

УДК 636.085.54:631.363.286

UDC 636.085.54:631.363.286

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ И РАСЧЕТ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА**DEVELOPMENT AND CALCULATION OF STRUCTURES OF A HEAT EXCHANGER**

Кузнецова Наталья Николаевна
доцент
SPIN-код автора: 3808-4465
e-mail: natalya_kuznecova_123@mail.ru

Kuznetsova Natalia Nikolaevna
associate professor
RSCI SPIN-code: 3808-4465
e-mail: natalya_kuznecova_123@mail.ru

Кузнецов Михаил Александрович
Студент
SPIN-код автора: 4455-8000
e-mail: michael.kuznetcov.arch@gmail.com
ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, Краснодар, Россия, Краснодар, Россия 350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13

Kuznetsov Mikhail Aleksandrovich
Student
RSCI SPIN-code: 4455-8000
e-mail: michael.kuznetcov.arch@gmail.com
FSBEI HE Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia 13, Kalinin st., 350044, Krasnodar, Russia

Представлены результаты исследований по созданию теплообменных аппаратов, на основе опыта создания оборудования для закручивания и изменения направления движения потоков жидкостей и газов, их завихрения, обеспечивающих разрушение пограничного слоя на теплопередающих поверхностях и интенсификацию теплообменных процессов. В качестве рабочих органов теплообменного аппарата предлагается использовать винтовые роторы, в которых каждое поперечное проходное сечение отличается от предыдущего не только формой, но и расположением относительно друг друга, при этом меняется площадь поперечного сечения, нарушается стационарность движения сред, увеличивается интенсивность теплообменных процессов, расширяются технологические возможности. Винтовые роторы снабжены напусками, которые создаются по наружным поверхностям роторов в процессе их сборки и обеспечивают интенсификацию теплообменных процессов. В работе представлены зависимости для расчета основных параметров винтовых роторов. Винтовые роторы снабжены винтовыми канавками по внутренней поверхности и винтовыми линиями на наружной поверхности различного шага и числа заходов. Работа выполнена на базе разработок, выполненных в Кубанском государственном аграрном университете по использованию винтовых роторов в промышленности, строительстве и сельском хозяйстве [1-23]

There are the results of the research on creating a heat exchanger. It is based on the experience of creating equipment for swirling of liquid and gas flows and changing of their directions, their whirling, leading to destruction of the boundary layer on heat-transfer surfaces and intensification of heat-exchange processes. Screw rotors are suggested as working bodies of the heat exchanger. Each flow-cross section in them differs from the previous not only by its form but also by its location relative to each other. With that, the cross-section area changes, the medium motion stationary breaks, the intensity of heat-exchange processes increases, technological capabilities enhance. Screw rotors are supplied with laps created on exterior surfaces of rotors during their assembling and allowing intensification of heat-exchange processes. Dependencies for calculating of screw rotors basic characteristics are presented in the work. Screw rotors provided with helical grooves on the inner surface with a spiral lines on the outer surface of different pitch and number of visits. The work is done on the basis of research carried out at the Kuban state agrarian University on the use of helical rotors in industry, construction and agriculture [1-23]

Ключевые слова: ВИНТОВЫЕ РОТОРЫ, ПОЛОСА, НАПУСК, ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ, НАДРЕЗ

Keywords: SCREW ROTORS, STREAK, LAP, HEAT EXCHANGERS, NOTCH

Doi: 10.21515/1990-4665-124-087

Теплообменный аппарат (рисунок 1) относится к энергетическому машиностроению и может быть использован в теплообменных устройствах для газообразных и жидких сред. Теплообменный аппарат создан на базе винтовых роторов [1-23] и содержит кожух 1 с подводным 2 и отводящим 3 холодную среду (например, вода), патрубками. Внутри кожуха 1 концентрично размещены полые: внутренний винтовой ротор 4 и наружный винтовой ротор 5. Кольцевое пространство между винтовыми роторами 4, 5 сообщено с коллекторами 6 и 7 горячей среды, например воды, выполненными в виде усеченных конусов, заглушенных с одного торца и имеющих на боковой поверхности отверстия 8 для прохода среды. Винтовые роторы 4 и 5 снабжены винтовыми канавками по внутренней поверхности и винтовыми линиями на наружной поверхности различного шага и числа заходов.

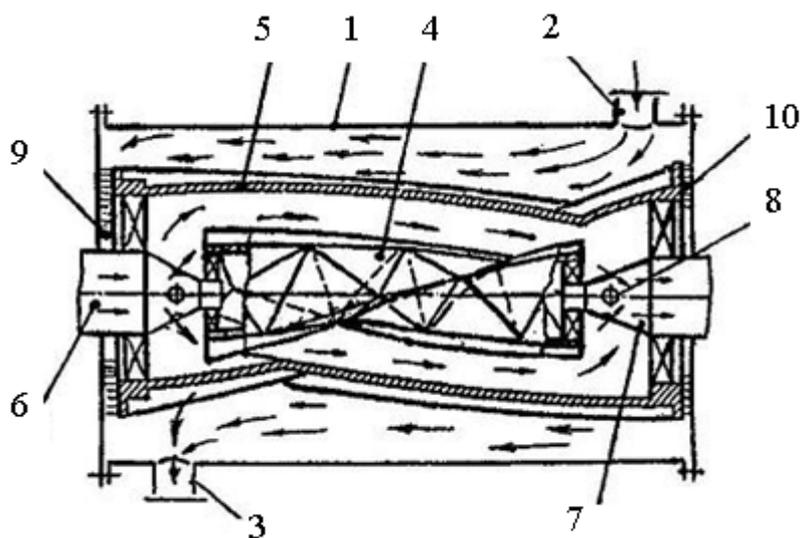


Рисунок 1 – Теплообменный аппарат, вид спереди в разрезе

Если в полости между винтовыми роторами 4, 5 и кожухом 1 подается одна и та же среда, например в виде газа, то в пространстве 9 устанавливают лабиринтное уплотнение 10.

Внутренний винтовой ротор 4 смонтирован из направляющих элементов, выполненных в виде трех прямоугольных полос с напусками прямоугольной формы [2, 3, 5, 7, 13, 14, 15, 16, 17, 21, 22, 23].

При вращении внутреннего винтового ротора 4 напуски создают в средах турбулентные потоки, что интенсифицирует процесс теплообмена.

В настоящее время не существует методик расчета теплообменных аппаратов на базе винтовых роторов. Поэтому для получения расчетных формул теплообменных аппаратов используем зависимости, полученные в работах, например [4, 5, 6, 7, 8, 14, 15, 16, 17, 18, 21, 22, 23], где в винтовых роторов применяют рабочие среды в виде сыпучих материалов. Для рабочих сред в виде жидкости или газа рекомендуем вводить в известные зависимости поправочный коэффициент Δ .

Наружный диаметр D_1 внутреннего винтового ротора 4 без учета ширины напусков, определяется зависимостью:

$$D_1 = k_1 \cdot a_1 \cdot \Delta_1, (1)$$

где: a_1 – сторона равностороннего треугольника, из которого изготовлен внутренний винтовой ротор;

k_1 – определяется по результатам исследований;

Δ_1 – поправочный коэффициент.

Внутренний диаметр d_1 внутреннего винтового ротора 4:

$$d_1 = m_1 a_1 \cdot \Delta_1, (2)$$

где m_1 – определяемый по результатам исследований.

Ширина напусков винтового ротора 4 выбирается из конструктивных соображений и требуемых параметров теплообмена.

Наружный диаметр D_2 наружного винтового ротора 5 определяется зависимостью без учета ширины напусков:

$$D_2 = k_2 \cdot a_2 \cdot \Delta_2, (3)$$

где: a_2 – ширина полосы, из которой изготовлен наружный винтовой ротор 5,

k_2 – определяемый по результатам исследований;

Δ_2 – поправочный коэффициент.

Внутренний диаметр d_2 наружного винтового ротора 5:

$$D_2 = m_2 \cdot a_2 \cdot \Delta_2, (4)$$

где m_2 – определяется по результатам исследований.

Ширина напусков наружного винтового ротора 5 выбирается из конструктивных соображений и требуемых параметров теплообмена.

Наличие направленных навстречу друг другу винтовых канавок и винтовых линий во внутреннем винтовом роторе 4, интенсифицирует процесс теплообмена.

Длина винтовых роторов L в общем виде может быть определена зависимостью:

$$L = V \cdot T, (5)$$

где: V – скорость истечения среды (горячей или холодной);

T – время для качественного теплообмена.

Таким образом, для определения габаритных размеров длины L , диаметра D теплообменного аппарата (рисунок 1) необходимо определить скорость истечения горячей среды V_1 и холодной среды V_2 .

Скорость движения горячей среды V_1 внутри теплообменного аппарата может быть определена как функция от суммарного воздействия на скорость движения горячей среды напора горячей среды V_1^1 винтовых поверхностей внутреннего винтового ротора V_1^2 , напусков внутреннего винтового ротора - V_1^3 и внутренних винтовых поверхностей наружного винтового ротора - V_1^4 , т. е.:

$$V_1 = f (V_1^1 + V_1^2 + V_1^3 + V_1^4), (6)$$

Скорость движения горячей среды V_1^2 в пространстве между наружной поверхностью внутреннего винтового ротора 4 и внутренней поверхностью наружного винтового ротора от воздействия винтовых поверхностей внутреннего винтового ротора может быть определена:

$$V_1^2 = r_1 \cdot \operatorname{tg} j_1 + C_1, (7)$$

где: r_1 – радиус внутреннего винтового ротора 4;

j_1 – угол наклона винтовых линий внутреннего винтового ротора 4;

C_1 – постоянная, которая выражает характеристики движения горячей среды.

Скорости движения горячей среды от воздействия остальных параметров - V_1^1 , V_1^3 , V_1^4 могут быть определены опытным путем.

Скорость движения холодной среды V_2 внутри теплообменного аппарата может быть определена как функция от суммарного воздействия на скорость движения холодной среды напора холодной среды V_2^1 винтовых поверхностей наружного винтового ротора V_2^2 , напусков наружного винтового ротора – V_2^3 и воздействия внутренней поверхности кожуха 1 – V_4^4 , т. е.:

$$V_2 = f(V_2^1 + V_2^2 + V_2^3 + V_4^4), (8)$$

Скорость движения холодной среды V_2^2 в пространстве между наружной поверхностью наружного винтового ротора 5 и внутренней поверхностью кожуха 1 от воздействия винтовых поверхностей наружного винтового ротора 5 может быть определена:

$$V_2^2 = r_2 \cdot \operatorname{tg} j_2 + C_2, (9)$$

где: r_2 - радиус наружного винтового ротора 5,

j_2 – угол наклона винтовых линий наружного винтового ротора 5,

C_2 – постоянная, которая выражает характеристики движения холодной среды.

Скорости движения холодной среды от воздействия остальных параметров – V_2^1 , V_2^3 , V_2^4 могут быть определены опытным путем.

Таким образом, с помощью зависимостей (1) - (9), определяются основные параметры теплообменного аппарата для изготовления и внедрение в производство.

Теплообменный аппарат работает следующим образом.

Горячая среда, например вода, поступает в пространство между винтовыми роторами 4 и 5 и при помощи напусков и винтовых линий основного направления приводит внутренний винтовой ротор 4 во

вращение, например по часовой стрелке, и выходит через коллектор 7. Холодная вода поступает в пространство между наружным винтовым ротором 5 и кожухом, приводит винтовой ротор 5 с помощью напусков и винтовых линий основного направления во вращение, например против часовой стрелки, причем окружная скорость винтового ротора 5 отличается от окружной скорости винтового ротора 4, так как эти винтовые роторы отличаются не только количеством заходов винтовых линий основного направления и их направлением, но и величиной шага винтовых линий и канавок на внутренней поверхности.

В результате этого, в кольцевых полостях возникают направленные навстречу друг другу потоки сред, приводящие к разрушению пограничного слоя на теплопередающих поверхностях и интенсификации теплообмена.

При этом дополнительная интенсификация смешивания сред и теплообмена обеспечивается благодаря не только наличию чередующихся граней, наклоненных под тупым углом друг к другу, создающих разнонаправленные винтовые поверхности двойкой кривизны во внутреннем винтовом роторе 4, но и постепенным уплотнением охлаждающей и охлаждаемой сред или расширением объемов пространств, в которых они перемещается среда вдоль продольной оси винтовых ротор.

Двойкая кривизна рабочих поверхностей винтового ротора 5 обеспечивает увеличение транспортного эффекта и эффекта смешивания, а также увеличение мощности взаимодействия потоков. Комбинирование величины и направления параметров винтовых поверхностей, в сочетании с геометрическими параметрами участков напусков винтовых ротор 4 и 5, позволяет управлять сложно-пространственным движением их теплообменивающихся поверхностей и обеспечивает интенсификацию теплообмена.

Выводы:

В работе представлена не только конструкция теплообменного аппарата созданного на базе винтовых роторов, но и методика его расчета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузнецов М. А. Технологии энергосбережения в строительстве // Новая наука: Теоретический и практический взгляд / в 3 ч. Ч.2 – Стерлитамак: АМИ, 2016. – С. 126-129.

2. Марченко А. Ю., Кузнецова Н. Н. Вибрационные технологии с большой амплитудой движения частиц компонентов кормов. Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2015. – №03(107). – IDA [article ID]: 1071503118. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/118.pdf>

3. Марченко А. Ю., Кузнецова Н. Н., Серга Г. В. Новые конструкции оборудования для упрочнения поверхностей деталей в машиностроительном производстве. Сборник Materials трудов VII международной практической конференции «Инновации в машиностроении» (ИнМаш-2015), -Кемерово, 2015.- С.95-97.

4. Пат. 2457013 Российская Федерация, МПК В01Д 45/12 (2006.01). Устройство для закручивания и изменения направления движения потоков жидкостей и газов / К. А. Белокур, В. Д. Таратута, Г. В. Серга; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – №2010137357/05; заявл.07.09.2010; опубл. 27.07.2012, Бюл. № 21.

5. Пат. 2457014 Российская Федерация, МПК В01Д 45/12 (2006.01). Устройство для изменения направления движения потоков жидкостей и газов / К. А. Белокур, В. Д. Таратута, Г. В. Серга; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – №2010137381/05; заявл.07.09.2010; опубл. 27.07.2012, Бюл. № 21.

6. Пат. 2044643 Российская Федерация, МПК В28С5/18. Бетоносмеситель / Серга Г. В., Шеховцов С. Г., Стрельников В. В., Кретинин К. М.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – №5066133/33; заявл.24.08.1992; опубл. 27.09.1995, Бюл. № 24.

7. Пат. 2028070 Российская Федерация, МПК А23N17/00. Устройство для приготовления кормов/ Серга Г. В., Куцериб А. Н.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 4925818/15; заявл. 04.04.1991; опубл. 09.02.1995, Бюл. № 24.

8. Пат. 2113337 Российская Федерация, МПК В24В31/02. Устройство для абразивной обработки деталей/ Серга Г. В., Луговая Л. Н., Табачук И. И.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 96121168/02; заявл. 22.10.1996; опубл. 20.06.1998, Бюл. № 30.

9. Пат. 2398678 Российская Федерация, МПК В28С5/20 (2006.01).

Вибрационный бетоносмеситель/ Таратута В. Д., Цыбулевский В. В., Серга Г. В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 2009111958/03; заявл. 31.03.2009; опубл. 10.09.2010., Бюл. № 25.

10. Пат. 2139150 Российская Федерация, МПК В07В1/22. Барабанный грохот/ Серга Г. В., Ляу А. В., Иванов А. Н.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 98114703/03; заявл. 28.07.1998; опубл. 10.10.1999., Бюл. № 4.

11. Пат. 2266155 Российская Федерация, МПК В01D45/12. Завихритель/ Серга Г. В., Квиткин Д. В., Фоменко А. В., Сычев Ю. Б.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 2004120796/15; заявл. 07.07.2004; опубл. 20.12.2005., Бюл. № 35.

12. Пат. 2457015 Российская Федерация, МПК В01D 45/12 (2006.01). Завихритель прямоточный / В. Д. Таратута, Г. В. Серга; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 2010133631/05; заявл. 11.08.2010; опубл. 27.07.2012, Бюл. № 21.

13. Пат. 2457016 Российская Федерация, МПК В01D 45/12 (2006.01). Завихритель поворотный / Г. В. Серга, В. Д. Таратута; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 2010135445/05; заявл. 24.08.2010; опубл. 27.07.2012, Бюл. № 21.

14. Пат. 2457017 Российская Федерация, МПК В01D 45/12 (2006.01). Прямоточный завихритель/ Г. В. Серга, В. Д. Таратута; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 2010133630/05; заявл. 11.08.2010; опубл. 27.07.2012, Бюл. № 21.

15. Пат. 2455051 Российская Федерация, МПК В01D 45/16 (2006.01). Поворотный завихритель/ Г. В. Серга, К. А. Белокур, В. Д. Таратута; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 2010135444/05; заявл. 24.08.2012; опубл. 27.07.2012, Бюл. № 19.

16. Пат. 2007226 Российская Федерация, МПК В07В1/22. Семяочистительная машина/ Серга Г. В., Филин К. В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 4926616/03; заявл. 11.03.1991; опубл. 15.02.1994., Бюл. № 28.

17. Пат. 2121890 Российская Федерация, МПК В07В1/22. Машина для сепарации сыпучих сред/ Луговая Л. Н., Табачук И. И., Кравченко Э. В., Серга Г. В., Ляу А. В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 97113113/03; заявл. 16.07.1997; опубл. 20.11.1998., Бюл. № 28.

18. Пат. 2228402 Российская Федерация, МПК Е02D5/56. Винтовая свая/ Серга Г. В., Резниченко С. М., Довжикова Н. Н., Кремянский Ф. Ф.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 2002115673/03; заявл. 11.06.2002; опубл. 10.05.2004, Бюл. № 02.

19. Пат. 2027130 Российская Федерация, МПК F26B11/04 Сушилка для куриного

помета/ Серга Г. В., Филин К. В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 5005024/06; заявл. 10.09.1991; опубл. 20.01.1995, Бюл. № 27.

20. Пат. 2172373 Российская Федерация, МПК E02D5/56 Винтовая свая/ Сидоренко Л. И., Ляу А. В., Иванов А. Н., Серга Г. В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – № 99105148/03; заявл. 15.03.1999; опубл. 20.08.2001, Бюл. № 34.

21. Пат. 2545860 Российская Федерация, МПК B24B 31/073 (2006.01). Вибрационное устройство для отделочно-упрочняющей обработки / Серга Г. В., Марченко А. Ю., Иванов А. Н., Кузнецова Н. Н., Ярош Е. В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – №2013157656/02; заявл. 24.12.2013; опубл. 10.04.2015, Бюл. № 10.

22. Пат. 2579210 Российская Федерация, МПК A23N 4/00 (2006.01). Установка для выделения семян / Марченко А. Ю., Кузнецова Н. Н., Делок М. Э., Серга Г. В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – №2014152664/13; заявл. 24.12.2014; опубл. 10.04.2016, Бюл. № 10.

23. Пат. 2546185 Российская Федерация, МПК A23N 4/12 (2006.01). Установка для выделения семян / Серга Г. В., Табачук И. И., Холявко Л. В., Кузнецова Н. Н., Ситайло Н. П.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования Кубанский государственный аграрный университет. – №2013151761/13; заявл. 20.11.2013; опубл. 10.04.2015, Бюл. № 10.

References

1. Kuznecov M. A. Tehnologii jenergosberezenija v stroitel'stve // Novaja nauka: Teoreticheskij i prakticheskij vzgljad / v 3 ch. Ch.2 – Sterlitamak: AMI, 2016. – S. 126-129.

2. Marchenko A. Ju., Kuznecova N. N. Vibracionnye tehnologii s bol'shoj amplitudoj dvizhenija chastic komponentov kormov. Politematicheskij setevoj jelektronnyj nauchnyj zhurnal Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (Nauchnyj zhurnal KubGAU) [Jelektronnyj resurs]. – Krasnodar: KubGAU, 2015. – №03(107). – IDA [article ID]: 1071503118. – Rezhim dostupa: <http://ej.kubagro.ru/2015/03/pdf/118.pdf>

3. Marchenko A. Ju., Kuznecova N. N., Serga G. V. Novye konstrukcii oborudovanija dlja uprochnenija poverhnostej detalej v mashinostroitel'nom proizvodstve. Sbornik Materials trudov VII mezhdunarodnoj prakticheskoy konferencii «Innovacii v mashinostroenii» (InMash-2015), Kemerovo, 2015. S.95-97.

4. Пат. 2457013 Rossijskaja Federacija, MPK V01D 45/12 (2006.01). Ustrojstvo dlja zakruchivanija i izmenenija napravlenija dvizhenija potokov zhidkostej i gazov / K. A. Belokur, V. D. Taratuta, G. V. Serga; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – №2010137357/05; zajavl. 07.09.2010; opubl. 27.07.2012, Bjul. № 21.

5. Пат. 2457014 Rossijskaja Federacija, MPK V01D 45/12 (2006.01). Ustrojstvo dlja izmenenija napravlenija dvizhenija potokov zhidkostej i gazov / K. A. Belokur, V. D. Taratuta, G. V. Serga; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego

professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – №2010137381/05; zajavl.07.09.2010; opubl. 27.07.2012, Bjul. № 21.

6. Pat. 2044643 Rossijskaja Federacija, MPK B28C5/18. Betonosmesitel' / Serga G. V., Shehovcov S. G., Strel'nikov V. V., Kretinin K. M.; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – №5066133/33; zajavl.24.08.1992; opubl. 27.09.1995, Bjul. № 24.

7. Pat. 2028070 Rossijskaja Federacija, MPK A23N17/00. Ustrojstvo dlja prigotovlenija kormov/ Serga G. V., Kucerib A. N.; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 4925818/15; zajavl. 04.04.1991; opubl. 09.02.1995, Bjul. № 24.

8. Pat. 2113337 Rossijskaja Federacija, MPK B24B31/02. Ustrojstvo dlja abrazivnoj obrabotki detalej/ Serga G. V., Lugovaja L. N., Tabachuk I. I.; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 96121168/02; zajavl. 22.10.1996; opubl. 20.06.1998, Bjul. № 30.

9. Pat. 2398678 Rossijskaja Federacija, MPK B28C5/20 (2006.01). Vibracionnyj betonosmesitel'/ Taratuta V. D., Cybulevskij V. V., Serga G. V.; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2009111958/03; zajavl. 31.03.2009; opubl. 10.09.2010., Bjul. № 25.

10. Pat. 2139150 Rossijskaja Federacija, MPK B07B1/22. Barabannyj grohot/ Serga G. V., Ljau A. V., Ivanov A. N.; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 98114703/03; zajavl.28.07.1998; opubl. 10.10.1999., Bjul. № 4.

11. Pat. 2266155 Rossijskaja Federacija, MPK B01D45/12. Zavihritel'/ Serga G. V., Kvitkin D. V., Fomenko A. V., Sychev Ju. B.; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2004120796/15; zajavl.07.07.2004; opubl. 20.12.2005., Bjul. № 35.

12. Pat. 2457015 Rossijskaja Federacija, MPK V01D 45/12 (2006.01). Zavihritel' prjamotochnyj / V. D. Taratuta, G. V. Serga; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – №2010133631/05; zajavl. 11.08.2010; opubl. 27.07.2012, Bjul. № 21.

13. Pat. 2457016 Rossijskaja Federacija, MPK V01D 45/12 (2006.01). Zavihritel' povorotnyj / G. V. Serga, V. D.Taratuta; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – №2010135445/05; zajavl. 24.08.2010; opubl. 27.07.2012, Bjul. № 21.

14. Pat. 2457017 Rossijskaja Federacija, MPK V01D 45/12 (2006.01). Prjamotochnyj zavihritel'/ G. V. Serga, V. D.Taratuta; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – №2010133630/05; zajavl. 11.08.2010; opubl. 27.07.2012, Bjul. № 21.

15. Pat. 2455051 Rossijskaja Federacija, MPK V01D 45/16 (2006.01). Povorotnyj zavihritel'/ G. V. Serga, K. A. Belokur, V. D. Taratuta; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija

Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – №2010135444/05; zajavl. 24.08.2012; opubl. 27.07.2012, Bjul. № 19.

16. Pat. 2007226 Rossijskaja Federacija, MPK B07B1/22. Semjaochistitel'naja mashina/ Serga G. V., Filin K. V.; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – №4926616/03; zajavl 11.03.1991; opubl. 15.02.1994., Bjul. № 28.

17. Pat. 2121890 Rossijskaja Federacija, MPK B07B1/22. Mashina dlja separacii sypuchih sred/ Lugovaja L. N., Tabachuk I. I., Kravchenko Je. V., Serga G. V., Ljau A. V.; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 97113113/03; zajavl 16.07.1997; opubl. 20.11.1998., Bjul. № 28.

18. Pat. 2228402 Rossijskaja Federacija, MPK E02D5/56. Vintovaja svaja/ Serga G. V., Reznichenko S. M., Dovzhikova N. N., Kremjanskij F. F.; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2002115673/03; zajavl 11.06.2002; opubl. 10.05.2004, Bjul. № 02.

19. Pat. 2027130 Rossijskaja Federacija, MPK F26B11/04 Sushilka dlja kurinogo pometa/ Serga G. V., Filin K. V.; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 5005024/06; zajavl 10.09.1991; opubl. 20.01.1995, Bjul. № 27.

20. Pat. 2172373 Rossijskaja Federacija, MPK E02D5/56 Vintovaja svaja/ Sidorenko L. I., Ljau A. V., Ivanov A. N., Serga G. V.; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 99105148/03; zajavl 15.03.1999; opubl. 20.08.2001, Bjul. № 34.

21. Pat. 2545860 Rossijskaja Federacija, MPK V24V 31/073 (2006.01). Vibracionnoe ustrojstvo dlja otdelochno-uprochnjajushhej obrabotki / Serga G. V., Marchenko A. Ju., Ivanov A. N., Kuznecova N. N., Jarosh E. V.; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – №2013157656/02; zajavl. 24.12.2013; opubl. 10.04.2015, Bjul. № 10.

22. Pat. 2579210 Rossijskaja Federacija, MPK A23N 4/00 (2006.01). Ustanovka dlja vydelenija semjan / Marchenko A. Ju., Kuznecova N. N., Delok M. Je., Serga G. V.; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – №2014152664/13; zajavl. 24.12.2014; opubl. 10.04.2016, Bjul. № 10.

23. Pat. 2546185 Rossijskaja Federacija, MPK A23N 4/12 (2006.01). Ustanovka dlja vydelenija semjan / Serga G. V., Tabachuk I. I., Holjavko L. V., Kuznecova N. N., Sitajlo N. P.; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – №2013151761/13; zajavl. 20.11.2013; opubl. 10.04.2015, Bjul. № 10.