

УДК 631.362.334

Г. В. Серга, д-р техн. наук, проф., **Э. А. Хвостик**, магистр., **М. Э. Делок**, ст. лаборант.
Кубанский государственный аграрный университет им. И. Т. Трубилина, Россия
Тел./Факс: +7-918-410-79-55; E-mail: serga-georgy@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ КОЛЕБАНИЙ С БОЛЬШОЙ АМПЛИТУДОЙ ДЛЯ СЕПАРАЦИИ СЫПУЧИХ СРЕД

Показана возможность сепарации сыпучих материалов с использованием низкочастотных колебаний больших амплитуд, при этом предлагается использовать винтовые роторы. Комбинирование величины и направления винтовых параметров винтового ротора в сочетании с геометрическими параметрами плоских сит позволяет не только управлять сложно-пространственным движением масс загрузки сыпучих материалов, но и создавать для них низкочастотные колебания с амплитудой 10-1000 мм и выше. Массы загрузки сыпучих материалов совершают колебания не только с большой амплитудой, но и с учетом наличия встречных потоков перемещаются непрерывным потоком вдоль горизонтальной оси винтового ротора от загрузки к выгрузке. Показаны конструкции винтовых роторов.

Ключевые слова: винтовые роторы, колебания, амплитуда, сыпучие среды, сепарация, плоские сита.

G. V. Serga, E. A. Hvostik, M. E. Delok

INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF USING LOW-FREQUENCY OSCILLATIONS WITH A LARGE AMPLITUDE FOR SEPARATION OF LOOSE MEDIA

The possibility of separation of bulk materials using low-frequency oscillations of large amplitudes is shown, while it is proposed to use screw rotors. Combining the magnitude and direction of the screw parameters of the screw rotor in combination with the geometric parameters of the planar screens allows not only to control the complex-spatial motion of the masses of bulk materials, but also to create low-frequency oscillations with an amplitude of 10-1000 mm and higher for them. The masses of bulk material load fluctuate not only with a large amplitude, but also taking into account the presence of counter flow, are moved by a continuous flow along the horizontal axis of the screw rotor from loading to unloading. The design of screw rotors is shown.

Keywords: screw rotors, oscillations, amplitude, loose media, separation, flat screens.

1. Введение

Предлагается способ сепарации сыпучих сред в винтовых роторах и машины для сепарации у которых, в отличие от известных, плоские сита совершают не колебательное (возвратно-поступательное) движение, а вращательное [1, 2, 3, 4].

Область применения: машиностроение – для сепарации абразивных материалов, в том числе для вибрационной обработки; строительное производство – для сепарации сыпучих материалов; сельскохозяйственное производство – для сепарации зернопродуктов на элеваторах, масложиркомбинатах, семяхранилищах [3, 4, 5, 6, 7].

2. Основное содержание и результаты работы

Предлагаемая конструкция сепаратора (рисунок 1) содержит винтовой ротор 1 с просеивающей поверхностью, смонтированной между щек 2 и 3. Диаметр отверстий, в зависимости от требований и технологии сепарации, может быть различным (на рисунке 1 изображена тетраэдральная колонна, смонтированная между двух щек с разделением сыпучих материалов на две фракции). Щека 3 соединена при помощи стержней 4 с диском 5, и образует разгрузочное приспособление крупных фракций.

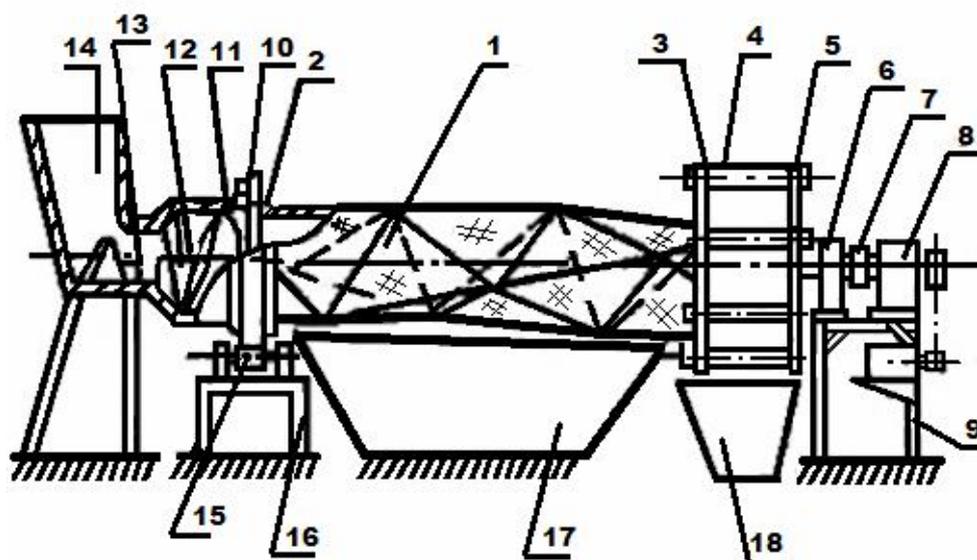


Рисунок 1. Предлагаемая конструкция сепаратора, 1 – винтовой ротор, 2 и 3 – щеки, 4 – стержни, 5 – диск, 6 – самоцентрирующаяся опора, 7 – муфта, 8 – привод, 9 – опора привода, 10 – каток, 11 – обечайка, 12 – витки большого диаметра, 13 – витки малого диаметра, 14 – загрузочное приспособление, 15 – опорный ролик, 16 – рама, 17 – бункер

Диск 5 покоится в самоцентрирующейся опоре 6, и через муфту 7 присоединен к приводу 8. Щека 2 присоединена жестко к катку 10, к которому с другой стороны крепится цилиндрическая обечайка 11, внутри которой жестко закреплена витками большого диаметра двухступенчатая винтовая навивка 12. Витками малого диаметра 13 винтовая навивка введена, с возможностью вращения, в цилиндрический патрубок загрузочного приспособления 14. Каток 10 опирается на два опорных ролика 15, смонтированных на передней раме 16. Под просеивающей поверхностью барабана 1 смонтирован бункер 17 для приема одной фракции сыпучих сред, а под разгрузочным приспособлением для второй фракции смонтирован бункер 18, образованный щекой 3 стержнями 4 и диском 5. Фракций может быть две, три и т. д., в зависимости от этого на барабане 1 крепятся сменные сита.

Комбинирование величины и направления винтовых параметров винтового ротора в сочетании с геометрическими параметрами плоских сит позволяет не только управлять сложно-пространственным движением масс загрузки сыпучих сред, но и создавать для них низкочастотные колебания с амплитудой 10-1000 мм и выше. Так как сита смонтированы по винтовым поверхностям ротора и разно наклонены, то массы загрузки сыпучих сред совершают колебания не только с большой амплитудой, но с учетом наличия встречных потоков сложно пространственного движения, перемещаются непрерывным потоком вдоль горизонтальной оси винтового ротора от загрузки к выгрузке. В процессе перемещения частицы сыпучих сред через отверстия сит выводятся в приемные бункера.

Просеивающая поверхность сит может быть выполнена в форме треугольников, четырехугольников и других плоских фигур в зависимости от класса и подкласса винтового ротора [7, 8, 9, 10, 11].

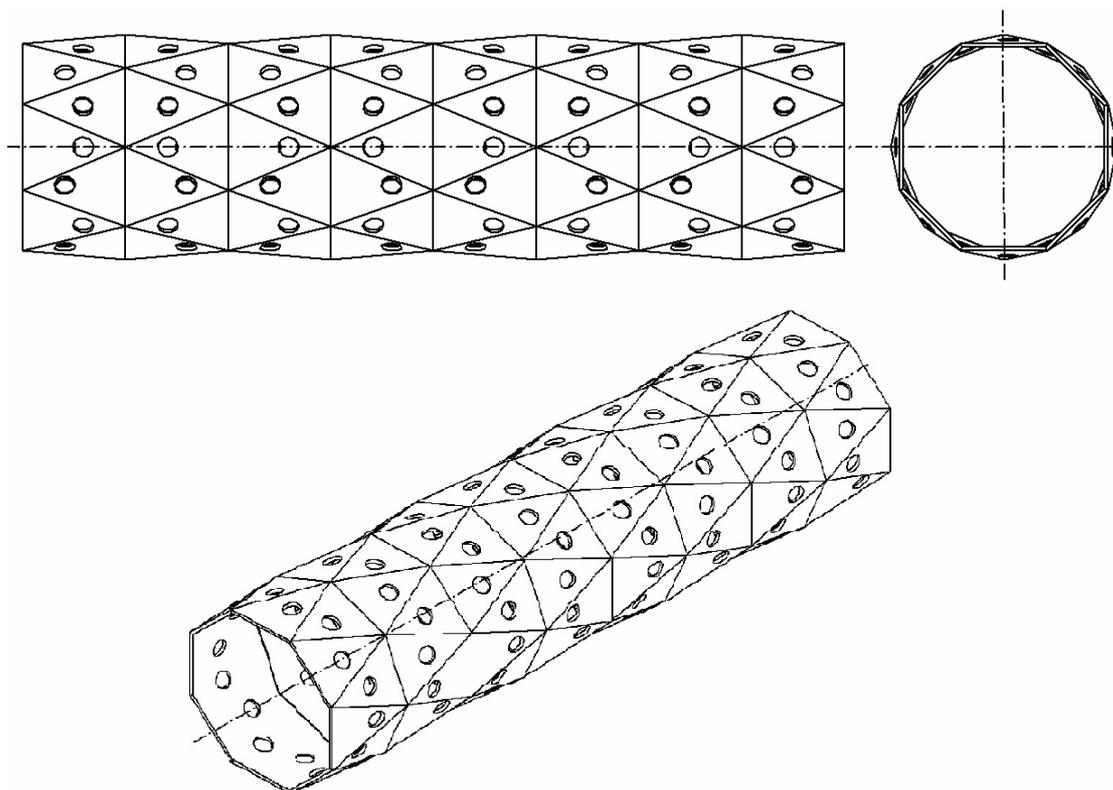


Рисунок 2. Винтовой ротор, смонтированный из равносторонних треугольников с сепарационными отверстиями

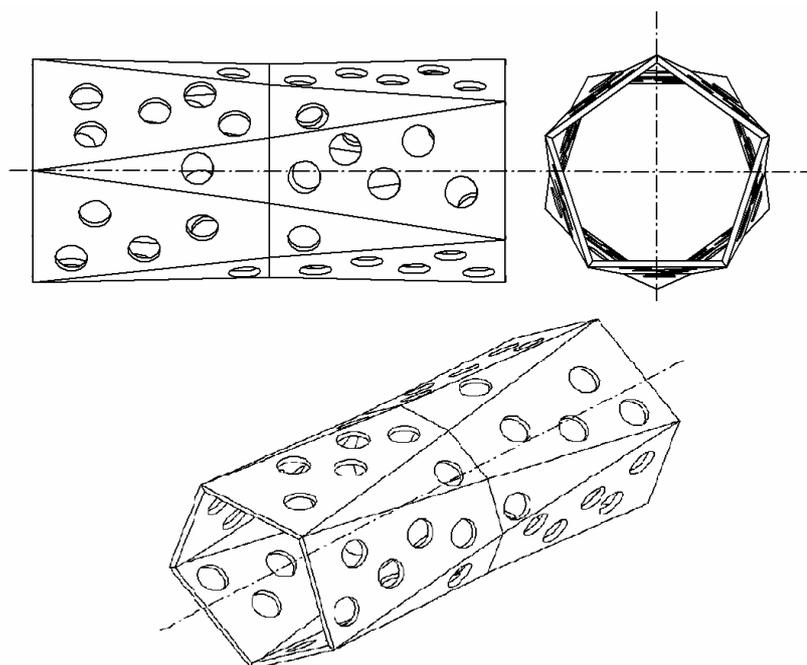


Рисунок 3. Винтовой ротор, смонтированный из равносторонних треугольников и равносторонних трапеций с сепарационными отверстиями

Для создания пространственных форм винтовых роторов предлагается использовать 3DSTUDIOMAX. Эта программа создана для моделирования трехмерных объек-

тов и анимации, позволяет получить изображение винтовых роторов от полученного технического задания до выхода готового изделия.

В процессе компьютерного моделирования винтовых роторов с помощью использования составных форм, дублирования, применения модификаторов с последовательным редактированием подобъектов и создания трехмерной среды с помощью трехмерной компьютерной графики получено наглядное изображения новых конструкций винтовых роторов, что позволило выполнить их конструкторскую проработку и разработать технологию изготовления и сборки.

Однако построение модели изображений этим способом оказалось трудоемким и малопродуктивным. Поэтому нами предложен и апробирован способ построения таких сложных пространственных объектов с помощью программного комплекса Компас 3D.

Результаты представлены на рисунках 2, 3, 4.

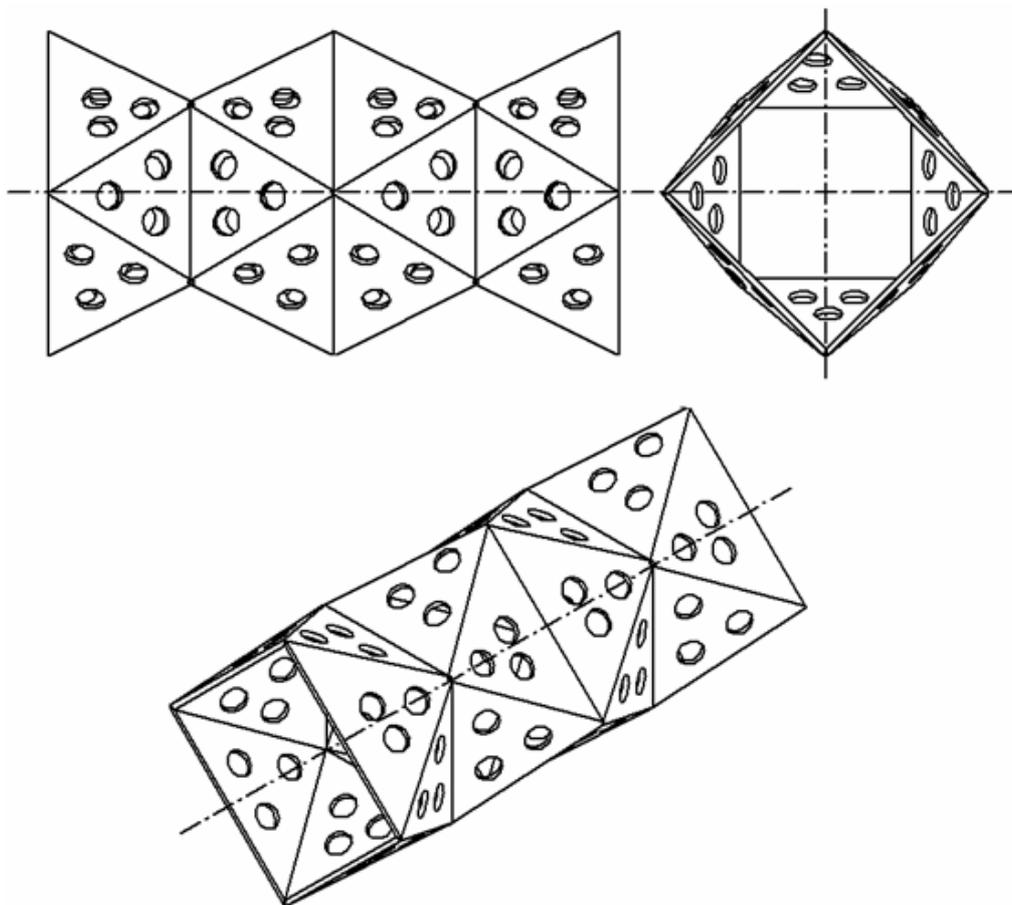


Рисунок 4. Винтовой ротор, смонтированный из равнобедренных треугольников с сепарационными отверстиями.

Как показали результаты исследований, для сепарации абразивных сред режим работы – турбулентный, при сепарации продуктов сельскохозяйственного производства – лавинообразный.

Получено аналитическое выражение для расчета новых типов машин для сепарации на базе винтовых роторов:

$$V = 2G \omega (1 - \nu) K_q, \text{ (м/с)} \quad (1)$$

где G – численная характеристика винтовых роторов:

$$\begin{aligned} 1 \text{ класса} & - G = 0,145 \text{tg} 30^\circ a_1 \\ 2 \text{ класса} & - G = 0,115 \text{tg} 21^\circ a_2 \\ 3 \text{ класса} & - G = 0,135 \text{tg} 19,5^\circ a_3 \\ 4 \text{ класса} & - G = 0,135 \text{tg} \alpha a_4 \end{aligned} \quad (2)$$

0,145, 0,115, 0,135 – переводные коэффициенты;

a_1, a_2, a_3, a_4 – стороны элементов, из которых смонтирован винтовой ротор;

α – угол наклона винтовой линии (свернутой из полос);

ν – коэффициент для винтовых роторов, имеющий вид:

для роторов:

$$\begin{aligned} 1 \text{ класса} & - \nu = 1 - \varphi_1; \\ 2 \text{ класса} & - \nu = 0,24; \\ 3 \text{ класса} & - \nu = 0,191; \\ 4 \text{ класса} & - \nu = 0,190; \end{aligned} \quad (3)$$

φ_1 – в радианах при условии $\varphi_1 = 0,0873$

K_q – безразмерный коэффициент.

3. Общие рекомендации

Выполненные исследования позволяют создать винтовые роторы с просеивающей поверхностью (сито), которые обеспечивают сепарацию сыпучих сред. В отличие от известных сито совершает не колебательное (возвратно-поступательное), а вращательное движение. Результаты исследований показали что, для сепарации абразивных сред режим работы – турбулентный, при сепарации продуктов сельскохозяйственного производства – лавинообразные.

4. Цифровые модели.

В работе приведены результаты обработки исследований и аналитические зависимости, удобные для инженерных расчетов при проектировании машин для сепарации сред [12].

5. Заключение.

Таким образом, проведенные исследования позволили:

1. Предложить способ сепарации сыпучих сред в винтовых роторах и машины для сепарации у которых, в отличие от известных, плоские сита совершают не колебательное (возвратно-поступательное) движение, а вращательное.
2. Установить закономерности и режимы работы машин для сепарации рабочих сред и представить зависимости для инженерных расчетов.
3. Создание пространственных форм винтовых роторов в 3D Studio Max
4. Представить конструкции винтовых роторов и их наглядное изображение в программном комплексе Компас-3D.
5. Разработать рабочую документацию машин для сепарации сыпучих сред.

ЛИТЕРАТУРА

1. Серга, Г. В. Винтовые роторы, винтовые барабаны, винтовые решета – генераторы колебаний больших амплитуд в рабочих органах вибрационных машин / Г. В. Серга, А. Ю. Марченко // Вібрації в техніці та технологіях: матеріали Междунар. науч.-практ. конф. /

ВНГУ. – Вінниця, 2017. – С. 23-24.

2. Серга, Г. В. Малогабаритные станки на базе винтовых решет для разделения на фракции сыпучих материалов / Г. В. Серга, Д. В. Серый, В. А. Лебедев // Труды ДГТУ. – 2017. – С. 149-155.

3. Серга, Г. В. Совершенствование форм рабочих органов в устройствах для приготовления кормов методами инженерной геометрии и компьютерной графики / Г. В. Серга, А. Ю. Марченко // Труды КубГАУ. – 2017. – Вып. № 129(05)

4. Пат. 2549793 Российская Федерация, В24В 31/02. Станок для абразивной обработки деталей с отделением обработанных деталей от абразивных гранул и отходов обработки / Г. В. Серга, С. М. Резниченко; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2013144078/02; заявл. 01.10.2013; опубл. 27.04.2015, Бюл. № 12.

5. Серга, Г. В. Создание малогабаритных станков с использованием методов инженерной геометрии и компьютерной графики [Электронный ресурс]. / Г. В. Серга, А. Ю. Марченко // Науч. журн. КубГАУ – Краснодар: КубГАУ, 2017. – № 03(127). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2017/03/pdf/05.pdf>.

6. Серга, Г. В. Оборудование на базе винтовых роторов в промышленности и сельском хозяйстве. / Г. В. Серга, В. В. Стрельников, С. М. Резниченко, Л. Н. Луговая // Вибрации в технике и технологиях. –Винница, 1996. – №3. – С. 7-9

7. Пат. 2007226, Российская Федерация, В07В 1/22. Семяочистительная машина / Г. В. Серга, К. Н.Филин; заявитель и патентообладатель Г. В. Серга, К. Н.Филин – № 4926616/03; заявл. 11.03.1991; опубл. 15.02. 1994, Бюл. №1.

8. Пат. 2007226 Российская Федерация, В07В 1/22. Машина для сепарации сыпучих сред / Л. Н. Луговая, И. И. Табачук, Э. В. Кравченко, Г. В. Серга, А. В. Ляу; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 97113113/03; заявл. 16.07.1997; опубл. 20.11.1998, Бюл. 32.

9. А.с. 1808417 Российская Федерация, В07В 1/22. Устройство для очистки семян. / Г. В. Серга, Г. С. Григорьянц, В. Н. Мирошниченко, А. Н. Кудериб ; заявитель и патентообладатель Армавирский Государственный педагогический институт. – № 4864388; заявл. 07.09.1990; опубл. 15.04.1993, Бюл.14.

10. Пат. 2296629 Российская Федерация, В07В 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; заявл. 07.10.2005; опубл. 10.04.2007, Бюл. №10.

11. Пат. 2176563 Российская Федерация, В07В 1/22. Устройство для очистки семян / А. В. Ляу, А. Н. Иванов, Г. В. Серга ; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет – № 99126072/03; заявл. 07.12.1999; опубл. 10.12.2001, Бюл. №34.

12. Луценко, Е. В. Теория информации и когнитивные технологии в моделировании сложных многопараметрических динамических технических систем / Е. В. Луценко, Г. В. Серга // Науч. журн. КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар :КубГАУ, 2016. – № 07(121). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2016/07/pdf/02.pdf>.

Поступила в редколлегию 26.03.18 г.