

УДК 621.938

UDC 621.938

05.00.00 Технические науки

Technical science

**РОТОРНО-ВИНТОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ РАСТВОРОВ И БЕТОНА****ROTOR AND SCREW TECHNOLOGICAL SYSTEMS FOR PREPARATION OF SOLUTIONS AND CONCRETE**Белокур Кирилл Алексеевич  
к.т.н., доцентBelokur Kirill Alekseevich  
Cand.Tech.Sci., associate professorТаратута Виктор Дмитриевич  
к.т.н., профессорTaratuta Viktor Dmitrievich  
Cand.Tech.Sci., professorСерга Георгий Васильевич  
д-р техн. наук, профессор  
*Кубанский государственный аграрный университет*Serga Georgiy Vasilievich  
Dr.Sci.Tech., professor  
*Kuban state agricultural university*

Предложены технические решения повышения производительности технологических систем для приготовления растворов и бетона на основе применения винтовых роторов в виде барабанов с винтовыми линиями, образующимися по периметру как линии соединения его винтовых поверхностей. Рассмотрены шесть разновидностей устройств и установок для смешивания, в том числе бетоносмесителей, барабаны которых представляют собой сложные геометрические тела, образованные винтовыми поверхностями с переменным или постоянным шагом и создающих в местах их соединения винтовые линии. По форме винтовые барабаны могут быть коническими, вогнутыми, выпуклыми, цилиндрическими. Экспериментальная проверка проведена на бетоносмесителе, барабаны которого расположены один в другом. Выполнение бетоносмесителя в виде коаксиально смонтированных двух барабанов обеспечивает не только сокращение энергозатрат за счет использования тепла, выделяющегося в процессе активации инертных на нагрев бетонной смеси как при перемешивании, так и бетонной смеси при затворении ее водой и транспортировании. Барабаны таких систем выполнены из плоских элементов с образованием дискретно расположенных по периметру винтовых линий различного шага и с различным числом направленных навстречу друг другу винтовых поверхностей. В процессе транспортировки компонентов бетонной смеси во внутреннем винтовом барабане производится активное смешивание песка, гравия и цемента. При этом происходит не только разрушение комковатых, слипшихся компонентов сырья, но и активное равномерное распределение частиц цемента, песка и гравия в однородные массы. Внедрение предлагаемой технологии и оборудования обеспечивает не только сокращение габаритов бетоносмесителя по длине, но и повышение качества готовой продукции, а также потенциальное экономия цемента на 3-5%

We have provided technical solutions to improve performance of technological systems for the preparation of solutions and concrete based on the use of screw rotors in the form of drums with helix lines formed on the perimeter as interconnect lines of his spiral surfaces. We discuss the six varieties of devices and installations for mixing, including concrete mixers, reels which are of a complicated geometric body formed by helical surfaces with variable or constant pitch and which creates screw lines in the places of their connection. In the form of screw drums, they may be conical, concave, convex, cylindrical. The experimental test was conducted on the concrete mixer drums, which are arranged one in the other. The implementation of the mixer in the form of coaxially edited two barrels provides not only a reduction in size in length, but a significant reduction in energy consumption due to the use of heat, released during the activation process of inert heating of the concrete mix as when re-mixing and concrete mix when mixing it with water and transportation. The drums of such systems is made of flat elements with the formation of the helical lines discretely spaced around the perimeter of different pitch and with different numbers directed towards each other helical surfaces. In the process of transporting the components of concrete in the internal screw drum there is active mixture of sand, gravel and cement. Thus, there is not only the destruction of lumpy, sticky components of the raw materials, but also active uniform distribution of particles of cement, sand and gravel into a homogenous mass. The implementation of the proposed technology and equipment ensures not only reduction of the dimensions of the mixer length, but also improving the quality of finished products, as well as potential cement savings of 3-5%

Ключевые слова: РОТОРЫ, ВИНТОВЫЕ ЛИНИИ, НИЗКОЧАСТОТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ, ВЫПУКЛЫЕ, ВОГНУТЫЕ, БЕТНОСМЕСИТЕЛЬ, РАСТВОРЫ, БЕТОНЫ

Keywords: ROTORS, HELIX, LOW-FREQUENCY OSCILLATIONS, CONVEX, CONCAVE, CONCRETE MIXER, MORTAR, CONCRETE

В зависимости от конструктивных особенностей роторно-винтовые технологические системы для приготовления растворов и бетона можно разделить на четыре класса:

**1 класс – Роторно-винтовые технологические системы с вращающимся барабаном, находящимся под воздействием низкочастотных колебаний**

Этот тип технологической системы, находящейся под воздействием низкочастотных колебаний, выполнен в виде винтового контейнера, например, устройство для смешивания сыпучих материалов [5, 9, 11, 12], представленный на рисунке 1.

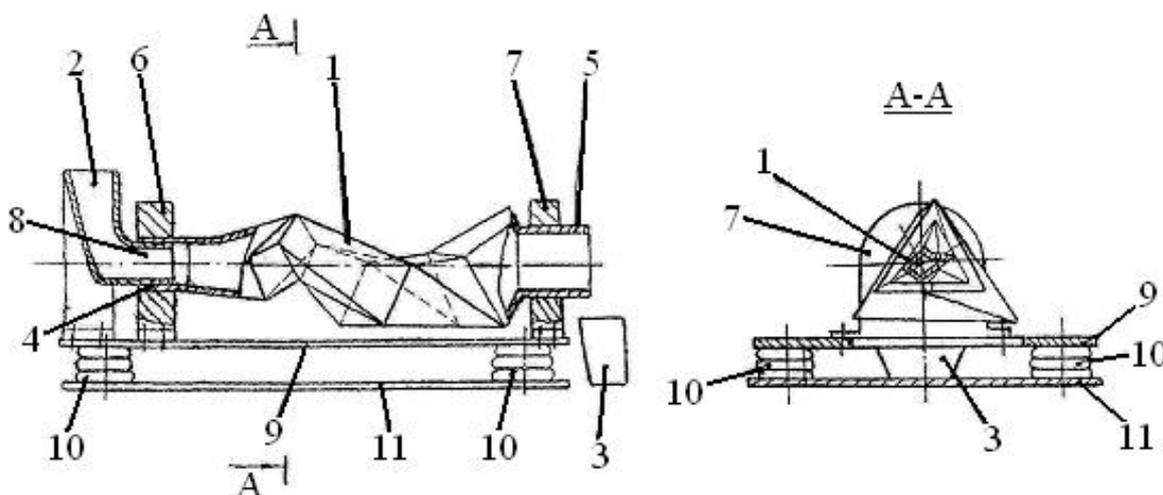


Рисунок 1– Устройство для смешивания сыпучих материалов

(1 – барабан; 2 – загрузочное устройство; 3 – разгрузочное устройство; 4, 5 – втулки; 6, 7 – подшипниковые опоры; 8 – носок загрузочного устройства; 9 – рама; 10 – четыре пневмобаллона; 11 – станина)

**2 класс - Роторно-винтовые технологические системы с рабочим органом внутри вращающегося барабана**

Этот тип роторно-винтовых технологических систем, например, стержневой бетоносмеситель (варианты) [6, 13], содержащий вращающийся-

ся цилиндр 2, в котором размещены стержни-катки 10. Стержни катки 10 выполнены по периметру в виде многозаходных цилиндрических поверхностей (рисунок 2).

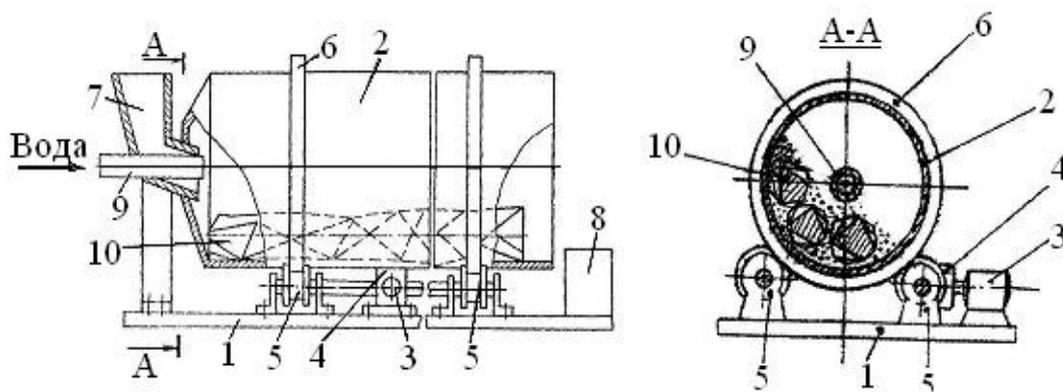


Рисунок 2 – Стержневой бетоносмеситель (варианты) (1 – станина; 2 – барабан; 3 – электродвигатель; 4 – редуктор; 5 – четыре роликовых опоры; 6 – два обода; 7 – устройство для загрузки; 8 – устройство для разгрузки; 9 – трубопровод; 10 – стержни-катки)

### **3 класс – Роторно-винтовые технологические системы с вращающимся барабаном**

Этот класс включает три подкласса:

#### **3.1. Роторно-винтовые технологические системы с конусообразным, снабженным винтовыми линиями на боковой поверхности вращающимся барабаном**

Барабан такой роторно-винтовой системы, например, бетоносмеситель [1, 7, 12], по первому варианту: по периметру выполнен конусным с тремя и более винтовыми канавками и винтовыми линиями, а также

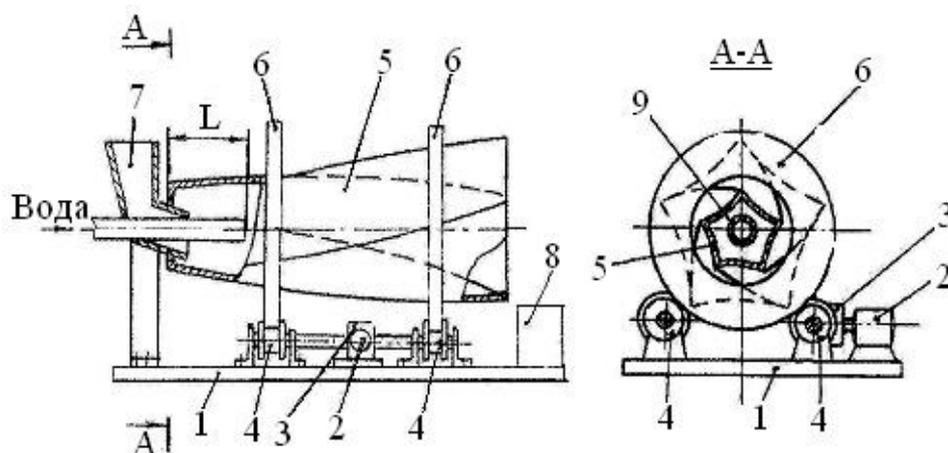


Рисунок 3 – Бетоносмеситель (варианты) (1 – станина; 2 – электродвигатель; 3 – редуктор; 4 – четыре роликовые опоры; 5 – конусный барабан; 6 – два обода барабана; 7 – устройство для загрузки; 8 – устройство для выгрузки; 9 – трубопровод)

внутренних криволинейных поверхностей вогнутой формы с центрами кривизны снаружи барабана, а по второму варианту: конусный барабан 5 смонтирован из винтовых полос с напусками трапецевидной формы с увеличением их размеров по ширине от загрузки к выгрузке (рисунок 3).

### **3.2. Роторно-винтовые технологические системы с вогнутым, снабженным винтовыми линиями на боковой поверхности вращающимся барабаном**

Барабан 5 такой роторно-винтовой системы, например, установки для приготовления растворов [7, 8, 12] выполнен вогнутым и снабжен по периметру ломанными винтовыми линиями и ломанными винтовыми поверхностями с переменным шагом, представлен на рисунке 4.

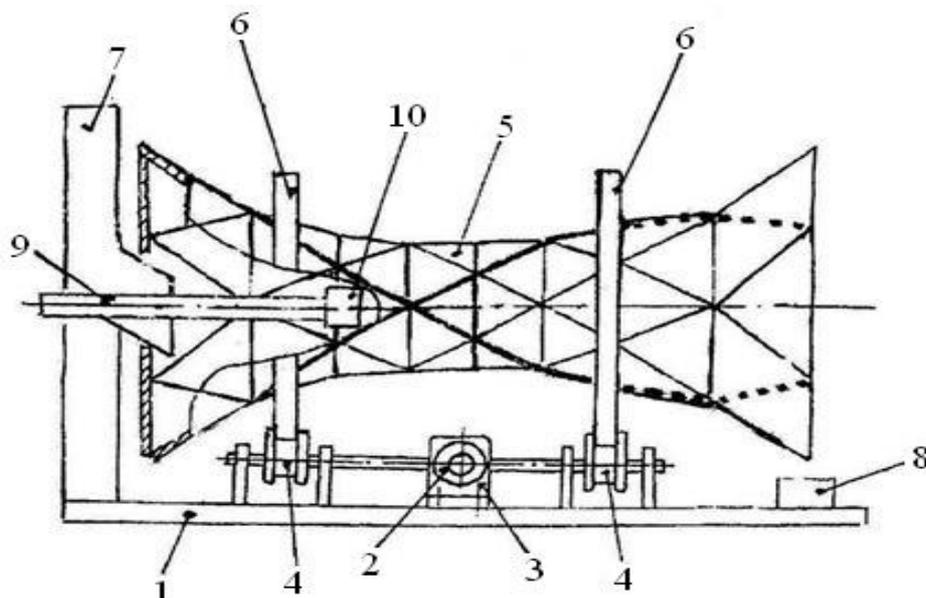


Рисунок 4 – Установка для приготовления растворов, общий вид  
 (1 – станина; 2 – электродвигатель; 3 – редуктор; 4 – четыре роликовые опоры; 5 – барабан; 6 – два обода барабана; 7 – устройство для загрузки; 8 – устройство для разгрузки; 9 – трубопровод; 10 – винтовая насадка)

В такой установке последовательное уплотнение и затем разряжение потоков цемента, инертных и воды, по мере их продвижения от загрузки к выгрузке, позволяет повысить не только эффективность смешивания и производительность, но и потенциально улучшить качественные показатели растворов.

### **3.3 Роторно-винтовые технологические системы с выпуклым, снабженным винтовыми линиями на боковой поверхности вращающимся барабаном**

Барабан 5 такой роторно-винтовой системы, например, устройства для приготовления растворов и бетонных смесей [3, 10, 13] выполнен выпуклым и снабжен по периметру ломанными винтовыми линиями и ломанными винтовыми поверхностями с переменным шагом (рисунок 5).

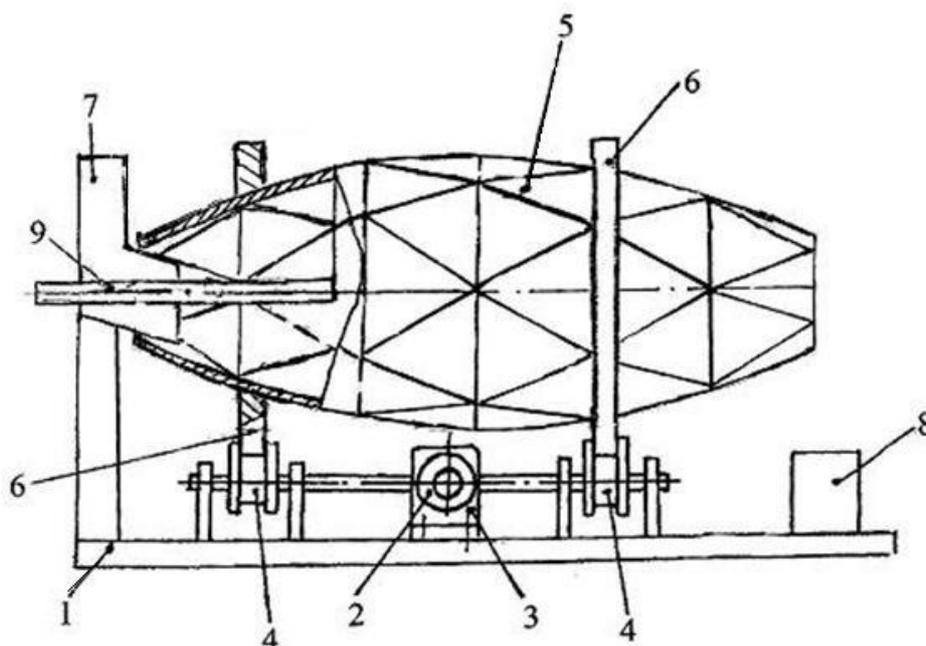


Рисунок 5 – Устройство для приготовления растворов и бетонных смесей, общий вид (1 – станина, 2 – электродвигатель; 3 – редуктор; 4 – четыре роликовые опоры; 5 – барабан; 6 – два обода барабана; 7 – устройство для загрузки; 8 – устройство для разгрузки; 9 – трубопровод)

В таком устройстве последовательное разряжение и затем уплотнение потоков цемента, инертных и воды по мере их продвижения от загрузки к выгрузке позволяет повысить эффективность смешивания и производительность, а также потенциально улучшить качественные показатели готовой продукции.

### **3.4 Роторно-винтовые технологические системы, снабженные винтовыми линиями на боковой поверхности вращающимися барабанами**

Барабаны 3 и 5 этой системы, например бетоносмеситель для приготовления бетона [2, 4], смонтированы из плоских элементов, с образованием дискретно расположенных по периметру винтовых линий различного шага и с различным числом направленных навстречу друг другу винтовых поверхностей (рисунок 6). В таком бетоносмесителе за счет геометрии внутреннего 3 и наружного барабана 5 обеспечивается повышение эффективности смешивания и теплообменных процессов при активации цемента

бетонных смесей. При этом выполнение бетоносмесителя в виде коаксиально смонтированных двух барабанов обеспечивает не только значительное сокращение габаритов по длине, но и значительное сокращение энергозатрат за счет использования тепла, выделяющегося в процессе активации на нагрев бетонной смеси при транспортировке и затворения водой в наружном барабане 5.

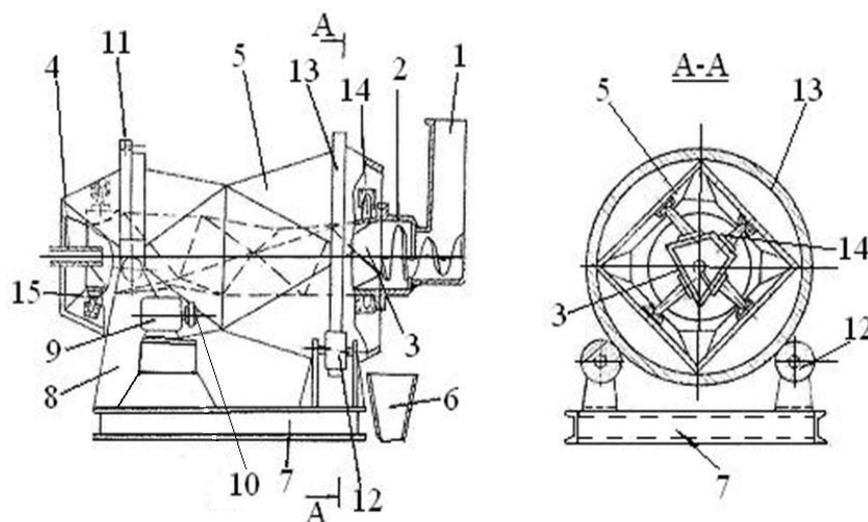


Рисунок 6 – Бетоносмеситель для приготовления бетона и растворов  
 (1 – приемная воронка; 2 – питатель; 3 и 5 – внутренний и наружный винтовые барабаны; 4 – труба; 6 – бункер; 7 – рама; 8 – привод; 9 – двигатель; 10 – ременная передача; 11 – венцовое колесо; 12 – опорные катки; 13 – опорное кольцо, 14 и 15 – спицы)

Такое оформление винтовых поверхностей бетоносмесителя обеспечивает создание в каждой точке разнонаправленных составляющих движения, что усиливает эффект перемешивания компонентов бетонной смеси. В результате этого в полостях наружного и внутреннего барабанов 3 и 5 создаются мощные, направленные навстречу друг другу потоки, приводящие к разрушению комковатых, слипшихся частиц компонентов сырья, а также снижению обкатанности зерен инертного наполнителя и увеличения его активной поверхности, увеличивается площадь теплопередачи и значительно повышается интенсивность теплообмена, а значит и нагрев бетонной смеси, транспортируемой в наружном барабане 5. При такой конструкции обеспечивается повышение интенсивности и смешивания в ре-

зультате нарушения стационарности движения потоков масс исходного сырья и воды, увеличивается площадь теплопередающих поверхностей, как компонентов бетонной смеси, так и стенок наружного и внутреннего барабанов 3 и 5.

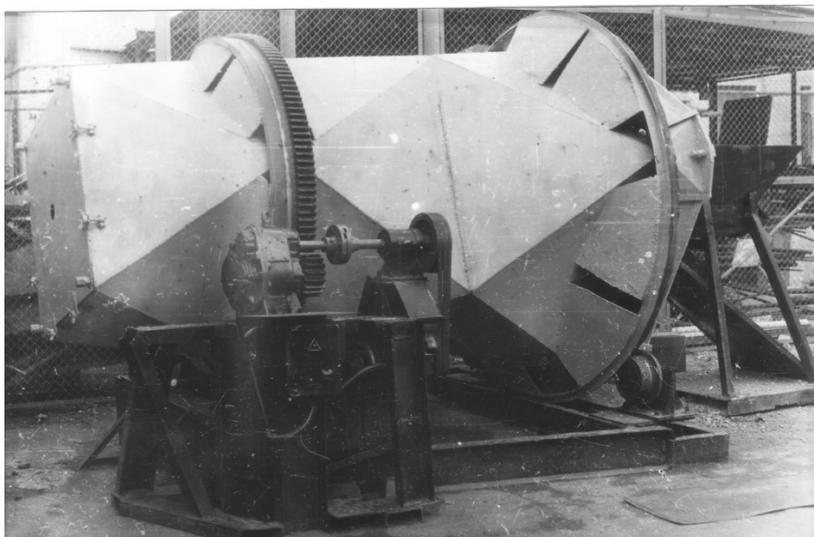


Рисунок 7 – Бетоносмеситель, вид спереди

В процессе транспортирования компонентов бетонной смеси в винтовом барабане 3 производится активное смешивание песка, гравия и цемента, при этом происходит не только разрушение комковатых слипшихся частиц компонентов сырья, но и активное перемешивание, а также равномерное распределение частиц цемента в частицах гравия и песка. Поэтому, качество смешивания сухих компонентов – цемента, песка и гравия значительно выше. При внедрении предлагаемой новой технологии и оборудования обеспечивается не только сокращение габаритов по длине, но и экономия цемента на 3-5 % за счет интенсификации процесса смешивания при увеличении взаимодействия потоков масс компонентов бетонной смеси в сухом виде и интенсификации процесса взаимодействия потоков воды, затворения и масс компонентов бетонной смеси, предварительно тщательно смешанных и равномерно распределенных в этих массах частиц цемента за счет использования тепла, выделяющегося при активации сухих компонентов на нагрев бетонной смеси при бетоносмешивании.

вании и за счет отказа от индивидуального привода питателя 2 и вращения его от внутреннего винтового барабана 3.

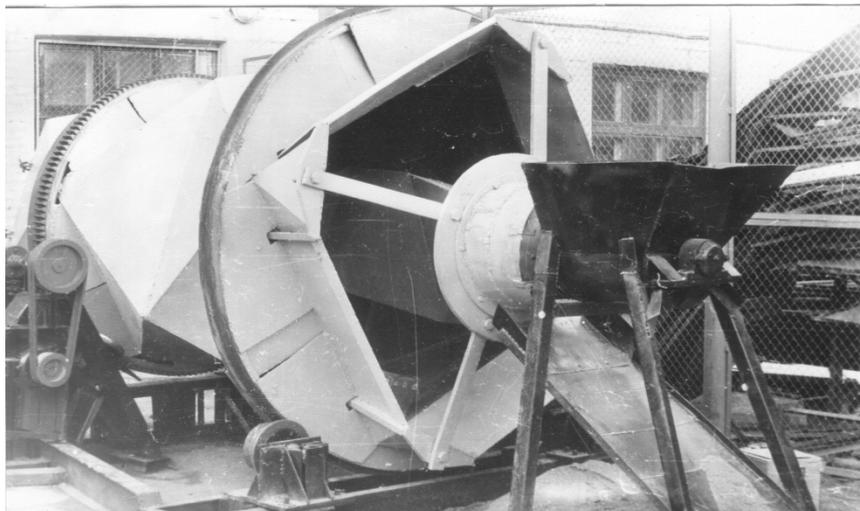


Рисунок 8 – Бетоносмеситель, вид со стороны загрузки

#### Литература

1. Пат. 2164450, Российская Федерация, МПК В07В 1/2. Барабанный грохот / А. Н. Иванов, А. В. Ляу, Г. В. Серга; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 99111994/03; заявл.03.06.1999; опубл. 27.03.2001.
2. Пат. 2209669, Российская Федерация МПК В02С 17/04. Барабанная мельница / Г.В. Серга, Н.Н. Довжикова, Р. А. Диков; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2002101215/03; заявл.08.01.2002; опубл. 10.08.2003, Бюл. № 10.
3. Пат. 2228402, Российская Федерация, МПК Е02D 5/56. Винтовая свая / Г. В. Серга, С. М. Резниченко, Н. Н. Довжикова. В. Ф. Кремьянский; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2002115673/03; заявл. 11.06.2002; опубл. 10.05.2004.
4. Пат. 2351467, Российская Федерация, МПК В28С5/22. Бетоносмеситель для приготовления растворов / Г. В. Серга, К. М. Кретинин; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2007124342/03; заявл.02.07.2007; опубл. 10.04.2009, Бюл. № 10.
5. Пат. 2398678, Российская Федерация, МПК В28С 5/20. Вибрационный бетоносмеситель / В. Д. Таратута, В. В. Цыбулевский, Г. В. Серга; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2009111958/03; заявл. 31.03,2009; опубл. 10.09.2010, Бюл. № 25.
6. Пат. 2428306, Российская Федерация, МПК 3 28С5.22. Стержневой бетоносмеситель / К. А. Белокур. Г .В. Серга; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 200914054/03; заявл.02.11.2009; опубл. 10.09.2011, Бюл. № 25.
7. Пат. 2456155, Российская Федерация, МПК В 28С5/22. Бетоносмеситель (варианты) / К. А. Белокур. Г. В. Серга; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2009129815/03; заявл.03.08.2009; опубл. 20.07.2012, Бюл. № 20.
8. Пат. 2456156, Российская Федерация, МПК В 28С5/22. Установка для приго-

товления растворов/ В.Д. Таратута, К.А. Белокур, Г.В. Серга; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 2010153796/03; заявл. 27.12.2010; опубл. 20.07.2012, Бюл. № 20.

9. Пат. 2457746, Российская Федерация, МПК А2317/00. Устройство для смешивания сыпучих материалов / К. А. Белокур, Г. В. Серга, А. Ю. Марченко, В.В. Богатырев; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – №20101538110/13; заявл.27.12.2010; опубл. 10.08.2012, Бюл. № 22.

10.Пат. 2460639, Российская Федерация, МПКВ28С5/22. Устройство для приготовления растворов и бетонных смесей / В.Д. Таратута, К.А. Белокур, Г.В. Серга; заявитель и патентообладатель Кубанский государственный аграрный университет. – № 20100153795/03; заявл.27.12.2010; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25.

11.Серга Г. В. Компьютерное моделирование рабочих органов вибрационных машин / Г. В. Серга, А. В. Фоменко, Ю. Б. Сычев, Н. Н. Довжикова // Вибрационные машины и технологии; сб. тр. междуна.-техн. конф. – Курск, 2003. – С. 28-32.

12. Таратута В.Д. Инновационные технологии в области производства цемента / В. Д. Таратута, Г. В. Серга. – Краснодар; КубГАУ, 2013. – С. 110.

13.Серга Г.В. Инновационная технология получения клинкера для производства цемента с использованием технологии и оборудования ударно-волновых процессов / Г. В. Серга, В. Д. Таратута // Вопросы вибрационной технологии: межвуз. сборник научных статей. ДГТУ. – Ростов на Дону, 2012. – С. 134-211.

#### References

1. Pat. 2164450, Rossijskaja Federacija MPK V07V 1/2. Barabannyj grohot / A. N. Ivanov, A. V. Ljau, G.V. Serga; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudar-stvennyj agrarnyj universitet. – № 99111994/03; zajavl.03.06.1999; opubl. 27.03.2001.

2. Pat. 2209669, Rossijskaja Federacija MPK V02S 17/04. Barabannaja mel'nica / G.V. Serga, N. N. Dovzhikova, R. A. Dikov; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2002101215/03; zajavl.08.01.2002; opubl. 10.08.2003, Bjul. № 10.

3. Pat. 2228402, Rossijskaja Federacija MPK E02D 5/56. Vintovaja svaja / G.V. Ser-ga, S. M. Reznichenko, N.N. Dovzhikova. F. F. Kremjanskij; zajavitel' i patentooblada-tel' Ku-banskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2002115673/03; zajavl. 11.06.2002; opubl. 10.05.2004.

4. Pat. 2351467, Rossijskaja Federacija MPK V28S5/22. Betonosmesitel' dlja pri-gotovlenija rastvorov / G.V. Serga, K.M. Kretinki; zajavitel' i patentoobladatel' Ku-banskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2007124342 03; zajavl.02.07.2007; opubl. 10.04.2009, Bjul. № 10.

5. Pat. 2398678, Rossijskaja Federacija MPK V28S 5/20. Vibracionnyj betonos-mesitel' / V. D. Taratuta, V. V. Cybulezskij, G.V. Serga; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2009:11958'SZ; za-javl.31.03,2009; opubl. 10.09.2010, Bjul. № 25.

6. Pat. 2428306. Rossijskaja Federacija MPK 3 28S5.22. Sterzhkezoj betonosmesi-tel' / K. A. Belokur. G .V. Serga; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudar-stvennyj agrarnyj universitet. – № 200914054/03; zajavl.02.11.2009; opubl. 10.09.2011, Bjul. № 25.

7. Pat. 2456155, Rossijskaja Federacija MPK V 28S5/22. Betonosmesitel' (vari-anty) / K.A. Belokur, G.V. Serga: zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudar-stvennyj agrarnyj universitet. № 2009129815/03; zajazl.03.08.2009; opubl. 20.07.2012, Bjul. № 20.
8. Pat. 2456156, Rossijskaja Federacija MPK V 28S5/22. Ustanovka dlja prigotov-lenija rastvorov/ V.D. Taratuta, K.A. Belokur, G.V. Serga; zajavitel' i patentooblada-tel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2010153796/03; zajavl. 27.12.2010; opubl. 20.07.2012, Bjul. № 20.
9. Pat. 2457746, Rossijskaja Federacija MPK A2317/00. Ustrojstvo dlja smeshiva-nija sypuchih materialov / K.A. Belokur, G.V. Serga, A.Ju. Marchenko, V.V. Bogatyrev; zajavitel' i patentoobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – №20101538110/13; zajavl.27.12.2010; opubl. 10.08.2012, Bjul. № 22.
10. Pat. 2460639, Rossijskaja Federacija MPKV28S5/22. Ustrojstvo dlja prigotov-lenija rastvorov i betonnyh smesej / V.D. Taratuta, K.A. Belokur, G.V. Serga; zajavi-tel' i paten-toobladatel' Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. – № 2010015379503; zajavl.27.12.2010; opubl. 10.09.2012, Bjul. № 25.
11. Serga G.V. Komp'juternoe modelirovanie rabochih organov vibracionnyh ma-shin / G.V. Serga, A.V. Fomenko, Ju.B. Sychev, N.N. Dovzhikova // Vibracionnye ma-shiny i tehnologii; sb. tr. mezhdun.-tehn. konf. – Kursk, 2003. – S. 28-32.
12. Taratuta V.D. Innovacionnye tehnologii v oblasti proizvodstva cementa / V.D. Taratu-ta, G.V. Serga. – Krasnodar; KubGAU, 2013. – S. 110.
13. Serga G.V. Innovacionnaja tehnologija poluchenija klinkera dlja proizvodstva cementa s ispol'zovaniem tehnologii i oborudovanija udarno-volnovyh processov / G.V. Serga, V.D. Taratuta // Voprosy vibracionnoj tehnologii: mezhvuz. sbornik nauchnyh statej. DGTU. – Rostov na Donu, 2012. – S. 134-211.