИЧ (Львовский НАУ, rshevchook@i.ua)

Аннотация. Путем модернизации итальянского ручного вибрационного стряхивателя SC105 создан ручной виброударный стряхиватель плодов, обеспечивающий повышение полноты съема плодов и уменьшение повреждений коры.

Ключевые слова: ручной стряхиватель, плоды, дерево, крона, ветвь, полнота съема, частота стряхивания, вибрация, захват, спектр, диапазон.

Hand-held vibro-impact tree shaker

R. S. SHEVCHUK, R. O. KRUPICH (Lviv National Agrarian University, rshevchook@i.ua)

Summary. By means of modernization of the SC105 hand-held vibrating shaker made in Italy, a hand-held vibro-impact tree shaker has been developed; it provides increase of fruit harvesting efficiency and reduction of bark damage.

Keywords: hand-held shaker, fruits, tree, crown, branch, harvesting efficiency, shaking frequency, vibration, gripping, spectrum, range.

Широко используемый итальянский ручной стряхиватель SC105 [1] относится к вибрационным инерционным линейным стряхивателям ветвей кроны плодовых деревьев. Вибрационные средства [2—4] не всегда обеспечивают агротехнически необходимую полноту съема плодов, которая зависит от частоты стряхивания деревьев и, в частности, ветвей в месте их захвата. Плодоносные ветви имеют разные диаметры и длину, а от этих размеров зависит необходимая частота стряхивания ветвей, при которой достигается высокая полнота съема плодов, т. е. диапазон необходимых частот стряхивания ветвей кроны довольно широк. Для обеспечения высокой полноты съема плодов спектр частот стряхивания

ветвей в месте их захвата должен охватывать диапазон необходимых частот стряхивания.

В ручном стряхивателе SC105 частота вибрационного стряхивания ветвей изменяется путем изменения частоты вращения коленчатого вала приводного двигателя внутреннего сгорания (ДВС). Однако при этом спектр частот стряхивания ветвей не охватывает диапазон необходимых частот стряхивания, что приводит к низкой полноте съема плодов. Кроме того, для стряхивателя характерно существенное повреждение коры в месте захвата ветвей из-за постоянного промежутка между эластичными подушками захвата. При наложении захвата на ветви разных диаметров не обеспечивается плотный

контакт эластичных подушек с корой, и в результате ударов без предварительного формирования зоны контакта и скольжения захвата кора повреждается.

Исследования плодосъемных средств стряхивающего типа [2—4] направлены как на совершенствование вибрационных средств, так и на создание виброударных стряхивателей [5] на базе тракторов, шасси или специальных самоходных энергетических установок. Результаты исследований весомы, теоретически и практически значимы, однако требуют расширения в направлении создания ручных виброударных стряхивателей плодов [6].

Цель работы — путем модернизации итальянского ручного вибрационного стряхивателя SC105 создать ручной виброударный стряхиватель плодов, обеспечивающий повышение полноты съема плодов благодаря тому, что спектр частот стряхивания ветвей в месте их захвата охватывает диапазон необходимых частот стряхивания. Кроме того, в результате плотного контакта эластичных подушек захвата с корой ветвей необходимо достичь уменьшения повреждений коры.

Модернизированный ручной виброударный инерционный линейный стряхиватель [6, 7] ветвей кроны плодовых деревьев относится к средствам механизированного съема плодов в садах, не подготовленных к механизированным плодуборочным работам, а также на склонах, террасах и в лесополосах, недоступных для тракторов.

Ручной виброударный стряхиватель [7, пат. № 95453] содержит возбудитель колебаний 1 (см. рисунок) кривошипно-ползунного типа, выполненный в виде корпуса 2, в опорах вращения которого на валах смонтированы ведущая 3 и ведомая 4 конические шестерни. На ведомой конической шестерне установлен кривошип 5, шарнирно соединенный с шатуном 6. Шатун шарнирно связан с ползуном 7, смонтированным в направляющей корпуса возбудителя колебаний.

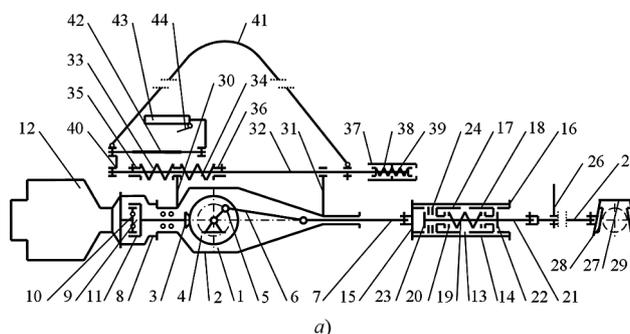
К корпусу 2 прикреплен корпус 8 центробежной муфты 9 в виде ведущей 10 и ведомой 11 частей. Ведущая часть, выполненная как ступица с шарнирно установленными на ней грузиками, соединена с ДВС 12, прикрепленным к корпусу 8. Ведомая часть центробежной муфты смонтирована на валу ведущей конической шестерни.

Страхиватель оснащен ударным механизмом 13 с регулируемым ударным импульсом. Ударный механизм выполнен в виде цилиндра 14 и прикрепленных к его торцам крышек-упоров 15 и 16. Крышка-упор 15 соединена с ползуном возбудителя колебаний. В цилиндре установлены скользящие чашки 17 и 18, между которыми расположена пружина 19 и шайбы 20 регулирования ее предварительного натяжения. В скользящих чашках установлен скользящий шток 21 с упорами 22, 23 и шайбами 24 регулирования зазора между этими чашками. К скользящему штоку прикреплена штанга 25 с рычагом 26 ее поворота. На штанге установлен вильчатый захват 27, оснащенный эластичными подушками 28 и 29. Подушки, расположенные под определенным углом друг к другу, формируют клиновидный раствор, в который входят ветви.

К корпусу возбудителя колебаний прикреплены кронштейны 30 и 31, в отверстиях которых смонтирована направляющая штанга 32 механизма держания, ма-

неврирования и управления стряхивателем. На направляющей штанге установлены демферные пружины 33, 34 и упоры 35, 36 регулирования предварительного натяжения этих пружин. На передней части направляющей штанги установлена рукоятка 37 с демферными пружинами 38 и 39, а на задней части направляющей штанги смонтирован поперечный рычаг 40. Одним концом к рычагу прикреплена удерживающая лямка 41, соединенная другим концом с направляющей штангой. К поперечному рычагу также присоединена эластичная вставка 42, на которой закреплена рукоятка 43 с рычажком 44 управления системой подачи топлива ДВС.

Перед началом работы ручного виброударного стряхивателя плодов регулируется импульс ударного механизма в соответствии с видом, сортом и возрастом



Ручной виброударный стряхиватель плодов:

а — схема; б — общий вид стряхивателя; в — общий вид ударного механизма

деревьев, плоды которых подлежат уборке. Ударный импульс регулируется изменением зазора между скользящими чашками. Для уменьшения зазора устанавливаются дополнительные шайбы 24 между упором 23 и чашкой 17. Пропорционально увеличению числа шайб 24 уменьшается число шайб 20, обеспечивающих натяжение пружины 19 и постоянное прижатие чашек 17 и 18 к упорам 22 и 23 при выключенном возбудителе колебаний. Для увеличения зазора между скользящими чашками число шайб 24 уменьшается, и соответственно увеличивается число шайб 20.

Отрегулировав ударный импульс, работник-сборщик плодов, обслуживающий ручной виброударный стряхиватель, запускает ДВС стряхивателя и рычагом 44 устанавливает подачу топлива, при которой двигатель развивает минимально устойчивые обороты. В данном случае вместе с коленчатым валом двигателя вращается ведущая часть центробежной муфты. Центробежная сила, действующая на шарнирно установленные грузики ведущей части, недостаточна для их прижатия к ведомой части муфты и обеспечения привода возбудителя колебаний.

Работник, одной рукой держа стряхиватель за рукоятку 43, другой рукой набрасывает удерживающую лямку на плечо и берется за рукоятку 37. Сила тяжести стряхивателя через кронштейны, прикрепленные к корпусу возбудителя колебаний, направляющую штангу, поперечный рычаг и лямку передается на плечо работника. Также сила тяжести стряхивателя через направляющую штангу, поперечный рычаг, эластичную вставку и рукоятки передается на руки работника. Эластичная вставка прогибается, демпфируя нагрузку при маневрировании и работе стряхивателя.

Держа стряхиватель, работник маневрирует им с помощью рукояток и вводит штангу с захватом в крону дерева. Выбрав место захвата плодовой ветви, работник останавливается, когда штанга занимает положение, перпендикулярное продольной оси ветви в месте ее захвата. Поворачивая рычаг вместе со штангой, он накладывает вильчатый захват на ветвь и прижимает к ней эластичными подушками, которые деформируются и благодаря клиновому раствору плотно охватывают кору ветвей разных диаметров. При плотном контакте отсутствуют удары без предварительного формирования зоны контакта, отсутствует скольжение захвата, уменьшается повреждение коры.

После захвата ветви работник нажимает на рычажок 44, увеличиваются подача топлива и частота вращения коленчатого вала ДВС. Возрастает центробежная сила, которая прижимает шарнирно установленные грузики ведущей части муфты к ее ведомой части. Начинают вращаться ведущая и ведомая конические шестерни вместе с кривошипом. Через шатун обеспечивается возвратно-поступательное колебательное движение ползуна, вместе с которым движутся крышка-упор 15, цилиндр и крышка-упор 16.

Крышка-упор 15 через шайбы 24 передает гармонично изменяющуюся возбуждающую силу скользящей чашке 17, которая вместе с шайбами 24 отходит от упора 23 и, сжимая пружину 19, действует на скользящую чашку 18. Далее через упор 22, скользящий шток, штангу и вильчатый захват гармонично изменяющаяся возбуждающая сила передается плодовой ветви, обеспечи-

вая ее стряхивание с частотой, соответствующей частоте изменения возбуждающей силы. Такой вибрационный режим стряхивания ветви продолжается до тех пор, пока есть зазор между скользящими чашками. В момент, когда чашка 17 наносит удар по чашке 18, гармонично изменяющаяся возбуждающая сила дополняется силой удара, обеспечивая виброударный режим стряхивания плодовой ветви.

С изменением направления колебательного движения ползуна вместе с ним продолжают двигаться крышка-упор 15, цилиндр и крышка-упор 16. Скользящая чашка 17 отжимается пружиной и в определенный момент через шайбы 24 входит в контакт с упором 23. Крышка-упор 16 передает гармонично изменяющуюся возбуждающую силу скользящей чашке 18, которая отходит от упора 22 и, сжимая пружину, воздействует на скользящую чашку 17. В дальнейшем через шайбы 24, упор 23, скользящий шток, штангу и вильчатый захват гармонично изменяющаяся возбуждающая сила передается плодовой ветви, стряхивая ее в вибрационном режиме. Когда чашка 18 наносит удар по чашке 17, гармонично изменяющаяся возбуждающая сила дополняется силой удара, опять же обеспечивая виброударный режим стряхивания плодовой ветви.

Во время стряхивания также колеблются возбудитель колебаний с двигателем, энергия колебательного процесса которых поглощается демпферными пружинами, уменьшая интенсивность колебаний на рукоятках и удерживающей лямке. Перемещением упоров 35 и 36 можно изменять предварительное натяжение демпферных пружин 33, 34 и обеспечивать, в соответствии с индивидуальными особенностями работника, допустимые параметры передающихся ему колебаний.

В течение всего промежутка стряхивания гармонично изменяющаяся возбуждающая сила, соответствующая вибрационному режиму, дополняется силой последовательных ударов, что обеспечивает виброударный режим стряхивания. Ударный импульс как закономерность изменения силы удара — это сумма гармонично изменяющихся возбуждающих сил с широким спектром частот, т. е. виброударный режим обеспечивает широкий спектр частот стряхивания ветвей в месте их захвата. Поскольку такой спектр охватывает диапазон необходимых частот стряхивания разных ветвей, то повышается полнота съема плодов, которые опадают на поверхность междурядий.

Работник освобождает ветвь, с которой сняты плоды, выбирает место, удобное для захвата следующей ветви, и накладывает на нее вильчатый захват. Рабочий цикл съема плодов продолжается до снятия урожая со всего дерева.

Испытания ручного виброударного стряхивателя плодов проведены на 7—10-летних насаждениях грецкого ореха сортов "Буковинский" и "Круглый" со схемой посадки 6×9 м. Плоды снимались на полотна, разостланные под кронами на поверхности междурядий. За час работы убирался урожай с 25—40 деревьев. Полнота съема плодов составляла 93—95 %, а съем листьев не превышал 0,2 %. В месте захвата ветвей не выявлено раздавливания, смятия и скалывания коры. Отсутствовало обламывание ветвей высших порядков.

Ручной виброударный стряхиватель плодов вместо захвата может быть оборудован рабочим органом одно-

стороннего толкающего действия [пат. № 27347]. Рабочий орган содержит закрепляемую на штанге стряхивателя жесткую основу, на которой смонтирована эластичная подушка. Подушка выполнена в виде эластичных рукавов, вложенных без зазора один в другой, причем поверхности контакта рукавов покрыты графитной смазкой.

Вывод

Ручной виброударный стряхиватель плодов, созданный путем модернизации итальянского ручного вибрационного стряхивателя SC105, обеспечивает повышение полноты съема плодов благодаря тому, что спектр частот стряхивания ветвей в месте их захвата охватывает диапазон необходимых частот стряхивания. Кроме того, в результате плотного контакта эластичных подушек захвата с корой ветвей достигается уменьшение повреждений коры.

Литература и источники

1. **Shaker SC105** // Cifarelli S.p.A. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.cifarelli.it/index.php/PAgriculture/ShakerSC105> (дата обращения 25.10.2015).
2. **Машиностроение**. Энциклопедия. Т. IV-16. Сельскохозяйственные машины и оборудование / И. П. Ксенович и др. Ред. совет: К. В. Фролов и др. — М.: Машиностроение, 1998.
3. **Варламов Г. П.** Машины для уборки фруктов. — М.: Машиностроение, 1978.
4. **Шевчук Р. С.** Процессы и средства механизации съема плодов: Дис. ... д-ра с.-х. наук. — М., 2001.
5. **Шевчук Р. С.** и др. Виброударные стряхиватели плодов // Тракторы и сельхозмашины. — 2003, № 7.
6. **Шевчук Р. С., Крупич Р. О.** Ручний віброударний струшувач плодів // Сільськогосподарські машини: Зб. наук. пр. — Вип. 21, т. II. — Луцьк: Ред.-вид. відділ Луцького НТУ, 2011.
7. **Шевчук Р. С., Крупич Р. О.** Ручний віброударний струшувач плодів // Вчені Львівського національного аграрного університету — виробництво: Каталог інноваційних розробок / Під заг. ред. В. В. Снітинського. — Вип. 13. — Львів: Львівський НАУ, 2013.