

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ МОЙКИ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ

*Н. Н. РОМАНЮК, В. А. АГЕЙЧИК, К. В. САШКО*  
*Белорусский государственный аграрный технический университет,*  
*г. Минск, Республика Беларусь*

**Аннотация.** В статье рассматриваются вопросы подготовки корнеклубнеплодов, преимущественно сахарной свеклы, к использованию на производство сахара или к длительному хранению. Предложена оригинальная конструкция устройства для мойки корнеклубнеплодов, использование которой позволит повысить производительность и качество технологического процесса мойки.

**Ключевые слова:** корнеклубнеплоды, устройство, мойка, производительность, качество, технологический процесс.

Научно-технический прогресс в сахарной промышленности базируется на разработке и внедрении совершенных технологий и высокоэффективного оборудования.

Технико-экономические показатели работы отрасли во многом определяются техническим уровнем применяемого оборудования, так как от этого зависят капитальные затраты на строительство и реконструкцию сахарных заводов, а также текущие затраты на производство сахара.

Вместе с тем отечественное оборудование по ряду показателей, таких как производительность, масса, потребление сырья и энергии, надежность, уступает зарубежному [1].

Поэтому проблема повышения технического уровня оборудования является актуальной и особенно в настоящее время ввиду резкого роста стоимости энергоносителей и как следствие этого – увеличения стоимости капитальных и эксплуатационных затрат на приобретение и эксплуатацию оборудования.

Целью данных исследований явилась разработка конструкции устройства для мойки корнеклубнеплодов, позволяющего повысить производительность и качество технологического процесса.

Проведенный патентный поиск показал, что известно [2] устройство для мойки корнеклубнеплодов, содержащее вертикальную моечную камеру с герметичной крышкой, установленную на рабочей площадке вибростенда.

Данное устройство позволяет получить при мойке корнеклубнеплодов режим вибротурбулизации жидкости в моечной камере,

обеспечивающий интенсивное удаление загрязнений с поверхности корнеклубнеплодов.

Однако недостатком известного устройства является сложность установления режима вибротурбулизации и поддержания его в процессе мойки, что обуславливает сложность эксплуатации данного устройства и повышенные затраты энергии. При этом осуществление рабочего режима вибротурбулизации в данном устройстве связано с необходимостью использования сложного, дорогостоящего и громоздкого оборудования – электродинамического вибростенда, позволяющего производить подстройку параметров вибровоздействия в процессе осуществления мойки.

Известно устройство для мойки корнеклубнеплодов, содержащее вертикальную моечную камеру с герметично закрывающейся крышкой, установленную на упругом основании, выдвигной съемный контейнер с перфорированным днищем, газонаполненную торообразную оболочку из эластичного материала, перфорированный центрирующий элемент, установленный на днище камеры, и источник вибрационных колебаний [3]. Контейнер для корнеклубнеплодов установлен в моечной камере таким образом, что его перфорированное днище образует с днищем камеры зазор, в котором размещены торообразная оболочка и центрирующий ее перфорированный элемент, а источник вибрационных колебаний выполнен в виде электродвигателя с эксцентриком, связанным рычагом с днищем камеры. Контейнер установлен в камере с небольшим кольцевым зазором, позволяющим свободно вынимать его из камеры и вставлять обратно.

Перед работой устройства производится заполнение моечной камеры до уровня, составляющего 80–85% объема камеры. При этом корнеплоды (например, сахарная свекла) находятся в контейнере, удерживаясь на его перфорированном днище, а газонаполненная оболочка всплывает до уровня, ограниченно-го днищем контейнера. После этого камеру герметично закрывают крышкой и включают электродвигатель, обеспечивающий вибрационные колебания камеры. При этом моющая жидкость и размещенная в ней газонаполненная эластичная оболочка образуют в камере нелинейную колебательную систему «жидкость – газ», а виброколебания сообщаются камере на собственной частоте колебаний этой системы, в результате чего в камере сразу же возникает режим вибротурбулизации. По окончании процесса мойки контейнер с корнеплодами вынимают из камеры и выгружают корнеплоды, после чего контейнер вновь устанавливают в камеру.

В данном устройстве в процессе мойки необходимо производить виброколебания всей моечной камеры с контейнером и находящимися в ней жидкостью и корнеплодами, что связано с повышенными затратами энергии при мойке, особенно при больших размерах моечной камеры. Необходимость вынимать из камеры после мойки контейнер с корнеплодами, а затем вставлять его обратно и герметизировать камеру значительно усложняет эксплуатацию известного устройства и увеличивает общее время процесса мойки. Это также существенно ограничивает производительность данного устройства, поскольку при увеличении производительности увеличивается объем моечной камеры, вес самого контейнера, количество загружаемых корнеплодов и, соответственно, увеличивается вес вынимаемого контейнера с корнеплодами.

Необходимость виброколебаний моечной камеры в процессе мойки, а также выемки контейнера с корнеплодами после мойки для их выгрузки и обратная установка контейнера в камеру ухудшают условия труда и техники безопасности при работе известного устройства.

При этом следует учитывать, что в процессе мойки в камере возникают мощные турбулентные потоки моющей жидкости и проис-

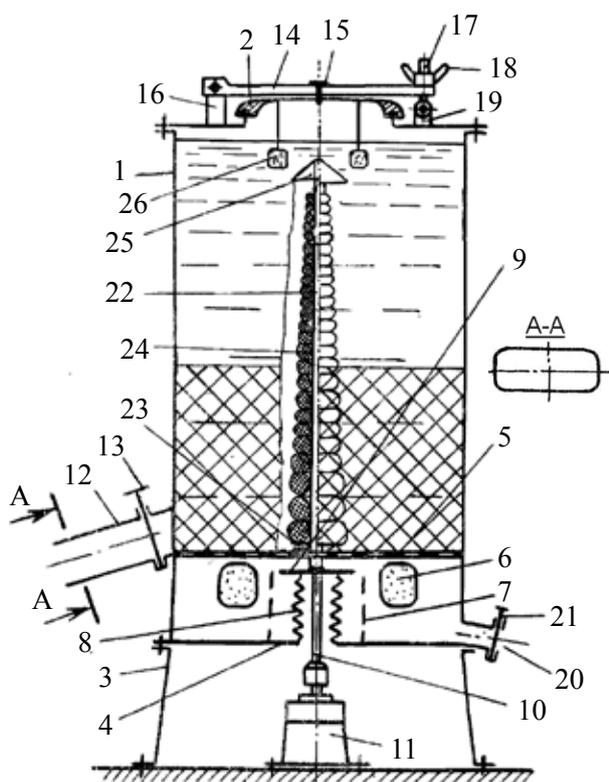
ходят очень интенсивные пульсации давления жидкости с частотой 40–50 Гц, пиковые значения которого в положительные полупериоды достигают 1,5–1,8 атм, а в отрицательные полупериоды возникает разрежение ниже порога кавитации. В этих условиях виброколебания самой моечной камеры, установленной на упругом основании, очень нежелательны, так как снижают надежность устройства для мойки корнеплодов.

Известно устройство для мойки корнеклубнеплодов [4], содержащее моечную камеру с герметичной крышкой и перфорированной перегородкой, размещенной в нижней части камеры, расположенную в зазоре между перегородкой и днищем камеры, нижнюю газонаполненную эластичную торообразную оболочку, центрирующий элемент и источник вибрационных колебаний, причем моечная камера установлена неподвижно и имеет в днище центральное отверстие, устройство снабжено сильфоном, установленным неподвижно внутри центрирующего элемента, концентрично ему, причем нижний торец сильфона прикреплен к стенкам центрального отверстия днища, и пластиной, герметично закрепленной на верхнем торце сильфона и соединенной посредством штока с источником вибрационных колебаний, при этом в боковой стенке моечной камеры над перфорированной перегородкой смонтирован люк с герметичной заслонкой.

Такое устройство не обеспечивает производительную и качественную мойку корнеклубнеплодов, так как мощные турбулентные потоки моющей жидкости, интенсивные пульсации ее давления происходят в основном в нижней части моечной камеры и слабо распространяются на ее верхнюю часть, вследствие отражения их основной массой корнеклубнеплодов. При порционной выгрузке помытых корнеклубнеплодов находившиеся в верхней части корнеклубнеплоды будут частично загрязнены.

В Белорусском государственном аграрном техническом университете разработано оригинальное устройство для мойки корнеклубнеплодов [5, с. 55–56].

На рисунке 1 показан общий вид устройства для мойки корнеклубнеплодов.



**Рисунок 1. Устройство для мойки корнеклубнеплодов**

Устройство для мойки корнеклубнеплодов содержит вертикальную моечную камеру 1 с герметично закрываемой крышкой 2, закрепленную неподвижно на раме 3. В нижней части моечной камеры 1 над ее днищем 4 закреплена перфорированная (сетчатая) перегородка 5. В зазоре между перегородкой 5 и днищем 4 камеры размещены нижняя газо-наполненная торообразная оболочка 6 из эластичного упругого материала и центрирующий перфорированный элемент-патрубок 7, закрепленный на днище камеры по ее центру. В днище 4 камеры выполнено центральное отверстие, в котором герметично закреплен нижний торец вертикально установленного сифона 8, размещенного с зазором внутри перфорированного патрубка 7. На верхнем торце сифона 8 герметично закреплена горизонтальная пластина 9, соединенная через вертикальный шток 10 с источником вибрационных колебаний – вибратором 11. Расстояние от пластины 9 до перегородки 5 позволяет пластине совершать свободные колебания, не касаясь перегородки 5. В боковой стенке моечной камеры 1 на уровне перфорированной перегородки 5 выполнен наружный разгрузочный люк, включающий наклонный короб 12 и заслонку (шибер) 13. Крышка 2 герме-

тично прижимается к горловине камеры 1, например, с помощью прижимного рычага 14, на котором она закреплена болтом 15. Рычаг 14 одним концом закреплен на поворотной опоре 16 и имеет на другом конце продольный паз, в который входит откидной болт 17 с накидной гайкой 18, закрепленные на опоре 19. В нижней части камеры 1 имеется патрубок 20 с запорным органом 21 для заполнения камеры водой или ее слива. Сифон 8, обеспечивая герметичность места ввода штока 10 вибратора в моечную камеру, позволяет горизонтальной пластине 9 совершать свободные колебания в моеющей жидкости. Короб 12 разгрузочного люка выполнен с сечением в виде горизонтального прямоугольника, нижняя сторона (кромка) которого расположена на уровне перфорированной перегородки 5. Для удобства выгрузки корнеплодов из моечной камеры короб 12 установлен с наклоном вниз под углом 10–20°. К штоку 10 над пластиной 9 закреплена верхняя часть штока 22 в виде стержня с круглым сечением постоянного диаметра, проходящая сквозь перфорированную перегородку 5 с возможностью движения относительно нее в вертикальном направлении, при этом к верхней части штока 22 над перфорированной перегородкой 5 прикреплена опорная дисковая пластина 23. Расстояние от опорной дисковой пластины 23 до перегородки 5 позволяет ей совершать свободные колебания, не касаясь перегородки 5. На опорной дисковой пластине 23 сверху установлены выполненные из упругого материала, например резины, насаженные на пластину вокруг стержня 22 торовые кольца 24 с внутренними диаметрами, равными диаметру стержня верхней части штока 22, причем наружные диаметры торовых колец 24 плавно уменьшаются в направлении снизу вверх. К верхнему концу верхней части штока 22 прикреплена с помощью резьбового соединения конусная насадка 25 в виде боковой поверхности прямого кругового конуса со скругленной вершиной, а к крышке 2 снизу с возможностью полного погружения в воду закреплена, охватывающая свою нижней внутренней поверхностью конусную насадку 25 верхняя газо-наполненная эластичная торообразная оболочка 26.

Устройство для мойки корнеклубнеплодов работает следующим образом.

При открытой крышке 2 моечную камеру 1 заполняют водой и корнеклубнеплода-

ми, например сахарной свеклой, до заданного уровня жидкости. Вода заливается в камеру через ее открытую горловину или патрубок 20, сахарная свекла загружается через горловину камеры и располагается на перфорированной перегородке 5. После этого камеру 1 герметично закрывают крышкой 2 с верхней газонаполненной эластичной торообразной оболочкой 26, для чего опускают прижимной рычаг 14 и затягивают накидную гайку 18 на откидном болте 17, вводимом в паз рычага 14. При этом жидкость, заполняющая моечную камеру, и находящиеся в жидкости верхняя и нижняя газонаполненные эластичные оболочки 6, составляют нелинейную систему «жидкость – газ». Затем включают вибратор 11, сообщающий через шток 10 периодические колебания горизонтальной пластине 9 и конусной насадке 25. Колебания пластины 9, конусной насадки 25, сальфона 8 и торовых колец 24 создают в моещей жидкости динамическое (переменное) давление и возбуждают пульсации газа в эластичных оболочках 6 и 26, обуславливая колебания системы «жидкость – газ» в моечной камере. Частота внешнего вибровоздействия устанавливается равной собственной частоте системы «жидкость – газ», поэтому при включении вибратора 11 в моечной камере устанавливается режим резонансных колебаний – режим вибротурбулизации с резким увеличением амплитуды волн гидродинамического давления и максимальной интенсивностью турбулентных и кавитационных процессов в моещей жидкости. Размещенные на сетчатой перегородке 5 корнеклубнеплоды в процессе мойки подвергаются воздействию мощных турбулентных потоков сверху и снизу жидкости и кавитации, одновременно на них оказывают дополнительно упругое вибрирующее воздействие торовые кольца 24, что в сумме вызывает интенсивное отделение загрязнений с поверхности корнеклубнеплодов, обеспечивая высокую эффективность процесса мойки. По окончании процесса мойки выключают вибратор 11, колебания прекращаются, прекращается турбулизация моещей жидкости и объемные пульсации газонаполненных оболочек. Затем откидывают прижимной рычаг 14 с крышкой 2, закрывающей горловину камеры, и открывают заслонку 13, перекрывающую сечение короба 12 разгрузочного люка. Под действием гидростатического напора столба жидкости в моечной камере происходит слив

жидкости из камеры через короб разгрузочного люка. Поскольку нижняя часть (кромка) короба 12 находится на уровне перегородки 5, сливающаяся через люк жидкость увлекает с собой отмытые корнеплоды, находящиеся на перегородке 5. Для обеспечения лучших условий выгрузки корнеплодов высота проходного сечения короба 12 должна не менее чем в 1,5–2 раза превышать максимальный размер обрабатываемых корнеплодов, а ширина – в 2–3 раза превышать высоту короба. Это обеспечивает свободный проход корнеклубнеплодов с жидкостью через люк при открытой заслонке 13. Слив жидкости с корнеклубнеплодами производится в приемную емкость (ведро, бак), устанавливаемую под разгрузочным люком. Выгрузка отмытых корнеклубнеплодов из моечной камеры заканчивается при сливе моещей жидкости до уровня сетчатой перегородки 5. После этого закрывают заслонку 13 люка и производят последующее заполнение камеры жидкостью и загрузку корнеклубнеплодов.

Таким образом, выполнение в моечной камере наружного люка с заслонкой, расположенного на уровне перфорированной перегородки, позволяет легко и быстро производить выгрузку вымытых корнеклубнеплодов из камеры. При этом прямоугольная форма сечения люка обеспечивает наилучшие условия для выгрузки корнеклубнеплодов из камеры.

Использование предложенной оригинальной конструкции устройства для мойки корнеклубнеплодов позволит повысить производительность и качество технологического процесса мойки.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Белик В. Г. Повышение технического уровня оборудования для сахарной промышленности : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Киев, 1994.
2. А. с. 628877, кл. А 23 № 12/02. – 1977.
3. Заявка 4678835/13, кл. А 23 № 12/02. – 1989.
4. Пат. РФ 2007103 С1, МПК А01 № 12/02. – 1994.
5. Пат. 16840 С1 Респ. Беларусь, МПК А 23N12/02. Устройство для мойки корнеклубнеплодов / И. Н. Шило, В. А. Агейчик, Н. Н. Романюк, М. В. Агейчик ; заяв. Белорус. гос. аграр. техн. ун-т. – № а 20101230 ; заявл. 16.08.2010 ; опубл. 28.02.2013 // Афіцыйны

---

бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – № 1.

6. Сафонов В. В., Шишурин С. А., Семочкин В. С. Теоретическое обоснование повышения ресурса деталей, упрочненных ультра- и нанокпозиционным химическим никелированием // Научное обозрение. – 2012. – № 1.

*Романюк Николай Николаевич, канд. техн. наук, доцент, первый проректор, Белорусский государственный аграрный технический университет: Республика Беларусь, 220023 г. Минск, просп. Независимости, 99.*

*Агейчик Валерий Александрович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Механика материалов и детали машин», Белорусский государственный аграрный технический университет: Республика Беларусь, 220023 г. Минск, просп. Независимости, 99.*

*Сашко Константин Владимирович, канд. техн. наук, доцент кафедры «Механика материалов и детали машин», Белорусский государственный аграрный технический университет: Республика Беларусь, 220023 г. Минск, просп. Независимости, 99.*

Тел.: (375-17) 267-47-71

E-mail: romanyuk-nik@tut.by

---

### DEVICE FOR WASHING ROOT CROPS

*Romanyuk Nikolay Nikolaevich, Cand. of Tech. Sci., Ass. Prof., first vice-chancellor, Belarus State agrarian technical university. The Republic of Belarus.*

*Ageychik Valeriy Aleksandrovich, Cand. of Tech. Sci., Ass. Prof. of “Mechanics of materials and machine parts” department, Belarus State agrarian technical university. The Republic of Belarus.*

*Sashko Konstantin Vladimirovich, Cand. of Tech. Sci., Ass. Prof. of “Mechanics of materials and machine parts” department, Belarus State agrarian technical university. The Republic of Belarus.*

**Keywords:** root crops, device, washing, efficiency, quality, technological process.

*The article looks into the problems of root crops (mainly sugar beet) preparation for sugar production or long-term storage. It suggests an original design of root crops washing device, the usage of which will allow increasing efficiency and quality of technological washing process.*