

УДК 621.938

UDC 621.938

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

РОТОРНО-ВИНТОВЫЕ СИСТЕМЫ В ОБЛАСТИ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТА**ROTARY SCREW SYSTEMS IN CEMENT**Таратута Виктор Дмитриевич
к.т.н., профессорTaratuta Viktor Dmitrievich
Cand.Tech.Sci., professorБелокур Кирилл Алексеевич
к.т.н., доцентBelokur Kirill Alekseevich
Cand.Tech.Sci., associate professorСерга Георгий Васильевич
д-р техн. наук, профессор
*Кубанский государственный аграрный университет*Serga Georgiy Vasilievich
Dr.Sci.Tech., Professor
Kuban State Agrarian University

Представлены результаты исследования роторно-винтовых систем применительно к созданию вращающихся печей для обжига шлама при приготовлении цементного клинкера. Использование предлагаемых конструкций, в сравнении с известными конструкциями аналогичного назначения, существенно повышает производительность, сокращает габариты и энергоемкость за счет применения роторно-винтовых систем в виде винтовых роторов и барабанов, выполненных пустотелыми с боковыми стенками, смонтированными из отдельных полос или пластин различной геометрической формы с образованием внутри ломанных или плавных винтовых ребер, винтовых поверхностей и винтовых канавок. Показано, что корпус вращающейся печи целесообразно изготавливать с винтовыми поверхностями, центры кривизны которых расположены внутри корпуса. Использование предлагаемых конструкций вращающейся печи при обжиге шлама при приготовлении цементного клинкера позволяет повысить скорость вращения корпуса печей в 5-10 раз за счет применения роторно-винтовых систем, увеличить производительность и сократить габариты печей

The article presents results of research of rotary-screw systems in relation to the creation of rotary kilns for the annealing of-cuttings in the preparation of cement clinker. Using the proposed design, in comparison with known designs of similar purpose, it significantly improves performance, reduces size and power consumption through the use of rotary screw systems in the form of screw rotors and drums made hollow with sidewalls assembled from separate strips or plates of different geometrical shapes with form inside the screw breaks or smooth edges, screw surfaces and screw grooves. It is shown that the housing of the rotary kiln is expedient to produce helical surfaces whose centers of curvature are located within the housing. Using the proposed constructions rotary kiln during the firing when preparing cement wedge can increase the speed of rotation of the housing, furnaces 5-10 times due to changes in the rotary-screw systems increase efficiency and reduce the size of furnaces

Ключевые слова: ВРАЩАЮЩАЯСЯ ПЕЧЬ, ВИБРАЦИЯ, НИЗКОЧАСТОТНЫЕ КОЛЕБАНИЯ, АМПЛИТУДА КОЛЕБАНИЙ, ВИНТОВЫЕ РОТОРЫ, ВИНТОВЫЕ БАРАБАНЫ, ВИБРОАКТИВАТОР

Keywords: ROTARY KILN, VIBRATION, LOW-FREQUENCY OSCILLATIONS, AMPLITUDE OF OSCILLATION, SCREW ROTORS, WINDING DRUMS, VIBRO-ACTIVATOR

При обжиге шлама для приготовления цементного клинкера используют мощные вращающиеся печи. Только за последние 20 лет в цементной промышленности мощность единичного обжигаемого агрегата выросла в 5 раз. Хорошо зарекомендовали себя в промышленности печи 4,5x170, 5x185, 5,6x185, одна из которых показана на рисунке 1. Полученный в пе-

чи раскаленный клинкер поступает в холодильник, где резко охлаждается движущимся навстречу ему холодным воздухом [1].

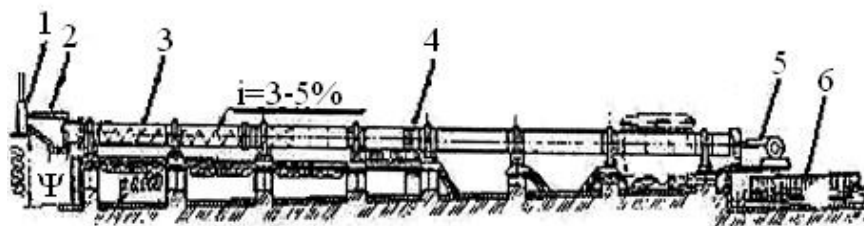


Рисунок 1 – Вращающаяся печь с цилиндрическим корпусом размером 5x185 м для обжига шлама при приготовлении цементного клинкера (1 – устройство для отвода дыма; 2 – устройство для загрузки гранул шлама; 3 – корпус; 4 – устройство для придания вращения корпусу со скоростью 0.5-1.4 об/мин; 5 – устройство для подачи внутрь корпуса топлива и воздуха; 6 – устройство для охлаждения клинкера)

Недостатком таких вращающихся печей для обжига шлама при приготовлении цементного клинкера является необходимость создания уклона корпусу для транспортировки шлама во время его обжига от загрузки к выгрузке и, в связи с этим, недостаточная интенсивность теплообмена, ограниченные технологические возможности, а также сложность ее эксплуатации, большие габариты по длине[1,2].

Поэтому эти недостатки возможно устранить реализацией следующих предложений:

- обеспечить горизонтальное расположение оси вращения корпуса, что позволит увеличить скорость его вращения и упростит эксплуатацию печи в связи с отсутствием уклона корпуса;

- корпус выполнить по периметру многозаходным с переменным увеличивающимся шагом от загрузки к выгрузке, что позволит интенсифицировать процесс смешивания гранул шлама и обеспечить не только их перемещение вдоль горизонтальной оси корпуса, что исключает необходимость монтажа корпуса под углом к горизонту и приобретает горизонтальное осевое перемещение гранул шлама, но и повысит скорость и интенсивность теплообменных процессов [2].

За последние десять лет в КубГАУ не только предложены конструк-

торские решения, позволяющие решить эти задачи [5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19], но и обеспечить возможность внедрения их производства [2,3,4].

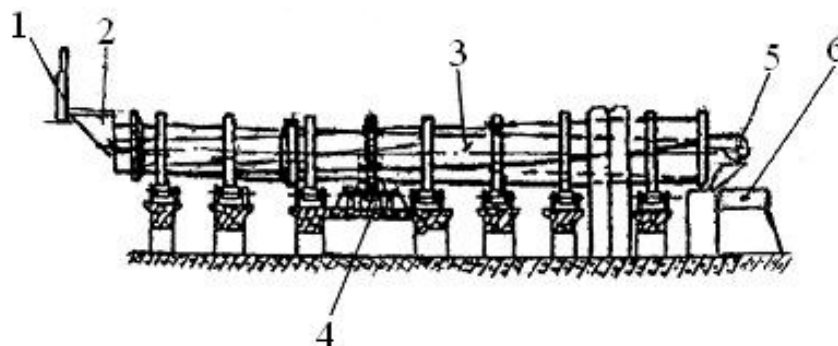


Рисунок 2 - Вращающаяся печь для приготовления цементного клинкера с использованием роторно-винтовых систем

(1 – устройство для отвода дыма; 2 – устройство для загрузки гранул шлама; 3 – корпус; 4 – устройство для придания вращения корпусу со скоростью 5-15 об/мин; 5 – устройство для подачи внутрь корпуса топлива и воздуха; 6 – устройство для охлаждения клинкера)

При этом использован опыт создания роторно-винтовых систем и в других отраслях промышленности аналогичных известным: в сельском хозяйстве «Семяочистительная машина»-патент № 2007226, «Сушилка для куриного помёта» – патент РФ № 2027130 и в технике различных отраслей, в том числе: общее машиностроение «Устройство для абразивной обработки» - патент № 2113337, сельскохозяйственное машиностроение «Машина для сепарации сыпучих сред» – патент РФ № 2121890, в производстве строительных материалов «Барабанный грохот»- патент РФ № 2139150, «Вибрационный бетоносмеситель» - патент РФ 2398678, в производстве строительных конструкций «Винтовая свая» – патент РФ № 2228402, «Винтовая свая – патент РФ № 2172373 [20,21,22,23,24,25,26,27].

На рисунке 2 изображен общий вид одной из вращающихся печей для приготовления цементного клинкера с использованием роторно-винтовых систем.

Вращающаяся печь для приготовления цементного клинкера с использованием роторно-винтовых систем вместе с корпусом 3 смонтирована го-

ризонгально и снабжена устройством 1 для отвода дыма, устройством 2 для загрузки гранул шлама, устройством 4 для придания вращения корпусу 3 со скоростью 5-15 об/мин, устройством 5 для подачи внутрь корпуса 3 топлива и воздуха и устройством 6 для охлаждения клинкера [10].

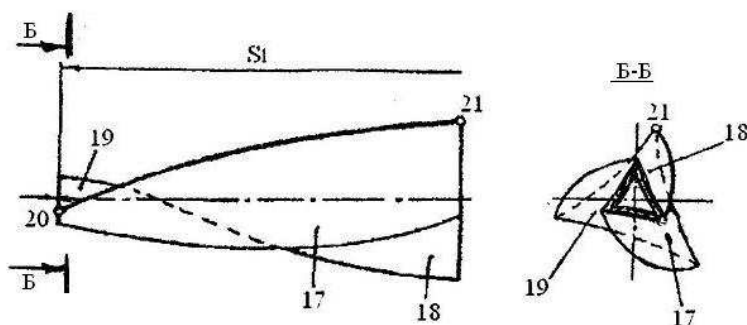


Рисунок 3 - Часть корпуса вращающейся печи для приготовления цементного клинкера с тремя винтовыми ребрами (17, 18 и 19- трапециевидные листы, 20-21- одно из трех винтовых ребер)

Например, корпус (рисунок 3) выполнен из свернутых в винт трех трапециевидных листов 17, 18 и 19, которые затем соединяют боковыми кромками в корпус 1 с образованием винтовых ребер и внутренних винтовых канавок, с переменным, увеличивающимся по длине корпуса 1 шагом S_1 одна из которых 20-21 показана на рисунке 3 утолщенной линией.

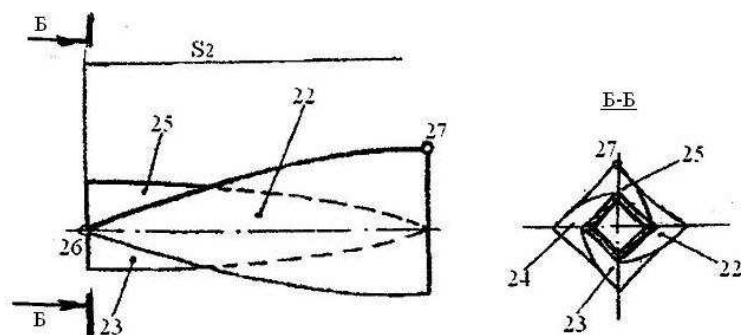


Рисунок 4 - Часть корпуса вращающейся печи для приготовления цементного клинкера с четырьмя винтовыми ребрами (22, 23, 24, 25- трапециевидные листы, 26-27- одно из четырех винтовых ребер)

Корпус (рисунок 4) может быть выполнен из свернутых в винт четырех трапециевидных листов 22-25, которые затем соединяют боковыми кромками в корпус 1 и образованием винтовых ребер и внутренних винтовых канавок, с переменным, увеличивающимся по длине корпуса 1 шагом

S_2 одна из которых 26-27 показана на рисунке 4 утолщенной линией.

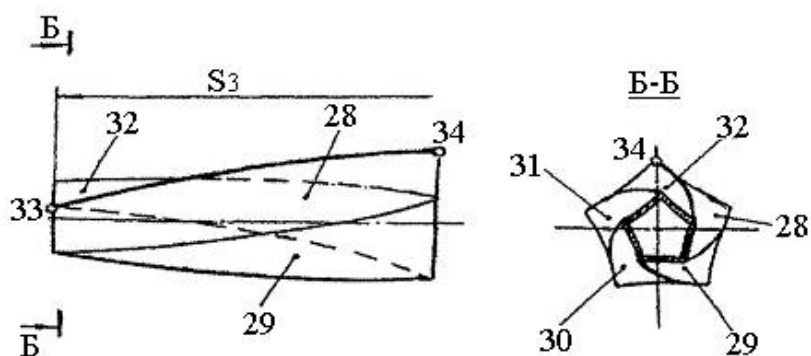


Рисунок 5 - Часть корпуса вращающейся печи для приготовления цементного клинкера с пятью винтовыми ребрами (28,29,30,31,32- трапециевидные листы, 33-34- одно из пяти винтовых ребер)

Корпус (рисунок 5) может быть выполнен из свернутых в винт пяти трапециевидных листов 28-32, которые затем соединяют боковыми кромками в корпус с образованием винтовых ребер и внутренних винтовых канавок, с переменным, увеличивающимся по длине корпуса 1 шагом S_3 одна из которых 33-34 показана на рисунке 5 утолщенной линией.

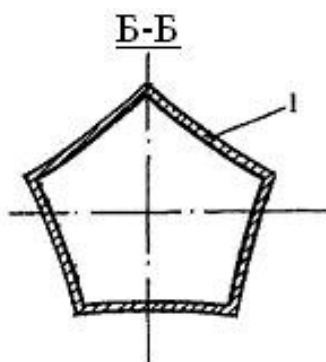


Рисунок 6 - Сечение Б-Б корпуса 1 на рисунке 5 с центрами кривизны расположенными снаружи корпуса

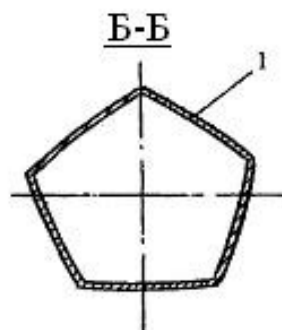


Рисунок 7 - Сечение Б-Б корпуса 1 на рисунке 5 с центрами кривизны расположенными внутри корпуса

Корпус 1 может быть выполнен с внутренними криволинейными поверхностями вогнутой формы с центрами кривизны расположенными снаружи корпуса 1 (рисунок 6) или выполнен с внутренними криволинейными поверхностями выпуклой формы с центрами кривизны расположенными внутри корпуса 1 (рисунок 7).

Трапециевидные листы 17, 18, 19 или 22, 23, 24, 25 или 28, 29, 30, 31,

32 свернуты относительно собственной оси симметрии, например, как трапециевидный лист 17 на рисунке 8.

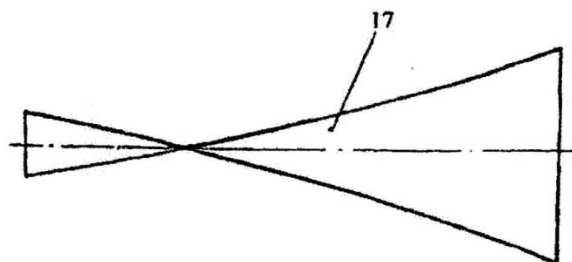


Рисунок 8 - Один из трапециевидных листов после скручивания в продольном направлении

Затем эти листы размещают на конической оправке 35 (рисунок 9) и сворачивают вокруг нее с образованием винтовых поверхностей.

В результате такой обработки каждого из трапециевидных листов 17, 18, 19 или 22, 23, 24, 25 или 28, 29, 30, 31, 32 обеспечивается дополнительное искривление поверхностей корпуса 1, благодаря чему интенсифицируется процесс взаимодействия гранул шлама и теплообменные процессы.

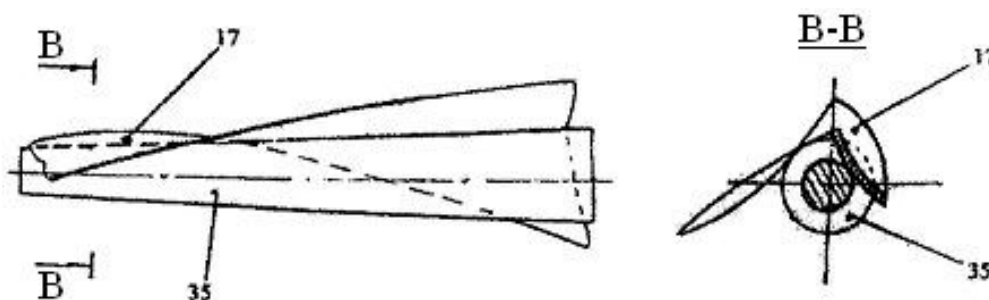


Рисунок 9 -Трапециевидный лист после сгиба на конической оправке (17- трапециевидный лист, 35- коническая оправка)

Известно, что производительность Π вращающейся печи приготовления цементного клинкера зависит от объема V внутренней полости корпуса печи, при этом объем V корпуса печи пропорционален площади проходного (поперечного) сечения корпуса и пропорционален радиусу его проходного сечения [1].

Поэтому для обоснования выбора одного из двух вариантов изготовления корпуса печи представленных на рисунке 6 или рисунке 7 рассмотрим при одних радиусах кривизны R сечение Б-Б корпуса 1 на рисунке 5:

1) корпус печи с тремя винтовыми ребрами и винтовыми поверхностями

вогнутой и выпуклой формы (рисунок 10);

2) корпус печи с четырьмя винтовыми ребрами и винтовыми поверхностями вогнутой и выпуклой формы (рисунок 11);

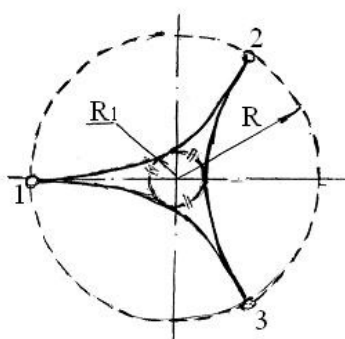


Рисунок 10 - Сечение Б-Б на рисунке 3 корпуса печи с тремя винтовыми ребрами и винтовыми поверхностями вогнутой и выпуклой формы

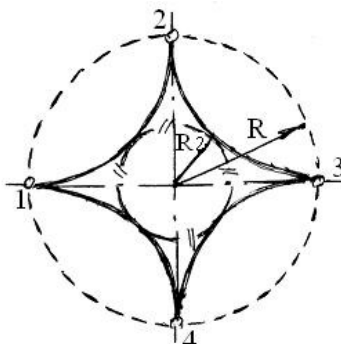


Рисунок 11 - Сечение Б-Б на рисунке 4 корпуса печи с четырьмя винтовыми ребрами и винтовыми поверхностями вогнутой и выпуклой формы

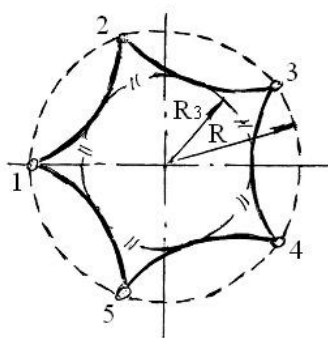


Рисунок 12 - Сечение Б-Б на рисунке 5 корпуса печи с пятью винтовыми ребрами и винтовыми поверхностями вогнутой и выпуклой формы

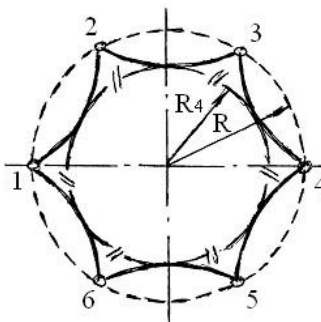


Рисунок 13 - Сечение Б-Б на рисунке 5 корпуса печи с шестью винтовыми ребрами и винтовыми поверхностями вогнутой и выпуклой формы

3) корпус печи с пятью винтовыми ребрами и винтовыми поверхностями вогнутой и выпуклой формы (рисунок 12);

4) корпус печи с шестью винтовыми ребрами и винтовыми поверхностями вогнутой и выпуклой формы (рисунок 13).

Принимаем, что радиус кривизны выпуклой винтовой поверхности R для максимального проходного сечения S для всех четырех случаев (рисунки 10,11,12,13) одинаков.

Обозначим:

R_1 - радиус проходного сечения S_1 корпуса печи с тремя винтовыми

ребрами и винтовыми поверхностями вогнутой формы (рисунок 10);

R_2 - радиус проходного сечения S_2 корпуса печи с четырьмя винтовыми ребрами и винтовыми поверхностями вогнутой формы (рисунок 11)

R_3 - радиус проходного сечения S_3 корпуса печи с пятью винтовыми ребрами и винтовыми поверхностями вогнутой формы (рисунок 12);

R_4 - радиус проходного сечения S_4 корпуса печи с шестью винтовыми ребрами и винтовыми поверхностями вогнутой и (рисунок 13).

Тогда, отношение площади проходного сечения выпуклой винтовой поверхности к площади вогнутой винтовой поверхности i можно записать в виде:

– для корпуса печи с тремя винтовыми ребрами и винтовыми поверхностями вогнутой и выпуклой формы (рисунок 10):

$$i_1 = \frac{S_1}{S} = \frac{R_1}{R} = 0,1; \quad (1)$$

– для корпуса печи с четырьмя винтовыми ребрами и винтовыми поверхностями вогнутой и выпуклой формы (рисунок 11):

$$i_2 = \frac{S_2}{S} = \frac{R_2}{R} = 0,386; \quad (2)$$

– для корпуса печи с пятью винтовыми ребрами и винтовыми поверхностями вогнутой и выпуклой формы (рисунок 12):

$$i_3 = \frac{S_3}{S} = \frac{R_3}{R} = 0,64; \quad (3)$$

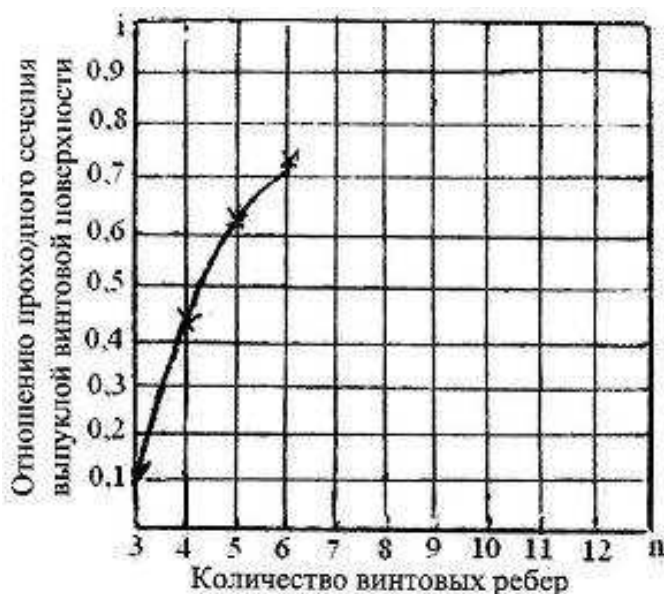
– для корпуса печи с шестью винтовыми ребрами и винтовыми поверхностями вогнутой и выпуклой формы (рисунок 13):

$$i_4 = \frac{S_4}{S} = \frac{R_4}{R} = 0,73; \quad (4)$$

Как видно из рисунков 10, 11, 12, 13:

$$S_1 < S_2 < S_3 < S_4 < S. \quad (5)$$

На рисунке 14 показана графическая зависимость количество винтовых ребер корпуса n к i - отношению проходного сечения выпуклой винтовой поверхности к площади вогнутой винтовой поверхно-



сти.

Рисунок 14 – Графическая зависимость количество винтовых ребер корпуса n к i - отношению проходного сечения выпуклой винтовой поверхности к площади вогнутой винтовой поверхности

Анализ (рисунок 14) показывает, что оптимальным количества винтовых криволинейных поверхностей вращающейся печи должно быть больше 6 ($n > 6$). Как показывает опыт и из конструктивных соображении ширина листов из которых собраны печи должно быть не менее 400 мм.

Предлагаемая вращающаяся печь для приготовления цементного клинкера работает следующим образом. Корпус 1, смонтированный горизонтально, вращается со скоростью 5-15 об/мин с помощью устройства для придания вращения корпуса 3. Шлам для обжига цементного клинкера подается в корпус 3 с помощью устройства 2 для загрузки гранул шлама. Со стороны выгрузки с помощью устройства 5 подается внутрь корпуса 3 топливо и воздух.

Гранулы шлама, находясь внутри вращающегося корпуса 3, увлекаясь его винтовыми поверхностями, поднимаются вверх и скатываются по ним в сторону выгрузки, в том числе и под влиянием конусности корпуса 1.

После обжига гранулы цементного клинкера охлаждаются в устройстве для охлаждения клинкера 6.

Технико-экономические преимущества возникают за счет обеспечения продольного перемещения гранул шлама в печи для приготовления цементного клинкера при горизонтальном расположении корпуса во вращающейся печи и создания их встречных потоков, за счет того, что внутри по всей длине корпуса образованы так же винтовые поверхности и винтовые канавки, которые обеспечивают не только перемещение гранул шлама, но и способствуют интенсификации осуществления взаимодействия гранул шлама для приготовления цементного клинкера друг с другом и со стенками корпуса, что позволяет не только влиять на характер движения гранул шлама для приготовления цементного клинкера и расширяет технологические возможности, повышает интенсивность теплообмена, упрощает эксплуатацию вращающейся печи при ее горизонтальном расположении, расширяет технологические возможности.

Выводы:

1. Показаны пути оптимизации вращающихся печей для обжига шлама для приготовления цементного клинкера.
2. Использование предлагаемых инновационных технологий, позволяет повысить скорость вращения корпуса печей в 5-10 раз за счет применения роторно-винтовых систем, увеличить производительность и сократить габариты печей.
3. Предварительный анализ технологических решений позволяет предположить, что корпус вращающейся печи целесообразно изготавливать с винтовыми поверхностями, центры кривизны которых расположены внутри корпуса.

Литература

1. Комар А.Г. / Строительные материалы и изделия // А.Г. Комар. учебник. Высшая школа, 1988. – С. 147-148.
2. Таратута В.Д. Инновационные технологии в области производства цемента / В.Д. Таратута, Г.В. Серга. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 110.

3. 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.

4. Таратута В.Д. Разработка теории придания частицам сыпучих строительных материалов движения с большой амплитудой / В.Д. Таратута, Г.В. Серга. – Краснодар: КубГАУ, 2013. – 88.

5. Пат. 2421669 Российская Федерация, МПК F 27 В 7/14. Вращающаяся печь для обжига цементного клинкера / Г.В. Серга, К.А. Белокур; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». - № 2009132730/02; заявл. 31.08.2009; опубл. 20.06.2011, Бюл. №17. – 12.

6. Пат. 2421670 Российская Федерация, МПК F 27 В 7/14. Вращающаяся печь для обжига сыпучего материала для получения цементного клинкера / Г.В. Серга, К.А. Белокур; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». - № 2009133068/02; заявл. 02.09.2009; опубл. 20.06.2011, Бюл. №17. – 11.

7. Пат. 2421671 Российская Федерация, МПК F 27 В 7/14. Печь для обжига цемента / Г.В. Серга, К.А. Белокур; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2009140639/02; заявл. 02.11.2009; опубл. 20.06.2011, Бюл. № 17. – 8.

8. Пат. 2424482 Российская Федерация, МПК В 27 С 7/14. Вращающаяся печь для приготовления цементного клинкера (варианты) / Г.В. Серга, К.А. Белокур; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2009133021/02; заявл. 02.09.2009; опубл. 20.07.2011, Бюл. № 20. – 14.

9. Пат. 2456520 Российская Федерация, МПК F 27 В 7/16. Вращающаяся печь для приготовления цементного клинкера (варианты)/ Г.В. Серга, В.Д. Таратута, К.А. Белокур; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». - № 2009126872/03; заявл. 13.07.2009; опубл. 20.07.12., Бюл. № 20. – 10.

10. Пат. 2469250 Российская Федерация, МПК F 27 В7/16. Вращающаяся печь для приготовления цементного клинкера / Г.В. Серга, В.Д. Таратута; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2011117939/02; заявл. 04.05.2011; опубл. 10.12.2012, Бюл. №34. – 15.

11. Пат. 2476793 Российская Федерация, МПК F27В 7/14 . Печь вращающаяся для приготовления цементного клинкера / Г.В. Серга, В.Д. Таратута, К.А. Белокур; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2011106741/02; заявл. 22.02.2011; опубл. 27.02. 2013, Бюл. №6. – 15.

12. Пат. 2476794 Российская Федерация, МПК F27В 7/14. Вращающаяся печь для обжига шлама для приготовления цементного клинкера / Г.В. Серга, В.Д. Таратута, К.А. Белокур; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2011107328/02; заявл. 25.02.2011; опубл. 27.02. 2013, Бюл. № 6. – 14.

13. Пат. 2476795 Российская Федерация, МПК F27В 7/14 . Вращающаяся печь для обжига шлама для приготовления цементного клинкера / Г.В. Серга, В.Д. Та-

ратута; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2011117928/02; заявл. 04.05.2011; опубл. 27.02. 2013, Бюл. № 6. – 14.

14. Пат. 2476796 Российская Федерация, МПК F27В 7/14 . Вращающаяся печь для обжига шлама для приготовления цементного клинкера / Г.В. Серга, В.Д. Таратута; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». - № 2011117941/02; заявл. 04.05.2011; опубл. 27.02. 2013, Бюл. № 6.– 13.

15. Пат. 2479810 Российская Федерация, МПК F27В 7/16. Вращающаяся печь для обжига клинкера / Г.В. Серга, В.Д. Таратута; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2011123070/02; заявл. 07.06.2011; опубл. 20.04.2013, Бюл. № 11. – 12.

16. Пат. 2483260 Российская Федерация, МПК F27В 7/14. Печь для обжига цемента (варианты)/ Г.В. Серга, К.А. Белокур; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2009143193/03; заявл. 23.11.2009; опубл. 27.05.2013, Бюл. № 15.– 19.

17. Пат. 2533292 Российская Федерация, МПК F27В 7/16. Печь для приготовления цементного клинкера/ Г.В. Серга, В.Д. Таратута; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». - № 2013120415/02; заявл. 30.04.2013; опубл. 20.11.2014, Бюл. № 32.– 13

18. Пат. 2536318 Российская Федерация, МПК F27В 7/16. Печь вращающаяся для приготовления цементного клинкера/ Г.В. Серга, В.Д. Таратута; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2013120422/02; заявл. 30.04.2013; опубл. 20.12.2014, Бюл. № 35. – 13.

19. Пат. 2561571 Российская Федерация, МПК F27В 7/14. Вращающаяся печь для обжига шлама для приготовления цементного клинкера / Г.В. Серга, В.Д. Таратута; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». - № 2014114567/02; заявл. 11.04.2014; опубл. 27.08.2015, Бюл. № 24. – 17.

20. Пат. 2007226 Российская Федерация, МПК 5В07В 1/22 А. Семяочистительная машина / Г. В. Серга, К. В. Филин; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». – № 4926616/03; заявл. 08.11.1993; опубл. 20.08.1994.

21. Пат. 2113337 Российская Федерация, МПК 6В24В 31/02. Устройство для абразивной обработки деталей / Г. В.Серга, Л.Н. Луговая, И.И. Табачук; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». – № 96121168/02; заявл. 08.11.1998; опубл. 20.08.1998.

22. Пат.2121890 Российская Федерация, МПК 6В07В 1/22 А. Машина для сепарации сыпучих сред / Серга Г. В., Луговая Л. Н., Табачук И. И., Кравченко Э.В., Ляу А. В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». – № 97113113/03; заявл. 09.10.1997; опубл. 25.09.1998.

23. Пат.2139150 Российская Федерация, МПК 6В07в 1/22 А. Барабанный грохот / Серга Г. В., Ляу А. В.Иванов А.Н.; заявитель и патентообладатель Федеральное

государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». – № 97113113/03; заявл. 28.07.1998; опубл. 25.09.1999.

24. Пат.2228402 Российская Федерация, МПК 7E02D 5/56. Винтовая свая / Серга Г. В., Резниченко С. М., Довжикова Н.Н., Кремянский Ф. В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2002115673/03; заявл. 11.06.2002; опубл. 18.09.2004.

25. Пат.2398678 Российская Федерация, МПК B28C 5/20 А. Вибрационный бетоносмеситель / Серга Г. В., Таратута В. Д., Цыбулевский В. В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». – № 2009111958/03; заявл. 31.03.2009; опубл. 01.01.2010.

26. Пат.2027130 Российская Федерация, МПК 6F26B 11/04. 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. 0.03.1994; опубл. 01.07.1995.

27. Пат.2172373 Российская Федерация, МПК 7E02D 5/56. Винтовая свая / Серга Г. В., Иванов А.Н., Сидоренко Л. И., Ляу А. В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное учреждение высшего профессионального образования «Кубанский государственный аграрный университет». – № 99105148/03; заявл. 15.03.1999; опубл. 15.04.2001.

References

1. Komar A.G. / Stroitel'nye materialy i izdelija // A.G. Komar. uchebnik. Vysshaja shkola, 1988. – S. 147-148.

2. Taratuta V.D. Innovacionnye tehnologii v oblasti proizvodstva cementa / V.D. Taratuta, G.V. Serga. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – 110.

3. 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.

4. Taratuta V.D Razrabotka teorii pridaniya chasticam sypuchih stroitel'nyh materialov dvizhenija s bol'shoj amplitudoj / V.D. Taratuta, G.V. Serga. – Krasnodar: KubGAU, 2013. – 88.

5. Pat. 2421669 Rossijskaja Federacija, MPK F 27 B 7/14. Vra-shhajushhajasja pech' dlja obzhiga cementnogo klinkera / G.V. Serga, K.A. Belokur; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2009132730/02; zajavl. 31.08.2009; opubl. 20.06.2011, Bjul. № 17. – 12.

6. Pat. 2421670 Rossijskaja Federacija, MPK F 27 B 7/14. Vra-shhajushhajasja pech' dlja obzhiga sypuchego materiala dlja poluchenija cementnogo klinkera / G.V. Serga, K.A. Belokur; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2009133068/02; zajavl. 02.09.2009; opubl. 20.06.2011, Bjul. №17. – 11.

7. Pat. 2421671 Rossijskaja Federacija, MPK F 27 B 7/14. Pech' dlja obzhiga cementa / G.V. Serga, K.A. Belokur; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2009140639/02; zajavl. 02.11.2009; opubl. 20.06.2011, Bjul. №17. – 8.

8. Pat. 2424482 Rossijskaja Federacija, MPK V 27 S 7/14. Vra-shhajushhajasja pech' dlja prigotovlenija cementnogo klinkera (varianty) / G.V. Serga, K.A. Belokur; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». - № 2009133021/02; zajavl. 02.09.2009; opubl. 20.07.2011, Bjul. № 20. – 14.

9. Pat. 2456520 Rossijskaja Federacija, MPK F 27 B 7/16. Vra-shhajushhajasja pech' dlja prigotovlenija cementnogo klinkera (varianty)/ G.V. Serga, V.D. Taratuta, K.A. Belokur; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2009126872/03; zajavl. 13.07.2009; opubl. 20.07.12., Bjul. № 20. – 10.

10. Pat. 2469250 Rossijskaja Federacija, MPK F 27 V7/16. Vrashhajushhajasja pech' dlja prigotovlenija cementnogo klinkera / G.V. Serga, V.D. Taratuta; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2011117939/02; zajavl. 04.05.2011; opubl. 10.12.2012, Bjul. №34. – 15.

11. Pat. 2476793 Rossijskaja Federacija, MPK F27B 7/14 . Pech' vrashhajushhajasja dlja prigotovlenija cementnogo klinkera / G.V. Serga, V.D. Taratuta, K.A. Belokur; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2011106741/02; zajavl. 22.02.2011; opubl. 27.02. 2013, Bjul. №6. – 15.

12. Pat. 2476794 Rossijskaja Federacija, MPK F27B 7/14. Vrashhajushhajasja pech' dlja obzhiga shlama dlja prigotovlenija cementnogo klinkera / G.V. Serga, V.D. Taratuta, K.A. Belokur; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». - № 2011107328/02; zajavl. 25.02.2011; opubl. 27.02. 2013, Bjul. № 6. – 14.

13. Pat. 2476795 Rossijskaja Federacija, MPK F27B 7/14 . Vrashhajushhajasja pech' dlja obzhiga shlama dlja prigotovlenija cementnogo klinkera / G.V. Serga, V.D. Taratuta; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2011117928/02; zajavl. 04.05.2011; opubl. 27.02. 2013, Bjul. № 6. – 14.

14. Pat. 2476796 Rossijskaja Federacija, MPK F27B 7/14 . Vrashhajushhajasja pech' dlja obzhiga shlama dlja prigotovlenija cementnogo klinkera / G.V. Serga, V.D. Taratuta; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2011117941/02; zajavl. 04.05.2011; opubl. 27.02. 2013, Bjul. № 6.– 13.

15. Pat. 2479810 Rossijskaja Federacija, MPK F27B 7/16. Vrashhajushhajasja pech' dlja obzhiga klinkera / G.V. Serga, V.D. Taratuta; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2011123070/02; zajavl. 07.06.2011; opubl. 20.04.2013, Bjul. № 11.– 12.

16. Pat. 2483260 Rossijskaja Federacija, MPK F27B 7/14. Pech' dlja obzhiga cementa (varianty)/ G.V. Serga, K.A. Belokur; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2009143193/03; zajavl. 23.11.2009; opubl. 27.05.2013, Bjul. № 15. – 19.

17. Pat. 2533292 Rossijskaja Federacija, MPK F27B 7/16. Pech' dlja prigotovlenija cementnogo klinkera/ G.V. Serga, V.D. Taratuta; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2013120415/02; zajavl. 30.04.2013; opubl. 20.11.2014, Bjul. № 32. – 13

18. Pat. 2536318 Rossijskaja Federacija, MPK F27B 7/16. Pech' vrashhajushhajasja dlja prigotovlenija cementnogo klinkera / G.V. Serga, V.D. Taratuta; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2013120422/02; zajavl. 30.04.2013; opubl. 20.12.2014, Bjul. № 35. – 13

19. Pat. 2561571 Rossijskaja Federacija, MPK F27B 7/14. Vrashhajushhajasja pech' dlja obzhiga shlama dlja prigotovlenija cementnogo klinkera / G.V. Serga, V.D. Taratuta; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». - № 2014114567/02; zajavl. 11.04.2014; opubl. 27.08.2015, Bjul. № 24. – 17.

20. Pat. 2007226 Rossijskaja Federacija, MPK 5V07V 1/22 A. Semjaochistitel'naja mashina / G. V. Serga, K. V. Filin; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». - № 4926616/03; zajavka. 08.11.1993; opubl. 20.08.1994.

21. Pat. 2113337 Rossijskaja Federacija, MPK 6V24V 31/02. Ustrojstvo dlja abrazivnoj obrabotki detalej / G. V.Serga, L.N. Lugovaja, I.I. Tabachuk; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 96121168/02; zajavka. 08.11.1998; opubl. 20.08.1998.

22. Pat.2121890 Rossijskaja Federacija, MPK 6V07V 1/22 A. Mashina dlja separacii sypuchih sred / Serga G. V., Lugovaja L. N., Tabachuk I. I., Kravchenko Je.V., Ljau A. V.; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 97113113/03; zajavka. 09.10.1997; opubl. 25.09.1998.

23. Pat.2139150 Rossijskaja Federacija, MPK 6V07v 1/22 A. 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». - № 97113113/03; zajavka. 28.07.1998; opubl. 25.09.1999.

24. Pat.2228402 Rossijskaja Federacija, MPK 7E02D 5/56. 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; zajavka. 11.06.2002; opubl. 18.09.2004.

25. Pat.2398678 Rossijskaja Federacija, MPK V28S 5/20 A. Vib-racionnyj betonosmesitel' / Serga G. V., Taratuta V. D., Cybulevskij V. V.; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». – № 2009111958/03; zajavka. 31.03.2009; opubl. 01.01.2010.

26. Pat.2027130 Rossijskaja Federacija, MPK 6F26V 11/04. Su-shilka 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; zajavka. 10.03.1994; opubl. 01.07.1995.

27. Pat.2172373 Rossijskaja Federacija, MPK 7E02D 5/56. Vintovaja svaja / Serga G. V., Ivanov A.N., Sidorenko L. I., Ljau A. V.; zajavitel' i patentoobladatel' Federal'noe gosudarstvennoe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovanija «Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet». - № 99105148/03; zajavka. 15.03.1999; opubl. 15.04.2001.