

12. Шемякин, А.В. Экспериментальная установка для очистки сельскохозяйственной техники / А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, К.В. Гайдуков, Е.Ю. Шемякина // Механизация и электрификация. – 2008. – № 6. – С. 29–30.

13. Патент на полезную модель РФ № 73293 Сопло для моечных установок / Е.Ю. Makeева, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев – Опубл. 02.03.2007.

14. Морозова, Н.М. Теоретические аспекты кавитационной очистки сельскохозяйственных машин / Н.М. Морозова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. Материалы национальной научно-практической конференции. – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – С. 144-147.

15. Shemyakin, A.V. Experimental researches of agricultural machinery engines cleaning by icy and cavitation jet/A.V. Shemyakin, V.V. Terentyev, N.M. Morozova, A.V. Kirilin//Modern Science. 2016. № 10. С. 34–37.

**Abstract.** The quality of maintenance and repair of vehicles and agricultural machinery is largely dependent on a set of preparatory operations. The article describes ways to improve the process of cleaning and washing machines from pollution.

УДК 621.9. 048.6

**Толочко Н.К.**<sup>1</sup>, доктор физико-математических наук, профессор;

**Челединов А.Н.**<sup>2</sup>, зам. начальника цеха

<sup>1</sup>УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup>ОАО «Красносельскстройматериалы», г.п. Красносельский,  
Гродненская обл., Республика Беларусь

## **УСТРОЙСТВО ДЛЯ КАВИТАЦИОННОЙ ОЧИСТКИ ПОВЕРХНОСТИ ЯБЛОК ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ**

**Аннотация.** Предложено устройство для кавитационной очистки поверхности яблок от загрязнений. Устройство выполнено в виде ультразвуковой ванны с погруженным в нее вращающимся

*сетчатым барабаном для загрузки яблок. Благодаря вращению барабана яблоки совершают сложные движения, в результате чего обеспечивается однородная очистка всей их поверхности.*

Поверхность яблок может загрязняться микроорганизмами, пылью и грунтом, остатками пестицидов и минеральных удобрений, отходами химической промышленности, тяжелыми металлами, что в целом ухудшает сохранность плодов, а также делает их небезопасными для употребления в пищу. Поэтому яблоки необходимо подвергать комплексной очистке, удаляя с них разнообразные загрязнения.

Одним из наиболее эффективных способов очистки различных плодов, в том числе яблок, является ультразвуковая (УЗ) обработка, которая основана на эффектах акустической кавитации [1]. Обычно очистка осуществляется в УЗ ванне, снабженной одним или несколькими ультразвуковыми излучателями, встроенными в донную часть рабочей емкости ванны. Процесс очистки происходит следующим образом. Загружают яблоки в рабочую емкость ванны, затем заливают ее водой, так чтобы яблоки оказались полностью погруженными в воду, после чего подвергают яблоки УЗ обработке в режиме кавитации. Во время обработки яблоки, будучи легче воды, находятся в ней во взвешенном состоянии, занимая некоторые фиксированные, почти неизменные положения. Как следствие, поверхности яблок подвергаются неоднородной очистке, что обусловлено следующими причинами. Во-первых, в связи с поглощением УЗ волн водой, а также их рассеянием яблоками активность кавитации уменьшается по высоте столба воды по мере удаления от донных излучателей. Это приводит к тому, что поверхности яблок, расположенных в верхних слоях, т.е. вдали от излучателей очищаются от загрязнений хуже, чем поверхности яблок, расположенных в нижних слоях, т.е. вблизи излучателей [2]. Во-вторых, яблоки представляют собой препятствия на пути распространения УЗ волн, поэтому активность кавитации вблизи участков поверхности, ориентированных вниз, т.е. в сторону донных излучателей, выше, чем вблизи участков поверхности, ориентированных вверх. Это приводит к тому, что загрязнения удаляются хуже на участках поверхности, ориентированных вверх, чем на участках поверхности, ориентированных вниз, т.е. в сторону излучателей [3].

Итак, для обеспечения однородной очистки поверхностей яблок в УЗ ванне необходимо создавать такие условия, при которых в процессе УЗ обработки яблоки перемещаются по объему воды, время от времени приближаясь к излучателям, и, кроме того, поворачиваются вокруг своего центра тяжести, время от времени ориентируясь разными участками своей поверхности к излучателям.

Указанные условия очистки могут быть созданы за счет использования сетчатого загрузочного барабана, который в процессе очистки полностью погружают в воду, заполняющую рабочую емкость ванны, и приводят во вращение вокруг горизонтально расположенной продольной оси [4]. Предварительно барабан загружается яблоками.

При вращении барабана загруженные в него яблоки перемещаются в воде по круговым траекториям вокруг горизонтальной продольной оси барабана, время от времени оказываясь вблизи донных излучателей, где разрушающее действие кавитации на загрязнения наибольшее. Одновременно в ходе кругового перемещения яблоки благодаря столкновениям между собой и с элементами конструкции барабана хаотично вращаются вокруг собственных центров, время от времени поворачиваясь разными участками поверхности к излучателям.

Такое круговое перемещение яблок в сочетании с их вращением происходит при условии, когда барабан загружают таким максимальным количеством яблок, при котором обеспечивается возможность их свободного движения в моющей жидкости относительно друг друга и стенок сетчатого загрузочного барабана во время его вращения. При меньшем, чем указано, количестве яблоки в результате всплывания сосредотачиваются преимущественно в верхней части емкости сетчатого загрузочного барабана в удалении от ультразвуковых излучателей и их перемещение по круговым траекториям прекращается. При большем, чем указано, количестве яблоки располагаются слишком плотно, вследствие чего при их перемещении возникают эффекты «заклинивая» яблок, в результате чего их хаотичное вращение прекращается.

В процессе очистки следует учитывать известные пределы предпочтительных скоростей вращения барабана: при слишком медленном вращении снижается интенсивность столкновений яблок и, соответственно, интенсивность их хаотичного вращения; при слишком быстром вращении яблоки прижимаются центробежной силой друг к другу и к цилиндрической стенке барабана, в результате чего их хаотичное вращение прекращается.

Список использованных источников

1. Инновационные технологии переработки плодоовощной продукции / ред.: С. Родригес, Ф.А.Н. Фернадес; пер. Ю.Г. Базарнова. – СПб.: Профессия, 2014. – 456 с.

2. Толочко, Н.К. Ультразвуковая очистка поверхности яблок от микробных загрязнений / Н.К. Толочко, В.С. Корко, А.Н. Челединов, З.Е. Егорова // Агропанорама. – 2015. – №5. – С. 27–29.

3. Толочко, Н.К. Особенности развития кавитации и эффективность очистных процессов в ультразвуковой ванне / Н.К. Толочко, В.С. Корко, А.Н. Челединов // Агропанорама. – 2016. – №6. – С. 30–34.

4. Ультразвуковая ванна для очистки поверхности яблок от загрязнений и способ ее использования. Заявка а20180111 Респ. Беларусь. МПК А 23 N 12/02 (2019/03) / Толочко Н.К., Челединов А.Н. Положит. решение от 06.03.2019.

**Abstract.** The device for cavitation cleaning the surface of apples from contamination is proposed. The device is an ultrasonic bath with a rotating mesh drum for loading apples immersed in it. Due to the rotation of drum the apples are in compound motion resulting in a uniform cleaning of their entire surface.

УДК 62-192(07)

**Круглый П.Е.**, кандидат технических наук, доцент;

**Кашко В.М.**, старший преподаватель;

**Мисун А.Л.**, ассистент; **Драгун С.Н.**, ассистент

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

**ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ БЕЗОТКАЗНОСТИ  
КОРМОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ ПРИ ОРГАНИЗАЦИИ  
ИХ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА**

**Аннотация.** Приведена методика исследования безотказности кормоуборочных комбайнов, выполнен анализ потоков требований на обслуживание кормоуборочных комбайнов при организации их технического сервиса.