

УДК 66.047.596

Доцент И.С. Юрова, аспирант И.В. Кузнецов,
профессор С.В. Шахов, докторант Э.З. Матеев

(Воронеж. гос. ун-т инж. технол.) кафедра машин и аппаратов пищевых производств.
тел. (473) 255-35-54

E-mail: s_shahov@mail.ru

Associate Professor I.S. Iurova, graduate I.V. Kuznetsov,
professor S.V. Shakhov, doctoral E.Z. Mateev

(Voronezh state university of engineering technologies) Department of machinery and equipment
for food production. phone (473) 255-35-54

E-mail: s_shahov@mail.ru

Барабанная сушилка для обезвоживания дисперсных продуктов

Drum dryer for drying the particulate products

Реферат. Для повышения эффективности процесса сушки предлагается барабанная установка, в барабане которой предусмотрен механизм создания различных зон обеспечивающих необходимый температурный и гидродинамический режим процесса сушки по мере прохождения продукта по барабану и изменения в нем соотношения различных форм связи влаги, а также интенсификация процесса на последней стадии сушки путем создания разрежения в непрерывном технологическом потоке сушки. Барабан обеспечивает образование зоны разделения теплоносителя с помощью рассекателя, зоны интенсивной сушки путем размещения лопастных насадок в шахматном порядке с разделительным кольцом, зоны разделения отработанного теплоносителя от жома в результате установки сепаратора, в котором располагается эллиптический диск, имеющий разрезы по прямой от края до центра, с образованием треугольной щели для прохождения подсушенного жома и теплоносителя, а также зоны досушки путем выполнения участка барабана соответствующего зоне перфорированным по длине которого расположены подпружиненные лопастные насадки, представляющие собой лопасти, соединенные дугообразной штангой с металлическими пластинами, расположенными с внешней стороны барабана и по форме повторяющие его контур, при этом дугообразная штанга с внутренней стороны барабана снабжены пружинами, концы которых упираются в верхнюю и нижнюю упорные гайки, причем лопасти и металлические пластины установлены с возможностью вращения относительно места крепления на барабане и снабжены ребрами жесткости.

Summary. For raise effectiveness drying process drum-type installation in which drum the mechanism of creation of various zones providing a necessary temperature and hydrodynamic regime of process of drying in process of product passage on a drum and changes in it of a relationship of various forms of communication of a moisture, and also a process intensification at last stage of drying by creation разрежения in a continuous technological stream of drying is provided is offered. The drum provides formation of a zone of separation of heat-transfer agent by means of the dissector, zones of intensive drying by disposing lobate nozzles in chessboard order with a dividing ring, zones of separation of the completed heat-transfer agent from жома as a result of separator installation in which the elliptic disk having cuts on a straight line from edge to the centre places, with formation of the triangular slot for passage dried pulp and heat-transfer agent, and also zones the final drying by performance of a section of a drum matching to a zone perforated on which length are had spring-loaded lobate nozzles representing the blades connected bow-shaped rod with metal plates, had with outer side of a drum and under the form repeating its contour, thus the bow-shaped rod from the interior of a drum which ends are supplied by springs rest against overhead and bottom persistent screw nuts, and blades and metal plates are installed with possibility of twirl concerning a fastening place on a drum and supplied by reinforcing ribs.

Ключевые слова: сушка, дисперсный материал, сыпучий продукт, барабанная сушилка, жом

Keywords: drying, particulate material, flowing product, tumble dryer, pulp

При сушке некоторых дисперсных продуктов в барабанных сушилках [1-3] в результате обезвоживания происходит изменение их физико-механических свойств.

Так, например, объемная усушка жома и изменение в следствие этого угла его естественного откоса, меняющегося в пределах от 60 до 40°, создаёт затруднение при сушке жома в барабанных сушилках с разрежением [4, 5], снижая эффективность процесса.

Для повышения эффективности процесса сушки в предлагаемой барабанной установке

предусмотрен механизм создания различных зон по мере прохождения продукта по барабану, обеспечивающих необходимый температурный и гидродинамический режим процесса сушки, меняющийся при изменении соотношения различных форм связи влаги в процессе. Кроме того, на последней стадии непрерывного технологического потока сушки предусмотрена зона разрежения для интенсификации процесса.

© Юрова И.С., Кузнецов И.В.,
Шахов С.В., Матеев Э.З., 2014

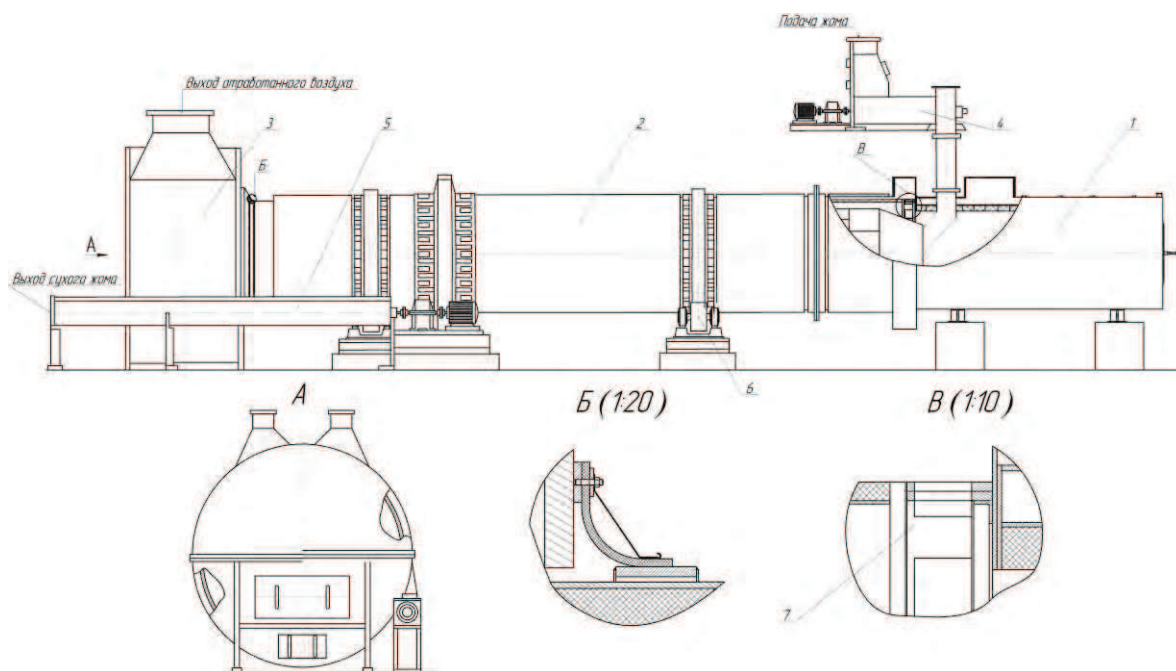


Рисунок 1. Сушилка для дисперсных продуктов

Барабанная сушилка для дисперсных продуктов (рисунок 1) состоит из цилиндрической топки с двойной инъекцией воздуха 1, барабана 2 с приводом 3, венцовой шестерней 4, опорными бандажами 5 и роликами 6, кольцом с прорезями 7, разгрузочного бункера 8, подающего

шнека-смесителя 9 с приводом 10 и разгрузочного шнека для сухого жема 11. При этом барабан 2 (рисунок 2) сушилки снабжен рассекателем 12, лопастными насадками 13, сепаратором 14, подпружиненными лопастными насадками 15, защитным покрытием 16, кольцом 17.

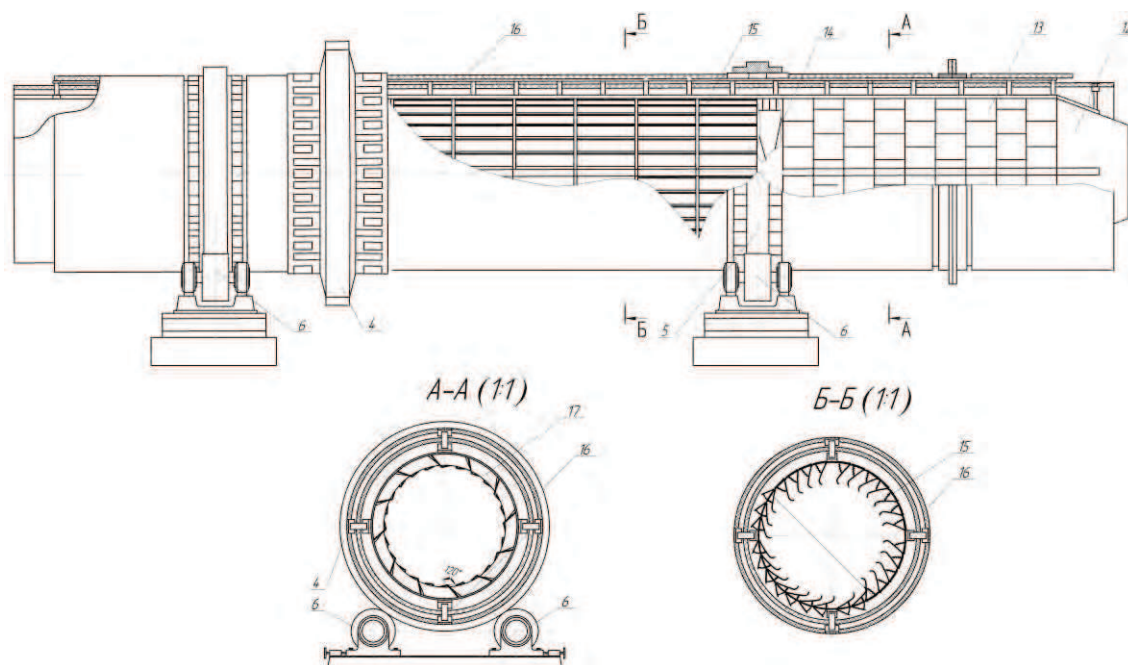


Рисунок 2. Барабан сушилки

На участке расположения подпружиненных лопастных насадок 15 барабан (рисунок 3) выполнен перфорированным и снабжен опорой 18, пружиной 19, дугообразной штангой 20 с верхней 21 и нижней 22 упорными гайка-

ми, а также лопастями 23 и металлическими пластинами 24, установленными с возможностью вращения относительно места крепления на барабане и снабжены ребрами жесткости, соответственно 25 и 26.

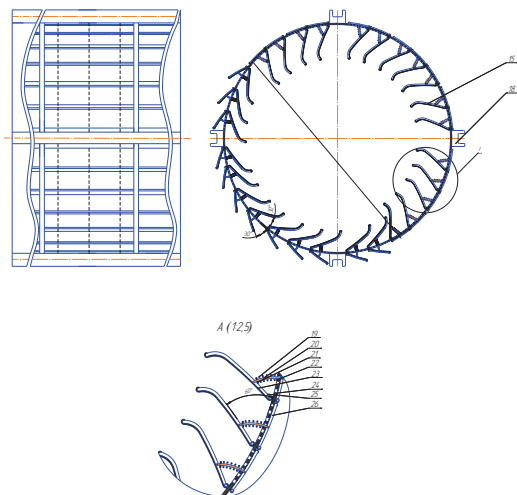


Рисунок 3. Перфорированный барабан сушилки

Сепаратор 14 (рисунок 4) имеет корпус 27, эллиптический диск 28 и полосу крепления 29. Эллиптический диск 28 имеет разрезы по прямой от края до центра, с образованием треугольной щели для прохождения подсушенного жома и теплоносителя.

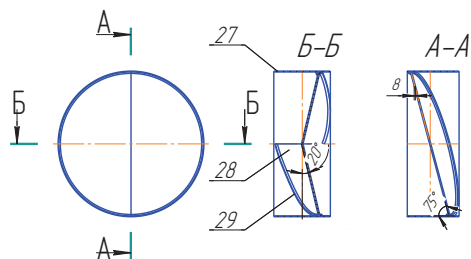


Рисунок 4. Сепаратор

Топка (рисунок 5) 1 включает в себя опору 30, футеровку 31, газовую горелку 32, нагнетающий воздуховод 33, насос 34, камеру сгорания 35, кольцевую щель для подачи воздуха 36.

Конструкция барабана 2 сушилки обеспечивает образование следующих зон: разделения теплоносителя с помощью рассекателя, быстрой или интенсивной суши, разделения отработанного теплоносителя от жома и зоны досушки.

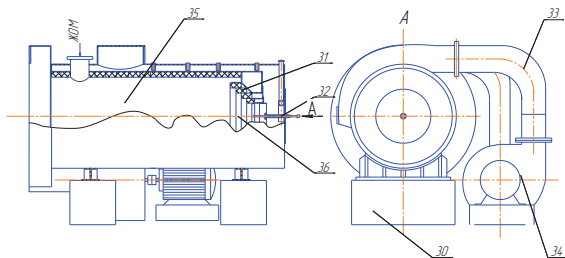


Рисунок 5. Топка

Описанная выше сушилка для дисперсных продуктов работает следующим образом (на примере жома сахарной свеклы).

Жом (рисунок 1) через подающий шнек-смеситель 9 попадает в сушильный барабан 2 в

зону быстрой или интенсивной суши, где с помощью лопастной насадки 13 из жома образуется жомовая шторка.

Лопастная насадка 13 (рисунок 2), размещенная в шахматном порядке с разделительным кольцом (например, диаметром 2295 мм) обеспечивает удержание жома на лопасти насадки 13 и не позволяет напору воздуха сдвигать его с лопастей, создавая одновременно по всей длине данной зоны равномерную шторку жома, которая вызывает большое сопротивление проходящему теплоносителю. При этом теплоноситель с высокой температурой соприкасается с наиболее влажным жомом и быстро охлаждается. Благодаря непрерывному испарению влаги из жома его температура в барабане не поднимается выше точки кипения воды при данном давлении, а температура жома остается ниже температуры кипения воды.

В зоне разделения отработанного теплоносителя от жома установлен сепаратор 14 (рисунок 3), в котором располагается эллиптический диск 28, имеющий разрезы по прямой от края до центра. Разрезы образуют треугольную щель для прохождения подсушенного жома и теплоносителя. За счёт создавшегося изменения направления теплоносителя происходит отделение отработанного теплоносителя от жома и уноса жома не происходит.

За счёт большого сопротивления в первых трех зонах и обеспечения герметичности в зоне досушки, в последней создается кипящий слой, обеспечивающий унос более лёгких частиц и удаление их отработанным теплоносителем. В свою очередь установка подпружиненной лопастной насадки 15 исключает пересушку жома, поскольку насадка 15 обеспечивает подачу теплоносителя непосредственно к высушиваемому жому: за счёт силы тяжести жом давит на насадку 15, тем самым сжимая пружину 19, открывает доступ теплоносителя к высушиваемому продукту. Когда на подпружиненную лопасть 23 перестаёт действовать сила тяжести жома, пружина 19 разжимается и перекрывается отверстие на перфорированном барабане, что обеспечивает герметизацию. За счёт создаваемой герметизации жом находится в псевдооживленном слое.

Жом удаляется из барабана с помощью разгрузочного бункера 8 и разгрузочного шнека для сухого жома 11 (рисунок 1).

Очистка воздуха от жомовой пыли осуществляется в циклонах (не показаны), откуда жомовая пыль подаётся в шнек 11, а отработанный теплоноситель, имеющий температуру 120-140 °С, контактирует с водой, создавая пар, который направляется на первый корпус выпарки или на другие технологические нужды.

Уменьшение теплопотерь обеспечивается за счёт защитного покрытия 16, имеющего теплоизоляцию, а также ложного потолка (рисунок 2). В образовавшееся воздушное про-

странство ложного потолка всасывается атмосферный воздух, который далее подаётся на цилиндрическую топку.

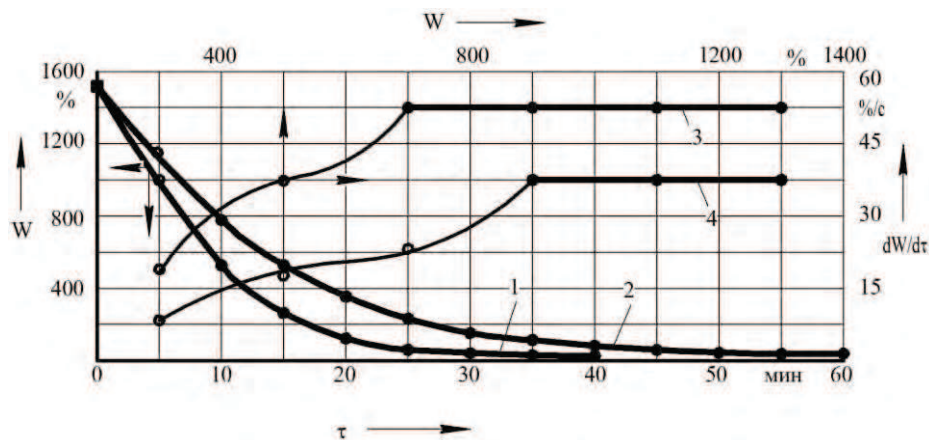


Рисунок 6. Кинетика процесса сушки свекловичного жома
1,3 – в предлагаемой барабанной сушилке; 2,4 – в традиционной барабанной сушилке

Экспериментальные исследования процесса сушки свекловичного жома в рассматриваемой барабанной сушилке (рисунок 6) показывают, что при температуре теплоносителя 100 °С время сушки до равновесного влагосодержания 12-13 % снижается на 50 %, а скорость сушки в период постоянной скорости сушки увеличивается до 50 %/с. Увеличение эффективности процесса удаления влаги происходит за счет гидродинамического увеличения разности парциальных давлений, создаваемых сушильным агентом.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Антипов С.Т., Шахов С.В., Кузнецов И.В. Совершенствование конструкции барабанной сушилки для обезвоживания свекловичного жома // Четвёртая Международная научно – практическая конференция «Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и термо-влажностная обработка материалов) СЭТТ – 2011». 20-23 сентября 2011 Труды конференции. Том 2. М.: ФГОУ ВПО МГАУ, 2011. С. 52-54.
- 2 Кузнецов И.В., Шахов С.В., Шаршов В.Н., Пивоваров Я.С. Движение продукта в барабане с положительным углом наклона // Современные наукоемкие технологии. 2013. № 8-2. С. 250.
- 3 Воронов С.С., Кузнецов И.В., Гавриленков А.М., Шахов С. В. Реализация осциллирующих режимов сушки в барабанном сушильном агрегате // Современные наукоемкие технологии. 2014. № 5. Часть 1. С. 161.
- 4 Пат. 2296282, RU, МКИ 26 В 11/04 Барабанная сушилка для продуктов, подверженных комкообразованию / Антипов С.Т., Шахов С.В., Поплавский А.Г., Бабенко Д.С., Федичкин Е.Н., Мамкина Ю.В. № 2005133741/06; Заявл. 27.03.2007; Опубл. 2007, Бюлл. № 9.

5 Пат. 2367865, RU, МКИ F 26 В 11/04 Барабанная сушилка с канальной насадкой / Антипов С.Т., Шахов С.В., Гавриленков А.М. № 2008128107/06; Заявл. 09.07.2008; Опубл. 20.09.2009, Бюлл. № 26.

REFERENCES

- 1 Antipov S.T., Shakhov S.V., Kuznetsov I.V. Improving the design of the drum dryer for dehydration of sugar beet pulp. Chetvertaia Mezhdunarodnaia nauchno-prakticheskaiia konferentsiia «Sovremennye energosberegaiushchie teplovyie tekhnologii (sushka i termovlazhnostnaia obrabotka materialov) SETT - 2011 » [Fourth International scientific - practical conference "Modern energy-saving thermal technology (drying and hydrothermal treatment of materials) SETT - 2011"], Moscow, 2011, pp. 52-54. (In Russ.).
- 2 Kuznetsov I.V. , Shakhov S.V. , Sharshov V.N. , Pivovarov Ia.S. The movement of the product in the drum with a positive slope. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. [Modern high technologies], 2013, no. 8-2, pp. 250. (In Russ.).
- 3 Voronov S.S., Kuznetsov I.V., Gavrilencov A.M., Shakhov S. V. Implementation of the oscillating modes of drying in a tumble dryer unit. *Sovremennye naukoemkie tekhnologii*. [Modern high technologies], 2014, no. 5, part 1, pp. 161. (In Russ.).
- 4 Antipov S.T., Shakhov S.V., Poplavskii A.G., Babenko D.S., Fedichkin E.N., Mamkina Iu.V. Barabannaia sushilka dlia produktov, podverzhennykh komkoobrazovaniuu [Drum dryer for products subject to lump formation]. Patent RF, no. 2296282, 2007. (In Russ.).
- 5 Antipov S.T., Shakhov S.V., Gavrilencov A.M. Barabannaia sushilka s kanal'noi nasadkoi [Drum dryer with a nozzle channel]. Patent RF, no. 2367865, 2008. (In Russ.).