

**А. Н. Юрин<sup>1</sup>, В. В. Викторovich<sup>1</sup>, А. Д. Четкин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь

*e-mail: anton-jurin@rambler.ru; lab\_plodoyagoda@mail.ru*

<sup>2</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»  
г. Минск, Республика Беларусь

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ АГРЕГАТА САМОХОДНОГО УНИВЕРСАЛЬНОГО АСУ-6**

В статье приводятся результаты выполненных исследований по обоснованию конструкции плодуборочной машины и даются предложения по наиболее оптимальной конструктивно-технологической схеме самоходного агрегата для уборки плодов.

*Ключевые слова:* механизация, уборка плодов, конструктивно-технологическая схема, плодуборочный агрегат, конвейер.

**A. N. Jurin<sup>1</sup>, V. V. Viktorovich<sup>1</sup>, A. D. Chechetkin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»  
Minsk, Republic of Belarus

*e-mail: anton-jurin@rambler.ru; lab\_plodoyagoda@mail.ru*

<sup>2</sup>Educational establishment «Belarusian state agrarian technical university»  
Minsk, Republic of Belarus

## **THE RESULTS OF THEORETICAL RESEARCH ON THE SUBSTANTIATION OF THE CONSTRUCTIVE-TECHNOLOGICAL SCHEME OF THE SELF-PROPELLED UNIVERSAL ASU-6 UNIT**

The article presents the results of the studies carried out to substantiate the design of the fruit harvesting machine and gives suggestions on the most optimal design and technological scheme of the self-propelled unit for harvesting fruits.

*Keywords:* mechanization, fruit harvesting, constructive technological scheme, fruit harvesting unit, conveyor.

### **Введение**

В настоящее время уровень механизации плодоводства не превышает 30–40 %. Для полной механизации технологических процессов в возделывании различных видов плодовых и ягодных культур в существующую систему перспективных машин необходимо включить 44 наименования машин, из которых:

- производится – 26;
- разрабатывается – 1;
- требуется разработать – 8;
- требуется закупить – 9.

Разработка и внедрение в производство этих машин позволит значительно сократить затраты ручного труда при производстве плодов и ягод, снизить их себестоимость, повысить качество, срок хранения, конкурентоспособность по отношению к продукции импортного производства.

В сложившейся ситуации необходимо уделить большое внимание одному из наиболее трудоемких технологических процессов при производстве плодов – уборке урожая [1].

Существующий способ механизированной уборки плодов семечковых и косточковых культур с применением уборочных комбайнов вибрационного принципа действия непригоден для уборки плодов, предназначенных для длительного хранения, так как приводит к значительному повреждению плодов (более 30 %).

Для реализации технологического процесса уборки и механизированной обрезки крон деревьев необходим самоходный агрегат, оборудованный рабочими местами для сборщиков, устройством подъема и опускания рабочих площадок, а также перемещения их в горизонтальной плоскости, с возможностью механизированной погрузки пустых контейнеров, выгрузки заполненных, включающий транспортеры для доставки собранных плодов в контейнеры.

### Объекты и методы исследований

Объектом исследований являлась машина для уборки плодов семечковых и косточковых культур. Исходные данные получали на основе анализа результатов опубликованных работ, посвященных механизированной уборке плодов.

### Результаты исследований

*Обоснование конструктивно-технологической схемы агрегата.* Анализ исследований технологических особенностей различных механизированных средств уборки плодов семечковых и косточковых культур позволил установить, что наиболее перспективным орудием для уборки десертных плодов является плодуборочная платформа с контейнеровозом (рисунок 1), оборудованная системой конвейеров для транспортировки убранных сборщиками плодов. Такой тип платформы является наиболее рациональным для работы в садах интенсивного типа [2].

При этом плоды будут сниматься с деревьев вручную, а транспортировка и укладка их в контейнеры будет осуществляться механизированным способом. Это позволит получить максимальную производительность труда сборщиков при сохранении высокого качества убранный урожая.

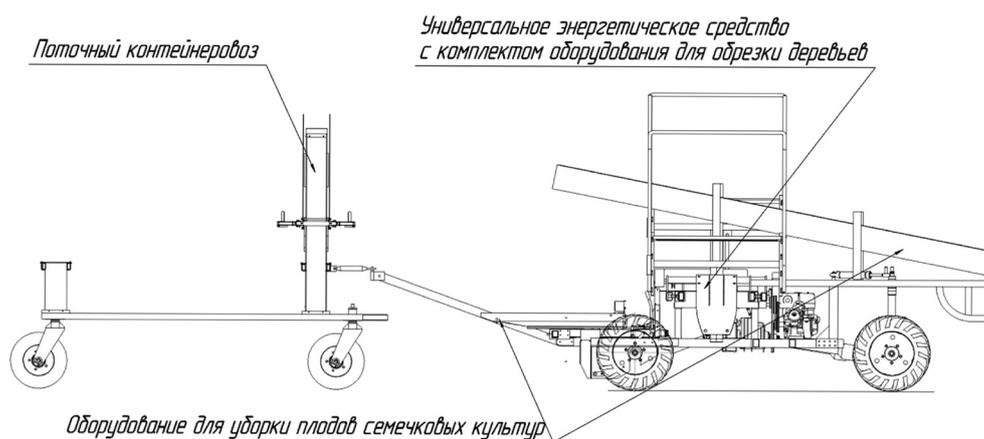


Рисунок 1. – Общий вид самоходной плодуборочной платформы с контейнеровозом

Убранные плоды должны укладываться в контейнеры.

Агрегат должен быть оборудован уборочными площадками для второго и третьего ярусов. Для первого яруса площадки не предусматриваются, так как уборку нижнего яруса плодов сборщикам необходимо производить, находясь на земле рядом с машиной.

При этом должна быть возможность изменять положение платформ по вертикали и горизонтали, исходя из ширины междурядий сада и высоты деревьев. Очевидно, что для снижения трудоемкости и повышения удобства регулировка должна осуществляться механизированно и индивидуально для каждой из площадок.

Для удобства сборщиков плодов агрегат должен быть оборудован системой подручных конвейеров – лотков. Они необходимы для уменьшения времени, которое сборщик сможет потратить на выполнение других операций.

Для максимального снижения трудоемкости съема должна иметься возможность изменять положение лотков в горизонтальной и вертикальной плоскостях с возможностью фиксации.

Кроме того, с учетом возможной неравномерности распределения урожая плодов семечковых и косточковых культур по высоте дерева и различной ширины междурядий сада длина лотка должна быть изменяемой.

Горизонтальный конвейер должен обеспечивать прием плодов со всех лотков и транспортировку их на вертикальный конвейер, который, в свою очередь, должен без повреждений укладывать их в контейнер.

При этом, с учетом низких прочностных свойств плодов и их легкой повреждаемости, а также изменения в процессе уборки высоты слоя плодов в контейнере вертикальный конвейер должен иметь возможность вертикального перемещения. Кроме того, конвейер должен иметь автоматическое устройство, обеспечивающее поддержание минимально возможной высоты выгрузки плодов в контейнер.

При свободной выгрузке плодов в контейнер в нем будет образовываться конус из плодов. Это приведет к уменьшению степени заполнения контейнера плодами и к травмированию их при транспортировке. Для устранения данного негативного явления загрузку плодов необходимо осуществлять во вращающийся контейнер на некотором расстоянии от его центра.

В Республике Беларусь в основном при уборке плодов используются деревянные контейнеры промышленного производства с наружными размерами 1200x100x800 мм. Масса контейнера в зависимости от вида, плотности и массы плода составляет 350–450 кг. При средней урожайности 30–50 т/га, длине рядов, равной 100–120 м, и ширине междурядий 3,5–4,5 м для сбора плодов с одного ряда необходимо 5–9 контейнеров общей массой 1750–4050 кг. Очевидно, что заполненные плодами контейнеры целесообразно оставлять в междурядьях сада, а на контейнеро-возе, агрегатируемом с самоходным агрегатом, перевозить пустые. При этом конструкция контейнеро-воза должна быть порталной и высококлиренсной для обеспечения свободного прохода контейнера под направляющими контейнеро-воза.

Контейнеро-воз должен обеспечивать перевозку не менее 9 контейнеров для обеспечения уборки плодов с одного ряда за один проход. Очевидно, что для этого он должен обеспечивать возможность многорядной установки контейнеров и быстрой их разгрузки.

Таким образом, к исследованию нами была принята конструктивно-технологическая схема самоходного агрегата с контейнеро-возом, оборудованного приемными лотками, центральным и вертикальным конвейерами для сбора и транспортировки плодов, стола для размещения на нем контейнера с возможностью его вращения. Контейнеро-воз должен иметь высококлиренсную порталную конструкцию и обеспечивать возможность многоярусной установки 9 порожних контейнеров [3, 4].

*Обоснование ширины рабочих платформ.* Наибольший эффект от применения многоместных платформ для уборки плодов и обрезки кроны плодовых деревьев достигнут при использовании платформ в пальметтных садах.

Ширина платформы может быть определена по формуле:

$$B_{\text{плт}} = (B_{\text{меж}} - 2\delta_{\text{T}} - 0,4),$$

где  $B_{\text{меж}}$  – ширина междурядья, м;

$\delta_{\text{T}}$  – ширина кроны в сторону междурядья, м;

0,4 – двусторонний зазор между габаритами платформы и «стеной» сада, м.

В Республике Беларусь сады высаживаются с междурядьем 3,5–5,0 м. Кроме того, в зависимости от возраста, периода вегетации и вида обрезки ширина кроны может составлять от 0,4 до 0,8 м. Соответственно, ширина агрегата должна быть изменяемой и составлять от 2,3 до 3,4 м.

Высота  $H_{\text{в}}$  расположения верхней рабочей площадки определяется исходя из условий снятия всех верхнерасположенных плодов:

$$H_{\text{в}} = H_{\text{дер}} - (1,3 \div 1,4),$$

где  $H_{\text{дер}}$  – высота дерева, м;

1,3–1,4 – средняя высота расположения рук сборщика от плечевых суставов до основания верхней рабочей площадки, м.

При механизированном способе уборки плодов и обрезки высота деревьев достигает 4,5 м. Увеличение высоты позволяет повысить урожайность с единицы площади. Однако при ручном способе уборки плодов высота кроны должна соотноситься с ростом обслуживающего персонала. В этом случае общая высота деревьев составляет 2,7–3,0 м.

Таким образом, максимальная высота рабочей площадки должна составлять 2,6 м (средний рост сборщика принимаем 1,7 м, максимальная высота расположения плода на кроне дерева, который он способен снять – 1,9 м). Учитывая требования к формированию кроны деревьев семечковых и косточковых культур, получаем, что плод может быть расположен на высоте 0,6–4,5 м кроны. В то же время для сборщика естественной является уборка плодов с высоты  $H_a$ , равной 0,8–1,7 м. Очевидно, что рационально разделить диапазон высот расположения плодов на три яруса.

Учитывая нижний предел расположения плодов на деревьях и минимальную высоту расположения рабочих площадок не менее 350 мм (минимальный дорожный просвет сельскохозяйственной машины – 300 мм и конструктивный размер площадки – 50 мм), очевидно, что для удобства и повышения производительности труда рабочие нижнего яруса должны осуществлять уборку плодов, находясь на земле.

Таким образом, высота первого яруса  $H_{я}$  (при  $H_{дер} = 4,5$  м) должна составлять 0,6–1,9 м, второго – 1,9–3,2 м, третьего – 3,2–4,5 м.

Плодоношение в садах интенсивного типа наступает со 2–3 года вегетации, а убирать плоды механизированными средствами начинают, когда возраст сада достигает 4–5 лет. При этом высота деревьев может достигать 3 м.

Высота ярусов  $H_{я}$  в данном случае будет составлять: первого – 0,6–1,4 м, второго – 1,4–2,2 м, третьего – 2,2–3,0 м.

Таким образом, учитывая агротехнические требования и рост сборщиков, определяем высоту рабочих площадок. Устанавливаем, что высота рабочих площадок должна составлять:

для второго яруса:

$$H_{пл_2}^{min} = H_{я_2}^{min} - H_a^{min},$$

$$H_{пл_2}^{max} = H_{я_2}^{max} - H_a^{max}.$$

для третьего яруса:

$$H_{пл_3}^{min} = H_{я_3}^{min} - H_a^{min},$$

$$H_{пл_3}^{max} = H_{я_3}^{max} - H_a^{max},$$

где  $H_{пл_2}^{min}$ ,  $H_{пл_3}^{min}$ ,  $H_{пл_2}^{max}$ ,  $H_{пл_3}^{max}$  – минимальная и максимальная высота платформ, м;

$H_{я_2}^{min}$ ,  $H_{я_2}^{max}$ ,  $H_{я_3}^{min}$ ,  $H_{я_3}^{max}$  – минимальная и максимальная высота ярусов расположения плодов, м;

$H_a^{min}$ ,  $H_a^{max}$  – минимальная и максимальная высота, с которой может осуществляться уборка плодов сборщиком ростом 1,7 м.

Из уравнений получим:  $H_{пл_2}^{min} = 0,6$  м;  $H_{пл_2}^{max} = 1,5$  м;  $H_{пл_3}^{min} = 1,4$  м;  $H_{пл_3}^{max} = 2,8$  м.

Таким образом, диапазон изменения высоты положения площадки второго яруса составит 0,9 м, третьего – 1,4 м.

Очевидно, что для удобства эксплуатации и настройки машины регулировка высоты рабочих площадок должна быть легкой и не требовать инструмента. В то же время в любой определенный момент времени в сложившихся обстоятельствах обслуживающему персоналу потребуется не более 1–2 регулировок высоты расположения площадок в сезон. Таким образом, очевидно, что регулировку можно выполнить механической и дискретной с равным шагом.

### Заключение

1. Наиболее перспективной схемой агрегата для уборки десертных плодов является конструктивно-технологическая схема самоходного агрегата с контейнеровозом, оборудованного приемными лотками, центральным и вертикальным конвейерами для сбора и транспортировки плодов, стола для размещения на нем контейнера с возможностью его вращения.

2. Контейнеровоз должен иметь высококлиренсную порталную конструкцию и обеспечивать возможность многоярусной установки не менее 9 порожних контейнеров.
3. Ширина плодуборочного агрегата должна быть переменной и составлять от 2,3 до 3,4 м.
4. Сборщики плодов на агрегате должны быть размещены на трех ярусах.
5. Высота первого яруса  $H_я$  должна составлять 0,6–1,9 м, второго – 1,9–3,2 м; третьего – 3,2–4,5 м.
6. Диапазон изменения высоты положения площадки второго яруса должен составлять 0,9 м, третьего – 1,4 м.

### Литература

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь: статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь. – Минск, 2013. – 364 с.
2. Варламов, Г. П. Машины для уборки фруктов / Г. П. Варламов. – М.: Машиностроение, 1978. – 216 с.
3. Юрин, А. Н. Агрегат для уборки плодов и обрезки деревьев в садах / А. Н. Юрин, А. А. Лях // Сельскохозяйственная научно-техническая и рыночная информация. – 2013. – № 8. – С. 39–43.
4. Юрин, А. Н. Агрегат самоходный универсальный АСУ-6 для уборки плодов и обрезки деревьев в садах интенсивного типа / А. Н. Юрин, А. А. Лях, В. М. Резвинский, А. Д. Кузнецов // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб.: в 2 т. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2013. – Вып. 47. – Т. 1. – С. 218–224.

УДК 631.331.022

Поступила в редакцию 06.10.2017  
Received 06.10.2017

**А. Н. Юрин, В. В. Викторovich**

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»  
г. Минск, Республика Беларусь  
e-mail: anton-jurin@rambler.ru; lab\_plodoyagoda@mail.ru*

### **ОБОСНОВАНИЕ РАБОЧЕЙ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПЛОДУБОРОЧНОГО АГРЕГАТА**

В статье приводятся результаты анализа рабочего процесса многоместных мобильных платформ для уборки плодов и даются предложения по наиболее перспективной схеме агрегата для уборки десертных плодов.

*Ключевые слова:* плодоводство, уборка плодов, механизированные работы, производительность труда сборщиков плодов, рабочий процесс, многоместные мобильные платформы, теория систем массового обслуживания с отказами.

**A. N. Jurin, V. V. Viktorovich**

*RUE «SPC NAS of Belarus for Agriculture Mechanization»  
Minsk, Republic of Belarus  
e-mail: anton-jurin@rambler.ru; lab\_plodoyagoda@mail.ru*

### **EXPERIMENTAL STUDIES OF DAMAGE TO FRUITS AT THEIR MECHANIZED CLEANING**

The article presents the results of the performed studies on the analysis of the working process of multi-seat mobile platforms for fruit harvesting and gives suggestions on the most promising scheme of the unit for harvesting dessert fruits.

*Keywords:* fruit-growing, harvesting of fruits, mechanized work, productivity of fruit pickers, the working process, multi-seat mobile platforms, queuing theory of queuing systems.

### **Введение**

В соответствии с нормами рационального питания и условиями продовольственной безопасности каждый человек должен потреблять в год 90–100 кг плодов и ягод, без учета цитрусовых. В Республике Беларусь душевое потребление плодов и ягод отечественного производства