

РАЗРАБОТКА МАЛОГАБАРИТНОЙ РАСПЫЛИТЕЛЬНОЙ СУШИЛКИ ДЛЯ СУШКИ ТЕРМОЛАБИЛЬНЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

Уланбек кызы Атыркүл, магистрант гр. ТМОм 1-19, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, ул. Ч. Айтматова 66

Кочнева Светлана Владимировна, к.т.н., профессор, Кыргызский государственный технический университет им. И. Раззакова, Бишкек, Кыргызстан, ул. Ч. Айтматова 66

Аннотация. Сушка распылением- один из способов консервирования пищевых продуктов. Используется для высушивания широкого ассортимента термолабильных пищевых продуктов.

При этом способе материал распыляется на мельчайшие частицы при кратковременном воздействии на высушиваемый продукт сушильного агента. На сегодняшний день, в основном, это дисковые распылительные сушилки крупной производительности.

Учитывая интенсивное развитие среднего и малого бизнеса, в частности для пищевой и перерабатывающих отраслей промышленности, необходимость в столь габаритных сушилках отпала.

На сегодня практический интерес представляет разработка малогабаритных распылительных сушилок, в качестве рабочего органа распыления в которых используются, например, пневмоцентробежные распылители, позволяющие увеличить время пребывания частиц продукта в камере сушилки; при этом газожидкостной поток не касается стен сушильной камеры, что приводит к уменьшению высоты и диаметра сушилки и позволяет регулировать габаритные размеры (диаметр и высоту)сушилки в сторону их уменьшения.

Ключевые слова: малогабаритная распылительная сушилка для термолабильных продуктов, пневмоцентробежный распылитель.

DEVELOPMENT OF A SMALL SPRAY DRYER FOR DRYING THERMAL FOOD PRODUCTS

Ulanbek kyzy Atyrkul, master student gr. TMOm 1-19, Kyrgyz State Technical University. I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyzstan, st. Ch. Aitmatova 66

Kochneva Svetlana Vladimirovna, Candidate of Technical Sciences, Professor, Kyrgyz State Technical University named after I. Razzakov, Bishkek, Kyrgyzstan, st. Ch. Aitmatova 66

Annotation. Spray drying is one way to preserve food. It is used for drying a wide range of thermally labile food products.

In this method, the material is sprayed onto the smallest particles with a short exposure of the dried product to a drying agent. Today, these are mainly large capacity disk spray dryers.

Considering the intensive development of medium and small businesses, in particular for the food and processing industries, the need for such large-scale dryers has disappeared. Today, it is of practical interest to develop small-sized spray dryers, in which, for example, pneumatic centrifugal

sprayers are used as a spraying working body, which allow increasing the residence time of product particles in the dryer chamber; in this case, the gas-liquid flow does not touch the walls of the drying chamber, which leads to a decrease in the height and diameter of the dryer and allows you to adjust the overall dimensions (diameter and height) of the dryer in the direction of their reduction.

Keywords: small-sized spray drying, heat-sensitive food products, centrifugal and pneumocentrifugal sprayer.

Сушка, как правило, в производстве многих термолабильных пищевых продуктов, является обязательной операцией, от аппаратурно-технического оформления которой и режима сушки зависит в основном качество получаемого продукта.

Суть процесса сушки заключается в удалении влаги из продукта путем её испарения и отвода образовавшихся паров. Она представляет собой сложный теплообменный процесс, скорость которого определяется скоростью внутридиффузионного переноса влаги в твердом теле.

Выбор наиболее рационального метода сушки и типа сушилки заключается в получении наиболее выгодных технико-экономических показателей работы сушилки при получении продукта с необходимыми заданными свойствами, обеспечение надежной работы сушилки.

Особое внимание при этом необходимо уделять структуре высушиваемого продукта или материала, его тепловым и сорбционно-когезионным свойствам.

Сушилки, применяемые в пищевой промышленности, разнообразны по конструкции и способу подвода тепла и влажному материалу причем наибольшее распространение получили кондуктивные и конвективные сушилки.

Распылительная сушка-это один из современных способов конвективной сушки, при котором жидкий тонкодиспергированный продукт распыляется на тончайшие капли и высушивается. Этот способ используется для сушки широкого ассортимента жидких пищевых продуктов: суспензий, пульп, растворов, в частности, для сушки яиц, обезжиренного молока, фруктовых соков и т.д. с целью их получения в порошкообразном виде. [1]

Суть процесса сводится к тому, что материал или продукт распыляется на частицы размером $10 \div 100$ мкм, что способствует значительному увеличению поверхности соприкосновения с сушильным агентом (теплоносителем), повышая интенсивность сушки. Следует отметить, что при этом способе происходит кратковременное температурное воздействие сушильного агента на распыляемый продукт, в связи с чем процесс сушки протекает очень быстро (обычно $15 \div 30$ с) и частицы в зоне повышенных температур имеют насыщенную поверхность, температура которой приближается к температуре адиабатного испарения чистой жидкости. В связи с тем, что сушка происходит практически мгновенно, а температура распыленных частиц невысока, высушенный продукт получается высокого качества. [2]

Помимо этого, благодаря таким преимуществам, как простота аппаратов, возможность регулирования свойств высушиваемого продукта, сравнительно высокая экономичность, невысокое температурное воздействие на продукт при его обезвоживании, высокие единичные мощности установок, распылительная сушка – это наиболее часто применяемое оборудование для высушивания термолабильных продуктов.

На сегодняшний день наибольшее распространение получили дисковые распылительные сушилки крупной производительности ($500 \div 1000$ кг) испаренной влаги, которые, наряду с целым рядом преимуществ, имеют следующие недостатки:

- установки, работающие при мягких режимах высушивания (начальная температура воздуха $100 \div 150^\circ\text{C}$) термолабильных пищевых продуктов, имеют значительные габариты сушильных камер;
- органы распыления сложны в конструктивном отношении и имеют высокую стоимость;

➤ оборудование для отделения сухого продукта от отработанного воздуха и улавливания пыли довольно сложное, габаритное и высокостойкое.

➤ энергетические затраты (теплота и электроэнергия) в этих распылительных сушилках довольно значительные, а именно ими определяется в конечном счете качество получаемого продукта и его стоимость.

Учитывая, что в настоящее время интенсивно развиваются предприятия малого и среднего бизнеса (в т.ч. в фермерских хозяйствах) для отраслей аграрно-промышленного комплекса, где преобладает установка оборудования малой и средней мощности, необходимость в столь габаритных распылительных сушилках высокой производительности отпала (Рис.1.)



Рис.1. Распылительная дисковая сушилка $Q = 1000$ кг/ч

На сегодня практический интерес представляет разработка конструкций малогабаритных распылительных сушилок для сушки, в том числе, термолабильных пищевых продуктов, в камерах которых используются нестационарные аэродинамические режимы сушки.

Немаловажное значение при этом приобретает равномерная по высоте камеры сушилки подача сушильного агента (теплоносителя), увеличение времени пребывания распыленных частиц продукта в рабочем объеме камеры, а также исключение или по возможности уменьшение отложений недовысохших частиц на стенах и потолке сушильной камеры.

Для выполнения этих условий решающее значение имеет правильный выбор процесса гидродинамики распыления, который зависит от конструкции выбранного распылительного органа. Именно им будет характеризоваться интенсивность тепло- и массообмена в процессе сушки, при котором происходит уменьшение размеров и массы частиц, в связи с имеющим место испарением, что в свою очередь, оказывает решающее влияние на гидродинамику процесса.

На основании выше сказанного, для проведения исследований нами была разработана конструкция пневмоцентробежного распылителя, который использовался в качестве органа распыления в разработанной в КГТУ опытной малогабаритной распылительной сушилке. Он представляет собой центробежный диск, заключенный в неподвижный корпус, в который подавался сжатый воздух. [3]

Пневмоцентробежный распылитель позволял осуществлять мягкий, щадящий режим сушки, обеспечивая при диспергировании однородность капель требуемых размеров, позволяющий регулировать форму факела распыла в желаемом направлении, что влияло на габариты камеры.

Простота конструкции механизма привода гарантировала эксплуатационную надежность, получение качественного распыла при незначительных оборотах диска (5000 об/ мин), простоту в обслуживании и, как следствие, уменьшение энергозатрат.

Малогабаритная распылительная сушилка представлена на рис. 2.

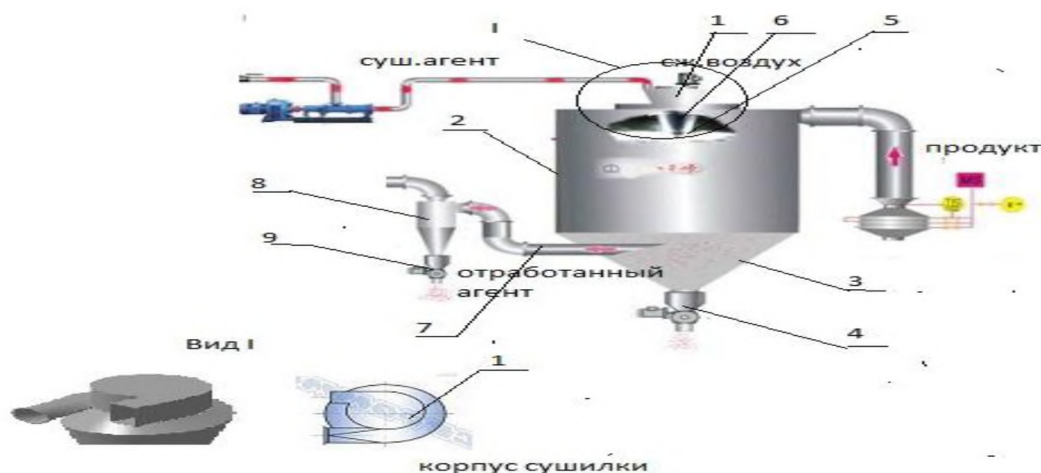


Рис.2. Малогабаритная распылительная сушилка: 1-литкообразный короб для подачи сушильного агента в камеру; 2-цилиндрическая часть сушильной камеры; 3-конус камеры; 4- отверстие для выгрузки готового порошка; 5-патрубок ввода сушильного агента; 6-пневмоцентробежный распылитель; 7-система удаления отработанного сушильного агента; 8-циклон; 9-сборник сухого продукта

Камера сушилки состоит из трех частей: литкообразного короба 1, в котором расположен патрубок ввода сушильного агента 5 и пневмоцентробежный распылитель 6. Через патрубок 5 в цилиндрическую часть сушильной камеры по касательной к окружности цилиндра поступает сушильный агент (теплоноситель).

Верхняя часть сушильной камеры, где расположен короб 1, соединена с цилиндрической частью 2, к нижней части которой присоединена коническая часть 3 камеры.

Нижняя коническая часть заканчивается узлом выгрузки сухого порошкообразного продукта 4. Здесь же установлена система удаления отработанного сушильного агента 7 с циклоном 8 и сборником сухого продукта 9.

Разработанная малогабаритная сушилка работает следующим образом.

Термолabileльный жидкий пищевой продукт, подвергаемый сушке, диспергируется пневмоцентробежным распылителем в объем цилиндра камеры 2. Сушильный агент (теплоноситель) подается через литкообразный короб по касательной к окружности внутренней части цилиндра в виде завихренного потока к корню факела распыла. При этом тонкораспыленные частицы продукта под действием центробежной силы и потока сжатого воздуха в распылителе, увлекаемые потоком горячего сушильного агента (теплоносителя), приобретают вращательное движение, совершая его по нисходящей траектории в виде спирали. Движущийся завихренный газожидкостный поток практически не касается стен сушильной камеры, при повышенной интенсивности процесса сушки. Распыленные частицы контактируют с сушильным агентом, мгновенно высыхают и далее транспортируются потоком теплоносителя к системе удаления отработанного сушильного агента 7, и, двигаясь по системе 7, попадают в циклон 8, где за счет возникающей центробежной силы происходит отделение сушильного агента от высохших частиц сухого продукта.

При этом часть сухого продукта, не увлекаемая системой удаления 7, накапливается в узле выгрузки 4 и удаляется из него.

Траектория движения газожидкостного потока в виде ниспадающей спирали обеспечивает большее время контакта высушиваемого продукта с сушильным агентом, увеличивает время его пребывания в рабочем объеме камеры, по сравнению с прямолинейным движением вниз, в существующих сушилках, что в конечном итоге

позволяет уменьшить высоту сушильной камеры при равной исходной производительности сушилок, увеличивая интенсивность процесса, а уменьшение или исключение отложений продукта на стенах камеры позволяет скорректировать и диаметр сушилки в сторону ее уменьшения. [4,8]

Заключение

В результате проведенных исследований были получены следующие выводы: положительный эффект данной предлагаемой конструкции сушилки в целом, а также использование пневмоцентробежного распылителя позволяет регулировать габаритные размеры сушильной камеры (диаметр и высоту) в сторону их уменьшения, что особенно важно при высушивании термолабильных продуктов.

Литература

1. Лыков М.В. Распылительные сушилки. – М.: Машиностроение, 1966. -331с.
2. Гинзбург А. С. Основы теории и техники сушки пищевых продуктов. - М.: Пищ. пром-сть, 1975. - 527 с.
3. Кочнева С.В., Усупкожоева А.А., Краюшкин А.В. Основание выбора параметров пневмоцентробежных распылителей- « Наука и горные наукоемкие технологии», №5, Бишкек, 2000 г.
4. Кожевников, С.О. Разработка смесителя для перемешивания жидких и гетерогенных сред: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.13 / Кожевников Сергей Олегович. – Иваново, 2005. – 140 с.
5. Торубаров, Н.Н. Перемешивающие устройства со сложным законом движения мешалок / Н.Н. Торубаров, Р.М. Малышев // Известия МГТУ «МАМИ». – 2014. – № 2(20). – С. 88-91.
6. Кожевников, С.О. Разработка смесителя для перемешивания жидких и гетерогенных сред: дис. ... канд. техн. наук: 05.02.13 / Кожевников Сергей Олегович. – Иваново, 2005. – 140 с.
7. Кочнева С.В., Усупкожоева А.А. Перспективы развития распылительной сушки. Ж. Известия Кыргызского государственного технического университета №6 Бишкек, 2003 г.
8. Алымкулова Н.Б. Актуальные вопросы маркировки пищевой продукции и ингредиентов / Н.Б. Алымкулова// Известия Кыргызского государственного технического университета им. И.Раззакова. 2020. №1 (53). С.76-80