

Филиппов Р.А., кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник;
Мордасова М.С., научный сотрудник
*ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ»,
г. Москва, Российская Федерация*

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОНСТРУКЦИЙ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ РУЧНОЙ УБОРКИ ЯГОД

Аннотация. В статье выполнен обзор и анализ технических средств для механизированной уборки ягод с кустарников, включая очесывающие приспособления, пневматические устройства и, наиболее распространенные, механические вибраторы. Рассмотрены этапы развития зарубежных и отечественных конструкций. Сформулированы основные современные тенденции совершенствования вибрационной техники: модульность, интеллектуальная адаптация режимов работы под культуру и снижение вибрационной нагрузки на оператора.

Abstract. This article provides a review and analysis of technical means for mechanized harvesting of berries from shrubs, including combing devices, pneumatic units, and the most common mechanical vibrators. The stages of development of foreign and domestic designs are considered. The main current trends in improving vibration technology are formulated: modularity, intelligent adaptation of operating modes to the specific crop, and reduction of vibration exposure to the operator.

Ключевые слова: ягодоводство, вибрационный съем ягод, механизация, сбор урожая, производительность, ягодные культуры, садоводство.

Keywords: berry growing, vibratory berry harvesting, mechanization, harvesting, productivity, berry crops, horticulture.

Существует несколько направлений развития технических средств для ручной уборки урожая кустарниковых ягодников (счесывающие гребенки, счесывающие ножницы), пневматические инструменты для отрыва ягод и механические вибраторы с приводом от электродвигателя, компрессора или гидромотора. Проведённые ранее испытания различных ручных очесывающих приспособлений показали, что с их помощью нельзя решить проблему механизации уборки ягод, так как они не обеспечивают резкого повышения производительности труда и снижения себестоимости продукции. Несмотря на это, ручной инвентарь в виде различных счёсывающих приспособлений, широко используется, поскольку он облегчает труд сборщиков и обеспечивает удовлетворительное качество урожая. Пневматические приспособления, в которых сбор ягод осуществлялся всасывающим воздушным потоком, отличались компактностью и большой производительностью. В общем случае они представляли собой трубу с наконечником, на которой смонтирована

камера понижения давления, соединенная прорезями с трубой. Конец ответвления связан с мешком для листьев и других примесей. Прямой конец трубы заканчивается наконечником, к которому присоединяют емкость для ягод. Устройства данного типа не получили большого распространения из-за большой энергоёмкости технологического процесса. Наибольшее распространение получили механические вибрационные устройства [1], [2].

Механические вибраторы выполняют в виде эксцентрикового шпинделя, односторонне действующего возвратно-поступательного толкателя, вибрирующей гребенки, возвратно-поступательно движущегося крюка и вибрирующей вилки. Созданию механических вибраторов предшествовала работа по определению физико-механических свойств ягод и ягодных кустов. Важно было знать усилия, необходимые для отрыва ягод от ветвей в различные сроки созревания ягод. Кроме того, необходимо было знать модуль упругости ветвей ягодных кустарников, их способность переносить механические воздействия и целый ряд других свойств ягод и ветвей для безопасного и высококачественного съема ягод. Серьезным этапом исследований было определение усилий отрыва листьев, так как это влияет на состав вороха. В итоге, был установлен ряд закономерностей. В частности, не было отмечено больших различий отрыва ягод разных сортов черной смородины и крыжовника, почти все ягоды отрывались без плодоножки, усилие отрыва уменьшалось по мере созревания ягод и пр. Кроме того, сделан однозначный вывод о том, что выборочный сбор черной смородины и крыжовника с помощью механических вибраторов практически неосуществим. Самый распространённый рабочий орган механических вибраторов – это вибрирующая вилка. Прототипом почти всех ягодоуборочных машин является американская ягодоуборочная машина фирмы «Таббса», схема вибратора которой показана на рисунке 1.

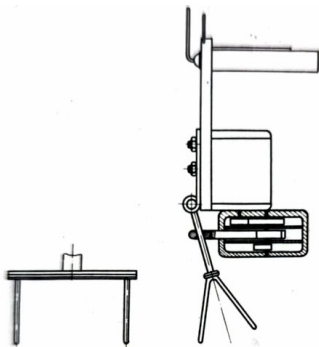


Рисунок 1 – Механический стряхивающий вибратор с двойной вилкой фирмы «Таббса» (США)

Машина самоходная, с приводом ходовых колёс от генератора, питание которого осуществляется от аккумулятора. На раме машины смонтированы две Г-образные стрелы, к которым на пружинных подвесках крепятся шесть вибрирующих рабочих органов с захватывающим элементом в виде сдвоенной вилки. Привод вилок – электрический от генератора. Генератор приводится в действие от двигателя внутреннего сгорания. Ягоды очищаются от примесей на специальных лотках с сетчатой крышкой, отверстия в которой обеспечивают просеивание ягод и задержание листьев на поверхности лотка. Машина заезжает в междурядье, шесть сборщиков подставляют под кусты простейшие улавливающие приспособления, включают вибраторы, захватывают вилкой ветви куста и проводят вибрирующую вилку от основания ветви к вершине (прочёсывают куст). Колеблющаяся вилка отрывает ягоды от ветвей, и они попадают в улавливающее приспособление. Машина работает позиционно, то есть останавливается у каждого куста. Наряду с преимуществами (одновременность работы шести сборщиков, высокое качество съёма ягод и др.) машина имеет ряд недостатков. К их числу относят: очистка ягод от примесей в машине несовершенна и удорожает стоимость уборки, тройная перегрузка ягод ухудшает их качество, а конструкция сдвоенной вилки приводит к увеличению повреждений кустов [3]-[5].

В 1970 году в СССР была запущена в производство электроягодоборочная машина ЭЯМ-200-8, созданная по принципиальной схеме американской машины фирмы «Таббса», но с улучшениями технологического процесса и конструкции вибрирующего рабочего органа (рисунок 2).



Рисунок 2 – Электроягодоборочная машина ЭЯМ-200-8
и её стряхивающий вибратор

Машина предназначена для сбора ягод вибрационным методом с помощью ручных вибраторов и улавливателей. Машина навешивалась на трактор Т-54В и работала в междурядьях от 2,5 м. В качестве рабочего органа применялись электровибраторы с двухпальцевой вилкой, приводимые в действие от генератора, который вращался от вала отбора мощности трактора. Напряжение 230 В понижалось трансформатором мощностью 5 кВА до 36 В. Конструкция включала раму, генератор с блоком аппаратуры, трансформатор, частотомер, воздухоудвку, бункер, восемь электровибраторов, восемь улавливателей, две штанги, карданный вал и другие элементы. Машина позволяла собирать урожай одновременно с четырёх рядов. Сборщики подключали кабели вибраторов к штангам, после чего тракторист включал вал отбора мощности. У каждого куста два сборщика устанавливали улавливатель, отклоняли ветви, вводили в них вибрирующую вилку 3-4 раза или протягивали вилку вдоль ветви. Ягоды падали в улавливатель, затем ворох засыпали в бункер, где с помощью воздухоудвки или решет с отверстиями 3,2×3,2 мм отделяли примеси. Зона уборки на одной остановке составляла 6-8 м. Вибратор состоял из электродвигателя серии А200-105 (от агрегата для стрижки овец), кривошипа, пластмассовой вилки с разведёнными концами, рычага, оси, корпуса, рукоятки с резиновыми амортизаторами для гашения вибрации, кабеля и выключателя. Улавливатель – каркас из трубок, обтянутый брезентом. Испытания показали, что машина обеспечивает полноту съёма ягод 97-99% при хорошем качестве. Производительность – до 120 кг чёрной смородины или до 212 кг крыжовника в час, что в 4-6 раз выше ручного сбора. Основной недостаток – трудность ввода виляющей вилки в куст, что приводило к повреждению коры и поломке однолетних приростов. Позднейшая модификация вилки с расширяющимися концами улучшила ввод, но полностью проблему не решила [8].

Известны вибрационные устройства для сбора оливок, которые применимы также для уборки ягодных культур. Например, вибрационное устройство *Abbacchiatore elettrico MASTER* для сбора оливок и кофе (рисунк 3) [6], [7].



Рисунок 3 – Вибрационное устройство для сбора оливок

Устройство оснащено электродвигателем мощностью 325 Вт, который приводит в движение два поддерживающих механизма, создавая колебания с частотой – 1200 дв./мин. Устройство работает от внешней свинцово-кислотной батареи на 12 В. Производительность – 70-90кг/ч.

Механические вибраторы для уборки ягод с кустарников разработаны во многих странах. Эти устройства снижают расходы на уборку на 50% и увеличивают производительность труда в 4-8 раз по сравнению с ручным сбором. Учитывая высокую эффективность данных устройств, их дальнейшее совершенствование основывается на тенденциях, определяющих облик современных конструкций.

Первая тенденция в их развитии – это переход к универсальным модульным системам. Поскольку усилие отрыва ягодных культур различное, так же, как и физические свойства самих растений, разработчики стремятся создать единый блок-рукоятку со стандартизированным интерфейсом с набором сменных рабочих насадок.

Вторая тенденция связана с внедрением адаптивных режимов работы под конкретную убираемую культуру. В этом случае процессор устройства автоматически определит сорт, степень созревания и установит режимы работы, что позволит значительно снизить риск повреждения ягод и растений.

Третья тенденция касается борьбы с вибрационным воздействием на оператора. Учитывая, что даже у современных инструментов уровень вибрации на рукоятках достигает 3,36 м/с², длительная работа может вредить здоровью человека. Поэтому перспективным направлением является разделение масс – тяжелая аккумуляторная батарея выносится на пояс или в рюкзак, а вибрирующая часть максимально облегчается за счет современных полимерных или композитных материалов.

Список использованной литературы

1. Подольская Е.Е., Бондаренко Е.В., Белименко И.С. Механизация процесса уборки плодов и ягод // Материалы XIII Международной научно-практической интернет-конференции «Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК», п. Правдинский, Московская обл., 08-10 июня 2021. - С. 76-81.
2. Мордасова М.С. Развитие средств механизации ручного сбора ягод в России и за рубежом // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). - Краснодар: КубГАУ, 2026 - №01(215). - IDA [article ID]: 2152601030 - URL: <http://ej.kubagro.ru/01/pdf/30.pdf>, <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-215-030>. (дата обращения: 05.02.2026).
3. Кривоносова А.Д. Разработка и исследование ручных вибраторов ягодоуборочных машин : специальность 05.00.00 : диссертация ... кандидата технических наук / Кривоносова Альбина Демьяновна ; Научно-исследовательский зональный институт садоводства нечерноземной полосы. - Москва, 1969. - 141 с.

4. Вибрирующая пальчатая вилка, авторское свидетельство СССР, кл. 45f, 19/08, № 203369, 18.07.1966.

5. Смирнов И.Г., Хорт Д.О., Утков Ю.А., Ценч Ю.С., Филиппов Р.А., Кутырёв А.И. Этапы создания смородиноуборочных машин в России // История науки и техники. – 2020. – № 1. – С. 3-17. – DOI: 10.25791/intstg.01.2020.1124.

6. Утков Ю.А., Сорокопудов В.Н., Медведев С.М. Механизированный сбор ягод смородины черной в России и новые подходы к оценке пригодности сортов к машинному воздействию // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2018. – № 7. – С. 139–144.

7. Филиппов Р.А., Хорт Д.О. Развитие технических средств для сбора ягод земляники // Труды ГОСНИТИ. – 2013. – Т. 111. – № 1. – С. 58-61.

8. Utkov Yu.A. An effective assistant in manual harvesting of currant' berries: history and prospects // Journal of Agriculture and Environment. – 2 (10). – 2019. – DOI: <https://doi.org/10.23649/jae.2019.2.10.5>.

Summary. A review and analysis of technical means for mechanized harvesting of berries from shrubs, including brushing devices, pneumatic devices, and the most common mechanical vibrators, has been performed. The stages of development of foreign and domestic designs have been considered. The main current trends in improving vibration technology have been formulated: modularity, intelligent adaptation of operating modes to the crop, and reducing the vibration load on the operator.

УДК 631.312

Мисуно О.И., кандидат технических наук, доцент;

Зорин Г.А., студент

*Учреждение образования «Белорусский государственный аграрный
технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

ОЦЕНКА ЖЕСТКОСТИ СТОЙКИ ЛАПЫ КУЛЬТИВАТОРА

Аннотация. В статье рассмотрено определение вертикального перемещения носка стойки лапы культиватора, необходимого для оценки ее жесткости.

Abstract. The article discusses the determination of the vertical displacement of the toe of the cultivator paw stand, which is necessary for assessing its rigidity.

Ключевые слова. Стойка лапы культиватора, кривой брус, изгибающий момент, сила, жесткость, интегралы Максвелла – Мора, вертикальное перемещение.

Key words. Cultivator paw shank, curved beam, bending moment, force, stiffness, Maxwell-Mohr integrals, vertical displacement.

В современном земледелии качество обработки почвы напрямую зависит от состояния и конструкции рабочих органов культиватора. Одной из ключевых деталей является стойка лапы культиватора – элемент, который отвечает за надёжную фиксацию лапы, воспринимает нагрузку при движении по полю и определяет глубину и равномерность обработки. В настоящее время конструкция культиваторов стала намного