

Демидов Сергей Федорович

канд. техн. наук, преподаватель, старший научный сотрудник

Пелевина Лидия Федоровна

директор

Нестеренко Екатерина Александровна

магистр, заместитель директора

Колледж бизнеса и технологий

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный

экономический университет»

г. Санкт-Петербург

АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЦЕССА СУШКИ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА ИНФРАКРАСНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ В ЛЕНТОЧНОМ КОНВЕЙЕРНОМ АППАРАТЕ

***Аннотация:** авторами проведены конструкторские проработки по аппаратурному оформлению процесса сушки семян подсолнечника инфракрасным излучением выделенной длинной волны 1,5–3,0 мкм в ленточном конвейере непрерывного действия.*

***Ключевые слова:** сушка, семя, подсолнечник, инфракрасное излучение, ленточный конвейер, влагосодержание.*

Свежеубранные семена подсолнечника характеризуются очень низкой стойкостью при хранении, особенно в условиях высокой влажности, температуры и засоренности растительными примесями и микроорганизмами.

При хранении семян подсолнечника химическим изменениям в первую очередь подвергаются жиры, а затем белковые вещества. Семена высокомасличного подсолнечника надежно хранятся при температуре ниже 10°C, если их влажность не превышает 7%. При влажности выше критической и температуре 20–25°C, характерной для свежесобраных семян подсолнечника, в их насыпи начинается бурное развитие микроорганизмов, интенсивно идут гидролитиче-

ские и окислительные процессы, что приводит к быстрому ухудшению качества семян подсолнечника как масличного сыр.

Проведены экспериментальные исследования процесса сушки семян подсолнечника инфракрасным излучением выделенной длинной волны 1,5–3,0 мкм в зависимости от технологических и динамических параметров [1–4]. Получены патенты Российской Федерации по способам сушки инфракрасным излучением и устройствам для их осуществления в данном направлении [5–7]. На рис 1. представлены кинетические закономерности процесса сушки семян подсолнечника в зависимости от времени сушки, высоты слоя семян подсолнечника, плотности теплового потока, расстояния от инфракрасного излучателя до слоя продукта.

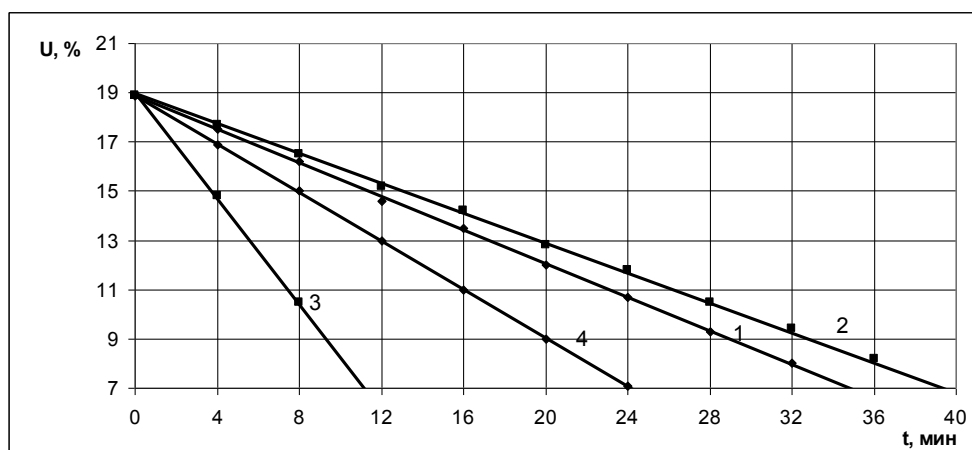


Рис. 1. График зависимости влажности семян подсолнечника от времени сушки при высоте слоя семян подсолнечника $X_1 = 15$ мм (кривая 1 и 3), $X_1 = 25$ мм (кривая 2 и 4), расстоянии от ИК-излучателя до слоя семян подсолнечника $X_2 = 25$ мм и при плотности теплового потока ИК-излучателя $X_3 = 3,64$ кВт/м² (кривая 1 и 2) и $X_3 = 5$ кВт/м² (кривая 3 и 4).

Из анализа кривых (рис. 1) видно, что время сушки семян подсолнечника от начальной влажности 18,9% до конечной влажности 7%, при высоте слоя семян подсолнечника $X_1 = 25$ мм, расстоянии от ИК-излучателя до слоя продукта $X_2 = 25$ мм, с увеличением плотности теплового потока (наиболее влияющий на время сушки семян подсолнечника фактор) с 3,64 до 5 кВт/м² уменьшается на 15 мин, при высоте слоя семян подсолнечника $X_1 = 15$ мм, расстоянии от ИК-

излучателя до слоя продукта $X_2 = 25$ мм, с увеличением плотности теплового потока с 3,64 до 5 кВт/м² уменьшается на 25 мин. Для определения оптимальных режимов сушки семян подсолнечника в качестве критерия оптимизации был принят минимум выходного параметра, поскольку именно в минимизации времени сушки заключается интенсификация процесса сушки семян подсолнечника с учетом качества готового продукта.

Целью данной статьи является проведение конструкторской проработки по аппаратурному оформлению процесса сушки семян подсолнечника инфракрасным излучением выделенной длины волны 1,5–3,0 мкм в ленточном конвейере непрерывного действия.

Инфракрасное излучение длиной 1,5–3,0 мкм беспрепятственно проникает через плотную оболочку семечки и поглощается его ядром, которое интенсивно разогревается. При инфракрасной сушке семян подсолнечника происходит перемещение прочно связанной влаги из коллоидного ядра семени к поверхности влажной оболочки с открытыми порами, а затем интенсивное удаление слабо связанной поверхностной влаги из капиллярно-пористой оболочки. При сушке не происходит растрескивания оболочки семян, обладающей большой гигроскопичностью и влажностью, вдвое превышающей влажность семян подсолнечника, и которая служит механической защитой от действия микроорганизмов, органической сорной примеси. Пористая оболочка семечки остается влажной, так как испаряемая изнутри влага (при движении от более нагретого тела к менее нагретому) в атмосферу беспрепятственно удаляется через открытые поры. Установка с инфракрасным излучением должна состоять из узлов и блоков, подлежащих стыковке на монтаже: приводных и натяжных устройств, системы автоматического регулирования времени пребывания семян подсолнечника, верхних блоков ИК-излучателей с параболическими отражателями над тефлоновой лентой, электрического щита, рамы, кантователя. Предложенная сушилка представляет собой закрытый туннель, образованный жестким каркасом из профилированной стали и облицованный термоизоляционными панелями. Внутри камеры размещаются одна над другой пять горизонтальных конвейер-

ных лент из тефлонов. Каждый конвейер имеет приводной и натяжной барабаны диаметром по 86 мм с натянутых на них лент из тефлонов. Барабаны имеют по две продольные канавки. Полотно ленты через каждые 135 мм (длина полуокружности) зажато алюминиевыми стержнями в специальные профили, аналогичные профилям канавок на барабанах. Стержни имеют несколько большую, чем барабаны, длину, на концах установлены полиамидные ролики. При вращении барабанов профили входят в канавки барабанов, обеспечивая жесткое зацепление ленты с барабанами. Ролики при движении ленты катятся по направляющим уголкам, прикрепленным к внутренним боковым стенкам каркаса сушилки. Такая конструкция обеспечивает ленте достаточную жесткость от провисания в поперечном сечении и минимальное сопротивление от трения при движении. Для предотвращения просыпания по краям ленты установлены щитки. Привод осуществляется для каждого конвейера от моторов редукторов, состоящий из червячно-цилиндрического редуктора и асинхронного электродвигателя, и частотного преобразователя, который предназначен для регулирования скорости движения ленты транспортера. За один оборот барабан перемещает ленты на два шага, т.е. на два расстояния между смежными профилями (270 мм). В конце каждого ленточного конвейера по ходу движения семян подсолнечника установлен кантователь, выполненный в форме клина [8]. Кантователь установлен на высоте от тефлоновой ленты транспортера, равной $1/3$ – $1/2$ толщины слоя обрабатываемого материала, продольно разделяет лоток перегрузки, каждый ручей которого оснащен шиберной заслонкой, смонтированной над нижним транспортером, с превышением в 2–3 раза второго просвета по ходу его движения относительно первого просвета. Инфракрасные излучатели с длиной волны 1,5–3,0 мкм установлены поперек над тефлоновой лентой транспортера на высоте 50–80 мм для обработки слоя из семян подсолнечника высотой 25–35 мм, причем плотность теплового потока инфракрасного излучения на последующих ярусах камеры установлена на 5–6% ниже, чем на верхнем. Отличительные признаки конструкции технологически обеспечат автоматическую сушку в объеме слоя

семян подсолнечника от исходной влажности 20–14% до конечной влажности 7–8% равномерно, удалив связанную влагу без денатурации структурного белка за один цикл. Размещение клина на выходе каждого транспортера на заданной высоте от его несущей ленты обеспечивает пропорциональное продольное деление потока обрабатываемого материала на две части заданной толщины, которые автономно подаются по разным ручьям лотка перегрузки. При этом автоматически происходит кантование механически разделенного насыпного материала, так как верхний его пласт высыпается непосредственно на ленту транспортера нижнего яруса, а затем на него сверху высыпается из лотка перегрузки нижний пласт материала, поверхность которого обращена к экранированным инфракрасным излучателям второго яруса транспортера. Размещение разделительного клина на высоте $1/3$ – $1/2$ толщины обрабатываемого слоя материала от несущей ленты транспортера обеспечивает распределение температур по толщине обрабатываемого зернового материала как: 60–40–30°С соответственно. Высота слоя обрабатываемого насыпного материала на ленте транспортера нижнего яруса, формируемого кантованием структурных пластов с верхнего яруса, образуется и регулируется размерами просветов между шиберными заслонками каждого ручья лотка перегрузки и лентой транспортера нижнего яруса, а именно: высота второго по ходу просвета в 2–3 раза больше высоты первого просвета. Это обстоятельство определяется тем, что нижний пласт слоя материала более нагрет на транспортере верхнего яруса. Нагревательный блок для каждого транспортера, состоящий из трех секций с ИК-излучателями, каждая из которых содержит расположенные перпендикулярно к длине ленты транспортера инфракрасные излучатели. Над каждым излучателем имеется индивидуальный экран из нержавеющей стали, имеющий параболическую отражающую поверхность. Каждый излучатель располагается в фокусной плоскости параболической поверхности индивидуального отражательного экрана. Число блоков излучателей над каждым транспортером – 3 штук; число инфракрасных генераторов в каждом блоке – 8 штук. Тип ИК-генераторов – керами-

ческая трубка диаметром 12 мм, покрытая функциональной керамической оболочкой. Ленточный транспортер представляет собой тефлоновую конвейерную ленту, на которой размещаются семена подсолнечника с габаритными размерами: ширина ленты – 1000мм; длина ленты – 4300мм; материал ленты – тефлоновая, марки PTFE. Толщина слоя обрабатываемого зернового сырья – не более 35мм. Скорость движения транспортерной ленты 12–20 мм/с. Мощность излучателя 150 Вт. Снижение на 20% плотности теплового потока инфракрасного излучения, вводимого в слой обрабатываемого материала на транспортере нижнего яруса, с переориентированными по высоте предварительно дифференцированными нагретыми его пластами, обеспечивает практически равномерный нагрев семян подсолнечника в объеме слоя, имеющего технологический перепад температур 60–55°С по толщине. Производительность аппарата составит 700 кг/час при сушке инфракрасным излучением семян подсолнечника от влажности 20–14% до 7–8% за один проход. Шахтные и барабанные сушилки обеспечивают за один проход снятие только 4%, сушат многократно данный продукт до влажности 7%. Будут разработаны исходные требования и техническое задание на разработку конструкторской документации.

Список литературы

1. Демидов А.С. Сушка семян подсолнечника инфракрасным излучением / А.С. Демидов, Б.А. Вороненко, С.Ф. Демидов // Новые технологии. – 2011. – Вып. 3. – С. 25–30.
2. Демидов С.Ф. Некоторые закономерности процесса инфракрасной сушки семян подсолнечника для семенного фонда / С.Ф. Демидов, Б.А. Вороненко, А.С. Демидов [и др.] // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2013. – №2.
3. Демидов С.Ф. Сушка растительного сырья инфракрасным излучением / С.Ф. Демидов, Б.А. Вороненко, В.В. Пеленко [и др.]; гл. ред. Т.С. Кулакова; техническая подготовка В.Ю. Антипова. – СПб.: Интермедия, 2015. – 102 с. – ISBN 978-5-4383-0107-3.

4. Демидов А.С. Аналитическое исследование терморadiационной сушки масляного сырья при подготовке его к хранению / А.С. Демидов, Б.А. Вороненко, С.Ф. Демидов // Международная научно-практическая конференция «Инновационные технологии в пищевой промышленности». – Минск, 2011. – С. 27–31.

5. Патент 2010131602 Российская Федерация, МПК F26B 3/00. Устройство для инфракрасной сушки семян / С.Ф. Демидов, Б.А. Вороненко, В.В. Пеленко, А.С. Демидов, М.В. Агеев. Оpubл. 10.02.2012.

6. Патент 2433364 Российская Федерация, МПК F26B 3/30. Способ инфракрасной сушки семян / С.Ф. Демидов, Б.А. Вороненко, В.В. Пеленко, А.С. Демидов, М.В. Агеев. Оpubл. 10.11.2011. Бюл. №31.

7. Патент РФ №2272338 Российская Федерация, МПК H01M 4/23. Способ сушки / С.Ф. Демидов, Е.И. Остапенко, А.С. Демидов. Оpubл. 20.03.2006. Бюл. №8.

8. Патент РФ №2493516 Российская Федерация, МПК A23B 7/02. Установка для сушки насыпного сырья / С.Ф. Демидов, Б.А. Вороненко, М.В. Агеев, А.В. Смирнов, С.С. Беляева, А.С. Демидов. Оpubл. 20.09.2013. Бюл. №20.