

УДК 621. 9.048.604

UDC 621. 9.048.604

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФОРМ РАБОЧИХ ОРГАНОВ В УСТРОЙСТВАХ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ МЕТОДАМИ ИНЖЕНЕРНОЙ ГЕОМЕТРИИ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ**

**IMPROVEMENT OF WORKING BODIES' FORMS FOR DEVICES FOR FORAGES PREPARATION BY METHODS OF ENGINEERING GEOMETRY AND COMPUTER GRAPHICS**

Марченко Алексей Юрьевич  
к.т.н., доцент

Marchenko Alexey Yuryevich  
Cand.Tech.Sci., associate professor

Серга Георгий Васильевич  
д.т.н., профессор  
*Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, г. Краснодар, Россия*

Serga Georgy Vasilyevich  
Dr.Sci.Tech., professor  
*Kuban state agricultural university named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia*

Предлагаются пути совершенствования форм рабочих органов в устройствах для приготовления кормов методами инженерной геометрии и компьютерной графики, что открывает не только большие возможности интенсификации, повышения производительности и эффективности вышеуказанных технологических процессов, но и открывает пути создания малогабаритных устройств для их реализации. Конструктивная проработка геометрии поверхности рабочих органов, позволяет придавать волнообразное движение частицам кормов и сообщать им движение с большей энергоемкостью. В таких устройствах, частицы компонентов кормов, встречаясь со стенками рабочего органа, меняют свое направление и, встречаясь с другими порциями, смешиваются. От загрузки к выгрузке на всем протяжении длины рабочего органа установок, создаются волны движения частиц компонентов кормов внутри рабочего органа. Проведенные экспериментальные исследования показали, что в результате совершенствования форм рабочих органов в устройствах для приготовления кормов подобные устройства можно внедрять в различных отраслях промышленности

Improvement is offered for working bodies' forms in devices for preparation of forages by methods of engineering geometry and computer graphics. That opens not only great opportunities for intensification, increase in productivity and efficiency of the technological processes, but also opens ways for creation of small-sized devices for their realization. Constructive study of geometry of working bodies surface, allows us to give wavy movement to particles of forage and impart them the movement with bigger power consumption. In such installations forage particles components, meeting walls of working body, change their direction and, meeting other portions of particles of forage components, mix up. From loading to unloading, throughout the installations working body length, flexible and strong waves of forage particles components movement inside the working body are born. The conducted pilot studies have shown that as a result of working bodies' forms improvement of devices for preparation of forages by methods of descriptive geometry such devices can be implemented in a variety of industries

Ключевые слова: РАБОЧИЕ ОРГАНЫ, МЕТОДЫ, ИНЖЕНЕРНАЯ И КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА, БАРАБАНЫ, КОМПОНЕНТЫ КОРМОВ

Keywords: WORKING BODIES, METHODS, ENGINEERING COMPUTER GRAPHICS, DRUMS, COMPONENTS OF FORAGES

**Doi: 10.21515/1990-4665-129-066**

Совершенствование форм рабочих органов в устройствах для приготовления кормов методами инженерной геометрии и компьютерной графики, как нам представляется, открывает не только большие возможности интенсификации, повышения производительности и

эффективности вышеназванных технологических процессов, но и открывает пути создания новых малогабаритных устройств для их реализации.

В частности, конструктивная проработка геометрии поверхности рабочих органов, например установки барабанной для непрерывного приготовления кормов [1], позволяет придавать волнообразное движение частицам кормов и сообщать им движение с большей энергоемкостью. В такой установке частицы кормов, встречаясь со стенками рабочего органа, отраженные ими, меняют свое направление, и встречаясь с другими порциями кормов, смешиваются. От загрузки к выгрузке на всем протяжении длины рабочего органа установки создаются внутри рабочего органа волны движения частиц компонентов кормов. Движение их непрерывно, тесно связано единством цели – интенсифицировать процессы смешивания компонентов кормов. На рисунке 1 изображена установка барабанная для непрерывного приготовления кормов, общий вид.

В результате выполнения рабочего органа в виде барабана, установленного наклонно под углом  $\alpha$ , нарушается стационарность движения потоков компонентов кормов, которые совершают сложное пространственное движение в вертикальной плоскости – по эллиптическим траекториям, так как по периметру поверхность барабана выполнена в виде наклонного цилиндра, а в горизонтальной плоскости – возвратно-поступательное, что повышает производительность.

Коническая пружина внутри барабана обеспечивает не только перемещение частиц компонентов кормов в радиальном направлении, но и способствует интенсификации процесса приготовления кормов, совершающих циркуляционное движение внутри в плоскостях, перпендикулярных ее оси симметрии.

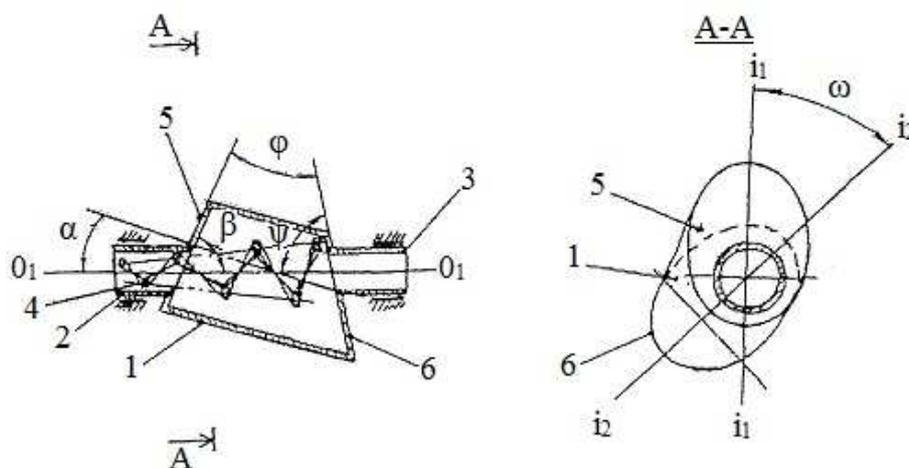


Рисунок 1 – Установка барабанная для непрерывного приготовления кормов:  
 (1 – рабочий орган в виде барабана; 2 и 3 – загрузочная и разгрузочная цапфы,  
 4 – коническая пружина с плоским сечением витков; 5 и 6 – торцевые стенки барабана)

Частицы компонентов кормов, встречаясь с витками конической пружины, изменяют траекторию своего движения, и перемещаются не только к периферии барабана, но и в сторону разгрузочного приспособления для вывода готовых кормов, увеличивают интенсивность приготовления кормов.

Рабочий орган (барабан) 1 установлен наклонно под углом  $\alpha$ , снабжен торцевыми стенками 5 и 6 (рисунок 1), размещенными под углами  $\beta$  и  $\psi$  к горизонтальной оси вращения барабана 1 и под углом  $\phi$  друг к другу, а также снабжен приводом (на чертеже не показано). Оси больших  $i_1-i_1$  и  $i_2-i_2$  диаметров эллипсов торцевых перфорированных стенок 5 и 6 смонтированы под углом  $\omega$ .

При этом малый диаметр конической пружины 4 размещен внутри загрузочной цапфы 2, а большой диаметр конической пружины 4 смонтирован у разгрузочной цапфы 3. На рисунке 1 показано расположение оси большего диаметра эллипса  $i_1-i_1$  торцевой стенки 5 барабана 1 у загрузочной цапфы 2 относительно оси большего диаметра эллипса  $i_2-i_2$  торцевой стенки 6 барабана 1 у разгрузочной

цапфы 3. Установка барабанная для непрерывного приготовления кормов работает следующим образом. Потоки компонентов кормов, подлежащих приготовлению (рисунок 1), подаются через средство для загрузки (на чертежах не показано), через загрузочную цапфу 2 внутрь барабана 1, где они совершают движение по различным эллиптическим траекториям, параметры которых меняются по длине барабана 1 в каждом поперечном сечении. В результате чего поток движущихся частиц компонентов кормов не стационарен, а размеры и расположение активного движения их потоков заметно меняются за время одного оборота барабана 1. Поэтому, в результате нарушения упорядоченности процесса движения частиц компонентов кормов, движение их становится более активным, ликвидируется зона малоподвижности, возрастает энергоемкость их соударений, что обеспечивает повышение производительности приготовления кормов. Процесс нестационарности движения частиц компонентов кормов усугубляется формой торцевых стенок 5 и 6 эллиптической формы, что существенно меняет направление движения частиц компонентов кормов вдоль оси вращения барабана 1 и создает зоны различного давления торцевых стенок 5 и 6 на частицы компонентов кормов, и интенсифицирует процесс их приготовления. Поэтому частицы компонентов кормов имеют возможность под воздействием разности давления торцевых стенок эллиптической формы 5 и 6 не только двигаться по сложным траекториям, но и перемещаться в осевом направлении от загрузки к выгрузке, создавая при этом турбулентные потоки частиц компонентов кормов. В результате такой интенсификации движения потоков частиц компонентов кормов повышается производительность и готовые корма через разгрузочное приспособление 3 выводятся за пределы установки. На выходе барабана 1 частицы готовых кормов поднимаются вверх и через разгрузочную цапфу 3 выводятся в разгрузочное приспособление

(на чертеже не показано). Скорость перемещения частиц материалов от загрузки к выгрузке можно регулировать изменением угла наклона всей установки барабанной для непрерывного приготовления кормов. Техничко-экономические преимущества обеспечиваются за счет интенсификации процесса приготовления кормов, благодаря нарушению стационарности движения потоков частиц компонентов кормов внутри барабана установки. Так как предлагаемая конструкция установки барабанной для непрерывного приготовления кормов позволяет упростить изготовление, повысить производительность, расширяет технологические возможности, то предлагаются для внедрения и другие подобные устройства, созданные нами с использованием методов инженерной геометрии и компьютерной графики. Например, предлагается установка вибрационная для приготовления кормов [2], представленная на рисунке 2.

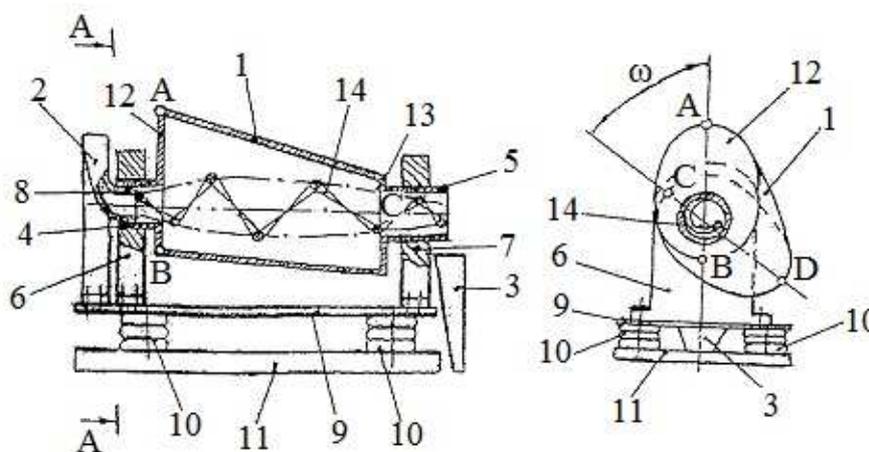


Рисунок 2 – Установка вибрационная для приготовления кормов  
 (1 – рабочий орган в виде барабана; 2, 3 – загрузочное и разгрузочное приспособления; 4, 5 – втулки; 6, 7 – подшипниковые опоры; 8 – носок загрузочного устройства; 9 – платформа; 10 – четыре пневмобаллона; 11 – станина, 12 и 13 – торцевые стенки барабана; 14 – бочкообразная пружина с круглым сечением витков)

В рабочем органе (барабане), выполненном в виде установленного наклонно относительно горизонтальной оси цилиндра с плоскими торцевыми стенками эллиптической формы, параллельными друг

другу, размещенными перпендикулярно или наклонно под углом  $\alpha$  к оси вращения цилиндра, но с сохранением параллельности друг другу, большие оси эллипсов торцевых стенок повернуты относительно друг друга на угол  $\omega$ , барабан закреплен на платформе, смонтированной посредством резинокордных пневмобаллонов на станине, создает колебания за счет дисбаланса масс загрузки и масс самого наклонного цилиндра, имеющего ось вращения, которая не совпадает с осью цилиндра, что упрощает изготовление и эксплуатацию установки, так как отпадает необходимость в вибраторе с индивидуальным приводом, при этом барабан, выполненный в виде установленного наклонно относительно горизонтальной оси цилиндра, с плоскими торцевыми стенками эллиптической формы, параллельными друг другу, размещенными перпендикулярно или наклонно под углом  $\alpha$  к горизонтальной оси вращения барабана, но с сохранением параллельности друг другу, закреплен на платформе. Платформа, смонтированная посредством резинокордных пневмобаллонов на станине, придает и обеспечивает одновременное воздействие на компоненты кормов колебаний в трех взаимно перпендикулярных направлениях, что усиливает влияние колебаний всего вибрационного устройства на процесс приготовления кормов, в результате повышается производительность и расширяются технологические возможности. В результате совместного влияния вращательного движения барабана и движущихся внутри его компонентов кормов и совмещение с этим движением колебаний платформы, с закрепленным на ней барабаном, придается компонентам кормов сложное пространственное движение, что повышает производительность, расширяет технологические возможности. По всей длине барабана смонтирована пружина бочкообразной формы с круглым сечением витков, которая под влиянием колебаний платформы и самого барабана совершает

колебательное движение, обеспечивает не только перемещение частиц компонентов кормов в радиальном направлении, но и способствует интенсификации процесса приготовления кормов, совершающих циркуляционное движение внутри барабана в плоскостях, перпендикулярных его оси симметрии, встречаясь с витками колеблющейся пружины бочкообразной формы, частицы компонентов кормов изменяют траекторию своего движения и перемещаются не только к периферии барабана, но и в сторону разгрузочного устройства, увеличивается производительность приготовления кормов, расширяются технологические возможности.

Так как большие оси эллипсов торцевых стенок повернуты относительно друг друга на угол  $\omega$ , то нарушается не только стационарность движения частиц компонентов кормов, расширяются технологические возможности, но создается эксцентриситет, и возбуждаются колебания барабана совместно с платформой и размещенными частицами кормов.

Рабочий орган в виде барабана 1 (рисунок 2) выполнен в виде установленного наклонно относительно горизонтальной оси цилиндра с плоскими торцевыми стенками 12 и 13, параллельными друг другу эллиптической формы, размещенными перпендикулярно, при этом большие оси эллипсов АВ и CD торцевых стенок 12 и 13 повернуты относительно друг друга на угол  $\omega$  и снабжены втулками 4 и 5. Барабан 1 может быть изготовлен (рисунок 3) с торцевыми стенками АВ и CD, размещенными наклонно под углом  $\beta$  к горизонтальной оси вращения барабана, но с сохранением параллельности друг другу, при этом большие оси эллипсов торцевых стенок повернуты относительно друг друга на угол  $\omega$ .

Установка вибрационная для приготовления кормов работает следующим образом. При вращении барабана 1 частицы компонентов

кормов совершают движение по различным эллиптическим траекториям, параметры которых изменяются в каждом поперечном сечении (рисунки 2, 3 и 4), что способствует созданию эксцентриситета и возбуждению колебаний барабана совместно с платформой и размещенными внутри барабана 1 частицами кормов. Поэтому частицы компонентов кормов совершают сложное пространственное движение в вертикальной плоскости – по эллиптическим траекториям, так как барабан 1 выполнен в виде наклонного цилиндра, а в горизонтальной плоскости – возвратно-поступательное с наложением на эти движения колебаний, возбуждаемых асимметричным положением барабана и одновременного воздействия на них колебаний в трех взаимно перпендикулярных направлениях.

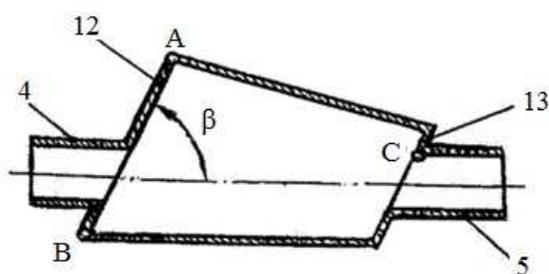


Рисунок 3 – Рабочий орган в виде барабана с торцевыми стенками, расположенными наклонно к оси вращения:  
4 и 5 – втулки; 12, 13 – торцевые стенки

В результате поток движущихся частиц компонентов кормов нестационарен, а размеры и расположение активного смешивания компонентов кормов заметно меняются за время одного оборота барабана 1. Поэтому, в результате нарушения упорядоченности процесса движения компонентов кормов, движение их становится более активным, ликвидируется зона малоподвижности, возрастает энергоемкость соударений частиц компонентов кормов между собой и со стенками барабана 1, а также торцевых стенок, что обеспечивает повышение производительности приготовления кормов.

Процесс нестационарности движения компонентов кормов

усугубляется расположением торцевых стенок 12 и 13, большие оси эллипсов АВ и CD которых повернуты относительно друг друга на угол  $\omega$ , что существенно меняет направление движения частиц компонентов кормов вдоль оси вращения барабана 1 и создает зоны различного давления торцевых стенок 12 и 13 на эти частицы.

Поэтому частицы компонентов кормов имеют возможность под воздействием геометрического уклона барабана 1 и разности давления торцевых стенок эллиптической формы 12 и 13 друг к другу и к оси вращения барабана 1 не только двигаться по сложным траекториям, но и перемещаться в осевом направлении от загрузки к выгрузке. Усложнению траекторий перемещения компонентов кормов способствуют и витки пружины 14 бочкообразной формы.

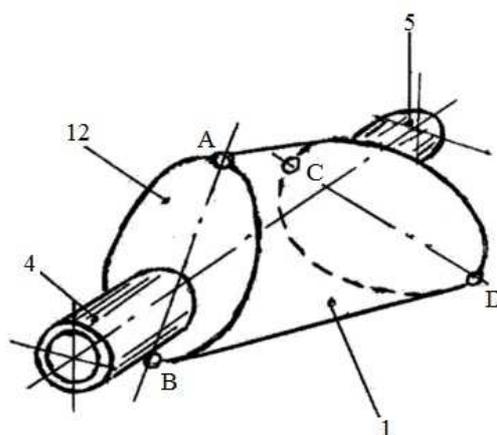


Рисунок 4 – Барабан (наглядное изображение):  
1 – рабочий орган в виде барабана; 4 и 5 – втулки;  
12 и 13 торцевые стенки)

Скорость перемещения компонентов кормов от загрузки к выгрузке можно регулировать изменением угла наклона всей установки вибрационной для приготовления кормов. Предлагаемая конструкция вибрационная установка для приготовления кормов позволяет упростить изготовление, повысить производительность, расширить технологические возможности. Техничко-экономические преимущества возникают за счет конструктивных особенностей барабана 1, в том

числе за счет того, что большие оси эллипсов торцевых стенок повернуты относительно друг друга на угол  $\omega$ , и придания компонентам кормов сложного пространственного движения с поджатием масс частиц компонентов кормов и одновременного воздействия на них колебаний в трех взаимно перпендикулярных направлениях, что повышает производительность и расширяет технологические возможности. Например, предлагается установка для приготовления кормов (рисунок 5), которая проста и технологична в изготовлении [3].

Установка для приготовления кормов с торцевыми стенками, размещенными перпендикулярно к горизонтальной оси вращения барабана (рисунок 5), содержит барабан 1, загрузочную 2 и разгрузочную 3 цапфы. Привод на чертежах не показан. При вращении барабана 1 частицы компонентов совершают движение по различным эллиптическим траекториям, параметры которых меняются по длине барабана 1 в каждом поперечном сечении, при этом частицы компонентов кормов совершают сложное пространственное движение в вертикальной плоскости – по эллиптическим траекториям, так как барабан 1 выполнен в виде наклонного цилиндра, а в горизонтальной плоскости – возвратно-поступательное.

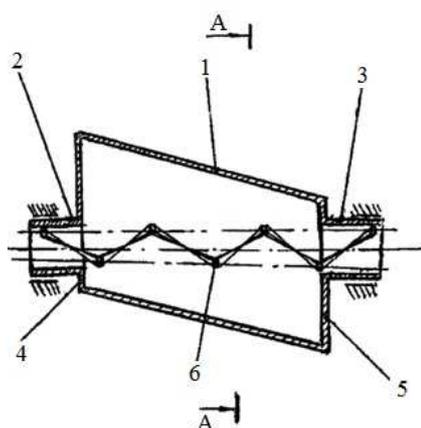


Рисунок 5 – Установка для приготовления кормов:

1 – рабочий орган в виде барабана; 2, 3 – загрузочная и разгрузочные цапфы; 4, 5 – торцевые стенки барабана

В результате поток движущихся частиц компонентов кормов нестационарен, а размеры и расположение активного измельчения заметно меняются за время одного оборота барабана 1. Поэтому, в результате нарушения упорядоченности процесса движения компонентов кормов, движение их становится более активным, ликвидируется зона малоподвижности, возрастает энергоемкость соударений частиц компонентов кормов между собой и со стенками барабана 1, а также торцевых стенок, что обеспечивает повышение эффективности приготовления кормов. Процесс нестационарности движения компонентов кормов усугубляется расположением торцевых стенок 4 и 5, что существенно меняет направление движения частиц компонентов кормов вдоль оси вращения барабана 1 и создает зоны различного давления торцевых стенок на эти частицы. Поэтому частицы компонентов кормов имеют возможность под воздействием геометрического уклона барабана 1 и разности давления торцевых стенок эллиптической формы 4 и 5 друг к другу и к оси вращения барабана 1 не только двигаться по сложным траекториям, но и перемещаться в осевом направлении от загрузки к выгрузке. Скорость перемещения частиц компонентов кормов от загрузки к выгрузке можно регулировать изменением угла наклона всего устройства для приготовления кормов. Предлагаемая конструкция установки для приготовления кормов позволяет упростить изготовление, повысить производительность, расширить технологические возможности. Например, предлагается устройство для приготовления кормов (рисунок б), которое более производительнее, чем предыдущее устройство, но сложнее в изготовлении [4].

Барабан по всей длине имеет переменное не только поперечное, но и продольное сечение, что интенсифицирует процесс приготовления кормов, расширяет технологические возможности. Такое

конструктивное оформление барабана и выполнение его в виде установленного наклонно относительно горизонтальной оси цилиндра с торцевыми стенками эллиптической формы, причем торцевая стенка у загрузочной цапфы смонтирована под углом к оси вращения барабана, выполнена плоской и смонтирована не только под углом к оси вращения барабана, но и к его оси, а торцевая стенка у разгрузочной цапфы выполнена конической формы и смонтирована не только под углом к оси вращения барабана, но и к его оси, нарушает стационарность движения частиц компонентов кормов, упрощает изготовление, повышает производительность приготовления кормов, расширяет технологические возможности, при этом в результате выполнения барабана в виде установленного наклонно относительно горизонтальной оси цилиндра с торцевыми стенками эллиптической формы, причем торцевая стенка у загрузочной цапфы выполнена плоской и смонтирована не только под углом к оси вращения барабана, но и к его оси, а торцевая стенка у разгрузочной цапфы выполнена конической формы и смонтирована не только под углом к оси вращения барабана, но и к его оси, частицы компонентов кормов совершают сложное пространственное движение в вертикальной плоскости – по эллиптическим траекториям, так как барабан выполнен в виде наклонного цилиндра, а в горизонтальной плоскости – возвратно-поступательное, что повышает производительность приготовления кормов.

Устройство для приготовления кормов содержит (рисунок 6) барабан 1, загрузочную 2 и разгрузочную 3 цапфы. Барабан 1 (рисунок 7, 8) выполнен в виде установленного наклонно относительно горизонтальной оси цилиндра с торцевыми стенками эллиптической формы, причем торцевая стенка 4 эллиптической формы барабана 1 у загрузочной цапфы 2 выполнена плоской и смонтирована не только под

углом  $\alpha$  к оси вращения барабана, но и под углом  $\omega$  к оси цилиндрической поверхности барабана 1, а торцевая стенка 5 у разгрузочной цапфы 3 выполнена конической формы и смонтирована не только под углом  $\beta$  к оси вращения барабана 1, но и под углом  $\varphi$  к оси цилиндрической поверхности барабана 1.

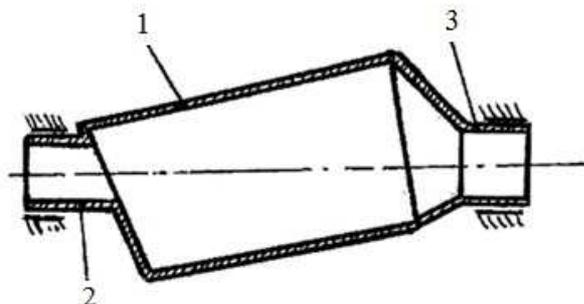


Рисунок 6 – Устройство для приготовления кормов:  
1 – рабочий орган в виде барабана; 2 и 3 – цапфы барабана

Устройство для приготовления кормов работает следующим образом. Частицы компонентов кормов непрерывным потоком подаются через загрузочную цапфу 2 внутрь вращающегося барабана 1, где они совершают движение по различным эллиптическим траекториям, размеры которых меняются по длине барабана 1 в каждом поперечном сечении, при этом частицы компонентов кормов совершают сложное пространственное движение.

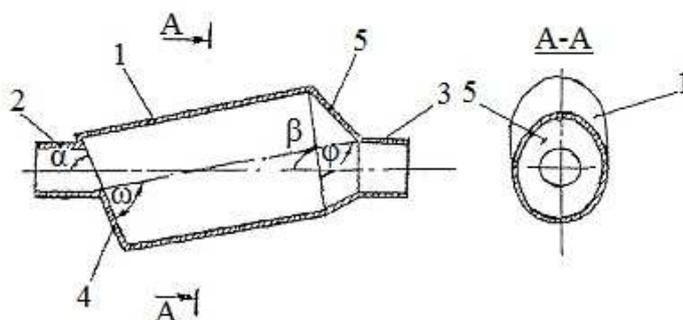


Рисунок 7 – Рабочий орган устройства для приготовления кормов:  
1 – барабан; 2, 3 – загрузочная и разгрузочная цапфы; 4 – торцевая эллиптическая стенка; 5 – торцевая стенка у разгрузочной цапфы (конической формы)

В результате поток движущихся частиц компонентов кормов

нестационарен, а размеры и расположение активного движения частиц компонентов кормов заметно меняются за время одного оборота барабана 1, что видно на рисунке 8.

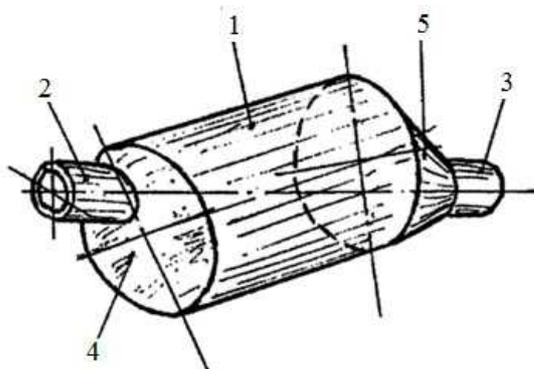


Рисунок 8 – Рабочий орган в виде барабана устройства для приготовления кормов: 1 – барабан; 2, 3 – загрузочная и разгрузочная цапфы;

4 – торцевая эллиптическая стенка; 5 – торцевая стенка конической формы у разгрузочной цапфы)

Поэтому, в результате нарушения упорядоченности процесса движения потоков частиц компонентов кормов, движение их становится более активным, ликвидируется зона малоподвижности, возрастает энергоемкость соударений частиц компонентов кормов между собой и со стенками барабана 1, а также с торцевыми стенками 5 и 6, что обеспечивает повышение производительности приготовления кормов и расширяет технологические возможности. Процесс нестационарности движения частиц компонентов кормов усугубляется расположением торцевых стенок 5 и 6 эллиптической формы, что существенно меняет направление движения частиц компонентов кормов вдоль оси вращения барабана 1 и создает зоны различного давления торцевых стенок 5 и 6 на частицы компонентов кормов. Поэтому частицы компонентов кормов имеют возможность под воздействием геометрического уклона барабана 1 и разности давления торцевых стенок эллиптической формы 5 и 6, расположенных под углом друг к другу и к оси вращения барабана 1, не только двигаться

по сложным траекториям, но и перемещаться в осевом направлении от загрузки к выгрузке, создавая при этом турбулентные потоки частиц компонентов кормов. Процесс движения частиц компонентов кормов непрерывен, они поднимаются вверх и падают вниз и на противоположные стенки беспрерывно. Поскольку внутренние стенки барабана 1 расположены под углом не только друг к другу, но и к оси вращения барабана 1, то в каждой порции каждая частица компонентов кормов перемещается по своему вектору направления в сторону выгрузки, что в значительной степени интенсифицирует процесс их взаимодействия друг с другом и со стенками барабана 1, повышает производительность измельчения и расширяет технологические возможности. Готовые корма посредством цапфы 3 выводятся за пределы устройства для приготовления кормов. Скорость перемещения компонентов кормов от загрузки к выгрузке можно регулировать изменением угла наклона всего устройства для приготовления кормов.

Предлагаемая конструкция устройства для приготовления кормов позволяет упростить изготовление, повысить производительность приготовления кормов, расширяет технологические возможности.

Вышеназванные пути совершенствования на примерах рисунков 1, 2, 5, 6, как нам представляется, открывают не только возможности интенсификации, повышение производительности и эффективности вышеназванных технологических процессов, но и значительное сокращение рабочих площадей, занимаемых малогабаритными станками для приготовления кормов.

Проведенные экспериментальные исследования показали, что в результате совершенствования форм рабочих органов устройств для приготовления кормов методами начертательной геометрии в устройствах, представленных на рисунках 1, 2, 5, 6 можно успешно осуществлять не только приготовление кормов, но и отделочно-зачистную и упрочняющую

обработки, транспортировку предметов, перемешивание, разрушение предметов, сепарацию, сушку, измельчение, например:

– в машиностроении при выполнении отделочно-зачистной обработки на отдельных ее разновидностях (черновая обработка, снятие заусенцев) удастся повысить производительность в 1,2-1,5 раза. Схемы и принцип работы такого оборудования представлены в работах [5, 6, 7];

– в химической промышленности при изготовлении краски удастся повысить производительность в 1,1-1,3 раза. Схемы и принцип работы такого оборудования представлен в работах [8, 9, 10];

– в пищевой и легкой промышленности при выполнении отдельных операций, например, сепарации сыпучих сред, галтовкипельменей, можно добиться повышения производительности в 1,4-1,5 раза. Схемы и описание оборудования представлены в работах [11, 12];

– в сельском хозяйстве уборки зерновых, для приготовления кормов, сушки куриного помета, мойки корнеплодов можно повысить производительность в 1,8-2 раза. Схемы и описание оборудования представлены в работах [13, 14, 15, 16, 17, 18, 19];

– в строительстве и производстве строительных материалов использование винтовых и комбинированных барабанов обеспечивает повышение производительности в 1,1-1,5 раза. Схемы и описание такого оборудования представлены в работах [20, 21, 22, 23, 24, 25].

Для реализации результатов исследований представляется рабочая документация на предлагаемое технологическое оборудование

### Литература

1. Пат. 2565730 Российская Федерация, МПК А23N 17/00 (2006.01). Установка барабанная для непрерывного приготовления кормов / А. Ю. Марченко, Г. В. Серга; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2014132672/13; заявл. 07.08.2014; опубл. 20.10.2015, Бюл. № 29. – 3 с. : ил.

2. Пат. 2603023 Российская Федерация, МПК А23N 17/00 (2006.01). Установка вибрационная для приготовления кормов / А. Ю. Марченко, Г. В. Серга; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2015124234/13; заявл. 22.06.2015; опубл. 20.11.2016 Бюл. № 32. – 3 с. : ил.

3. Пат. 2548894 Российская Федерация, МПК А23N 17/00 (2006.01). Устройство для приготовления кормов / Г. В. Серга, В. В. Цыбулевский; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2013159068/13; заявл. 30.12.2013; опубл. 20.04.2015 Бюл. № 11. – 3 с. : ил.

4. Пат. 2550997 Российская Федерация, МПК А23N 17/00 (2006.01). Установка для приготовления кормов / Г. В. Серга, В. В. Цыбулевский ; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2013159007/13; заявл. 30.12.2013; опубл. 20.05.2015 Бюл. № 14. – 3 с. : ил.

5. Пат. 2228252 Российская Федерация, МПК В24В 31/06 (2000.01). Устройство для вибрационной обработки длинномерных деталей / А.П. Бабичев, И.А. Бабичев, Г. В. Серга ; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2002135225/02; заявл. 25.12.2002; опубл. 10.05.2004 Бюл. № 13. – 3 с. : ил.

6. Пат. 2185947 Российская Федерация, МПК В24В 31/06 (2000.01). Устройство для галтовки / А.Н. Иванов, А. В. Ляу, И. Н. Лукин, Г. В. Серга; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2000116854/02; заявл. 26.06.2000; опубл. 27.07.2002 Бюл. № 21. – 3 с. : ил.

7. Пат. 1433774 Российская Федерация, МПК В24В 31/02 (2000.01). Устройство для галтовки / А.Н. Иванов, А. В. Ляу, И. Н. Лукин, Г. В. Серга; заявитель и патентообладатель Армавир краснодарского края, розы Люксембург 159. – № 4234030; заявл. 08.03.1987; опубл. 30.10.1988. – 4 с. : ил.

8. Пат. 2266155 Российская Федерация, МПК В01D 45/12. Завихритель / Г. В. Серга, Д.В. Квиткин, А.В. Фоменко, Ю.Б. Сычев ; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2004120796/15 ; заявл. 07.07.2004; опубл. 20.12.2005, Бюл. № 35. – 3 с. : ил.

9. Пат. 1783991 Российская Федерация, МПК В01F 11/00 (1990.01). Устройство для приготовления лакокрасочной продукции / Ю.И. Ерошенко, Д.Ш. Верунидзе, Г. В. Серга, А.Н. Куцериб ; заявитель и патентообладатель Батумский промышленный комбинат, Серга Георгий Васильевич. – № 90 4880858; заявл. 02.10.1990; опубл. 10.11.2000.

10. Пат. 2457021 Российская Федерация, МПК В24В 31/06 (2000.01). Устройство для приготовления лакокрасочной продукции / Г. В. Серга, С.Г. Кочубей, К. С. Морозова, Е. Е. Емелина, А. А. Брагин, Н. В. Фомич ; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2011105215/05; заявл. 11.02.2011; опубл. : 27.07.2012 Бюл. № 21. – 3 с. : ил.

11. Пат. 2264843 Российская Федерация, МПК В 01 D 45/12. Прямоточный спиральный сепаратор / Г. В. Серга, К. М. Кретинин, Ю. Б. Сычев; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2004119665/15; завл. 28.06.2004; опубл. 27.11.2005, Бюл. № 33. – 3 с.: ил.

12. Пат. 2220896 Российская Федерация, МПК В65G33/26. Устройство для транспортирования материалов / Г. В. Серга, Н. Н. Довжикова, Ф. Ф. Кремьянский, Р. А. Диков ; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет.– № 2002112173/03; заявл 06.05.2002; опубл. 10.01.2004. – 3 с. : ил.

13. Пат. 2027130 Российская Федерация, МПК F26B11/04. Сушилка для куриного помета / Г. В. Серга, К.В. Филин ; заявитель и патентообладатель Серга Георгий Васильевич, Филин Константин Владимирович. – № 5005024/06; заявл. 10.09.1991; опубл. 20.01.1995. – 3 с. : ил.

14. Пат. 2391808 Российская Федерация, МПК А01D 41/00, А01F 7/06, А01F 12/18. Прямоточный зерноуборочный комбайн / Г. В. Серга, В.В. Цыбулевский, В. Д. Таратута; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный

университет. – № 2008148639/12; завл. 09.12.2008; опубл. 20.06.2010, Бюл. № 17. – 3 с.: ил.

15. Пат. 1808417 Российская Федерация, МПК *B07B 1/22* (2000.01) Устройство для очистки семян / Г. В. Серга, Г. С. Григорьянц, В. Н. Мирошниченко, А.Н. Куцериб ; заявитель и патентообладатель Армавирский государственный педагогический институт, Армавирский масложиркомбинат. – № 4864388; заявл. 07.09.1990; опубл. 15.04.1993.

16. Пат. 2251362 Российская Федерация, МПК *A23N 17/00* (2006.01). Машина для мойки корнеклубнеплодов / Г. В. Серга, К. М. Кретицин, Д.В. Квиткин, А.В. Фоменко ; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2003137253/13; заявл. 23.12.2003; опубл. 10.05.2005, Бюл. № 13. – 3 с. : ил.

17. Пат. 2296629 Российская Федерация, МПК *B07B 1/22*. Семяочистительная машина / Г. В. Серга, Д.В. Квиткин, А.В. Фоменко, Л. Н. Луговая; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2005131142/03; завл 07.10.2005; опубл. 10.04.2007, Бюл. № 10.

18. Пат. 2385664, Российская Федерация, МПК *A23N 17/00*. Установка для смешивания компонентов корма (варианты) / А. Ю. Марченко, Г. В. Серга, В. В. Цыбулевский, М. Г. Серга; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2008127560/13; завл. 07.07.2008; опубл. 10.04.2010 Бюл. № 10. – 3 с. : ил.

19. Пат. 2494601 Российская Федерация, МПК *A01D 41/00, A01F 7/06, A01F 12/18*. Комбайн зерноуборочный прямоточный/ В. Д. Таратута, В. В. Цыбулевский, Г. В. Серга; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2012121216/13; заявл. 23.05.2012; опубл. 10.10.2013, Бюл. № 28. – 3 с. : ил.

20. Пат. 1666173 Российская Федерация, МПК *B01F 9/02* (2000.01). Барабанный смеситель кормов / Г. В. Серга; заявитель и патентообладатель Армавирский государственный педагогический институт.– № 4321959; завл 17.09.1987; опубл. 30.07.1991.

21. Пат. 1360814 Российская Федерация, МПК *B07B 1/00*. Барабанный грохот / Г. В. Серга ; заявитель и патентообладатель Армавирский государственный педагогический институт. – № 3964191; заявл. 09.10.1985; опубл. 23.12.1987. – 3 с. : ил.

22. Пат. 2164450 Российская Федерация, МПК *B07B 1/22*. Барабанный грохот / А. Н. Иванов, А. В. Ляу, Г. В. Серга; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 99111994/03; заявл 03.06.1999; опубл. 27.03.2001. – 3 с.: ил.

23. Пат. 2172373, Российская Федерация, МПК *E02D5/56*. Винтовая свая / Л. И. Сидоренко, А. В. Ляу, А. Н. Иванов, Г. В. Серга; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 99105148/03; завл. 15.03.1999; опубл. 20.08.2001.

24. Пат. 2209670 Российская Федерация, МПК *B02C17/04*. Трубная мельница / Г. В. Серга, С. М. Резниченко, Ф.Ф. Кремьянский; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2002101217/03; заявл 08.01.2002; опубл. 08.01.2002. – 3 с.: ил.

25. Пат. 2209669 Российская Федерация, МПК *B02C17/04*. Барабанная мельница / Г. В. Серга, Н. Н. Довжикова, Р.А. Диков; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет.– № 2002101215/03; заявл 08.01.2002; опубл. 08.01.2002. – 3 с. : ил.

### References

1. Pat. 2565730 Rossijskaja Federacija, MPK A23N 17/00 (2006.01). Ustanovka barabannaja dlja nepreryvnogo prigotovlenija kormov / A. Ju. Marchenko, G. V. Serga; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2014132672/13; zajavl. 07.08.2014; opubl. 20.10.2015, Bjul. № 29. – 3 s. : il.
2. Pat. 2603023 Rossijskaja Federacija, MPK A23N 17/00 (2006.01). Ustanovka vibracionnaja dlja prigotovlenija kormov / A. Ju. Marchenko, G. V. Serga; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2015124234/13; zajavl. 22.06.2015; opubl. 20.11.2016 Bjul. № 32. – 3 s. : il.
3. Pat. 2548894 Rossijskaja Federacija, MPK A23N 17/00 (2006.01). Ustrojstvo dlja prigotovlenija kormov / G. V. Serga, V. V. Cybulevskij; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2013159068/13; zajavl. 30.12.2013; opubl. 20.04.2015 Bjul. № 11. – 3 s. : il.
4. Pat. 2550997 Rossijskaja Federacija, MPK A23N 17/00 (2006.01). Ustanovka dlja prigotovlenija kormov / G. V. Serga, V. V. Cybulevskij ; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2013159007/13; zajavl. 30.12.2013; opubl. 20.05.2015 Bjul. № 14. – 3 s. : il.
5. Pat. 2228252 Rossijskaja Federacija, MPK B24B 31/06 (2000.01). Ustrojstvo dlja vibracionnoj obrabotki dlinnomernyh detalej / A.P. Babichev, I.A. Babichev, G. V. Serga; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2002135225/02; zajavl. 25.12.2002; opubl. 10.05.2004 Bjul. № 13. – 3 s. : il.
6. Pat. 2185947 Rossijskaja Federacija, MPK B24B 31/06 (2000.01). Ustrojstvo dlja galtovki / A.N. Ivanov, A. V. Ljau, I. N. Lukin, G. V. Serga ; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2000116854/02; zajavl. 26.06.2000; opubl. 27.07.2002 Bjul. № 21. – 3 s. : il.
7. Pat. 1433774 Rossijskaja Federacija, MPK B24B 31/02 (2000.01). Ustrojstvo dlja galtovki / A.N. Ivanov, A. V. Ljau, I. N. Lukin, G. V. Serga ; zajavitel' i patentoobladatel' Armavir krasnodarskogo kraja, rozy Ljuksemburg 159. – № 4234030; zajavl. 08.03.1987; opubl. 30.10.1988. – 4 s. : il.
8. Pat. 2266155 Rossijskaja Federacija, MPK B01D 45/12. Zavihritel' / G. V. Serga, D. V. Kvitkin, A. V. Fomenko, Ju. B. Syche ; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2004120796/15; zajavl. 07.07.2004; opubl. 20.12.2005, Bjul. № 35. – 3 s. : il.
9. Pat. 1783991 Rossijskaja Federacija, MPK B01F 11/00 (1990.01). Ustrojstvo dlja prigotovlenija lakokrasočnoj produkcii / Ju. I. Eroshenko, D.Sh. Verunidze, G. V. Serga, A. N. Kucerib; zajavitel' i patentoobladatel' Batumskij promyshlennyj kombinat, Serga Georgij Vasil'evich. – № 90 4880858; zajavl. 02.10.1990; opubl. 10.11.2000.
10. Pat. 2457021 Rossijskaja Federacija, MPK B24B 31/06 (2000.01). Ustrojstvo dlja prigotovlenija lakokrasočnoj produkcii / G. V. Serga, S. G. Kochubej, K. S. Morozova, E. E. Emelina, A. A. Bragin, N. V. Fomich ; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2011105215/05; zajavl. 11.02.2011; opubl. : 27.07.2012 Bjul. № 21. – 3 s. : il.
11. Pat. 2264843 Rossijskaja Federacija, MPK B 01 D 45/12. Prjamotochnyj spiral'nyj separator / G. V. Serga, K. M. Kretinin, Ju.B. Sychev; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2004119665/15; zav. 28.06.2004; opubl. 27.11.2005, Bjul. № 33. – 3 s.: il.
12. Pat. 2220896 Rossijskaja Federacija, MPK B65G33/26. Ustrojstvo dlja transportirovanija materialov / G. V. Serga, N. N. Dovzhikova, F. F. Kremjanskij, R. A. Dikov ; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet.–

№ 2002112173/03; zajavl 06.05.2002; opubl. 10.01.2004. – 3 s. : il.

13. Pat. 2027130 Rossijskaja Federacija, MPK F26B11/04. Sushilka dlja kurinogo pometa / G. V. Serga, K. V. Filin ; zajavitel' i patentoobladatel' Serga Georgij Vasil'evich, Filin Konstantin Vladimirovich. – № 5005024/06; zajavl. 10.09.1991; opubl. 20.01.1995. – 3 s. : il.

14. Pat. 2391808 Rossijskaja Federacija, MPK A01D 41/00, A01F 7/06, A01F 12/18. Prjamotochnyj zernouborochnyj kombajn / G. V. Serga, V. V. Cybulevskij, V. D. Taratuta ; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2008148639/12; zav. 09.12.2008; opubl. 20.06.2010, Bjul. № 17. – 3 s.: il.

15. Pat. 1808417 Rossijskaja Federacija, MPK B07B 1/22 (2000.01) Ustrojstvo dlja ochistki semjan / G. V. Serga, G. S. Grigor'janc, V. N. Miroshnichenko, A. N. Kucerib; zajavitel' i patentoobladatel' Armavirskij gosudarstvennyj pedagogičeskij institut, Armavirskij maslozhirkombinat. – № 4864388; zajavl. 07.09.1990; opubl. 15.04.1993.

16. Pat. 2251362 Rossijskaja Federacija, MPK A23N 17/00 (2006.01). Mashina dlja mojki korneklubneplodov / G. V. Serga, K. M. Kretinin, D. V. Kvitkin, A. V. Fomenko; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2003137253/13; zajavl. 23.12.2003; opubl. 10.05.2005, Bjul. № 13. – 3 s. : il.

17. Pat. 2296629 Rossijskaja Federacija, MPK B07B 1/22. Semjaochistitel'naja mashina / G. V. Serga, D. V. Kvitkin, A. V. Fomenko, L. N. Lugovaja ; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2005131142/03; zav. 07.10.2005; opubl. 10.04.2007, Bjul. № 10.

18. Pat. 2385664, Rossijskaja Federacija, MPK A23N 17/00. Ustanovka dlja smeshivanija komponentov korma (varianty) / A. Ju. Marchenko, G. V. Serga, V. V. Cybulevskij, M. G. Serga ; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2008127560/13; zav. 07.07.2008; opubl. 10.04.2010 Bjul. № 10. – 3 s. : il.

19. Pat. 2494601 Rossijskaja Federacija, MPK A01D 41/00, A01F 7/06, A01F 12/18. Kombajn zernouborochnyj prjamotochnyj/ V. D. Taratuta, V. V. Cybulevskij, G. V. Serga; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2012121216/13; zajavl. 23.05.2012; opubl. 10.10.2013, Bjul. № 28. – 3 s. : il.

20. Pat. 1666173 Rossijskaja Federacija, MPK B01F 9/02 (2000.01). Barabannyj smesitel' kormov / G. V. Serga; zajavitel' i patentoobladatel' Armavirskij gosudarstvennyj pedagogičeskij institut. – № 4321959; zav. 17.09.1987; opubl. 30.07.1991.

21. Pat. 1360814 Rossijskaja Federacija, MPK B07B 1/00. Barabannyj grohot / G. V. Serga ; zajavitel' i patentoobladatel' Armavirskij gosudarstvennyj pedagogičeskij institut. – № 3964191; zajavl. 09.10.1985; opubl. 23.12.1987. – 3 s. : il.

22. Pat. 2164450 Rossijskaja Federacija, MPK B07B 1/22. Barabannyj grohot / A. N. Ivanov, A. V. Ljau, G. V. Serga ; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 99111994/03; zajavl 03.06.1999; opubl. 27.03.2001. – 3 s.: il.

23. Pat. 2172373, Rossijskaja Federacija, MPK E02D5/56. Vintovaja svaja / L.I. Sidorenko, A.V. Ljau, A.N. Ivanov, G.V. Serga ; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 99105148/03; zav. 15.03.1999; opubl. 20.08.2001.

24. Pat. 2209670 Rossijskaja Federacija, MPK B02C17/04. Trubnaja mel'nica / G. V. Serga, S. M. Reznichenko, F.F. Kremjanskij ; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2002101217/03; zajavl 08.01.2002; opubl. 08.01.2002. – 3 s.: il.

25. Pat. 2209669 Rossijskaja Federacija, MPK B02C17/04. Barabannaja mel'nica / G. V. Serga, N. N. Dovzhikova, R. A. Dikov ; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij

gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2002101215/03; zajavl 08.01.2002; opubl. 08.01.2002. – 3 s. : il.