

РУЧНОЙ ВИБРОУДАРНЫЙ СТЯХИВАТЕЛЬ ПЛОДОВ

Роман Шевчук, Роман Крупич

*Львовский национальный аграрный университет
Ул. В. Великого 1, Дубляны, Украина. E-mail: rshevchuk@i.ua*

Roman Shevchuk, Roman Krupych

*Lviv National Agrarian University
St. Vladimir the Great 1, Dubliany, Ukraine. E-mail: rshevchuk@i.ua*

Аннотация. Модернизацией итальянского ручного вибрационного стряхивателя SC 105 создан 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 достигается уменьшение повреждений коры. Модернизированный стряхиватель является ручным виброударным инерционным линейным стряхивателем ветвей кроны плодовых деревьев и относится к средствам механизированного съема плодов в садах, не подготовленных к механизированным плодуборочным работам, а также на склонах, террасах и в лесополосах, не доступных для тракторов.

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

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Широко используемый итальянский ручной стряхиватель SC 105 [1] является вибрационным инерционным линейным стряхивателем ветвей кроны плодовых деревьев. Вибрационные средства [2–4] не всегда обеспечивают высокую, 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, то есть 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 SC 105 частота вибрационного стряхивания ветвей изменяется путем изменения частоты вращения коленчатого вала приводного двигателя внутреннего сгорания. Однако, изменяя частоту вращения коленчатого вала двигателя, спектр частот стряхивания ветвей не охватывает диапазона необходимых частот стряхивания, и полнота съема плодов низкая. Кроме того, стряхивателю характерно существенное повреждение коры в месте захвата ветвей, поскольку промежуток между эластичными подушками захвата стряхивателя по-

стоянный. Накладывая захват на ветви разных диаметров, не обеспечивается плотный контакт эластичных подушек с корой, и в результате ударов без предварительного формирования зоны контакта и скольжения захвата повреждается кора.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Исследование плодосъемных средств стряхивающего типа [2–4] свидетельствуют, что работы направлены как на совершенствование вибрационных средств, так и создание виброударных стряхивателей [5–10], базируемых на тракторах, шасси или специальных самоходных энергетических установках. Результаты исследований весомы, теоретически и практически значимы [11–18], однако требуют расширения в направлении создания ручных виброударных стряхивателей плодов [19, 20].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Цель работы – модернизацией итальянского ручного вибрационного стряхивателя SC 105 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.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Модернизированный ручной стряхиватель является ручным виброударным инерционным линейным стряхивателем ветвей кроны плодовых деревьев и относится к средствам механизированного съема плодов в садах, не подготовленных к механизированным плодуборочным работам, а также на склонах, террасах и в лесополосах, не доступных для тракторов.

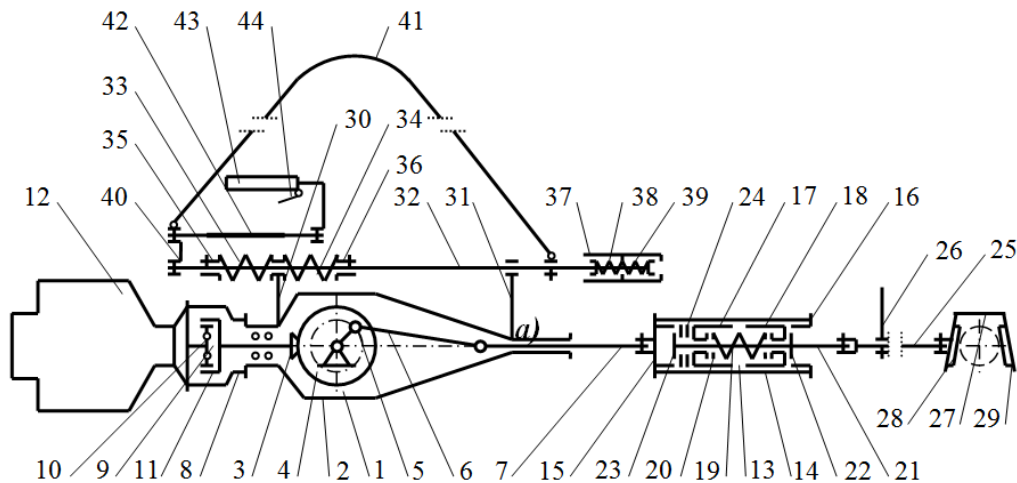
Ручной виброударный стряхиватель [21, 22] содержит (см. рис. 1) возбудитель колебаний 1 кривошипно-ползунного типа, выполненный в виде корпуса 2, в опорах вращения которого на валах смонтированы ведущая 3 и ведомая 4 конические шестерни. На ведомой конической шестерне 4 установлен кривошип 5, шарнирно соединенный с шатуном 6, который шарнирно связан с ползуном 7,

смонтированным в направляющей корпуса 2 возбудителя колебаний 1. К корпусу 2 прикреплен корпус 8 центробежной муфты 9 в виде ведущей 10 и ведомой 11 частей. Ведущая часть 10, которая выполнена как ступица с шарнирно установленными на ней грузиками, соединена с двигателем внутреннего сгорания 12, прикрепленным к корпусу 8 центробежной муфты 9. Ведомая часть 11 центробежной муфты 9 смонтирована на валу ведущей конической шестерни 3.

Стряхиватель оснащен ударным механизмом 13 с регулируемым ударным импульсом. Выполнен ударный механизм 13 в виде цилиндра 14 и прикрепленных к его торцам крышек-упоров 15 и 16. Одна крышка-упор 15 соединена с ползуном 7 возбудителя колебаний 1, а в цилиндре 14 установлены скользящие чашки 17 и 18, между которыми расположена пружина 19 и шайбы 20 регулирования ее предварительного натяжения. В скользящих чашках 17 и 18 установлен скользящий шток 21 с упорами 22, 23 и шайбами 24 регулирования зазора между этими чашками. К скользящему штоку 21 прикреплен штанга 25 с рычагом 26 ее поворота, и на

штанге 25 установлен вильчатый захват 27, оснащенный эластичными подушками 28 и 29. Расположены подушки 28 и 29 под определенным углом друг к другу, формируя клиновидный растр, в который входят ветви.

К корпусу 2 возбудителя колебаний 1 прикреплены кронштейны 30 и 31, в отверстиях которых смонтирована направляющая штанга 32 механизма удержания, маневрирования и управления стряхивателем. На направляющей штанге 32 установлены демпфирующие пружины 33, 34 и упоры 35, 36 регулирования предварительного натяжения этих пружин. На передней части направляющей штанги 32 установлена рукоятка 37 с демпферными пружинами 38 и 39, а на задней части направляющей штанги 32 смонтирован поперечный рычаг 40. Одним концом к рычагу 40 прикреплена удерживающая ляжка 41, соединенная другим концом с направляющей штангой 32. К поперечному рычагу 40 также присоединена эластичная вставка 42, на которой закреплена рукоятка 43 с рычажком 44 управления системой подачи топлива двигателя внутреннего сгорания 12 стряхивателя.



a)



б)



в)

Рис. 1. Ручной виброударный стряхиватель плодов: а – схема; б – общий вид стряхивателя; в – общий вид ударного механизма

Fig. 1. Hand vibration and impact fruit shaker : а – scheme; б – shaker overview; в – overview of impact mechanism

Перед началом работы ручного виброударного стряхивателя плодов регулируется ударный импульс ударного механизма 13 соответственно виду, сорту и возрасту деревьев, плоды с которых подлежат уборке. Импульс регулируется изменением зазора между скользящими чашками 17 и 18, в частности, 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 скользящих чашек 17 и 18 к упорам 22 и 23 при включенном возбудителе колебаний 1. Для увеличения зазора между скользящими чашками 17 и 18 число шайб 24 уменьшается, и соответственно увеличивается число шайб 20.

Отрегулировав ударный импульс, работник-сборщик плодов, обслуживающий ручной виброударный стряхиватель, запускает двигатель внутреннего сгорания 12 стряхивателя и рычажком 44 устанавливает подачу топлива, при которой двигатель 12 развивает минимально устойчивые обороты. В данном случае вместе с коленчатым валом двигателя 12 вращается ведущая часть 10 центробежной муфты 9, смонтированной в корпусе 8. Центробежная сила, действующая на шарнирно установленные грузики ведущей части 10, недостаточна для прижатия указанных грузиков к ведомой части 11 муфты 9 и обеспечения привода возбудителя колебаний 1.

Работник-сборщик плодов, удерживая стряхиватель одной рукой за рукоятку 43, другой рукой набрасывает удерживающую лямку 41 на плечо и берет этой же рукой за рукоятку 37. Сила тяжести стряхивателя через кронштейны 30 и 31, прикрепленные к корпусу 2 возбудителя колебаний 1, направляющую штангу 32, поперечный рычаг 40 и лямку 41 передается на плечо работника-сборщика плодов. Также сила тяжести стряхивателя через направляющую штангу 32, поперечный рычаг 40, эластичную вставку 42 и рукоятки 37 и 43 передается на руки работника-сборщика. Эластичная вставка 42 прогибается, демпфируя нагрузки при маневрировании и работе стряхивателя.

Работник-сборщик плодов, удерживая стряхиватель, маневрирует им с помощью рукояток 37, 43 и вводит штангу 25 с захватом 27 в крону дерева. Выбрав место захвата плодоносной ветви, работник-сборщик перемещается возле дерева и останавливается, когда штанга 25 занимает перпендикулярное положение к продольной оси ветви в месте ее захвата. Поворачивая рычаг 26 вместе со штангой 25, вильчатый захват 27 накладывают на ветвь и прижимают к ней эластичными подушками 28 и 29, которые деформируются и благодаря их клиновому раствору плотно охватывают кору ветвей разных диаметров. При плотном контакте отсутствуют удары без предварительного формирования зоны контакта, отсутствует скольжение захвата и, соответственно, уменьшаются повреждения коры.

После захвата ветви работник-сборщик плодов нажимает на рычаг 44, увеличивается подача топлива и, соответственно, частота вращения двигателя 12. Возрастает центробежная сила, которая прижи-

мает шарнирно установленные грузики ведущей части 10 муфты 9 к ее ведомой части 11. Начинают вращаться ведущая 3 и ведомая 4 конические шестерни вместе с кривошипом 5. Через шатун 6 обеспечивается возвратно-поступательное, колебательное движение ползуна 7, вместе с которым движутся крышка-упор 15 цилиндр 14 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 21, штангу 25 и вильчатый захват 27 гармонично изменяемая возбуждающая сила передается плодоносной ветви, обеспечивая ее стряхивание с частотой, соответствующей частоте изменения возбуждающей силы. Такой вибрационный режим стряхивания ветви продолжается до тех пор, пока есть зазор между скользящими чашками 17 и 18. В момент, когда скользящая чашка 17 наносит удар по скользящей чашке 18 гармонично изменяемая возбуждающая сила дополняется силой удара, обеспечивая виброударный режим стряхивания плодоносной ветви.

С изменением направления колебательного движения ползуна 7 вместе с ним продолжают двигаться крышка-упор 15, цилиндр 14 и крышка-упор 16. Скользящая чашка 17 отжимается пружиной 19 и в определенный момент через шайбы 24 входит в контакт с упором 23. Крышка-упор 16 передает гармонично изменяемую возбуждающую силу скользящей чашке 18, которая отходит от упора 22 и, сжимая пружину 19, воздействует на скользящую чашку 17. В дальнейшем через шайбы 24, упор 23, скользящий шток 21, штангу 25 и вильчатый захват 27 гармонично изменяемая возбуждающая сила передается плодоносной ветви, стряхивая ее в вибрационном режиме. Когда скользящая чашка 18 наносит удар по скользящей чашке 17, гармонично изменяемая возбуждающая сила дополняется силой удара, опять же обеспечивая виброударный режим стряхивания плодоносной ветви.

Во время стряхивания также колеблются возбудитель колебаний 1 с двигателем 12, энергия колебательного процесса которых поглощается демпферными пружинами 33, 34 и 38, 39, уменьшая интенсивность колебаний на рукоятках 37, 43 и удерживающей лямке 41. Перемещением упоров 35 и 36 можно изменять предварительное натяжение демпферных пружин 33, 34 и обеспечивать, в соответствии с индивидуальными особенностями работника-сборщика плодов, допустимые параметры колебаний, что ему передаются.

В течение всего промежутка стряхивания гармонично изменяемая возбуждающая сила, соответствующая вибрационному режиму, дополняется силой последовательных ударов, обеспечивая виброударный режим стряхивания. Ударный импульс как закономерность изменения силы удара – это сумма гармонично изменяемых возбуждающих сил с широким спектром частот, то есть виброударный режим обеспечивает широкий спектр частот стряхивания ветвей в месте их захвата. Поскольку такой

спектр охватывает диапазон необходимых частот стряхивания разных ветвей, то и повышается полнота съема плодов, которые опадают на поверхность междурядий.

Работник-сборщик освобождает ветвь, плоды с которой сняты, обходит дерево и останавливается на месте, наиболее удобном для захвата следующей ветви, на которую накладывается вильчатый захват 27. Рабочий цикл съема плодов продолжается до снятия урожая со всего дерева, а в дальнейшем работник-сборщик переходит к следующему плодovому дереву.

Испытания модернизированного виброударного стряхивателя плодов проведены в семидесятилетних насаждениях грецкого ореха сортов Буковинский и Круглястый со схемой посадки 9×6 м. Плоды снимались на полотна, разостланные на поверхности междурядий, причем 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.

Модернизированный виброударной стряхиватель может оборудоваться ограничителем частотного режима стряхивания, выполненного в виде поворотного эксцентрика, ограничивающего перемещение рычажка управления системой подачи топлива двигателя внутреннего сгорания стряхивателя.

ВЫВОДЫ

Ручной виброударный стряхиватель плодов, созданный модернизацией итальянского ручного вибрационного стряхивателя SC 105, 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.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Инструкция по использованию итальянского ручного стряхивателя SC 105.
2. Машиностроение. Энциклопедия. Ред. совет: К.В. Фролов и др. Т. IV-16. Сельскохозяйственные машины и оборудование /И.П. Ксеневич, Г.П. Варламов, Н.Н. Колчин и др. – М.: Машиностроение, 1998. – 45–53.
3. **Варламов Г.П. 1978.** Машины для уборки фруктов /Г.П. Варламов. – М.: Машиностроение. – 216.
4. **Шевчук Р.С. 2001.** Процессы и средства механизации съема плодов /Р.С. Шевчук. Дисс. ... докт. сельскохозяйственных наук: 05.20.01. – М. – 532.
5. **Шевчук Р.С. 2001.** Перспективы развития плодосъемных средств / Р.С. Шевчук // Сельскохозяйственные машины: Сб. научн. тр. Луцкого государственного технического университета, вып. 8. – Луцк. – 363–367. (Украина).

6. **Шевчук Р.С. 2002.** Эксплуатационные показатели средств для механизированного съема плодов /Р.С. Шевчук // Вестник Львовского государственного аграрного университета: Агроинженерные исследования. – №6. – 107–112. (Украина).
7. **Крунич О.М. 2003.** Обоснование гидравлической схемы привода тросового стряхивателя плодов /О.М. Крунич, Р.С. Шевчук, Я.В. Семен, Р.И. Паславский // Механизация сельскохозяйственного производства: Сб. научн. тр. Национального аграрного университета. Т. XII. – К. – 261–269. (Украина).
8. **Шевчук Р.С. 2003.** Виброударные стряхиватели плодов /Р.С. Шевчук, А.В. Дранный, В.И. Котысько // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – №7. – 37–39.
9. **Шевчук Р.С. 2005.** Гидравлический привод стряхивателей плодов с поочередным включением пневмогидравлических аккумуляторов /Р.С. Шевчук, И.Я. Пидстригач, Я.В. Семен, О.Ф. Пришляк // Техника АПК. – №10–11. – 36–37. (Украина).
10. **Шевчук Р.С. 2006.** Гидропривод стряхивателей плодов с поочередным включением аккумуляторов /Р.С. Шевчук, И.Я. Пидстригач, А.В. Дранный // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – №4. – 15–16.
11. **Миронюк О.С. 2008.** Обоснование функционально-структурной схемы виброударного стряхивателя / О.С. Миронюк, Р.И. Паславский, Р.С. Шевчук // Инженерия агропромышленного производства: Ученые факультета механики и энергетики – производству. – Вып. 2. – Львов. – 10–12. (Украина).
12. **Шевчук Р.С. 1998.** Теоретические исследования отделения плодов стряхиванием /Р.С. Шевчук // Сельскохозяйственные машины: Сб. научн. тр. Луцкого государственного технического университета, вып. 4. – Луцк. – 187–190. (Украина).
13. **Шевчук Р.С. 1998.** Элементы теории исследования виброударного съема плодов штамбовым стряхивателем / Р.С. Шевчук // Вестник Львовского государственного аграрного университета: Агроинженерные исследования (№2). – Львов. – 65–68. (Украина).
14. **Шевчук Р.С. 1999.** Взаимодействие тросового виброударного стряхивателя с деревом /Р.С. Шевчук // Сб. научн. тр. Всероссийского института механизации сельского хозяйства. – М. – 25–33.
15. **Шевчук Р.С. 1999.** Взаимодействие штамбового виброударного стряхивателя с деревом / Р.С. Шевчук // Сельскохозяйственные машины: Сб. научн. тр. Луцкого государственного технического университета, вып. 5. – Луцк. – 322–326. (Украина).
16. **Шевчук Р.С. 2004.** Модель пневмогидравлических аккумуляторов в приводах линейных виброударных стряхивателей плодов /Р.С. Шевчук // Техника АПК. – №10–11. – 34–35. (Украина).

17. Семен Я.В. 2006. Энергетическая эффективность применения пневмогидравлических аккумуляторов в гидроприводах плодуборочных машин / Я.В. Семен, О.М. Крупич, Р.С. Шевчук // *Motoryzacja i energetyka rolnictwa*. – Т. 8А. – Lublin, – 251–257.
18. Семен Я.В. 2002. Хозяйственные исследования процесса уборки яблок тросовым виброударным стряхивателем с аккумулятором энергии / Я.В. Семен, О.М. Крупич, Р.С. Шевчук // Труды Таврийской государственной агротехнической академии. – Вып. 7. – Мелитополь: ТДАТА. – 110–115. (Украина).
19. Патент 27351 Украина, МПК А01D 46/26. Ручное плодосъемное средство / Р.С. Шевчук; заявитель Львовский государственный аграрный университет. – №u200707098; заявл. 25.06.2007; опубл. 25.10.2007, Бюлл. №17. (Украина).
20. Шевчук Р.С., Крупич Р.О. 2011. Ручной виброударный стряхиватель плодов / Р.С. Шевчук, Р.О. Крупич // *Сельскохозяйственные машины*: Сб. научн. тр. – Вып. 21, том II. – Луцк: Ред.-изд. отдел Луцкого национального технического университета. – 238–243. (Украина).
21. Шевчук Р.С., Крупич Р.О. 2013. Ручной виброударный стряхиватель плодов / Р.С. Шевчук, Р.О. Крупич // Ученые Львовского национального аграрного университета – производству: Каталог инновационных разработок / Под общ. ред. В.В. Снитинского. – Вып. 13. – Львов: Львовский национальный аграрный университет. 53. (Украина).
22. Патент 95453 Украина, МПК А01D 46/26. Ручной виброударный стряхиватель плодов / Р.С. Шевчук, Р.О. Крупич; заявители Р.С. Шевчук, Р.О. Крупич. – №u201407346; заявл. 01.07.2014; опубл. 25.12.2014, Бюлл. №24. (Украина).

HAND VIBRATION AND IMPACT FRUIT SHAKER

Summary. The hand fruit shaker is created by modernization of hand vibration Shakers SC 105, which due to the frequency spectrum shaking coverage the branches in place of their capture and shaking frequency range required the increasing of output of the fruits taking down is provided. In addition, due to tight elastic contact of capture pads with the branches bark the damage of cortex is reduced. Upgraded hand shaker is hand vibration and impact linear inertial shakers of crown branches of fruit trees. Upgraded hand shaker is means of mechanical fruits taking down in gardens, not prepared to mechanized work and on the slopes, terraces and territories which is beyond the reach of tractors.

Key words: hand shaker, fruits, tree, top/crown, branch, output of the fruits taking, shaking frequency, vibration, capture, spectrum, range.