

УДК 631.363..286

UDC 631.363. 286

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ В АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ КОМПЛЕКС РЕЛЯТИВНЫХ ВИНТОВЫХ И КОМБИНИРОВАННЫХ БАРАБАНОВ****INTRODUCTION PROSPECTS IN AGRO-INDUSTRIAL COMPLEX OF THE RELATIVE SCREW AND COMBINED DRUMS**

Марченко Алексей Юрьевич  
к.т.н., доцент

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

*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Представлены результаты изучения перспектив использования релятивных винтовых и комбинированных барабанов в агропромышленном комплексе. В развернутом виде показана разработанная и апробированная классификация релятивных винтовых и комбинированных барабанов. Представлены разновидности оборудования на базе релятивных винтовых и комбинированных барабанов, совершающих вращательное движение, в которых предметам обработки сообщается колебательное движение с большой амплитудой, лишь за счет оригинальной пространственной формы их внутренних поверхностей. В таких машинах отсутствуют виброактиваторы. Также представлены образцы оборудования, в которых релятивные винтовые и комбинированные барабаны не вращаются. Они закреплены упруго на станине и снабжены виброактиваторами. При работе виброактиватора, предметы обработки в таких машинах получают дополнительное движение от наклоненных друг к другу стенок барабанов различных геометрических форм

The article presents the results of studying of prospects of use of the relative screw and combined drums in agro-industrial complex. The developed and approved classification of the relative screw and combined drums has been shown in expanded form. The kinds of the equipment on the basis of the relative screw and combined drums making a rotary motion in which the oscillating motion with a big amplitude, only at the expense of an original spatial form of their internal surfaces is reported to subjects of processing are presented. In such devices, there are no vibroactivators. Equipment samples in which the relative screw and combined drums aren't rotated are also presented. They are fixed elastically on the bed and are supplied with vibroactivators. During the operation of the vibroactivator, processing subjects in such cars, as a result of the circulating movement in the relative screw and combined drums in the planes, perpendicular axes of their symmetry, receive the additional movement from the walls of drums of various geometrical forms inclined to each other

Ключевые слова: РЕЛЯТИВНЫЕ ВИНТОВЫЕ И КОМБИНИРОВАННЫЕ БАРАБАНЫ, КОЛЕБАНИЯ, АМПЛИТУДА, КОРМА

Keywords: SCREW-RELATIVE AND COMBINED DRUMS, VIBRATION AMPLITUDE, FEED

В развитии технологических процессов и машин существует тенденция, определяемая взаимозависимостью их основных функций, а именно транспортных и технологических движений. Транспортное движение – всего лишь перемещение предметов, технологическое – это движение, которое сообщается предметам [1.2]. В настоящее время в нашей стране созданы новые классы машин, названные нами релятивными винтовыми и комбинированными барабанами. По классификации академика Л.Н. Кошкина, они относятся к машинам четвертого класса и их предлагается

использовать при создании оборудования для агропромышленного комплекса. Эти машины соединяют относительно независимые, взаимосвязанные технологические операции: использование вибрационного поля с большой амплитудой колебаний и поточную форму организации производства. Соединение этих технологий в релятивных винтовых и комбинированных барабанах обеспечивает осуществление эффективного объемного воздействия на предметы обработки [3,4].

Поэтому, создание оборудования на основе, так называемых, релятивных винтовых и комбинированных барабанов, обеспечивает высокоэффективные технологические процессы, так как для релятивных винтовых и комбинированных барабанов характерно не только создание колебаний предметам обработки с амплитудой перемещения 15-1000 мм и более, но и возможность управлять их колебательным процессом, изменяя при этом транспортный или технологический эффект.

Различают:

1. Технологические процессы в релятивных винтовых и комбинированных барабанах, которые не вращаются, а закреплены упруго и снабжены виброактиватором. При работе виброактиватора, в результате циркуляционного движения внутри релятивных винтовых и комбинированных барабанов, в плоскостях, перпендикулярных оси их симметрии, предметы обработки получают дополнительные движения от наклоненных друг к другу стенок барабанов, различных геометрических форм, что расширяет технологические возможности и повышает производительность обработки.

2. Технологические процессы в релятивных винтовых и комбинированных барабанах совершающих вращательное движение, в которых, предметам обработки сообщается колебательное движение с большой амплитудой, лишь за счет пространственной формы и

оригинальной геометрии их внутренних поверхностей. В таких машинах вибрактиваторы, как таковые, отсутствуют.

Работы по созданию оборудования для реализации таких технологических процессов чрезвычайно важны и актуальны применительно к агропромышленному комплексу.

Это обусловлено тем, что большинство операций в агропромышленном комплексе трудно поддается механизации и автоматизации из-за разнообразия предметов обработки, то есть, относятся к числу малопроизводительных операций.

Поэтому эти операции становятся «узким местом» в технологической цепочке производства продуктов питания, в том числе мяса, молока и птицы, продуктов растениеводства и плодоводства.

При этом, важным критерием для кормов является качество их приготовления.

Указанные характеристики играют решающую роль в обеспечении продовольственной безопасности страны и создании импортозамещающих технологий. Это обуславливает необходимость выполнения работ, направленных на создание высокоэффективного оборудования, пригодного не только для сельскохозяйственных комплексов, но и для фермерских хозяйств.

Все вышеизложенное вызывает необходимость в изучении перспектив использования релятивных винтовых и комбинированных барабанов в агропромышленном комплексе.

### **1. Разработка классификации релятивных винтовых и комбинированных барабанов**

Анализ состояния и перспективы развития технологий и оборудования для агропромышленного комплекса позволил сделать вывод, что до настоящего времени многие технологические процессы проходят в

установках 1 класса, у которых производится сначала загрузка предметов обработки потом процесс обработки, а затем выгрузка. В то же время, для повышения производительности, необходимы машины с рабочими органами III и IV классов, в которых технологический процесс обработки предметов осуществлялся бы не только с объемным их взаимодействием, но и выполнение самого технологического процесса происходило бы в процессе транспортировки предметов обработки в неориентированном состоянии в рабочем органе машины. В основу таких машин могли бы быть положены шнеки, обеспечивающие непрерывное транспортное движение предметов обработки от загрузки к выгрузке. Однако, одно транспортное движение со стационарным характером движения предметов обработки надлежащего эффекта технологическому процессу не приносит.

При особом подходе к конструированию рабочих поверхностей шнека оказалось возможным совместить транспортные и технологические функции в одном агрегате. Эта возможность обеспечивается за счет монтажа по периметру рабочего органа машин плоских, криволинейных или прутковых элементов, разнонаправленных по отношению к винтовым линиям по его периметру, а также устройств со сложной поверхностью по периметру и с закрепленными внутри пружинами растяжения, в которых используется эффект сложно-винтового движения. Такие агрегаты и устройства, имеющие разную конфигурацию, названы нами релятивными, так как это общий термин, который вбирает условность, подобность, относительность от тех или иных условий, форм и назначений.

Поэтому они названы нами р е л я т и в н ы м и в и н т о в ы м и б а р а б а н а м и.

Устройства, в которых используется эффект сложно-винтового движения с закрепленными внутри пружинами растяжения, названы нами р е л я т и в н ы м и к о м б и н и р о в а н н ы м и б а р а б а н а м и.

Изменение компоновки плоских, криволинейных или прутковых элементов в релятивных винтовых барабанах, а также изменение длины пружин растяжения в релятивных комбинированных барабанах позволяет управлять сложно-пространственным движением потоков предметов обработки, т. е. увеличивать или уменьшать производительность.

Пространственная форма релятивных винтовых барабанов образуется путем монтажа по их периметру плоских, криволинейных или прутковых элементов, что обеспечивает возможность придания предметам обработки низкочастотных колебаний с большой амплитудой 15–1000 мм и более, а также создание винтовых линий и винтовых поверхностей, которые и обеспечивают перемещение предметов обработки от загрузки к выгрузке. Эти винтовые линии и винтовые поверхности определяют характер движения от единообразного до сложного и бесконечно разнообразного в конструкциях релятивных винтовых барабанов, увеличивает или уменьшает транспортный или технологический эффект.

В процессе проведения исследований разработана классификация релятивных винтовых барабанов (рисунок 1 и таблицы 1–9), которая позволяет целенаправленно вести поиск новых конструкций таких барабанов, так как в таблицах 1–9. Кроме разработанных известных в науке и технике конструкций релятивных винтовых барабанов [3,4] представлены их неизвестные конструкции, некоторые общие параметры и характеристики которых становятся известными для исследователя с помощью предложенной нами классификации, в соответствии с которой релятивные винтовые барабаны можно разделить на:

- цилиндрические (РЦ) – подобные цилиндру с примерно условной цилиндрической формой и одинаковым по всей длине шагом винтовых линий (таблица 1);

- конические (РК) – условно конической формы с переменным по длине релятивного конического барабана шагом винтовых линий (таблица 2);
- выпуклые (РВП) – подобные барабану с условно выпуклой ломанной или криволинейной наружной поверхностью с переменным по длине релятивного выпуклого барабана шагом винтовых линий (таблица 3);
- вогнутые (РВГ) – условно вогнутой формы с переменным по длине релятивного вогнутого барабана шагом винтовых линий (таблица 4);
- прутковые (РП) – смонтированы из прутков винтовобразной формы (таблица 5);
- кольцевые (РКО) – условно кольцевой формы с условно ломанной наружной поверхностью, по периметру которой расположены ломанные или криволинейные винтовые линии (таблица 6);
- спиральные (РС) – условно спиральной формы (таблица 7);
- квадратные (РКА) – условно квадратной формы (таблица 8);
- комбинированные (РКБ) – со сложной поверхностью по периметру и с пружинами растяжения (таблица 9).

Каждый из этих типов релятивных винтовых барабанов включает по 7 классов:

1-й класс – релятивные винтовые и комбинированные барабаны непрерывной ломанной формы с непрерывными ломанными линиями основного направления по их периметру;

2-й класс – релятивные винтовые и комбинированные барабаны, по периметру которых расположены отдельные участки ломанных винтовых линий, повернутые относительно друг друга;

3-й класс – релятивные винтовые и комбинированные барабаны, по периметру которых расположены направленные навстречу друг другу ломанные винтовые линии одинакового шага;

4-й класс – релятивные винтовые и комбинированные барабаны, по периметру которых расположены четыре ломанные винтовые линии и две ломанные винтовые линии встречного направления;

5-й класс – релятивные винтовые и комбинированные барабаны по периметру которых расположены три винтовые направленные от загрузки к выгрузке, и две ломанные винтовые линии встречного направления;

6-й класс – релятивные винтовые и комбинированные барабаны по периметру которых расположены ломанные винтовые линии одного направления;

7-й класс – релятивные винтовые и комбинированные барабаны, по периметру которых расположены плавные винтовые линии одного направления.

Все классы подразделяются на подклассы, отличающиеся друг от друга конструктивными особенностями релятивных винтовых и комбинированных барабанов. В свою очередь каждый подкласс отличается количеством винтовых или зигзагообразных винтовых линий по периметру релятивных винтовых и комбинированных барабанов, например:

- подкласс а – релятивные винтовые барабаны с тремя винтовыми или зигзагообразными линиями, направленными в одну сторону ( $n$ );
- подкласс б – релятивные винтовые барабаны с четырьмя винтовыми или зигзагообразными линиями, направленными в одну сторону ( $n + 1$ );

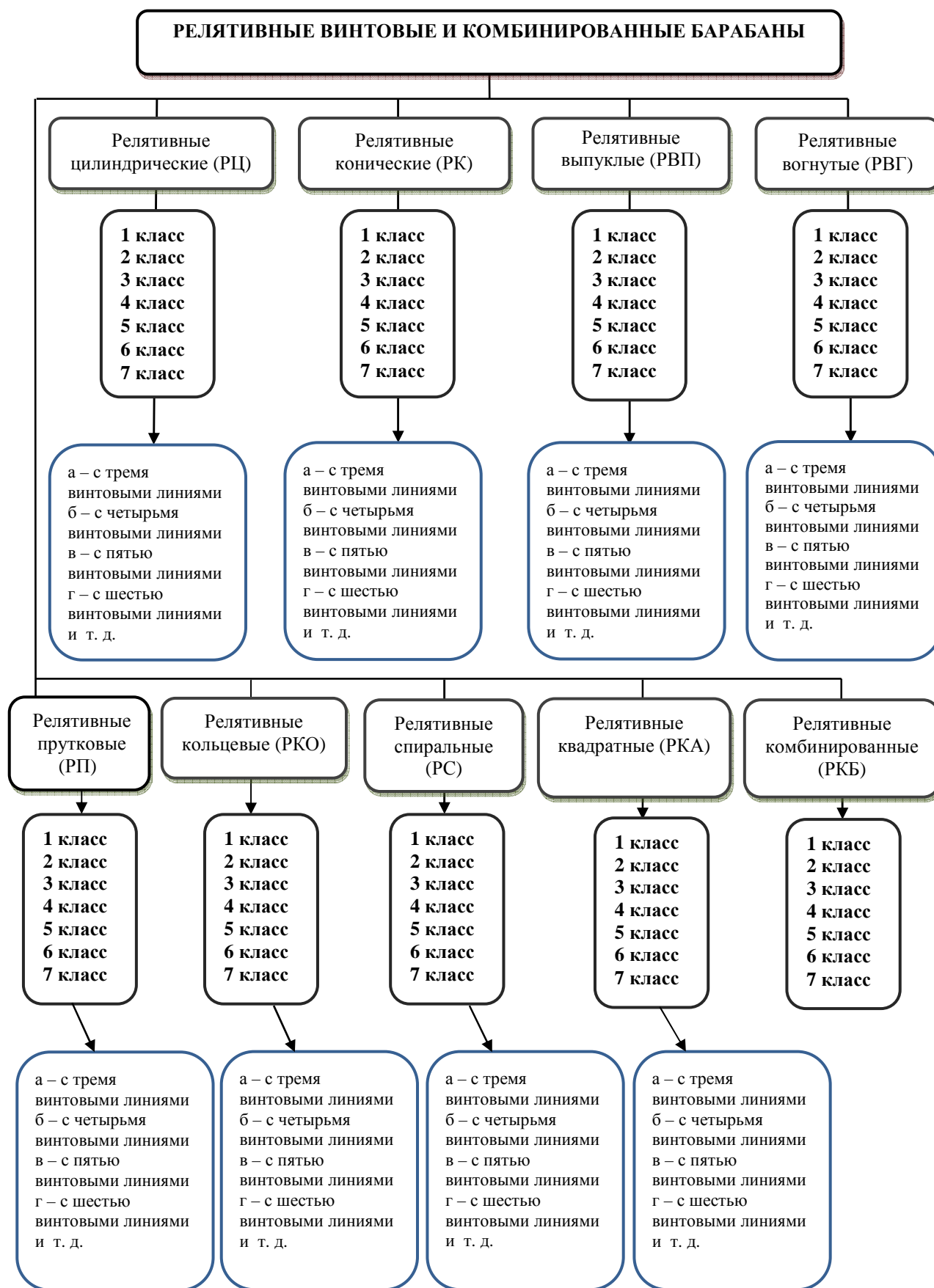


Рисунок 1 – Классификация релятивных винтовых и комбинированных барабанов



- подкласс в – релятивные винтовые барабаны с пятью винтовыми или зигзагообразными линиями, направленными в одну сторону ( $n + 2$ );
- подкласс г – релятивные винтовые барабаны с шестью винтовыми или зигзагообразными линиями ( $n + 3$ ) и т. д.

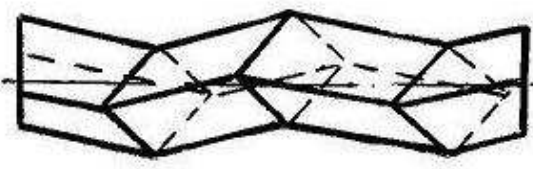
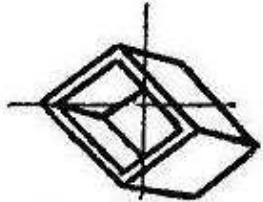



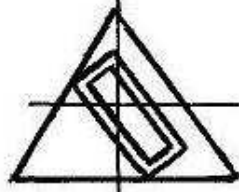
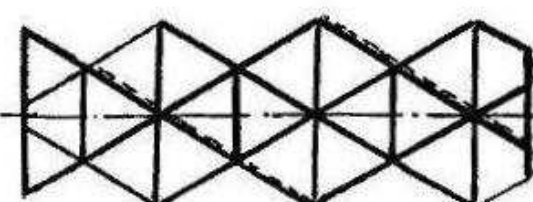
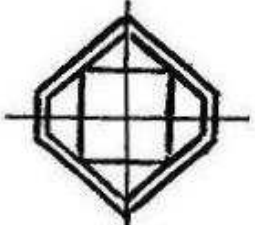
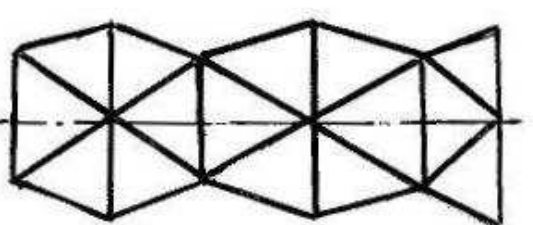
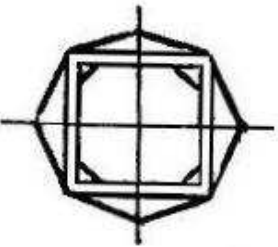
В таблице 9 представлены релятивные комбинированные барабаны со сложной поверхностью по периметру и закрепленными внутри пружинами растяжения, в том числе: цилиндрическими, коническими, выпуклыми, вогнутыми или волновой формами с различным сечением витков: круглой, плоской, квадратной.

В настоящее время нам известны конструкции 8 релятивных комбинированных барабанов со сложной поверхностью и закрепленными внутри пружинами растяжения в том числе: цилиндрической, конической, выпуклой, вогнутой, волновой формами (таблица 9).

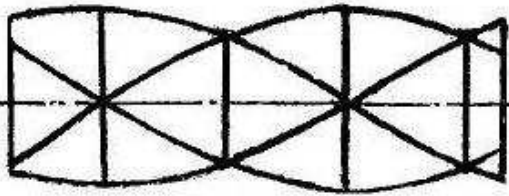
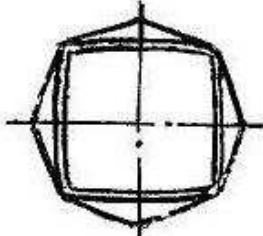
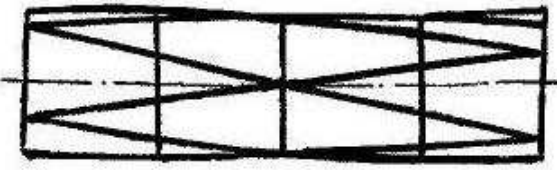
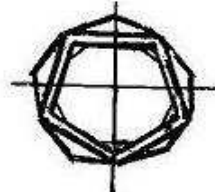
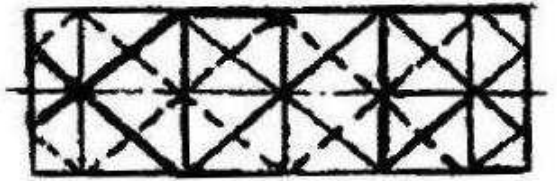
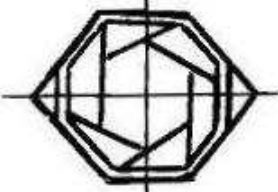
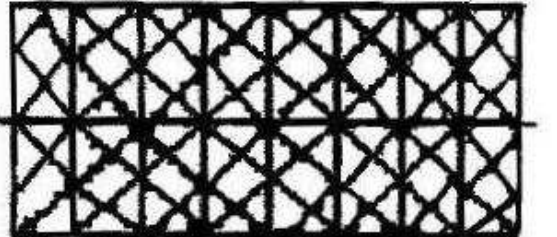
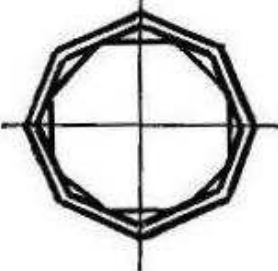
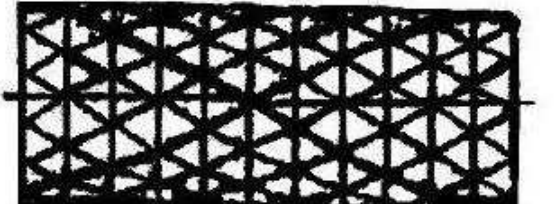
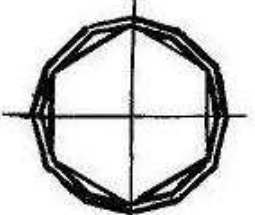
Постараемся представить себе движение предметов обработки (в пределах материальной точки). В этом случае результирующая осевого перемещения предметов обработки обязательно будет иметь место и это определяется соотношением винтовых параметров разнонаправленных винтовых поверхностей.

В релятивных винтовых барабанах 4-го и 5-го классов эти движения определяются соотношением винтовых параметров шага и числа заходов. В релятивных винтовых барабанах 6-го и 7-го классов направление осевого перемещения определяется однозначно. В релятивных винтовых барабанах 1-го, 2-го и 3-го классов, если размышлять совершенно абстрактно, осевого перемещения быть не должно. Поэтому, при монтаже машин с релятивными винтовыми барабанами 1-го, 2-го и 3-го классов, создается небольшой ( $3-7^\circ$ ) их наклон с тем, чтобы за счет действующей силы тяжести создать перемещения предметов обработки в нужную сторону, в определенной мере этому способствует и их поступление. Таким образом, разнонаправленность винтовых поверхностей создает эффект перемешивания предметов обработки, т. е. способствует интенсификации технологического процесса.

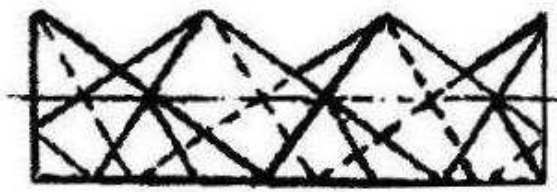
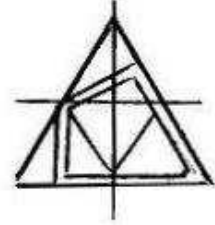
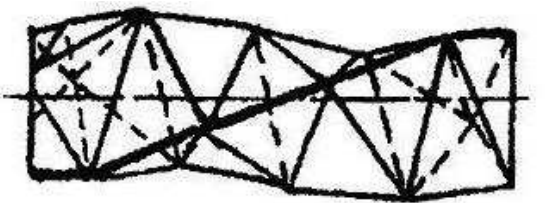
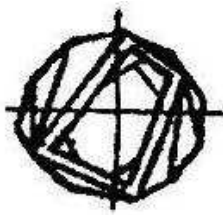
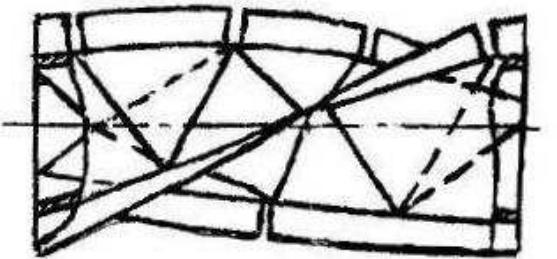
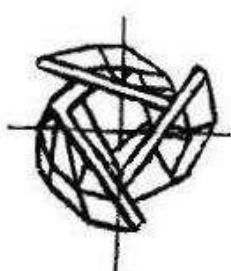
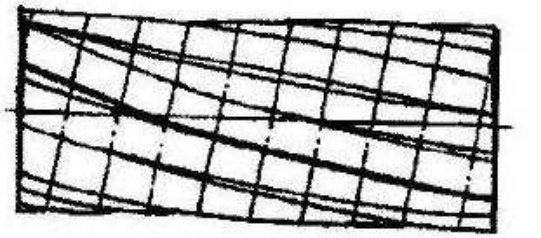
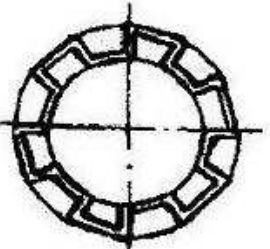
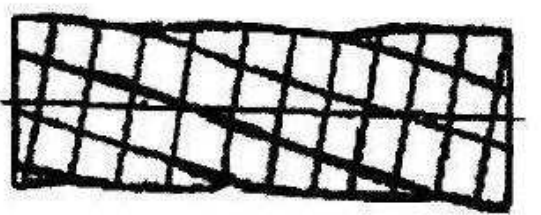
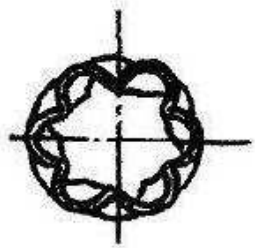
Таблица 1 – Классификация релятивных цилиндрических винтовых барабанов

Класс	Подкласс	Релятивные цилиндрические винтовые барабаны	
1	1		
	2		
2	1		
3	1		
	2		

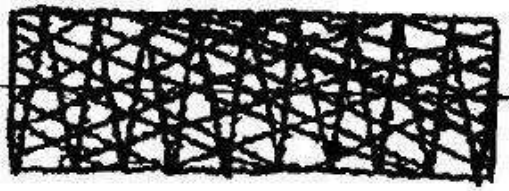
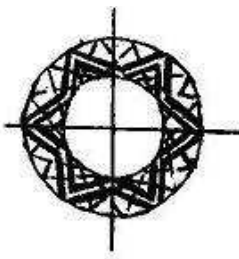

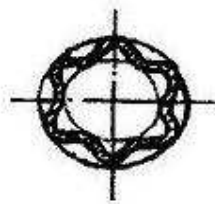
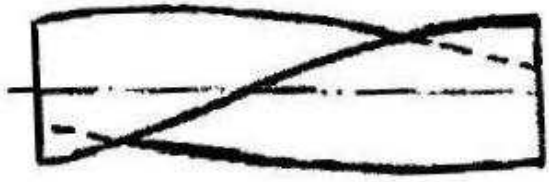
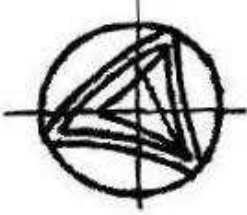

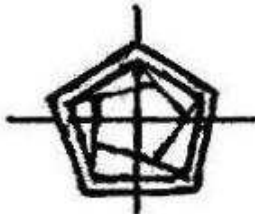

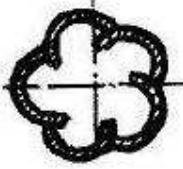


Продолжение таблицы 1

Класс	Подкласс	Релятивные цилиндрические винтовые барабаны	
3	3		
3	4		
	5		
	6		
	7		

Продолжение таблицы 1

Класс	Подкласс	Релятивные цилиндрические винтовые барабаны	
4	1		
5	1		
	2		
6	1		
	2		

Продолжение таблицы 1

Класс	Подкласс	Релятивные цилиндрические винтовые барабаны	
6	3		
	4		
7	1		
	2		
	3		
	4		

Продолжение таблицы 1

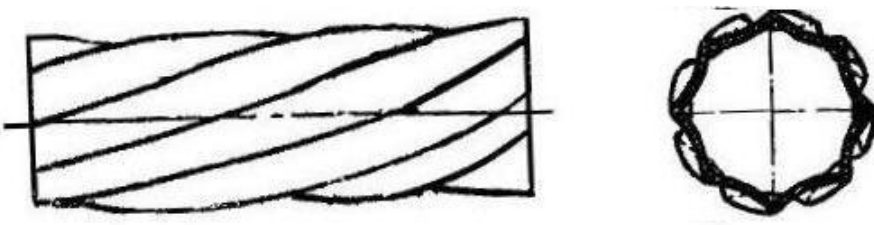
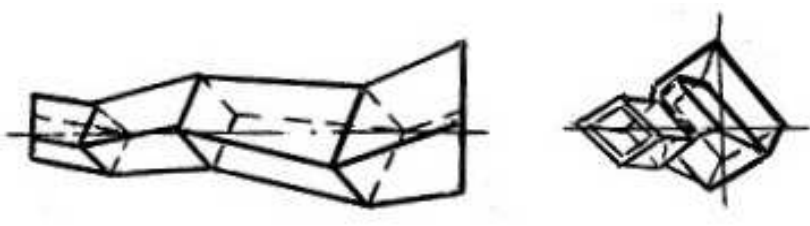
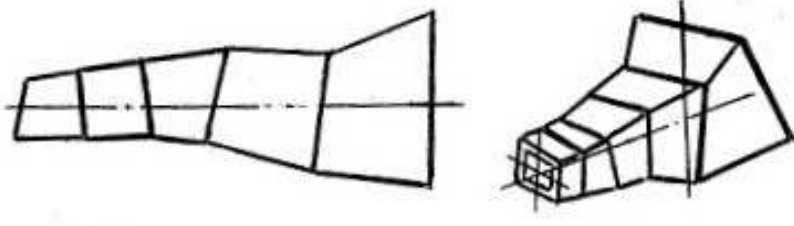
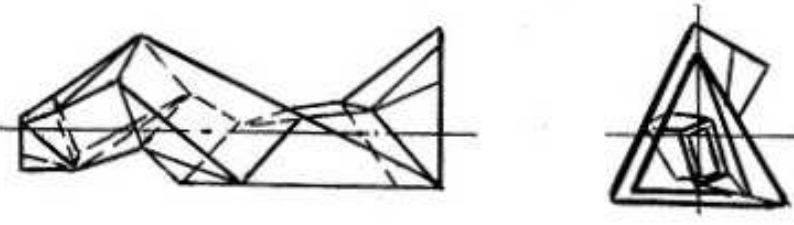
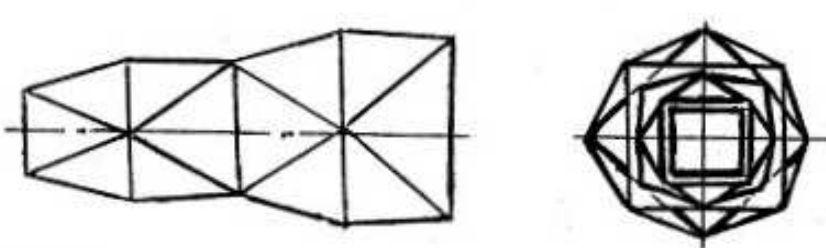
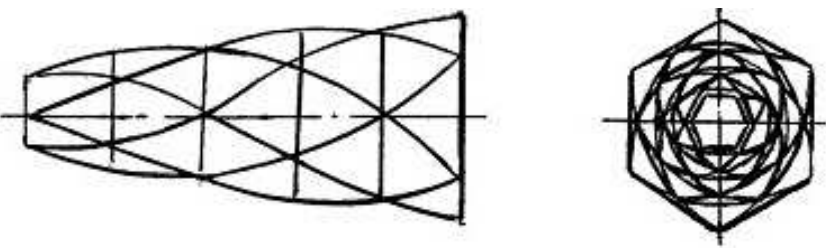
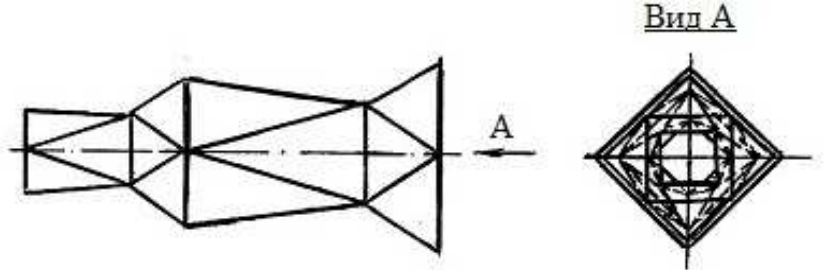
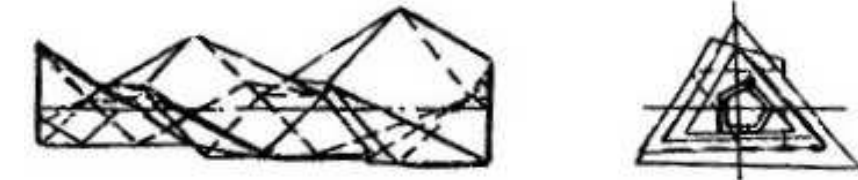
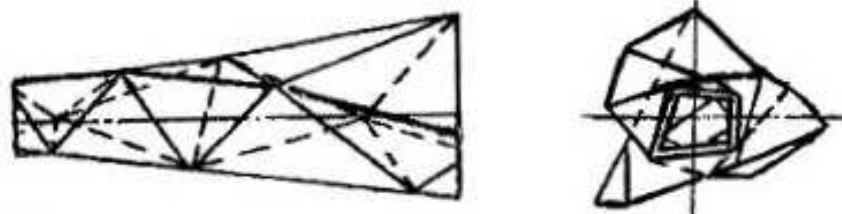
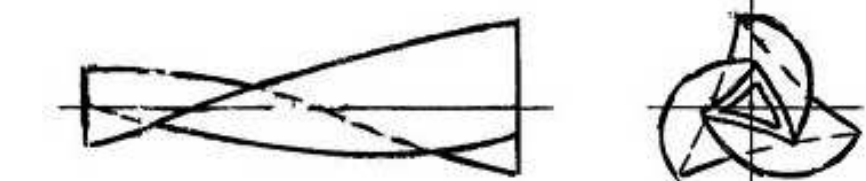
Класс	Подкласс	Релятивные цилиндрические винтовые барабаны
7	5	

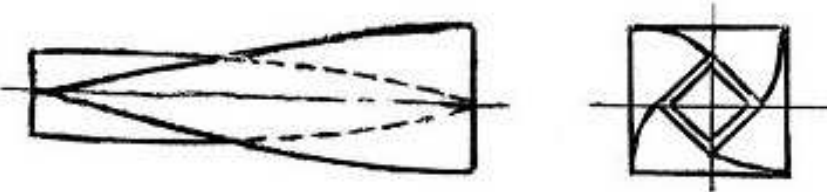
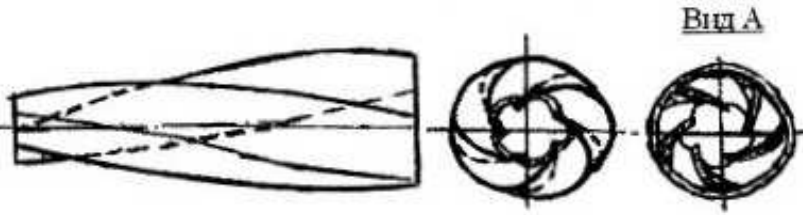
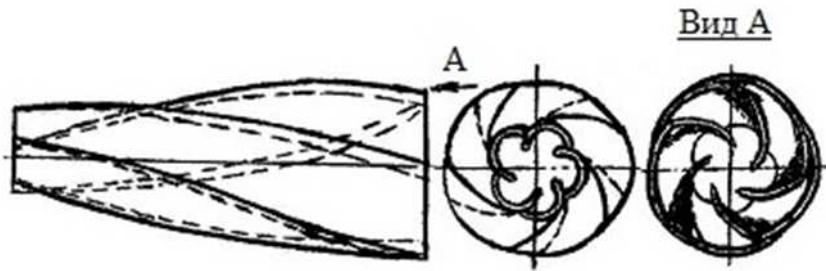
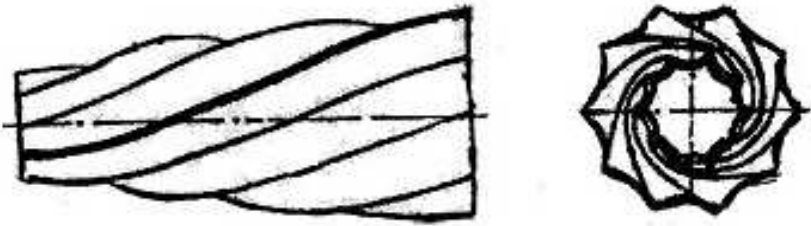
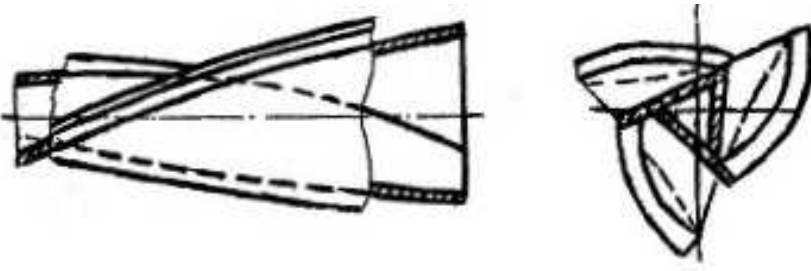
Таблица 2 – Классификация релятивных конических винтовых барабанов

Класс	Подкласс	Релятивные конические винтовые барабаны
1	1	
	2	
2	1	
3	1	

Продолжение таблицы 2

Класс	Подкласс	Релятивные конические винтовые барабаны
3	2	
	3	
4	1	
5	1	
7	1	

Продолжение таблицы 2

Класс	Подкласс	Релятивные конические винтовые барабаны
	2	
	3	
7	4	
	5	
	6	



Продолжение таблицы 2

Класс	Подкласс	Релятивные конические винтовые барабаны
7	7	

Таблица 3 – Классификация релятивных выпуклых винтовых барабанов

Класс	Подкласс	Релятивные выпуклые винтовые барабаны
1	1	
3	1	
7	1	
	2	

Таблица 4 – Классификация релятивных вогнутых винтовых барабанов

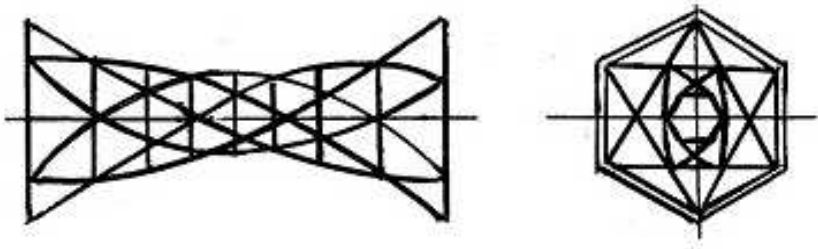
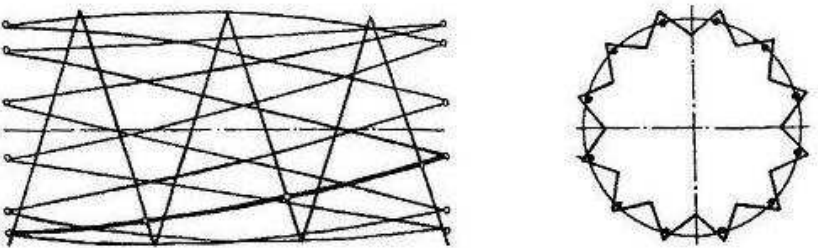
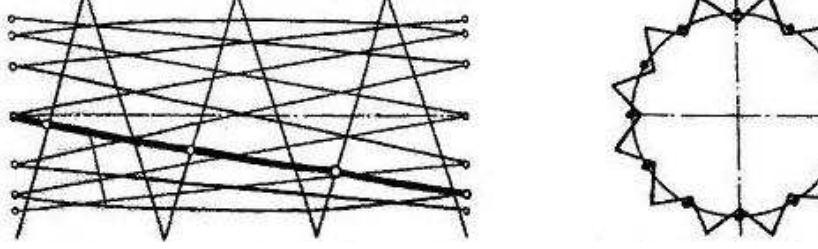
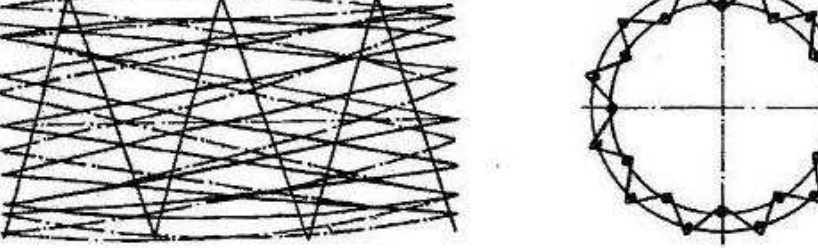
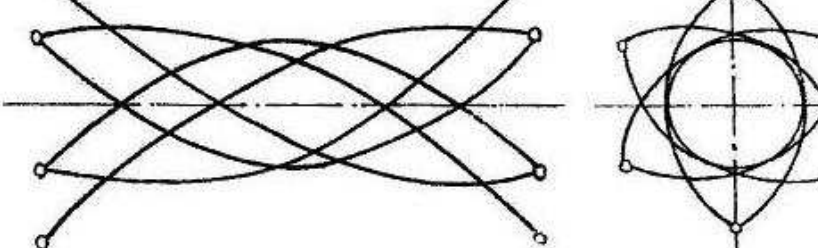
Класс	Подкласс	Релятивные конические винтовые барабаны
1	1	

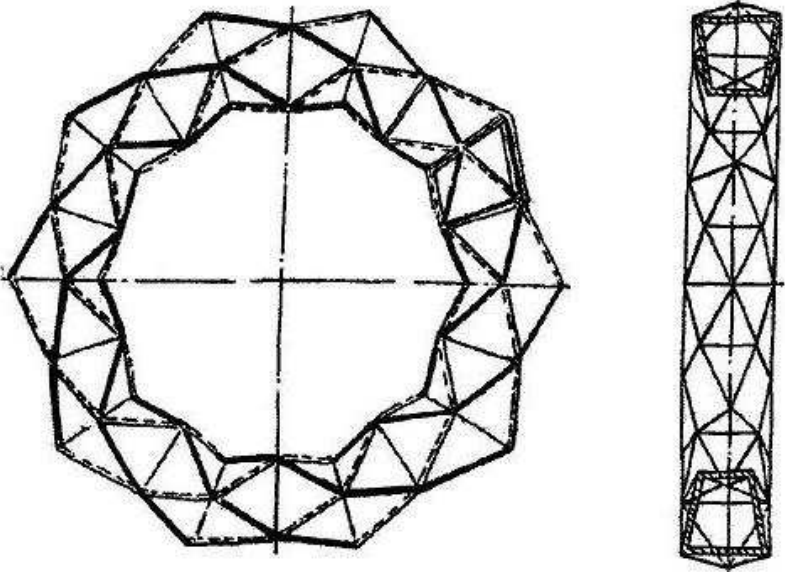
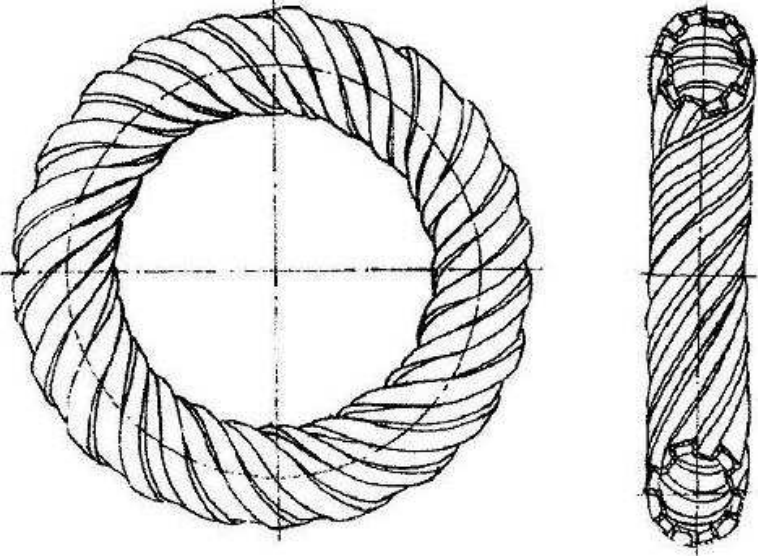
Таблица 5 – Классификация релятивных прутковых винтовых барабанов

Класс	Подкласс	Релятивные прутковые винтовые барабаны
1	1	
2	1	
3	1	
4	1	

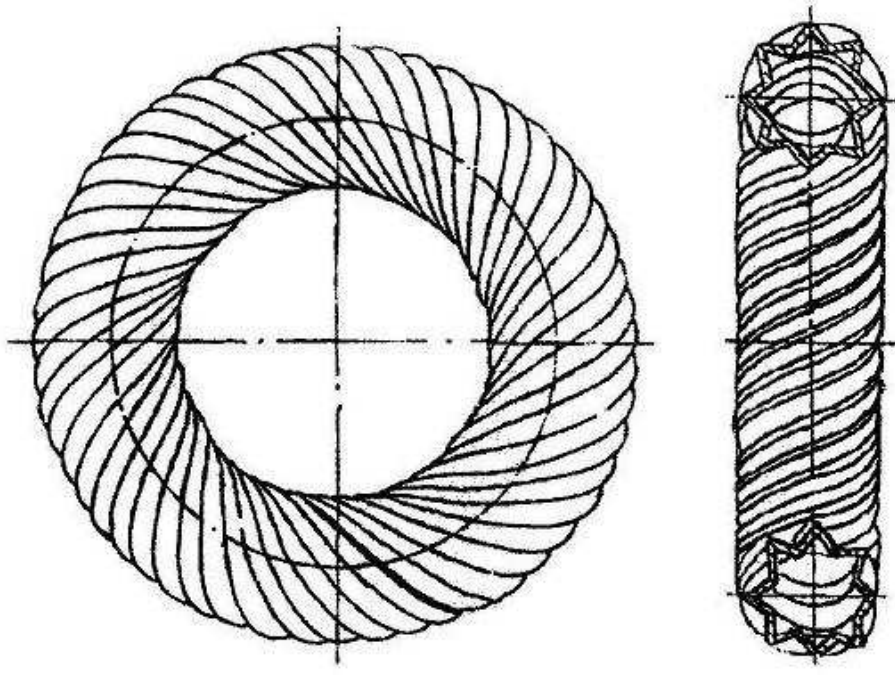
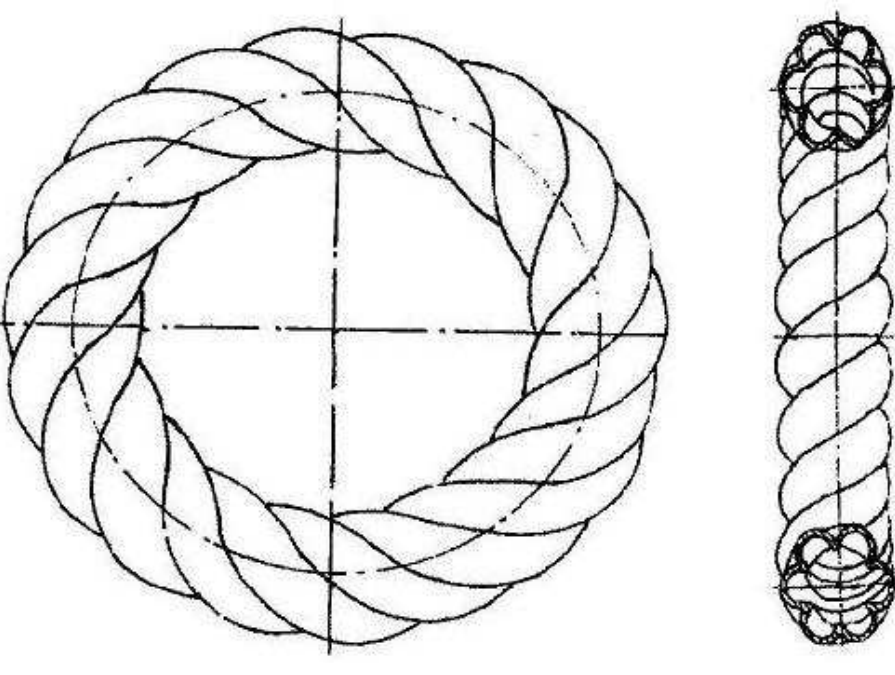
Продолжение таблицы 5

Класс	Подкласс	Релятивные прутковые винтовые барабаны
5	1	

Таблица 6 – Классификация релятивных кольцевых винтовых барабанов

Класс	Подкласс	Релятивные кольцевые винтовые барабаны
1	1	
2	1	

Продолжение таблицы 6

Класс	Подкласс	Релятивные кольцевые винтовые барабаны
3	1	
4	1	

Продолжение таблицы 6

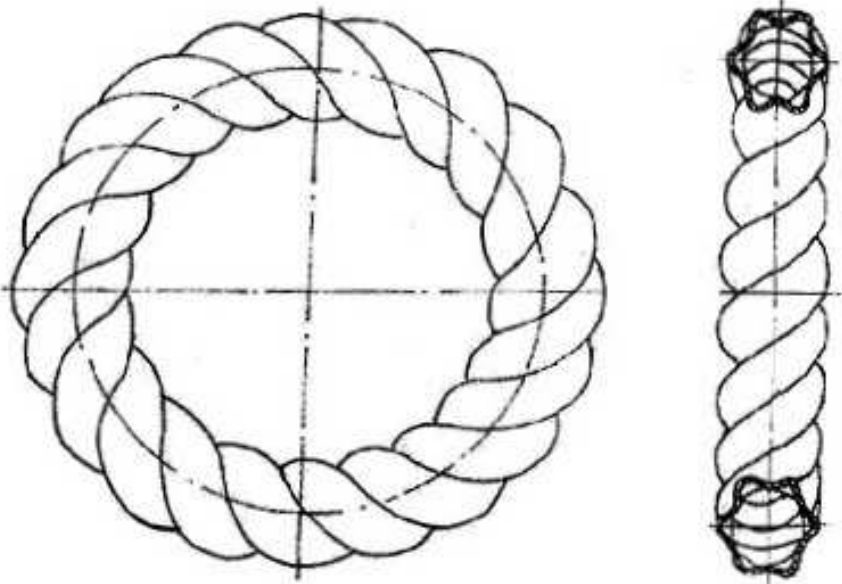
Класс	Подкласс	Релятивные кольцевые винтовые барабаны
5	1	

Таблица 7 – Классификация релятивных спиральных винтовых барабанов

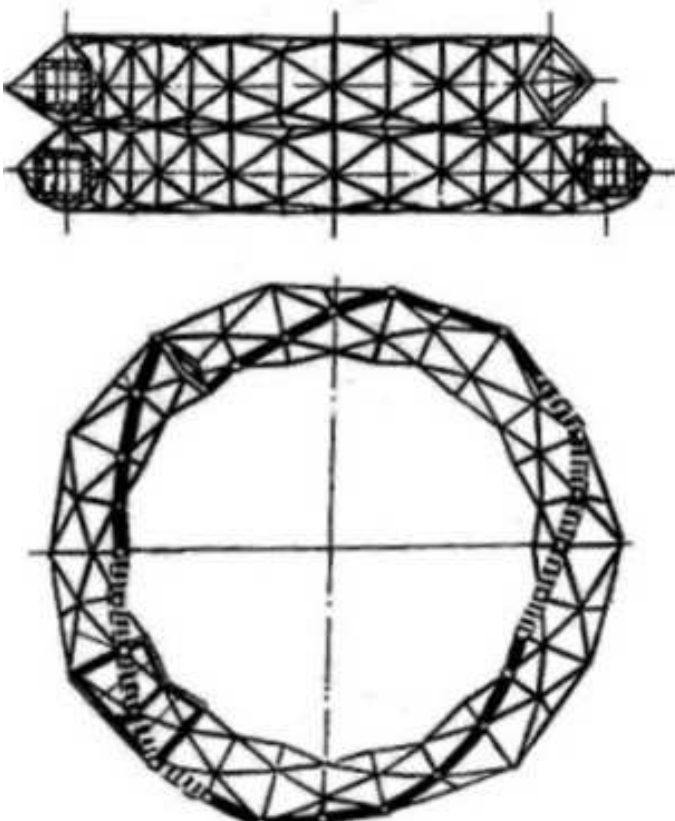
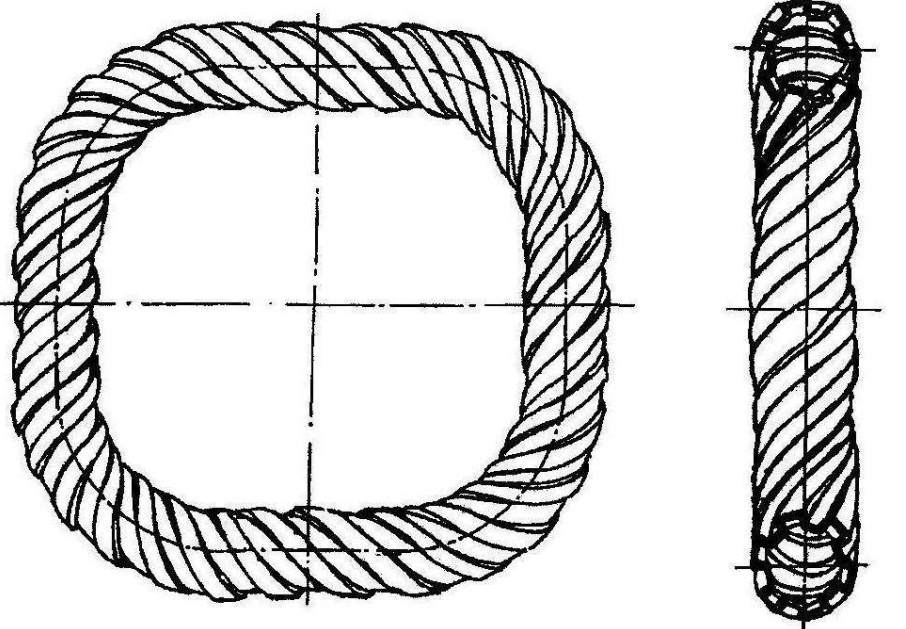
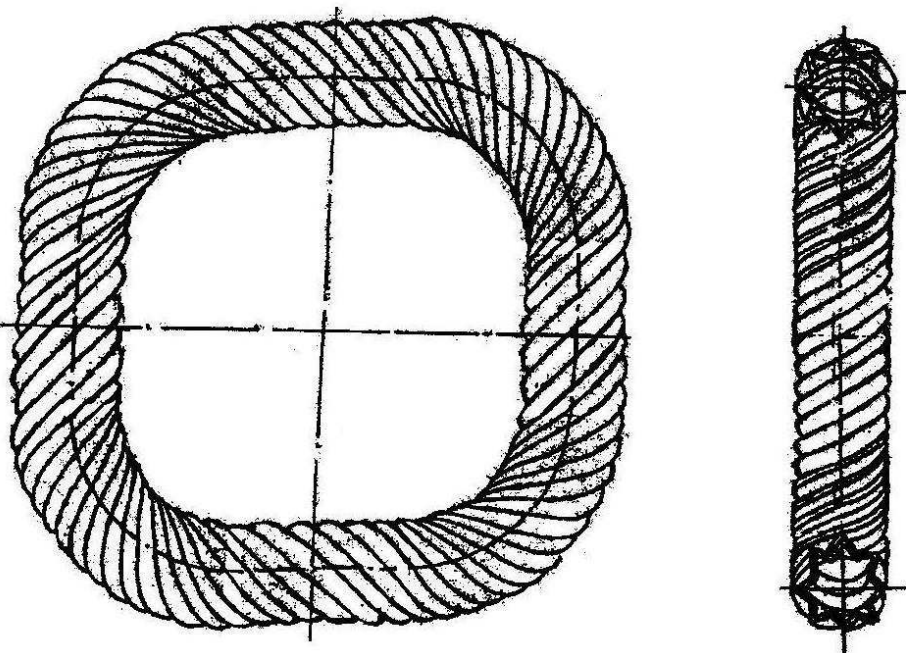
Класс	Подкласс	Релятивные спиральные винтовые барабаны
1	1	

Таблица 8 – Классификация релятивных квадратных винтовых барабанов

Класс	Подкласс	Релятивные квадратные винтовые барабаны
1	1	
2	1	

Продолжение таблицы 8

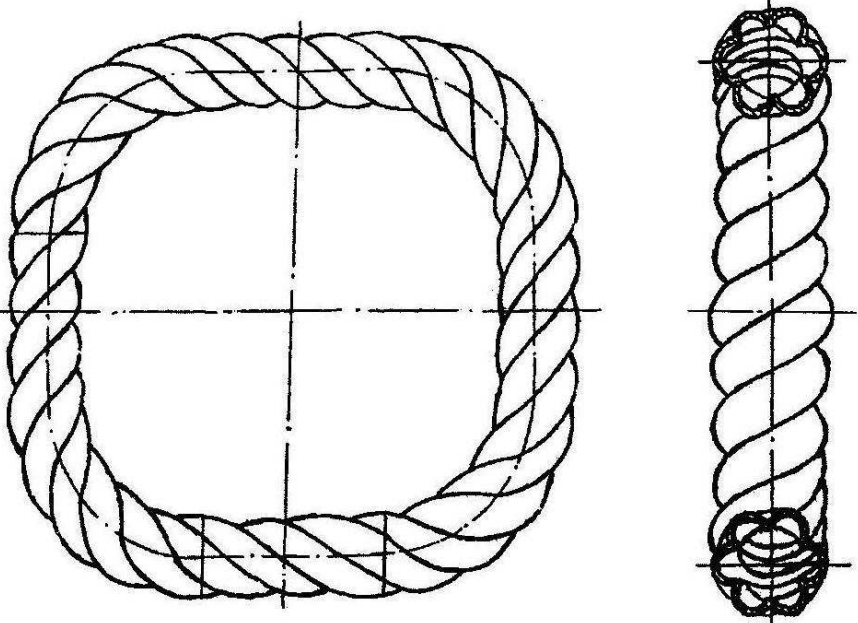
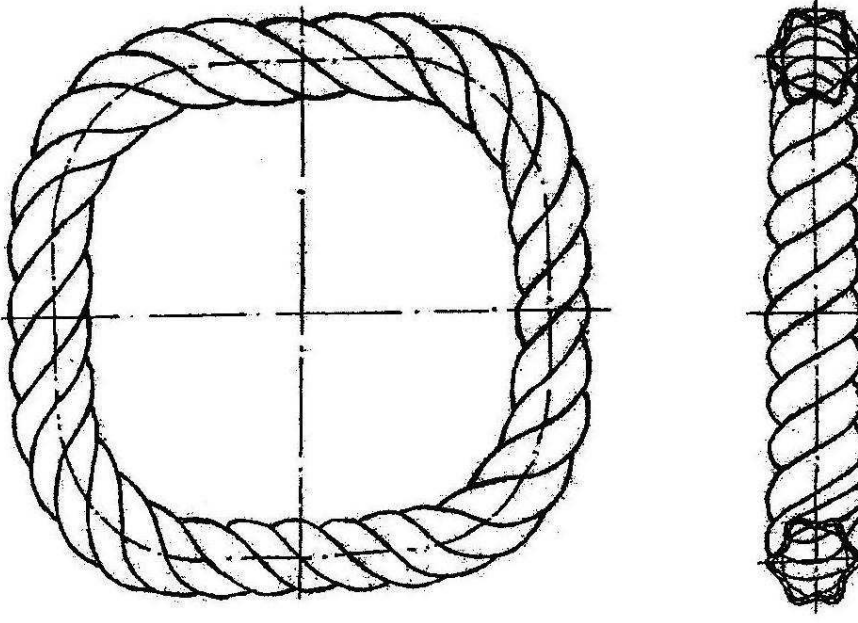
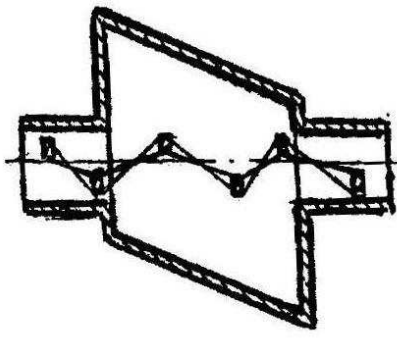
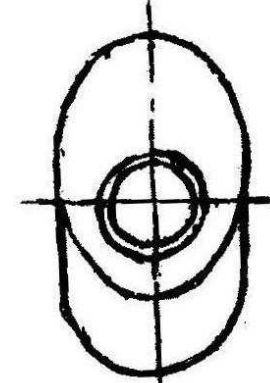
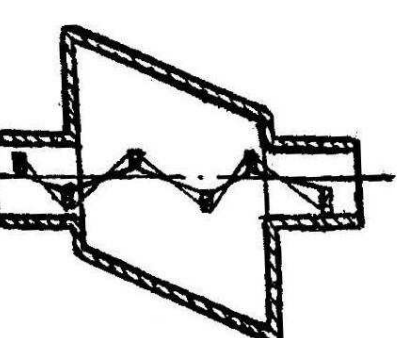
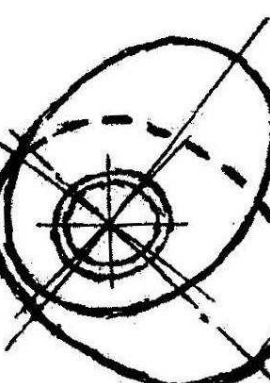
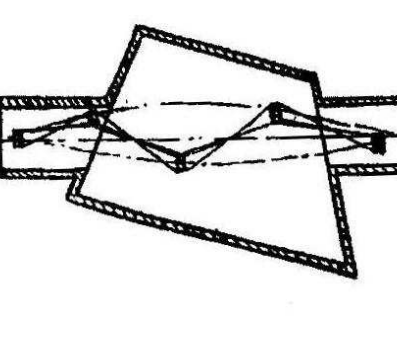
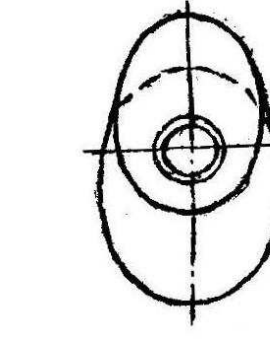
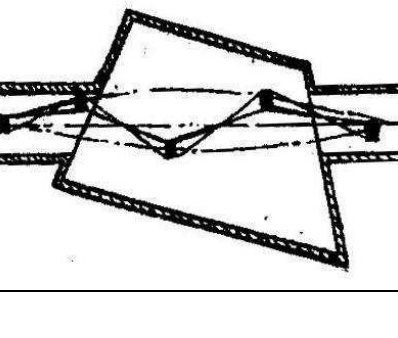
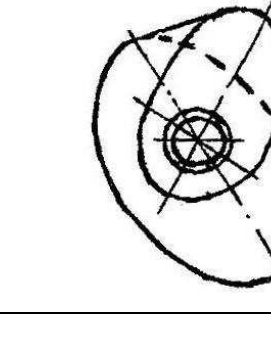
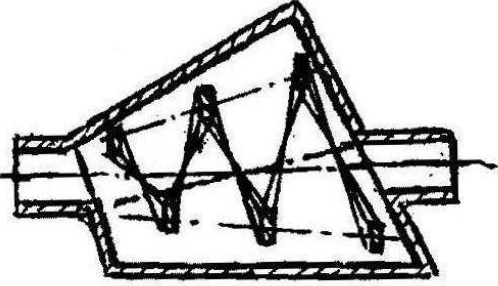
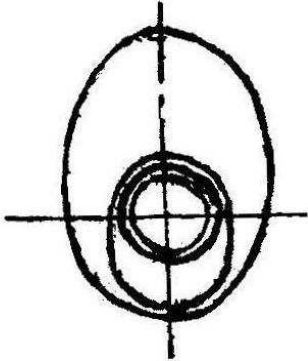
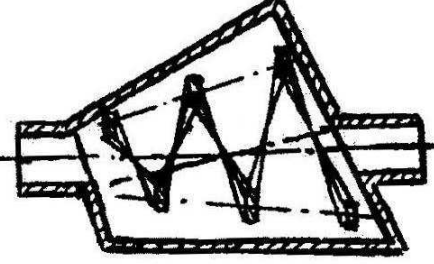
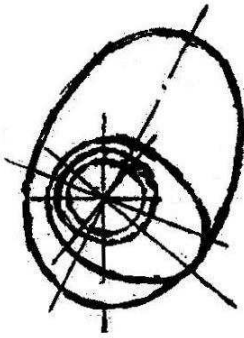
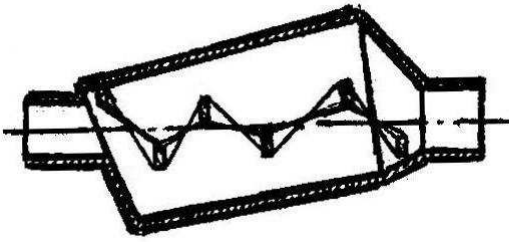
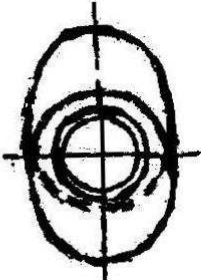
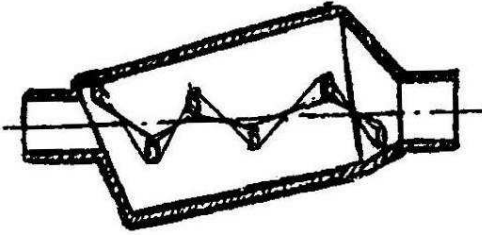
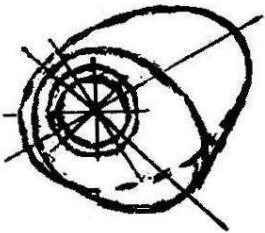
Класс	Подкласс	Релятивные квадратные винтовые барабаны
3	1	
4	1	

Таблица 9 – Классификация релятивных комбинированных барабанов с винтовыми пружинами

Класс	Подкласс	Релятивные комбинированные барабаны с винтовыми пружинами	
1	1		
	2		
2	1		
	2		



Продолжение таблицы 9

Класс	Подкласс	Релятивные комбинированные барабаны с винтовыми пружинами	
3	1		
	2		
4	1		
	2		

Оборудование и весь комплект релятивных винтовых и комбинированных барабанов могут использоваться в агропромышленном комплексе:

- 1) Для приготовления кормов;
- 2) Для смешивания сыпучих материалов;
- 3) Для обезвоживания материала, в том числе навоза;
- 4) Для сушки сыпучих материалов, в том числе куриного помёта.

Например:

## **2. Применение релятивных винтовых и комбинированных барабанов в агропромышленном комплексе для приготовления кормов**

### **2.1 Установка для смешивания компонентов корма**

Предлагаемая установка для смешивания компонентов кормов [5] смонтирована из релятивного винтового барабана 5 (РЦ 7.1.а), станины 1, электродвигателя 2, редуктора 3 и четырех роликовых опор 4, двух ободов 6, средства для загрузки 7 и разгрузки 8 (рисунки 2.1, 2.2).

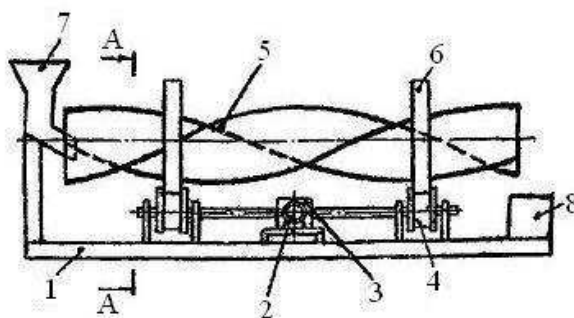


Рисунок 2.1 – Установка для смешивания компонентов кормов, вид спереди

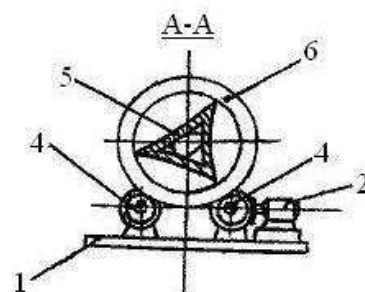


Рисунок 2.2 – Разрез А-А на рисунке 2.1

### **2.2 Смеситель кормов**

Смеситель кормов [6] включает (рисунки 2.3, 2.4) релятивный винтовой барабан 1 (РК 4.1.а), приспособления 2 и 3 для загрузки и выгрузки, втулки 4 и 5, подшипниковые опоры 6 и 7, носок 8, раму 9, пневмобаллоны 10, станину 11.

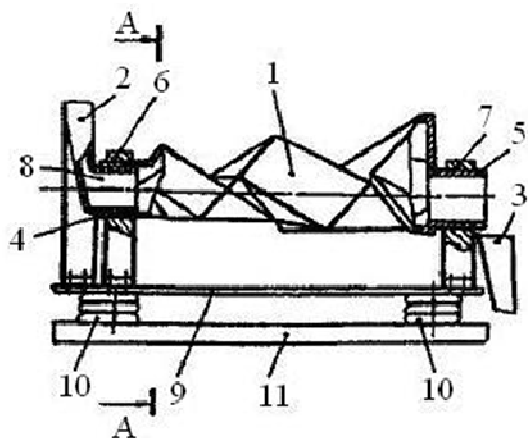


Рисунок 2.3 – Смеситель кормов, вид спереди

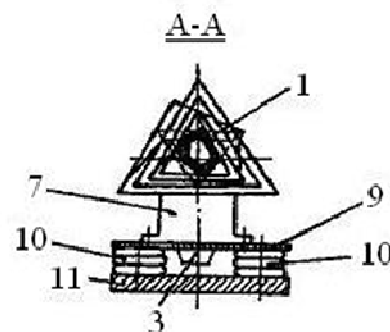


Рисунок 2.4 – Разрез А-А на рисунке 2.3

### 2.3 Устройство для смешивания кормов

Устройство для смешивания кормов [7] включает (рисунки 2.5, 2.6) барабан 1, выполненный в форме релятивного винтового барабана РЦ 1.1.б, приспособления 2, 3 для загрузки и выгрузки, втулки 4 и 5, подшипниковые опоры 6 и 7, носок 8, раму 9, пневмобаллоны 10, станину 11.

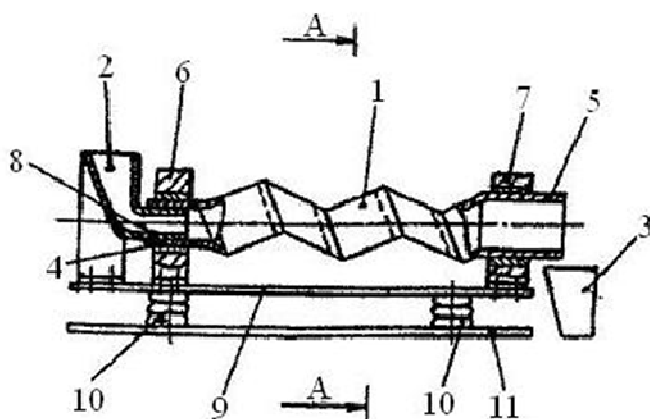


Рисунок 2.5 – Устройство для смешивания кормов

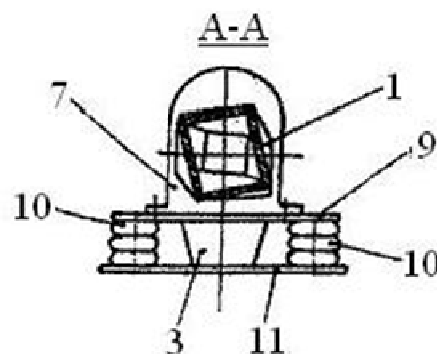


Рисунок 2.6 – Разрез А-А на рисунке 2.5

### 2.4 Вибрационное устройство для смешивания комбикормов

Вибрационное устройство для смешивания комбикормов [8] включает (рисунки 1.7, 1.8) барабан 1, выполненный в форме релятивного винтового барабана РК 1.1.б, приспособления 2, 3 для загрузки и выгрузки, втулки 4 и

5, подшипниковые опоры 6 и 7, носок 8, раму 9. пневмобаллоны 10, станину 11. Вибрационное устройство для смешивания комбикормов снабжено трубопроводом с неподвижной винтовой насадкой 12 для подачи компонентов комбикормов на расстояние  $L$  от входного отверстия барабана 1, что обеспечивает активное смешивание с жидкими компонентами комбикормов, которые под напором движутся по внутренней многоходовой поверхности винтовой насадки 12.

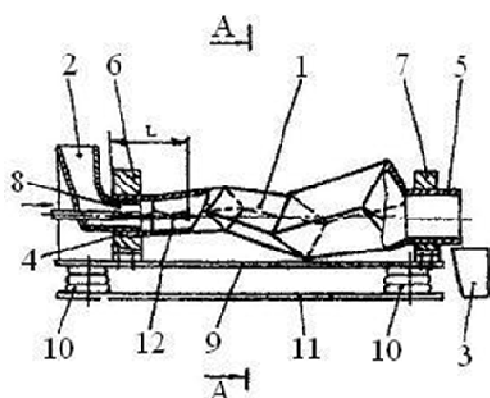


Рисунок 2.7 – Вибрационное устройство для смешивания комбикормов, вид спереди

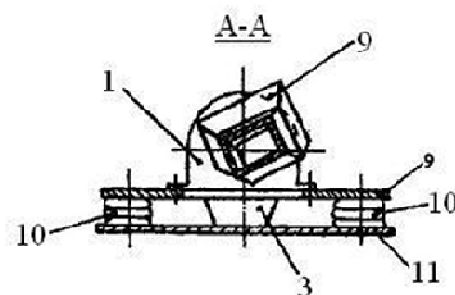


Рисунок 2.8 – Разрез А-А на рисунке 2.7

## 2.5 Устройство для приготовления кормов

Устройство для приготовления кормов [9] (рисунок 2.9) включает станину 1, упругие элементы 2, вибратор 3, рабочую камеру в виде тора 4, выполненную в форме релятивного кольцевого винтового барабана РКО 1.1.б.

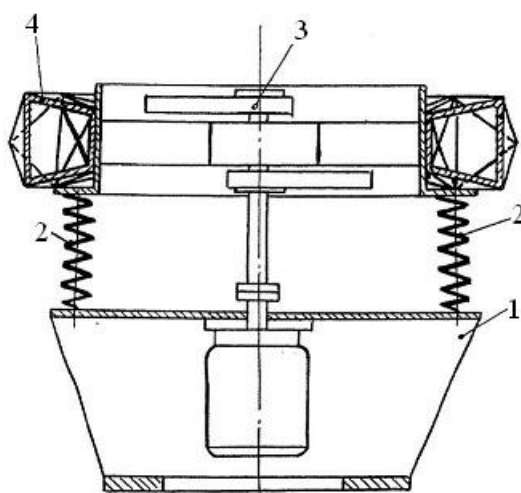


Рисунок 2.9 – Устройство для приготовления кормов

## 2.6 Барабанный смеситель кормов

Барабанный смеситель кормов [10] (рисунки 2.10, 2.11) состоит из барабана 1, выполненного в форме релятивного винтового барабана РК 3.1.б, загрузочной 2 и разгрузочной 3 цапф.

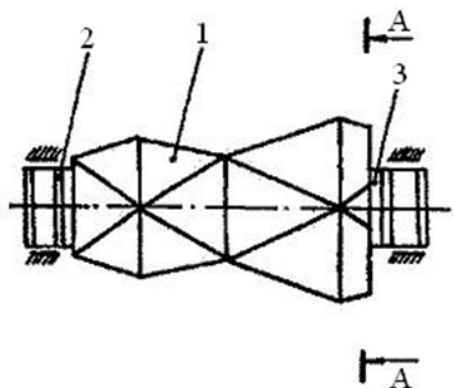


Рисунок 2.10 – Барабанный смеситель кормов

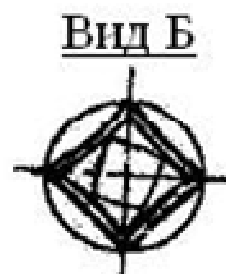


Рисунок 2.11 – Разрез А-А на рисунке 2.10

## 2.7 Машина для приготовления кормов и разделения их на фракции

Машина для приготовления кормов и разделения их на фракции [11] (рисунок 1.12) включает станину 1, электродвигатель 2, редуктор 3, роликовые опоры 4, барабан 5, выполненный в форме релятивного винтового барабана РЦ 5.1.а, ободы 6, загрузочное и разгрузочное устройства 7 и 8.

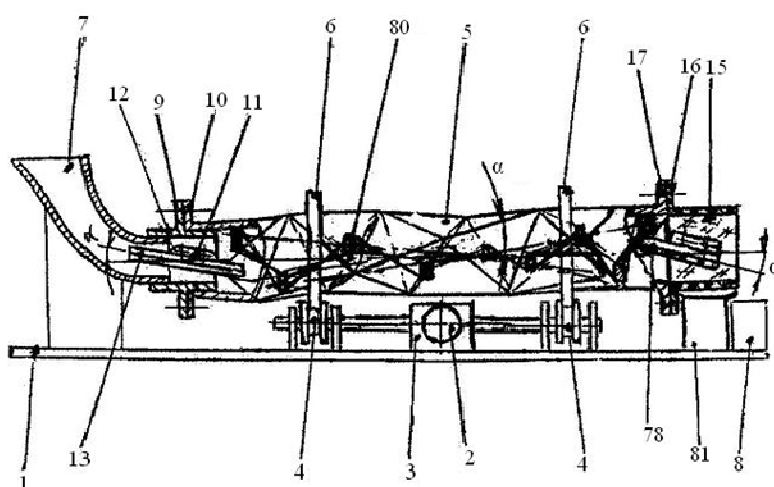


Рисунок 2.12 – Машина для приготовления кормов и разделения их на фракции

## 2.8 Вибрационная установка для приготовления кормов

Вибрационная установка для приготовления кормов (рисунки 2.13) [12] содержит тороидальную рабочую камеру 1, выполненную в форме релятивного винтового кольцевого барабана РКО 4.1.г. Рабочая камера 1 установлена на платформе 2, снабженной вибратором 3 и смонтированной посредством пружин 4 на основании 5. Рабочая камера 1 установлена на платформе 2 с наклоном под углом  $\beta$  к горизонту в сторону загрузочного окна квадратной формы и разгрузочного окна (на рисунке не показаны).

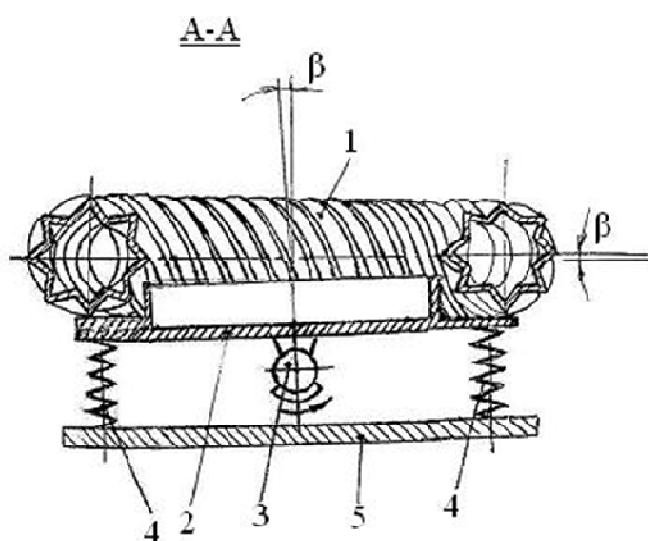


Рисунок 2.13 – Вибрационная установка для приготовления кормов

## 2.9 Установка вибрационная для приготовления кормов

Установка вибрационная для приготовления кормов (рисунки 2.14) содержит тороидальную рабочую камеру 1, выполненную в форме релятивного винтового кольцевого барабана РКО 4.1.г, установленную на платформе 2, снабженную вибратором 3 и смонтированную посредством пружин 4 на основании 5. Рабочая камера 1 установлена на платформе 2 с наклоном под углом  $\beta$  к горизонту в сторону загрузочного окна квадратной формы 6 со стороной квадрата  $a$  и разгрузочного окна 7 в виде окружности диаметром  $D$  (на рисунке 2.14 не показаны) [13].

Вибратор 3 смонтирован под платформой 2 горизонтально и поэтому обеспечивает изменение формы траектории колебаний рабочей камеры 1 с круговой, как в прототипе, на вертикальный эллипс.

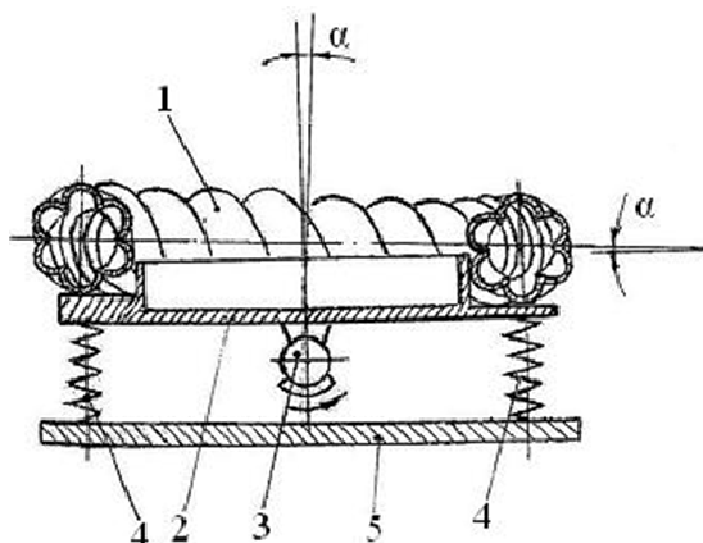


Рисунок 2.14 – Установка вибрационная для приготовления кормов

### 2.10 Малогабаритная установка для приготовления кормов

Малогабаритная установка для приготовления кормов включает (рисунок 2.15) станину 1, пружину 2, вибратор 3, спиральной формы рабочую камеру 4, выполненную в форме релятивного спирального винтового барабана РС1.1.б. [14].

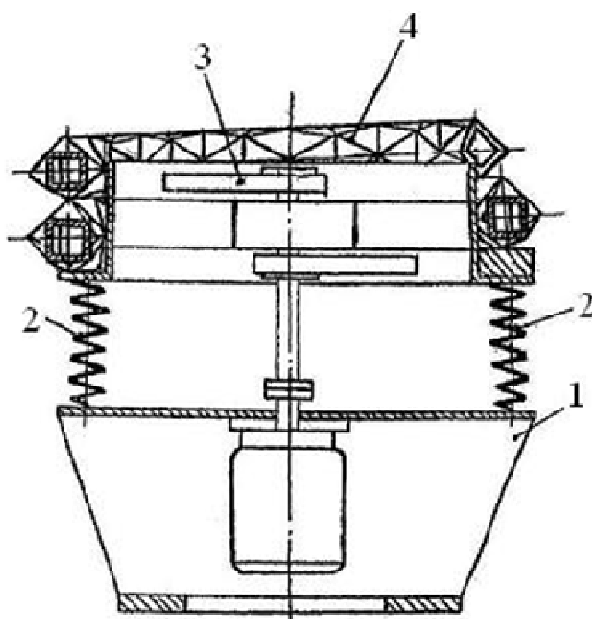


Рисунок 2.15 – Малогабаритная установка для приготовления кормов

### 2.11 Вибрационное устройство для приготовления кормов

Установка вибрационная для приготовления кормов (рисунки 2.16) содержит тороидальную рабочую камеру 1, выполненную в форме релятивного кольцевого винтового барабана РКО 2.10 Рабочая камера 1 установлена на платформе 2, снабженную вибратором 3 и смонтированную посредством пружин 4 на основании 5 [15].

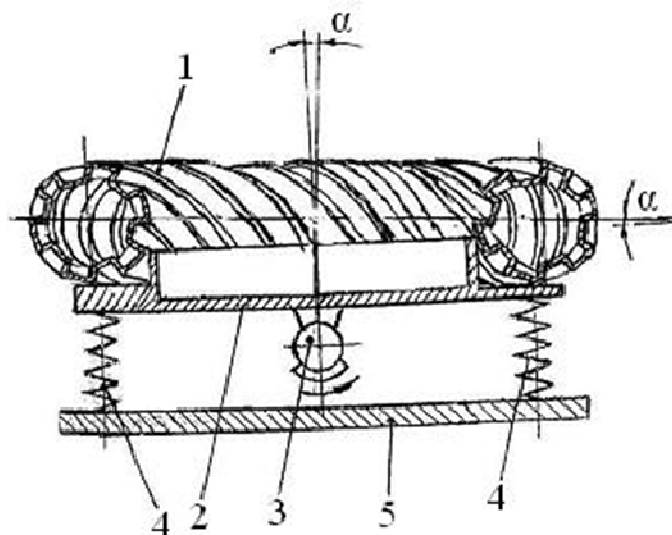


Рисунок 2.16 – Вибрационное устройство для приготовления кормов

### 2.12 Установка для приготовления кормов в коническом винтовом барабане

Установка для приготовления кормов в коническом винтовом барабане (рисунки 2.17, рисунок 2.18) состоит из барабана 1, выполненного в форме релятивного винтового барабана РК 3.2. г, загрузочной 2 и разгрузочной 3 цапф. Для обеспечения дополнительного продольного перемещения и регулировки скорости продольного движения частиц компонентов кормов внутри конического винтового барабана 1 смонтирована пружина конической формы 4. Изменение движения кормов внутри конического винтового барабана 1 с помощью пружины 4 может производиться в процессе приготовления кормов внутри конического винтового барабана 1 и транспортировки от загрузки к выгрузке. Пружина конической формы 4 с



одной стороны крепится к загрузочной цапфе 2, а со стороны выгрузки пружина конической формы 4 крепится к разгрузочной цапфе 3 и может быть смонтирована внутри этих цапф [16].

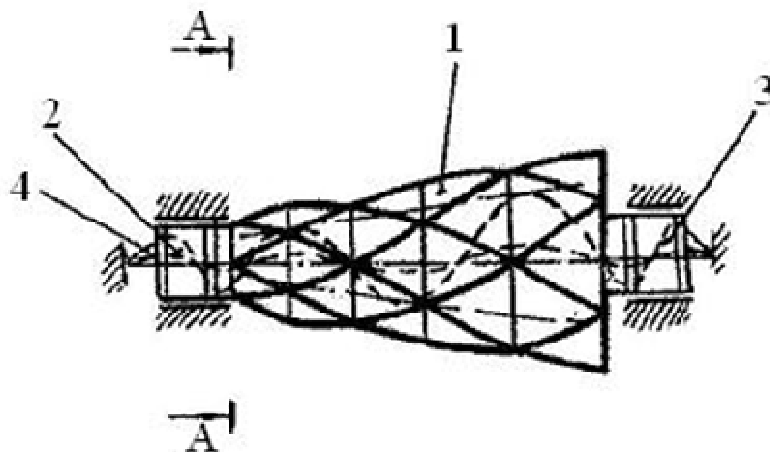


Рисунок 2.17 – Установка для приготовления кормов в коническом винтовом барабане, вид спереди

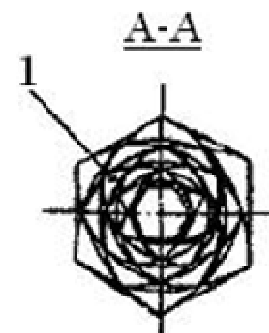


Рисунок 2.18 – Разрез А-А на рисунке 2.17

### 2.13 Устройство вибрационное для приготовления кормов

Устройство вибрационное для приготовления кормов (рисунок 2.19) содержит тороидальную рабочую камеру 1, выполненную в форме релятивного винтового барабана РКО 5.1.г, установленную на платформе 2, снабженную вибратором 3 и смонтированную посредством пружин 4 на основании 5. Рабочая камера 1 установлена на платформе 2 с наклоном под углом  $\alpha$  к горизонту в сторону загрузочного окна квадратной формы 6 со стороной квадрата  $a \times a$  и разгрузочного окна 7 в виде окружности диаметром  $D$  (рисунки 2.19). Между загрузочным окном 6 и разгрузочным окном 7 смонтирована перегородка 8. Вибратор 3 смонтирован под платформой 2 горизонтально и поэтому обеспечивает изменение формы траектории колебаний рабочей камеры 1 с круговой, как в прототипе, на вертикальный эллипс [17].

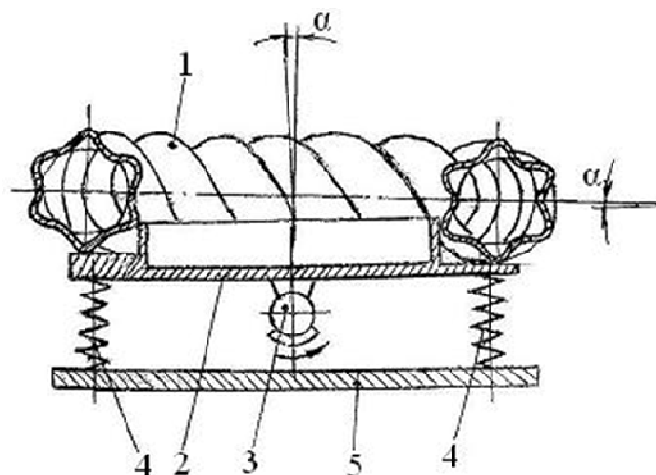


Рисунок 2.19 – Устройство вибрационное для приготовления кормов, вид спереди

### Заключение

В работе вскрыто противоречие между способом технологического воздействия на предметы обработки, например, на компоненты кормов и способом осуществления их технологического транспортирования в существующих процессах приготовления кормов. Показана возможность устранения этого противоречия за счет применения прогрессивного, принципиально нового технологического оборудования для осуществления приготовления кормов по мере выполнения транспортного движения. Эта возможность реализуется за счет использования в качестве рабочего и транспортирующего агрегата:

– со смонтированными по периметру рабочего органа кормоприготовительных машин плоских, криволинейных или прутковых элементов, разнонаправленных по отношению к винтовым линиям по его периметру, которые названы нами релятивными винтовыми барабанами;

– со сложной поверхностью по периметру, с закрепленными внутри пружинами растяжения, в которых используется эффект сложновинтового движения, которые названы нами релятивными комбинированными барабанами.

Изменение взаимного расположение плоских, криволинейных или прутковых элементов в релятивных винтовых барабанах, а также изменение длины пружин растяжения в комбинированных барабанах позволяет управлять сложно-пространственным движением потоков частиц компонентов кормов, т. е. регулировать скорость транспортирования частиц компонентов кормов или скорость приготовления кормов.

Сложно-пространственное винтовое движение с большой амплитудой 15–1000 мм и более, в предлагаемых конструкциях кормоприготовительных машин на базе релятивных винтовых или комбинированных барабанов, компонентам кормов сообщается элементами релятивных винтовых или комбинированных барабанов различных параметров и конфигураций, которое усложняется также винтовыми линиями по периметру релятивного винтового барабана с различным числом заходов и направлений друг относительно друга или витками пружин, закрепленных внутри релятивных комбинированных барабанов.

Использование в качестве рабочих органов кормоприготовительных машин релятивных винтовых барабанов со смонтированными по их периметру плоских, криволинейных или прутковых элементов, а также релятивных комбинированных барабанов, в которых используется эффект сложновинтового движения с вмонтированными в них пружинами растяжения, позволяет активизировать процессы приготовления кормов, направляя потоки частиц компонентов кормов к противоположным стенкам релятивного винтового и комбинированного барабанов, при этом происходит интенсивное взаимодействие частиц компонентов кормов.

Изменение характеристик плоских, криволинейных или прутковых элементов в релятивных винтовых барабанах, а также изменение длины пружин растяжения в релятивных комбинированных барабанах позволяет управлять движением потоков частиц компонентов кормов, т.е. изменять

скорость движения частиц компонентов кормов или время приготовления кормов.

Разработана классификация релятивных винтовых барабанов, позволяющая наметить перспективные направления в разработке не только релятивных винтовых барабанов, но и релятивных комбинированных барабанов.

Изменение формы и размеров, а также расположения дискретно смонтированных плоских, криволинейных или прутковых элементов, а также поверхностей по периметру релятивных комбинированных барабанов, позволяет управлять сложно-пространственным винтовым движением потоков компонентов кормов, т. е., увеличивать или уменьшать технологический или транспортный эффект. Результаты исследований приведены на рисунке 1 и сведены в таблицы 1–9, в которых представлены наглядные изображения известных в настоящее время пространственных форм релятивных винтовых и комбинированных барабанов.

На базе релятивных винтовых и комбинированных барабанов, с использованием пространственного движения компонентов кормов, созданы новые разновидности кормоприготовительных машин, установок и устройств, защищенных патентами на изобретения.

### Литература

1. Кошкин Л. Н. Роторные и роторно-конвейерные линии / Л. Н. Кошкин. - М.: Машиностроение, 1986. - 319 с.
2. Кошкин Л. Н. Важнейший этап развития технологических систем / Л. Н. Кошкин.- Новосибирск, ЭКО (роторно-конвейерные машины), № 10. - С. 4.
3. Марченко А. Ю. Оптимизация конструктивно-расчетных параметров цилиндрических винтовых барабанов для приготовления комбикормов : дисс. канд. техн. наук / А. Ю. Марченко. – Краснодар, 2012. – 178 с.
4. Марченко А. Ю. Основы теории проектирования оборудования для приготовления концентрированных кормов в винтовых барабанах: монография / А. Ю. Марченко. – Краснодар : КубГАУ, 2014. – 216 с.
5. Патент №2385664 Российская Федерация. МПК А 23 N 17/00 (2006.01). Установка для смешивания компонентов корма (варианты) / А. Ю. Марченко, Г. В. Серга, В. В. Цыбулевский, М. Г. Серга ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Кубанский государственный аграрный университет. – № 2008127560/13 ; заявл. 07.07.2008 ; опубл. 2010.04, Бюл. № 10. – 10 с.

6. Патент №2373810 Российская Федерация. МПК А 23 N 17/00 (2006.01). Смеситель кормов / А. Ю. Марченко, Г. В. Серга, В. В. Цыбулевский; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 2008121667/13 ; заявл. 28.05.2008 ; опубл. 27.11.2009. Бюл. № 33. –8 с.

7. Патент №2372817 Российской Федерации. МПК А 23 N 17/00 (2006.01). Устройство для смешивания кормов / А. Ю. Марченко, Г. В. Серга, В. В. Цыбулевский ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 2008125523 ; заявл. 23.07.09 ; опубл. 2009.11, Бюл. № 32. – 7 с.

8. Патент №2467670 Российская Федерация. МПК А 23 N 17/00 (2006.01). Вибрационное устройство для смешивания комбикормов / А. Ю. Марченко, Г. В. Серга, В. В. Цыбулевский, Е. В. Холявко, А. С. Горячев, Е. Г. Чернышенко, П. А. Нефедов, А. Б. Снеговский; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 2011101096/13 ; заявл. 12.01.2011 ; опубл. 20.07.2012. Бюл. № 33. – 8 с.

9. Патент №2358620 Российская Федерация. МПК А 23 N 17/00 (2006.01). Устройство для приготовления кормов / А. Ю. Марченко, Г. В. Серга, М. Е. Гостев ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 2008109377/13; заявл. 11.03.2008 ; опубл. 2009.06. Бюл. № 17. – 10 с.

10. Патент №2373809 Российская Федерация, МПК А 23 N 17/00 (2006.01). Барабанный смеситель кормов / А. Ю. Марченко, Г. В. Серга, В. В. Цыбулевский, М. Г. Серга ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 2008121050/13 ; заявл. 26.05.2008 ; опубл. 27.11.2009. Бюл. № 33, – 8 с.

11. Марченко А.Ю. Решение на выдачу патента на изобретение № 2013145134/13 (069774) от 17.11.2013 «Машина для приготовления кормов и разделения их на фракции» / А.Ю. Марченко, Г. В. Серга ; заявл. 08.10.2013.

12. Патент № 2548184 Российской Федерации. МПК А 23 N 17/00 (2006.01). Вибрационная установка для приготовления кормов / А. Ю. Марченко, Г. В. Серга ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 2013153785/13 ; заявл. 04.12.2013 ; опубл. 20.04.2015, Бюл. № 11.

13. Патент № 2548888 Российской Федерации. МПК А 23 N 17/00 (2006.01). Установка вибрационная для приготовления кормов / А. Ю. Марченко, Г. В. Серга ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 2013154460/13 ; заявл. 06.12.2013 ; опубл. 20.04.2015, Бюл. № 11.

14. Марченко А.Ю. Решение на выдачу патента на изобретение № 2013147260/13 (073410) от 08.12.2014 «Малогабаритная установка для приготовления кормов» / А. Ю. Марченко, Г. В. Серга ; заявл. 22.10.2013.

15. Патент № 12548890 Российской Федерации. МПК А 23 N 17/00 (2006.01).

Вибрационное устройство для приготовления кормов / А. Ю. Марченко, Г. В. Серга ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 2013153787/13 ; заявл. 04.12.2013 ; опубл. 20.04.2015, Бюл. № 11.

16. Патент № 2373809 Российской Федерации. МПК А 23 N 17/00 (2006.01). Барабанный смеситель кормов / А. Ю. Марченко, Г. В. Серга, В. В. Цыбулевский, М. Г. Серга ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 2008121050/13 ; заявл. 26.05.2008 ; опубл. 27.11.2009, Бюл. № 33.

17. Патент № 2548889 Российской Федерации. МПК А 23 N 17/00 (2006.01). Устройство вибрационное для приготовления кормов / А. Ю. Марченко, Г. В. Серга ; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 2013153788/13 ; заявл. 04.12.2013 ; опубл. 20.04.2015, Бюл. № 11.

### References

1. Koshkin L. N. Rotornye i rotorno-konvejnyye linii / L. N. Koshkin. - М.: Mashinostroenie, 1986. - 319 s.

2. Koshkin L. N. Vazhnejshij jetap razvitija tehnologicheskikh sistem / L. N. Koshkin.- Novosibirsk, JeKO (rotorno-konvejnyye mashiny), № 10. - S. 4.

3. Marchenko A. Ju. Optimizacija konstruktivno-raschetnyh parametrov cilindricheskikh vintovyh barabanov dlja prigotovlenija kombikormov : diss. kand. tehn. nauk / A. Ju. Marchenko. – Krasnodar, 2012. – 178 s.

4. Marchenko A. Ju. Osnovy teorii proektirovanija oborudovanija dlja prigotovlenija koncentrirovannyh kormov v vintovyh barabanah: monografija / A. Ju. Marchenko. – Krasnodar : KubGAU, 2014. – 216 s.

5. Patent №2385664 Rossijskaja Federacija. MPK A 23 N 17/00 (2006.01). Ustanovka dlja smeshivanija komponentov korma (varianty) / A. Ju. Marchenko, G. V. Serga, V. V. Cybulevskij, M. G. Serga ; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2008127560/13 ; zajavl. 07.07.2008 ; opubl. 2010.04, Bjul. № 10. – 10 s.

6. Patent №2373810 Rossijskaja Federacija. MPK A 23 N 17/00 (2006.01). Smesitel' kormov / A. Ju. Marchenko, G. V. Serga, V. V. Cybulevskij; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2008121667/13 ; zajavl. 28.05.2008 ; opubl. 27.11.2009. Bjul. № 33. – 8 s.

7. Patent №2372817 Rossijskoj Federacii. MPK A 23 N 17/00 (2006.01). Ustrojstvo dlja smeshivanija kormov / A. Ju. Marchenko, G. V. Serga, V. V. Cybulevskij ; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego

professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2008125523 ; zajavl. 23.07.09 ; opubl. 2009.11, Bjul. № 32. – 7 s.

8. Patent №2467670 Rossijskaja Federacija. MPK A 23 N 17/00 (2006.01). Vibracionnoe ustrojstvo dlja smeshivanija kombikormov / A. Ju. Marchenko, G. V. Serga, V. V. Cybulevskij, E. V. Holjavko, A. S. Gorjachev, E. G. Chernyshenko, P. A. Nefedov, A. B. Snegovskij; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2011101096/13 ; zajavl. 12.01.2011 ; opubl. 20.07.2012. Bjul. № 33. – 8 s.

9. Patent №2358620 Rossijskaja Federacija. MPK A 23 N 17/00 (2006.01). Ustrojstvo dlja prigotovlenija kormov / A. Ju. Marchenko, G. V. Serga, M. E. Gostev ; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2008109377/13; zajavl. 11.03.2008 ; opubl. 2009.06. Bjul. № 17. – 10 s.

10. Patent №2373809 Rossijskaja Federacija, MPK A 23 N 17/00 (2006.01). Barabannyj smesitel' kormov / A. Ju. Marchenko, G. V. Serga, V. V. Cybulevskij, M. G. Serga ; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2008121050/13 ; zajavl. 26.05.2008 ; opubl. 27.11.2009. Bjul. № 33, – 8 s.

11. Marchenko A.Ju. Reshenie na vydachu patenta na izobretenie № 2013145134/13 (069774) ot 17.11.2013 «Mashina dlja prigotovlenija kormov i razdelenija ih na frakcii» / A.Ju. Marchenko, G. V. Serga ; zajavl. 08.10.2013.

12. Patent № 2548184 Rossijskoj Federacii. MPK A 23 N 17/00 (2006.01). Vibracionnaja ustanovka dlja prigotovlenija kormov / A. Ju. Marchenko, G. V. Serga ; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2013153785/13 ; zajavl. 04.12.2013 ; opubl. 20.04.2015, Bjul. № 11.

13. Patent № 2548888 Rossijskoj Federacii. MPK A 23 N 17/00 (2006.01). Ustanovka vibracionnaja dlja prigotovlenija kormov / A. Ju. Marchenko, G. V. Serga ; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2013154460/13 ; zajavl. 06.12.2013 ; opubl. 20.04.2015, Bjul. № 11.

14. Marchenko A.Ju. Reshenie na vydachu patenta na izobretenie № 2013147260/13 (073410) ot 08.12.2014 «Malogabaritnaja ustanovka dlja prigotovlenija kormov» / A. Ju. Marchenko, G. V. Serga ; zajavl. 22.10.2013.

15. Patent № 12548890 Rossijskoj Federacii. MPK A 23 N 17/00 (2006.01). Vibracionnoe ustrojstvo dlja prigotovlenija kormov / A. Ju. Marchenko, G. V. Serga ; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2013153787/13 ; zajavl. 04.12.2013 ; opubl. 20.04.2015, Bjul. № 11.

16. Patent № 2373809 Rossijskoj Federacii. MPK A 23 N 17/00 (2006.01). Barabannyj smesitel' kormov / A. Ju. Marchenko, G. V. Serga, V. V. Cybulevskij, M. G. Serga ; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe

uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2008121050/13 ; zajavl. 26.05.2008 ; opubl. 27.11.2009, Bjul. № 33.

17. Patent № 2548889 Rossijskoj Federacii. MPK A 23 N 17/00 (2006.01). Ustrojstvo vibracionnoe dlja prigotovlenie kormov / A. Ju. Marchenko, G. V. Serga ; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2013153788/13 ; zajavl. 04.12.2013 ; opubl. 20.04.2015, Bjul. № 11.