

6. Файзрахманова Г.М., Забелкин С.А., Грачев А.Н., Башкиров В.Н. Использование древесной пиролизной жидкости для получения химических продуктов // Вестник Казанского технологического университета. 2012. Т. 15. № 15. С. 101-103

7. Wang Y., Qiu L., Song Q, Wang S., Wang Y., Ge Y. Root Proteomics Reveals the Effects of Wood Vinegar on Wheat Growth and Subsequent Tolerance to Drought Stress // International Journal Molecular Sciences. 2019. V.20(4). Pp. 943. Doi: 10.3390/ijms20040943

---

УДК 631.362

**Шило И.Н., Романюк Н.Н., Агейчик В.А., Хартанович А.М.**

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

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ МАШИНЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ КОРНЕПЛОДОВ**

*В статье рассматриваются вопросы, связанные с очисткой корнеплодов. Проведены патентные исследования и проанализированы технические средства для очистки корнеплодов. Предложена оригинальная конструкция машины для очистки корнеплодов, использование которой позволит повысить производительность работы очистителя корнеплодов при одновременном обеспечении требуемого качества очистки.*

**Ключевые слова:** *корнеплод, очистка, оригинальная конструкция, патентный поиск, производительность, качество очистки.*

На современном этапе развития сельского хозяйства большое внимание уделяется интенсификации производства продукции животноводства, которая в свою очередь требует создания новейшего оборудования, применения новых технологий на основе современных достижений науки и техники.

Корнеплоды - вкусный, охотно поедаемый животными, прекрасный в диетическом отношении корм. Они улучшают кормовые рационы животных в зимний период. По своему составу и питательности корнеплоды характеризуются высоким содержанием физиологически связанной воды (от 70 до 90% и более) и небольшим количеством жира и клетчатки. Содержание протеина также невысокое (1-2%), причем около половины его составляют амиды. Протеин корнеплодов отличается высоким содержанием аминокислот лизина и триптофана. Главная масса сухого вещества представлена в корнеплодах углеводами: сахаром, крахмалом, пектиновыми веществами и гемицеллюлозой. Корнеплоды бедны кальцием и фосфором (0,03-0,04%), из щелочных элементов калий преобладает над натрием. Зола этих кормов по реакции щелочная. Корнеплоды богаты витамином С. Перевариваются питательные вещества корнеплодов на 85-90% [1].

Исследования показали, что использование неочищенных от почвы корнеплодов ведет к желудочным заболеваниям животных, резкому снижению продуктивности скота. В связи с этим вопросу очистки кормовых корнеплодов от примесей уделяется большое внимание [1].

Целью исследований является разработка конструкции машины для очистки корнеплодов, способной повысить производительность работы очистителя

теля корнеплодов при одновременном обеспечении требуемого качества очистки.

Для решения поставленной цели нами поставлены следующие задачи исследований:

1. Провести патентные исследования и проанализировать технические средства для очистки корнеплодов.

2. Разработать конструкцию машины для очистки корнеплодов, использование которой позволит повысить производительность работы очистителя корнеплодов при одновременном обеспечении требуемого качества очистки.

Проведенный патентный поиск показывает, что известно устройство для отделения примесей от корнеплодов [2].

Такое устройство не обеспечивает в полной мере очистку корнеплодов от остатков почвы и ботвы вследствие ограниченной очистительной способности элеватора. В то же время встряхивающий механизм позволяет осуществить автоматическое регулирование амплитуды встряхивания элеваторного полотна в зависимости от массы технологической нагрузки со стороны слоя корнеплодов.

Известен также очиститель корнеплодов [3], недостатком которого является то, что он не обеспечивает необходимого качества очистки корнеплодов от остатков почвы и ботвы, и требуемой производительности производственного процесса. Это происходит вследствие недостаточно интенсивного воздействия вращающихся валцов усеченной конической формы на корнеплоды и ограниченности просеивающей способности очистителя зазорами между этими валцами, что особенно сказывается на качестве очистки при большом слое корнеплодов на поверхности очистителя.

В учреждении образования «Белорусский государственный аграрный технический университет» разработана оригинальная конструкция машины для очистки корнеплодов [4] (рисунок 1: а) – в упрощенном виде горизонтальная проекция очистителя корнеплодов; б) – в упрощенном виде фронтальная проекция очистителя корнеплодов с разрезом А-А ее правой части; в) – разрез С-С; г) – разрез D-D).

Очиститель корнеплодов состоит из образующих ротор 1 вала 2, жестко закрепленных с ним насадки 3 и выполненного в виде спиц и корпуса водила 4 с подшипниковыми гнездами для установки осей сепарирующих элементов в виде радиально расположенных через один конических валцов 5 и с меньшими в два раза большими основаниями конусов конических валцов 6 с винтовыми выступами, высота которых меньше зазора между валцами. Большие основания конических валцов 5 и 6 обращены к периферии водила 4, их оси установлены в жестко соединенных с валом 2 насадке 3 и водиле 4, а внешние концы осей снабжены роликами 7, опирающимися на кольцевую дорожку 8 неподвижной рамы 9. К ней с помощью поручней 10 жестко крепится периферийная ограждающая решетка 11 с зазором между прутками  $h_1$ , имеющая окно с лотком 12 для выхода очищенных корнеплодов.

Водило 4 по торцам, напротив максимального сближения друг с другом поверхностей соседних конических валцов 5 и 6 у их больших оснований, имеет фигурные окна высотой  $h_2$ , не менее зазора между прутками ограждаю-

щей решетки  $h_1$ . Большие конические вальцы 5 выполнены в виде закрепленных вершинами на приводных валах 13 конических пружин сжатия 14 с зазором между витками равным зазору между коническими вальцами 5 и 6, без учета винтовых выступов навивки, и имеющие направление навивки совпадающее с направлением навивки винтовых выступов малых конических вальцов 6. У больших оснований они сопряжены внутренней поверхностью с установленными на валах 13 встряхивающими механизмами, каждый из них содержит контактирующий с витками 14 конической пружины сжатия ролик 15, установленный шарнирно на подшипниковые кольца 16 и 17, которые охватывают поверхность цилиндрической втулки 18 и жестко закреплены на ней. Цилиндрическая втулка 18 выполнена с внутренним отверстием, большим, чем диаметр приводного вала 13, и снабжена внутри диаметрально противоположными стойками 19 и 20. На приводном валу 13 перпендикулярно его оси вращения жестко закреплена крестовина 21, концы которой соединены со стойками 19 и 20 шарнирными тягами 22 и 23, с возможностью эксцентричного смещения втулки 18 относительно вала 13.

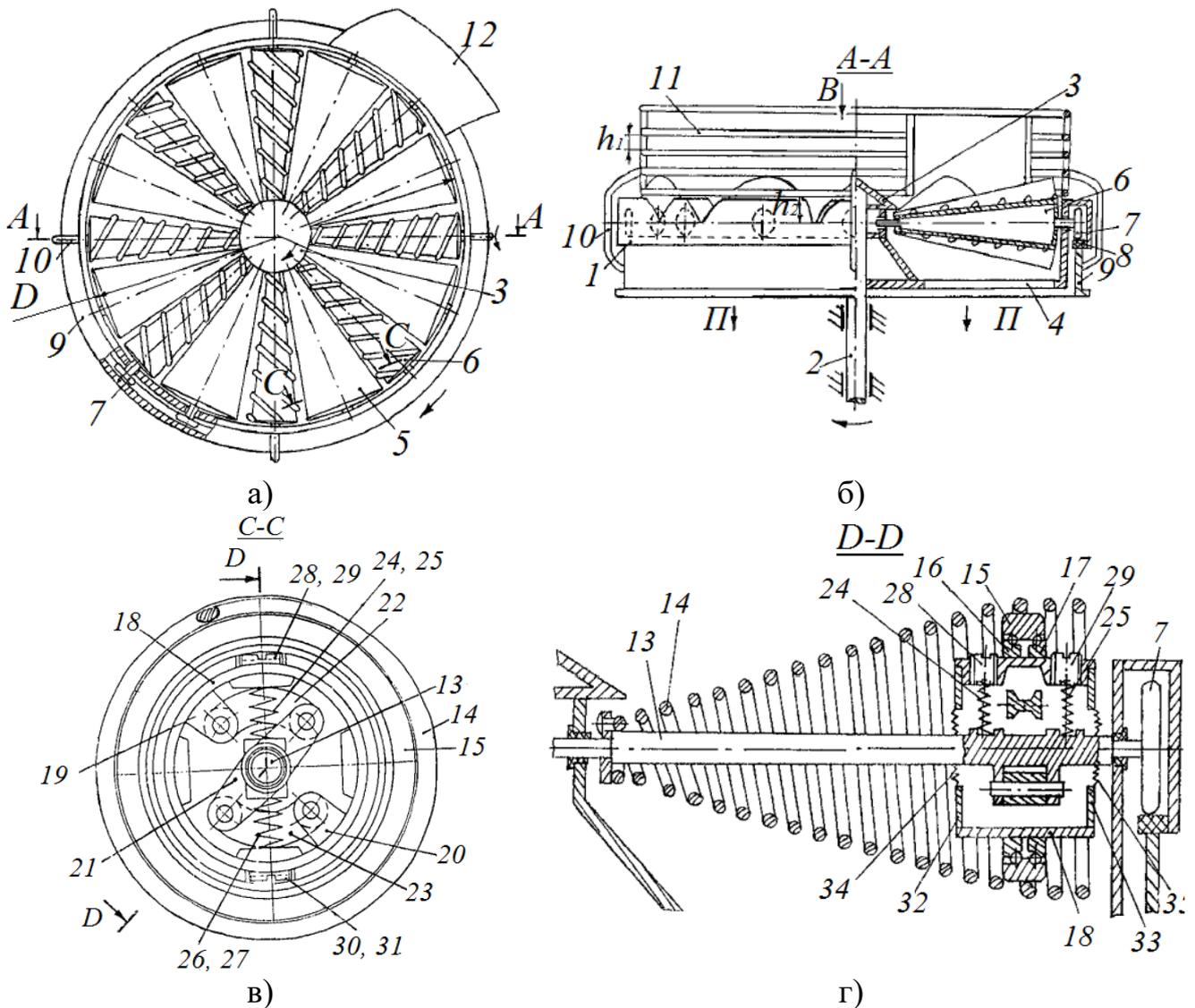


Рисунок 1 – Очиститель корнеплодов.

Между втулкой 18 и валом 13 в направлении смещения установлены упругие элементы 24, 25, 26 и 27, работающие на сжатие. Для получения между осями втулки 18 и вала 13 начального эксцентриситета имеются пробки-регуляторы 28, 29, 30 и 31, с возможностью перемещения в резьбовых отверстиях втулки 18 и соответственно сжатия упругих элементов 24-27. От проворачивания во время работы пробки стопорятся кольцевыми пружинами. С торцов втулка 18 закрыта кольцевыми крышками 32 и 33 с укрепленными на них упругими сальниками 34 и 35, касающимися поверхности приводного вала 13.

Очиститель корнеплодов работает следующим образом.

При помощи привода ротор 1 через вал 2 приводится во вращение относительно неподвижной рамы 9 жестко соединенной поручнями 10 с ограждающей решеткой 11. В результате действия сил трения между роликами 7 и кольцевой дорожкой 8 неподвижной рамы 9 приводятся во вращение конические вальцы 5 и 6. Направление вращения ротора 1 выбирается таким, чтобы направление вращения конических вальцов с винтовыми выступами 6 и в виде конических пружин сжатия 14 совпало с направлением навивки винтовых выступов и витков конических пружин. При этом обеспечивается движение вороха к ограждающей решетке 11 и неразматывание конической пружины сжатия 14 большего конического вальца 5. При входе в очиститель (по стрелке В) корнеплоды в первую очередь контактируют с насадкой 3 и ближайшей к ней частью вальцов 5 и 6, что в виду малых линейных скоростей на этих участках ротора 1 не оказывает существенного влияния на повреждаемость корнеплодов. Вследствие вращения ротора 1, конических вальцов 5 и 6 и возникающих в результате этого сил (центробежных, инерции, составляющих силы веса корнеплодов, Кориолиса, трения о поверхность вальцов, винтовые выступы и витки конических пружин) корнеплоды движутся внутри очистителя по сложным спиралевидным траекториям к ограждающей решетке 9. Соотношение наклонов поверхностей вальцов 5 и 6 с одной стороны способствует задержанию корнеплодов в рабочей зоне очистителя до требуемой степени очистки, а с другой, за счет в два раза меньшего диаметра больших оснований конусов вальцов 6 с винтовыми выступами, корнеплоды своевременно доставляются к окну с лотком 12, что снижает их повреждаемость. При этом примеси в виде частиц почвы и остатков ботвы просеиваются между поверхностями конических вальцов 5 и 6 и спицами водила 4 (по стрелке П).

Одновременно значительная часть корнеплодов подвергается интенсивному воздействию конических пружин сжатия 14, образующих поверхность больших конических вальцов 5, с зазором между витками, равным зазору между коническими вальцами 5 и 6 без учета навивки и имеющих направление навивки, совпадающее с направлением навивки малых конических вальцов 6. При этом витки конической пружины 14 передают давление корнеплодов на цилиндрическую втулку 18 встряхивающего механизма по [2] через ролик 15 и подшипниковые кольца 16 и 17. Передаваемая сила давления пропорциональна массе технологической нагрузки (толщине слоя корнеплодов). При вращении приводного вала 13 и цилиндрической втулки 18 составляющая силы давления, направленная радиально вдоль упругих элементов 24-27, периодически меняет-

ся по величине, будучи пропорциональна углу поворота вала 13. Шарнирные тяги 22 и 23, связывающие стойки 19 и 20 с крестовиной 21, обеспечивают радиальное смещение втулки 18 относительно вала 13 под действием этой составляющей. В результате втулка 18, преодолевая упругость элементов 24-27, периодически вместе с роликом 15 меняет эксцентриситет относительно оси приводного вала 13. Величина эксцентриситета, зависящая также от динамических параметров (массы, моментов инерции) элементов устройства, диссипативных свойств и жесткости упругих элементов 24-27, пропорциональна среднему значению силы давления со стороны пласта корнеплодов, действующего на витки конической пружины 14. При вращении вала 13 и изменении эксцентриситета ролика 15 витки конической пружины 14 получают вынужденные колебания с амплитудой, пропорциональной среднему значению силы давления со стороны пласта корнеплодов, и циклической частотой, в два раза большей круговой частоты вращения приводного вала 13. Таким образом, происходит автоматическое регулирование амплитуды встряхивания витков конической пружины 14 в зависимости от массы технологической нагрузки. Колебания передаются пласту корнеплодов, который также периодически встряхивается и разрушается, в том числе и под действием местного воздействия витков 14. Отделившиеся частицы почвы и растительных остатков просеиваются через зазоры между витками 14 и коническими вальцами 5 и 6.

При увеличении толщины пласта корнеплодов возрастает давление на витки конических пружин 14. Одновременно с этим увеличивается сила давления витков конических пружин 14 на ролик 15, что приводит к росту его эксцентриситета и, следовательно, амплитуды поперечных колебаний витков конических пружин 14, без изменения их скорости вращения и частоты встряхивания. В результате интенсивность встряхивания пласта корнеплодов поддерживается на оптимальном уровне. Регулирование интенсивности встряхивания независимо от толщины пласта корнеплодов осуществляется заменой упругих элементов 24-27. Начальная установка эксцентриситета ролика 15 по отношению к оси приводного вала 13 достигается перемещением пробок 28-31 относительно втулки 18.

Нераздробленные комки почвы и мелкие примеси перемещаются винтовыми выступами вальцов 6 в направлении ограждающей решетки 11 и без препятствий через имеющиеся в ней зазоры и фигурные окна водила 4 с высотой не меньшей зазоров решетки 11 удаляются из очистителя.

#### **Список использованных источников:**

1. Бычков, А.В. Параметры процесса сухой очистки корнеплодов шнековым сепаратором : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / А.В.Бычков; ФГБОУ ВПО «Кубанский ГАУ». – Ростов-на-Дону, 2014. – 18с.
2. А.с. СССР 1544243, МПК А 01D 33/08, 1990.
3. Патент на полезную модель РБ 3144 U, МПК А 01D 33/08, 2006.
4. Патент на изобретение РБ № 13167 С1; МПК А 01D 33/00, 2009.