

О КОНСТРУИРОВАНИИ ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА ВИБРАЦИОННОГО ТИПА

Поперечный А.Н., Миронова Н.А. (ГО ВПО «ДонНУЭТ им. М. Туган-Барановского»,
ДНР)

Тел.: +38(062)3045046; E-mail: Mironova_nad@mail.ru

Abstract: *The article, on the basis of a literary analysis of the problem of drying and experimental research in order to intensify the process proposed heat exchanger vibration-type design for drying fruit seed. The technical characteristics and advantages of the proposed device as compared with other drying installations. Considered heat exchanger design can be used on specialized enterprises for processing of vegetable raw materials, including fruit seed.*

Key words: *fruit pits, infrared radiation, vibroboiling layer, dryer.*

При переработке сырья плодоовощного производства образуется значительное количество (от 15 до 35%) отходов, рациональное использование которых дает возможность получить дополнительно продукты, представляющие значительную ценность для ряда отраслей народного хозяйства [1,2]. Отходы плодоовощной промышленности - это вторичное сырье, получаемое от переработки томатов (до 20%), картофеля (30-40%), яблок на сок (30-34%), капусты (до 18%), косточковых плодов (30-35 %), зернистых (35%), моркови на сок (31%) и других, которые содержат большое количество ценных веществ [1-3].

Фруктовые косточки в количестве около 40 тыс. тонн ежегодно образуются в консервной промышленности при переработке фруктового сырья при производстве джемов, компотов, варенья, пюре соков и т.д.

Утилизации косточек отводится особая роль, поскольку они являются ценным сырьем для масложировой промышленности, на предприятиях которой проводится комплексная переработка косточек: из ядер получают масло, из скорлупы - крошку и порошок. Косточковые масла, благодаря высокому содержанию в них триглицеридов жирных кислот, преимущественно ненасыщенных, используются в фармакопее, медицине, парфюмерной и пищевой промышленности. Крошка из скорлупы применяется для полировки и очистки деталей в космической технике, авиационной, судостроительной, автомобильной и других отраслях промышленности. Косточковый порошок служит для очистки изделий из пластмасс и резины, а также для производства активированного угля и в качестве наполнителя при производстве специальных клеев.

Прежде чем поставить косточки на масложировые предприятия, их необходимо очистить от примесей и высушить, т.к. выделенные из плодов косточки имеют повышенную влажность 25...60% и содержат значительное количество примесей в виде мякоти и выжимок. Все эти факторы способствуют быстрой порче косточек и содержащегося в их ядрах масла.

Проблема сохранения и переработки фруктовых косточек как ценного сырья для масложировой промышленности [1-3] решается их сушкой на плодоовощных предприятиях. Для этой цели используются шахтные, ленточные, вихревые, барабанные сушилки и сушилки с псевдоожиженным ("кипящим") слоем [4-7].

Поскольку сушка является сложным технологическим тепло-массообменным процессом, обеспечивающим не только сохранение нативных свойств продукта, но и улучшение этих свойств, решение актуальных задач в области сушки базируется на научных основах технологии сушки: от изучения свойств продукта к выбору методов,

обоснованию режимов процесса и только на этой основе – к созданию рациональных конструкций сушильных установок.

Прогресс в области сушки пищевых продуктов базируется на современной теории сушки, значительный вклад в развитие которой внесли Г.К. Филоненко, А.В. Лыков, П.Д. Лебедев, П.Г. Романков, Ю.А. Михайлов, М.Ф. Казанский, А.С. Гинзбург, И.М. Федоров, М.В. Лыков, Л.А. Орлов, Э.И. Гуйго, В.И. Муштаев, М.А. Гришин, А.П.Рысин и др.

Созданием и исследованием сушильных установок для сушки плодовых косточек занимаются ряд ученых-исследователей Марчук Г.С., Гаджиев А.К., Шодиев С.С.

На технологические или потребительские свойства высушенных продуктов значительное влияние оказывают способы и параметры сушки. Для этого, прежде всего, необходимо создать определенные условия для получения рациональных параметров сушки (продолжительности, температуры, влагосодержания).

Известно, что одной из важнейших проблем эффективной эксплуатации сушилок на производстве является управление техническим состоянием оборудования. Изучение современного состояния проблем сушки плодовых косточек в пищевой промышленности, обзор имеющихся научных исследований по данной теме и анализ технического уровня и качества исследуемого оборудования показали, что недостаточно исследована надежность оборудования для сушки плодовых косточек, не установлены законы вероятности безотказной работы, недостаточно объективны и обоснованы существующие надежность показатели машин.

Можно выделить следующие требования к процессу сушки, которые определены тенденциями развития современных рыночных отношений и проблемой обеспечения населения качественными продуктами с высоким содержанием питательных веществ:

- выбор рациональных параметров процесса, которые помогут получить высокий уровень сохранения ценных веществ в высушенном продукте, а также его высокие органолептические, структурно-механические и технологические свойства;

- использование энергосберегающих технологий, которые требуют низких затрат энергии на реализацию процесса сушки и тем самым обеспечивают конкурентоспособность высушенной продукции;

- создание гибких технологий и удобного в эксплуатации оборудования, которые позволят быстро реагировать на потребности того или иного продукта.

Существующие конструкции сушильных установок имеют ряд недостатков [8,9]:

- неравномерность процесса сушки в связи с неподвижностью слоя продукта, который перемещается вместе с конвейером не меняя своего положения, не гарантирует высокое качество;

- опасность возникновения перегрева и подгорания продукта, вследствие невозможности проведения процесса сушки импульсами в сочетании с периодами «отдыха» и конвективного действия потока воздуха;

- значительная продолжительность процесса сушки;

- значительные удельные затраты энергии.

В настоящее время актуальной также является задача создания сушильного аппарата, который бы учитывал анатомические и структурные особенности плодовых косточек [11] с минимальными затратами теплоты и электроэнергии, но с максимальной скоростью удаления влаги при лучших технологических свойствах высушиваемого продукта.

Целью данной работы является интенсификация процесса сушки плодовых косточек за счет применения виброкипящего слоя и инфракрасного нагрева, а также создание конструкции теплообменного аппарата вибрационного типа, которая позволит качественно высушивать продукт при использовании вибрационных воздействий на слой продукта с обеспечением интенсивного перемешивания и постоянного обновления частиц, находящихся в поле инфракрасного излучения, то есть равномерного повышения температуры в полном объеме продукта и значительной интенсификации удаления из него влаги, возможностью осуществлять передачу продукта большего количества энергии в единицу времени, создавать большие перепады температуры и влажности и применять сменные влияния чередования интенсивного внешнего тепло-, массообмена с «отдыхом» продукта, во время которого искусственно созданный градиент влагосодержания, а также и температурный градиент действуют внутри продукта перемещение влаги к наружной поверхности.

На рис. показана схема разработанного нами теплообменного аппарата вибрационного типа, который представляет собой конструкцию, состоящую из загрузочного бункера 2 с шибером 1 для регулирования количества продукта, поступающего в рабочую камеру, ограждения с теплоизоляцией 3, лотка спирального 4 смонтированного на колонне-трубе конической 7, инфракрасных излучателей (ТЭНов) 5, отражателей 6, патрубка для удаления влаги 8, разгрузочного лотка 9, смотрового люка 10, пружин витых-амортизаторов 12, подставки 13 и стойки для крепления кожуха 14.

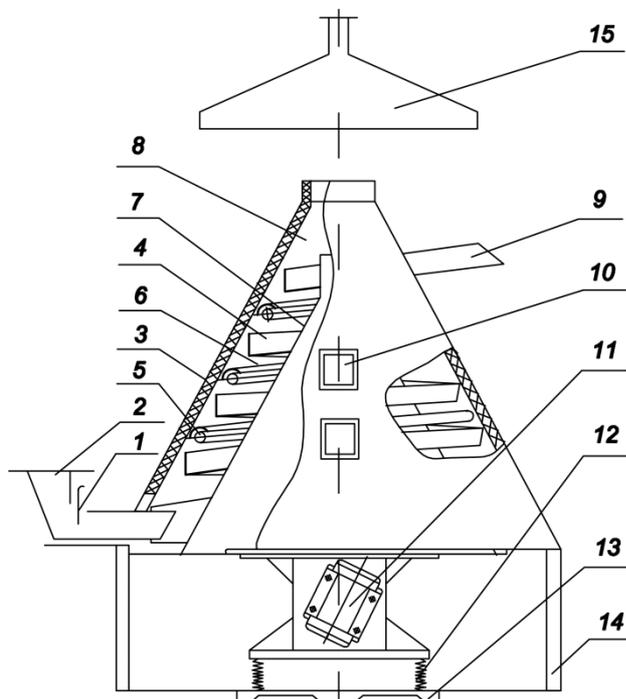


Рис. 1. Теплообменный аппарат вибрационного типа для сушки плодовых косточек: 1- шибер; 2- загрузочный бункер; 3- ограждения с теплоизоляцией - кожух разъемный; 4- лоток спиральный; 5- инфракрасный излучатель (ТЭН); 6- отражатель; 7- труба коническая; 8- патрубок удаления влаги; 9- разгрузочный лоток; 10- смотровой люк; 11- привод мотор-вибратор; 12- пружина витая- амортизатор; 13- подставка; 14- стойка крепления кожуха; 15- вентиляционный зонт

Привод 11 состоит из двух самосинхронизированных дебалансных вибровозбудителей со встроенными электродвигателями, которые размещены с двух сторон от вертикальной оси вибрационного подъемника. Они сообщают колонне движение, которое состоит из винтовых крутильных колебаний вокруг оси колонны и колебаний, направленных вдоль ее оси. Вибраторы прикреплены к колонне таким образом, что колебания их происходят в плоскости, направленной под углом около 20° к направлению транспортировки груза.

Работает сушилка следующим образом. Включаются блоки инфракрасных излучателей 5 и установка разогревается для эксплуатации. Затем включается привод 11, который сообщает конической колонне 7 с закрепленным на ней грузонесущим органом 4 сложное колебательное движение. Предварительно очищенные от мякоти и избыточной поверхностной влаги плодовые косточки через загрузочный бункер 2 с шиберами 1 попадают равномерно по ширине на нижний лоток. Косточки транспортируются по поверхности лотка в спиральном направлении вверх. При этом продукт высушивается инфракрасными излучателями 5 в соответствии с технологическим режимом. Оператор органолептически оценивает качество сушки продукта и может в процессе эксплуатации увеличивать или уменьшать мощность нагрева. Готовый продукт ссыпается в разгрузочный лоток 9. Водяные пары, образующиеся при сушке косточек, удаляются через патрубок для удаления влаги 8 в вентиляционный зонт 15.

Скорость транспортировки продукта и, соответственно, времени его пребывания в сушилке регулируется параметрами вибрации (амплитудой, частотой). Угол наклона вибrolотка и направление колебаний, также влияют на скорость транспортировки и учитываются при конструировании сушилки для конкретного дискретного материала.

Параметры вибрации выбирают таким образом, чтобы материал передвигался по лотку в режиме непрерывного подбрасывания, когда частицы его касаются днища только в отдельные моменты времени, находясь, остальное время в полете. Такой режим приводит к возникновению в слое частиц (косточек) насосного эффекта.

Детали аппарата, контактирующие с продуктом, изготовлены из нержавеющей стали, стекла и пищевой резины. Работа аппарата осуществляется в автоматическом режиме и контролируется одним работником.

Основные технические характеристики теплообменного аппарата вибрационного типа для плодовых косточек:

- производительность по сырью (косточкам) – 100 кг/ч;
- влагосодержание продукта на выходе – не более 10%;
- удельный расход электроэнергии – 0,22 кВт/кг;
- ускорение вибрации – $45 \dots 50 \text{ м/с}^2$;
- амплитуда колебаний лотка – $3 \dots 5 \text{ мм}$;
- частота колебаний лотка $21 \dots 26 \text{ Гц}$;
- мощность инфракрасных излучателей – 9 кВт;
- габаритные размеры – длина- 1050 мм, ширина – 1000 мм, высота – 1950 мм.

Преимущество вертикальных аппаратов - компактность, что позволяет эффективно совмещать процесс сушки с вертикальной транспортировкой дискретного материала.

Если вибрационный подъемник используется для технологической цели, в том числе для сушки, теплообмена и т.д., то угол подъема рабочего органа выбирают в зависимости от определенной (необходимой) продолжительности пребывания продукта на грузонесущем органе.

Нами предлагается широко распространенный в таких устройствах привод, состоящий из двух самосинхронизированных дебалансных вибровозбудителей со встроенными электродвигателями, которые размещены с двух сторон от вертикальной оси вибрационного подъемника. Могут быть применены также инерционные и электромагнитные вибраторы. Установка вибровозбудителя с размещением их осей под углом к вертикали обеспечивает необходимые винтовые колебания грузонесущего органа.

Выводы. Таким образом, применение нами в теплообменном аппарате вибрационного типа для сушки плодовых косточек вибрационного подъемника позволит получить следующие преимущества по сравнению с другими:

- эксплуатационная надежность в связи с отсутствием цепных, винтовых, ленточных, тяговых органов;
- высокая степень герметичности и, соответственно, отсутствие пылеобразования;
- возможность совмещения процесса вертикальной транспортировки сыпучих грузов с технологической обработкой;
- сохранение производственных площадей благодаря совмещению технологических и транспортирующих операций в одном агрегате;
- благоприятные условия для комплексной механизации и автоматизации производственных процессов.

Амплитуда перемещения отдельных точек грузонесущего органа разная и пропорциональна расстоянию их от оси машины.

В действующих конструкциях с гармоническими колебаниями достигается скорость транспортировки до 15...20 м/мин.

Перспективами дальнейшей работы в этом направлении является проведение экспериментальных исследований макета сушильной установки с получением рациональных параметров.

Список литературы: 1. Алейникова А.В. Разработка метода и сушилки для сушки плодовых косточек: Дис. ... канд. техн. наук. - Киев, 1988. -134 с. **2.** Гаджиев А.К. Исследование технологии комплексной переработки плодовых косточек: автореф. дис. ... канд. техн. наук.- Ташкент, 1974.- 24 с. **3.** Улумиев А.А. К обоснованию предпочтительного метода сушки отходов переработки продуктов растительного происхождения для кормопроизводства. Известия вузов.- М.: Кормопроизводства, №11,1998, 24- 27 с. **4.** Атаназевич В.И. Сушка пищевых продуктов: справ. пособие. - М.: ДеЛи, 2000. - 294 с. **5.** Черевко, О.І. Процеси і апарати харчових виробництв: Підручник. – Харків: Харк. держ. акад. та орг. харчування, 2002 – 420 с. **6.** Кошевой, Е.П. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел. - СПб.: ГИОРД, 2001.- 368 с. **7.** Поперечный, А.М., Варваріна Н.М., Жданов І.В. Сушіння харчової сировини у псевдозрідженому шарі: монографія. - Донецьк: ДонНУЕТ, 2012.- 303 с. **8.** Дикис М.Я., Мальский А.Н. Технологическое оборудование консервных.: Учебник для техникумов пищ. пром-ти. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Пищ. пром-ть, 1973. –356 с. **9.** Поперечный А.М. Тепло-, масообмінні процеси і апарати харчових виробництв. Учебний посібник. – Д.: Вищ. шк., 2003 -243с. **10.** Поперечный А.М., Варваріна Н.М., Корнійчук В.Г., Миронова Н.О. Основні геометричні і фізичні параметри плодкових кісточок // Обладнання та технології харчових виробництв: темат. зб. наук. пр. – Донецьк, ДонДУЕТ, 2010. – Вип. 23. – С. 28-33.