

Демидов Сергей Федорович

канд. техн. наук, преподаватель, старший научный сотрудник

Колледж бизнеса и технологий

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный

экономический университет»

г. Санкт-Петербург

Пелевина Лидия Федоровна

директор

Колледж бизнеса и технологий

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный

экономический университет»

г. Санкт-Петербург

Нестеренко Екатерина Александровна

магистр, заместитель директора

Техникум пищевой промышленности

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный

экономический университет»

г. Санкт-Петербург

Котова Дарья Олеговна

студентка

Колледж бизнеса и технологий

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный

экономический университет»

г. Санкт-Петербург

DOI 10.21661/r-496442

СУШКА МЕРЕНГ ИНФРАКРАСНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ ВЫДЕЛЕНОЙ ДЛИННОЙ ВОЛНЫ

Аннотация: проведены экспериментальные исследования процесса сушики меренг инфракрасным излучением выделенной длинной волны 1,5–3,0 мкм в зависимости от плотности теплового потока, размера меренг. Авторы приходят к выводу, что, зная начальное влагосодержание меренг, можно определить время

сушки материала до конечной влажности 4–5% в зависимости от плотности теплового потока при выбранных значениях диаметров меренг и расстояния от ИК-излучателя до продукта.

Ключевые слова: меренги, исследование, процесс, кинетика сушки, инфракрасное излучение, плотность теплового потока, время, влажность.

Меренги представляют собой выпеченную крупнопористую, пенообразную массу, взбитую из яичных белков с сахаром, приготовляют без муки. Меренги отличаются легкостью и хрупкостью, имеют белую, шероховатую, мелкопористую поверхность. Процесс взбивания массы производится при полном отсутствии жира и объем ее увеличивается в 6–7 раз.

Данная статья посвящена исследованию некоторых кинетических закономерностей процесса сушки меренг инфракрасным излучением выделенной длинной волны 1,5–3,0 мкм при достижении влагосодержания 4–5% и температуры 70–75°C в зависимости от параметров проведения процесса для разработки промышленного аппарата.

Инфракрасные лучи отличаются от других электромагнитных колебаний частотой, длиной и скоростью распространения волн. Тепловое воздействие инфракрасных лучей объясняется в настоящее время двойственностью электромагнитного поля или волновой природой квантов. При этом источник излучения создает электромагнитное поле, служащее носителем энергии; внутренняя энергия передается с помощью этого поля и поглощается предметами окружающей среды, т.е. атомами облучаемого вещества [1]. Специфическое воздействие ИК излучения на пищевые продукты растительного и животного происхождения связано с интенсификацией процессов биохимических превращений вследствие резонансного воздействия поглощаемой энергией на связи атомов в молекулах, частоты колебаний которых совпадают или кратны частоте падающего ИК излучения. Поэтому инфракрасное излучение вызывает интенсификацию колебаний определенных групп атомов в молекуле и этим способствует ускорению биохимических превращений.

Источниками ИК излучения являются тела, нагретые до соответствующей температуры. Чем выше температура нагрева определенного тела, тем меньше длина волн излучения. В нашем случае металлокерамика, нанесенная на наружную поверхность кварцевой трубы, обеспечивает инфракрасное излучение длинной волны 1,5–3,0 мкм, соответствующая длине волны колебания молекулы воды [1]. Особенностью передачи тепла материалам, нагреваемым инфракрасным излучением, по сравнению с конвективной передачей, является возможность создания во много раз большей плотности потока тепла. Таким образом, при повышении проникающей способности материала можно применять более высокие интенсивности излучения и передавать единице объема материала больше энергии, что будет заметно интенсифицировать процесс без опасности перегрева поверхности материала. Однако при решении вопроса выбора плотности теплового потока, необходимо учитывать весь комплекс параметров, влияющих на лучистый теплообмен в рабочей камере установки и внутренний теплообмен.

В экспериментальном стенде инфракрасные излучатели с функциональной керамической оболочкой и отражателями устанавливались сверху относительно поддона с подложкой из тефлоновой сетки [2–5]. Измерение плотности теплового потока осуществлялось при помощи термоэлектрических датчиков плотности теплового потока ДТП 0524 -Р-О-П-50–50-Ж-О. Для измерения массы меренг в течение процесса сушки применялись весы GF-600. Для изменения влагосодержания меренг применялся анализатор влажности ЭЛВИЗ-2. Измерение температуры поверхности меренг производилось при помощи дистанционного неконтактного инфракрасного термометра Raytek MiniTemp MT6.

В ходе экспериментальных исследований процесса сушки меренг плотность теплового потока ИК-излучателей составляла 5,81 кВт/м², 6,91 кВт/м², 7,66 кВт/м², расстояние от инфракрасного излучателя до продукта составляло 55 мм, 75 мм, диаметр меренг 35, 55 мм, начальная влагосодержание 31–31,5 кг/кг при достижении температуры высушенного продукта 70–75°C и конечного влагосодержания 4–5%.

На основе экспериментальных данных были построены графики зависимости влагосодержания от времени сушки и параметров процесса (рис. 1, 2).

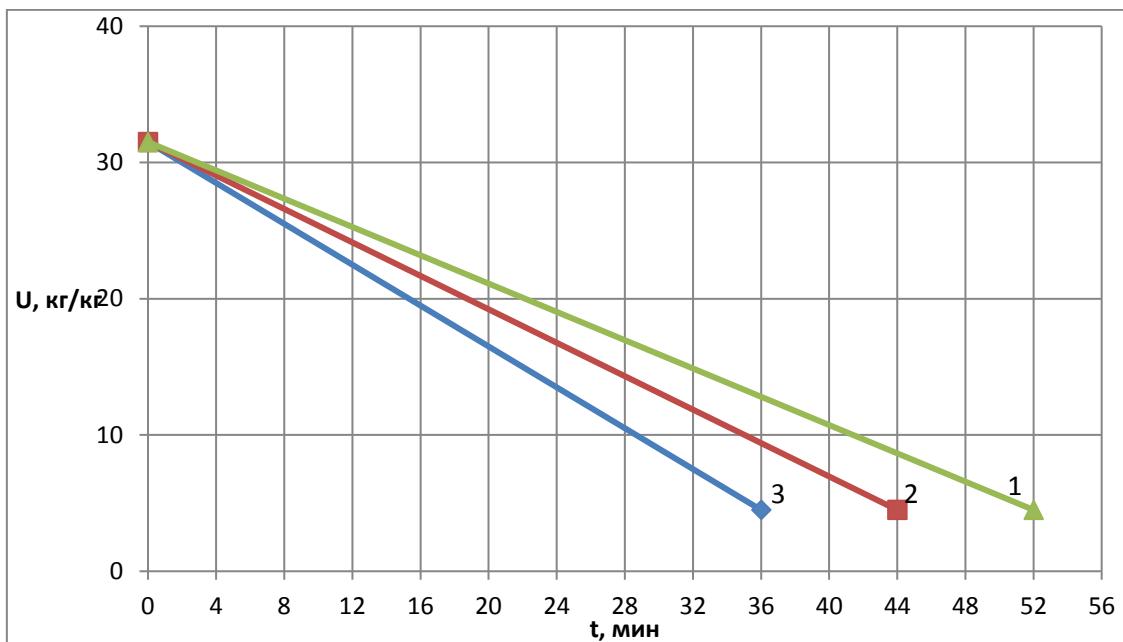


Рис. 1

График зависимости влагосодержания меренг диаметром 35 мм от времени сушки при расстоянии от инфракрасного излучателя до продукта 55мм и при плотности теплового потока инфракрасного излучения 5,81 кВт/м² (прямая 1), 6,94 кВт/м² (прямая 2), 7,66 кВт/м² (прямая 3)

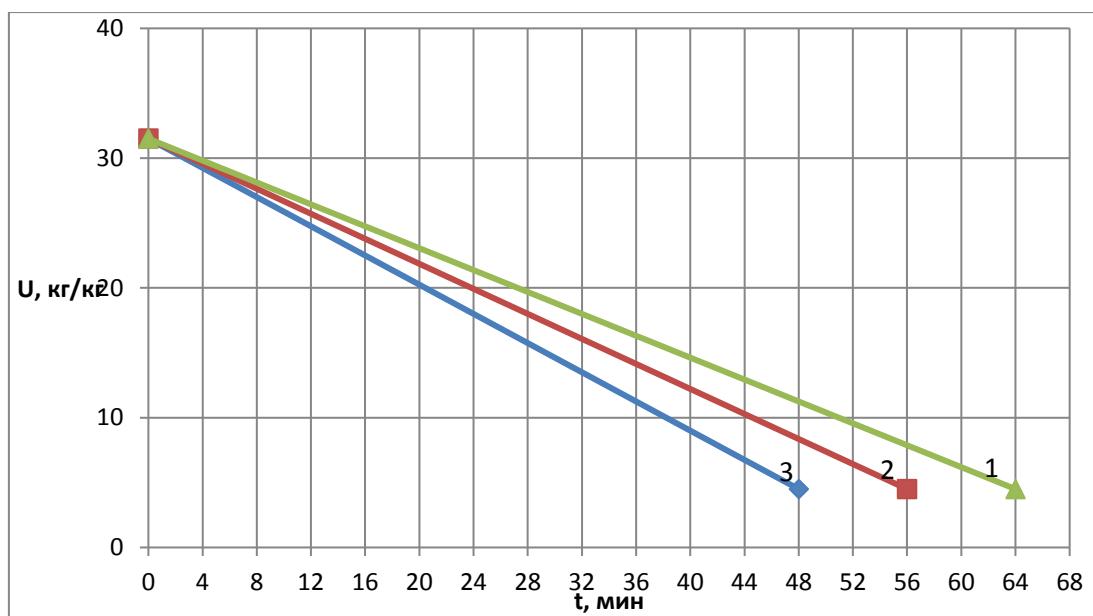


Рис. 2

График зависимости влагосодержания меренг диаметром 55 мм от времени сушки при расстоянии от инфракрасного излучателя до продукта 55мм и при плотности теплового потока инфракрасного излучения $5,81 \text{ кВт}/\text{м}^2$ (прямая 1), $6,94 \text{ кВт}/\text{м}^2$ (прямая 2), $7,66 \text{ кВт}/\text{м}^2$ (прямая 3)

Из анализа прямых рисунков 1–2 видно, что влагосодержание меренг на протяжении всего процесса сушки уменьшается с течением времени по линейному закону. Скорость влагоотвода при плотности теплового потока $5,81 \text{ кВт}/\text{м}^2$ составляет для меренг диаметром 55мм и 35 мм соответственно 0,49 и 0,61% в мин.; при $6,91 \text{ кВт}/\text{м}^2$ для меренг диаметром 55 мм и 35 соответственно 0,56 и 0,72% в мин; при $7,66 \text{ кВт}/\text{м}^2$ для меренг диаметром 55 мм и 35 соответственно 0,66 и 0,88% в мин.

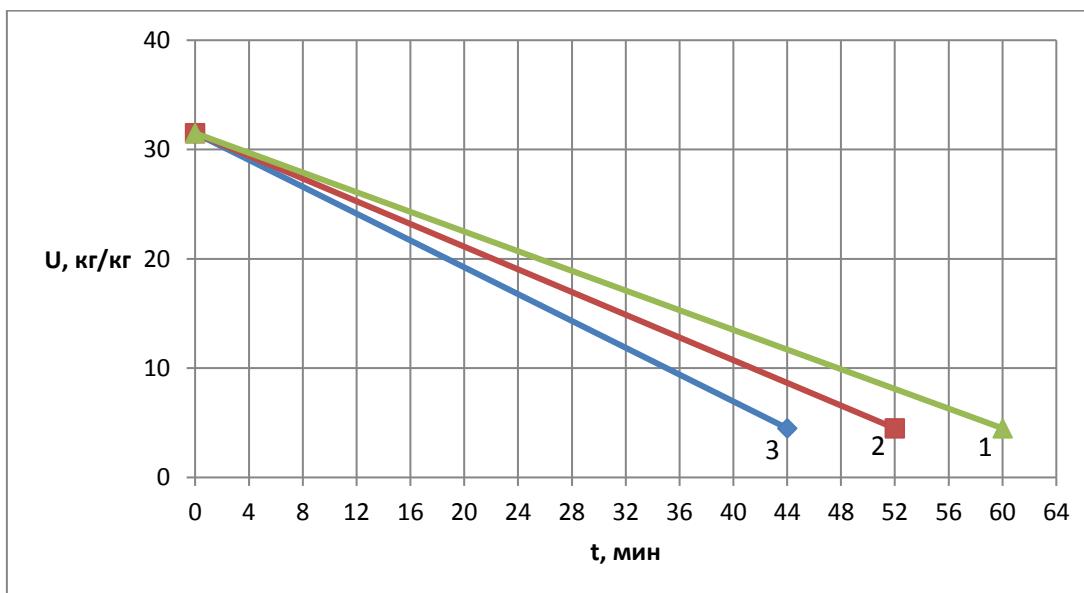


Рис. 3

График зависимости влагосодержания меренг диаметром 35 мм от времени сушки при расстоянии от инфракрасного излучателя до продукта 75мм и при плотности теплового потока инфракрасного излучения $5,81 \text{ кВт}/\text{м}^2$ (прямая 1), $6,94 \text{ кВт}/\text{м}^2$ (прямая 2), $7,66 \text{ кВт}/\text{м}^2$ (прямая 3)

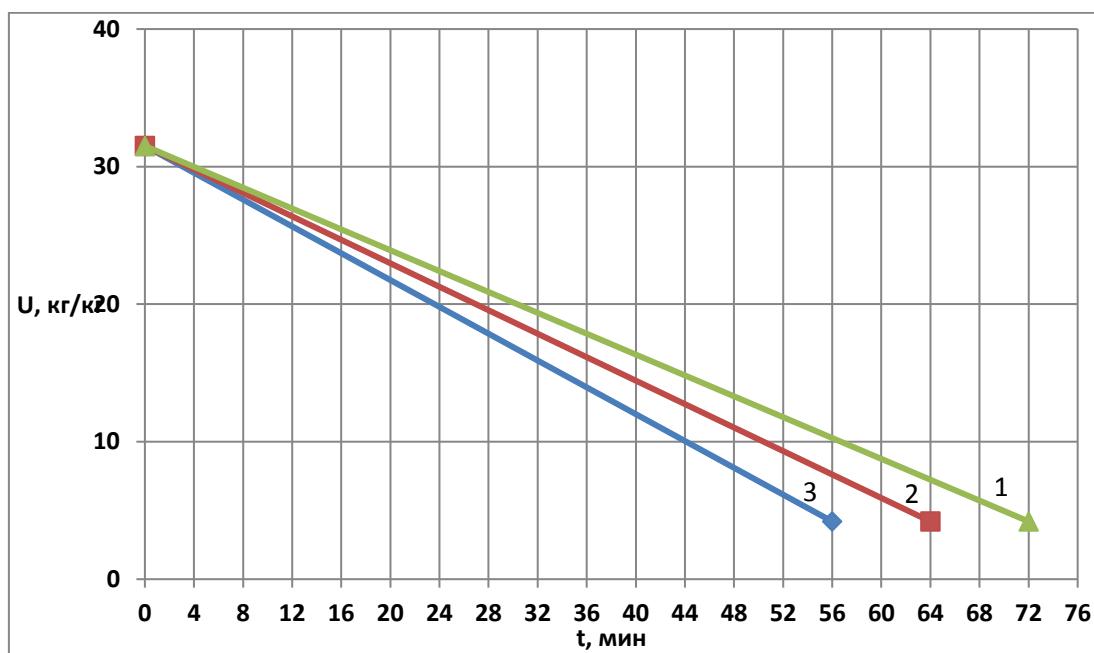


Рис. 4

График зависимости влагосодержания меренг диаметром 55 мм от времени сушки при расстоянии от инфракрасного излучателя до продукта 75мм и при плотности теплового потока инфракрасного излучения 5,81 кВт/м² прямая (1), 6,94 кВт/м² прямая (2), 7,66 кВт/м² прямая (3)

Из анализа прямых рисунков 3–4 видно, что влагосодержание меренг на протяжении всего процесса сушки уменьшается с течением времени по линейному закону. Скорость влагоотвода при плотности теплового потока 5,81 кВт/м² составляет для меренг диаметром 55мм и 35 мм соответственно 0,43 и 0,52% в мин.; при 6,91 кВт/м² для меренг диаметром 55 мм и 35 соответственно 0,48 и 0,60% в мин; при 7,66 кВт/м² для меренг диаметром 55 мм и 35 соответственно 0,55 и 0,70% в мин.

Достоинством инфракрасной сушки является то, что этот метод позволяет подводить значительно большие плотности энергии к объекту сушки, весь излучаемый поток энергии практически достигает поверхности продукта. При конвективном методе значительная часть расходуется на преодоление термического сопротивления пограничного слоя у поверхности материала, которое отсутствует при инфракрасном способе сушки. В процессе инфракрасной сушки интенсивность влагопроводности меренг соизмерима с интенсивностью

влагоотдачи с поверхности изделий и сушка протекает при постоянной скорости. Влага внутри материала перемещается в виде жидкости и пара. Таким образом, зная начальное влагосодержание меренг, можно определить время сушки материала до конечной влажности 4–5% в зависимости от плотности теплового потока при выбранных значениях диаметрах меренг и расстояния от ИК-излучателя до продукта. Эти данные могут быть использованы при инженерном расчете сушильного аппарата для меренг с инфракрасным излучением выделенной длинной волны.

Список литературы

1. Демидов С.Ф. Источники инфракрасного излучения с электроподводом для термообработки пищевых продуктов / С.Ф. Демидов [и др.] // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.open-mechanics.com/journals>
2. 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.
3. Демидов С.Ф. Сушка морских водорослей инфракрасным излучением / С.Ф. Демидов, Б.А. Вороненко, Д.А. Ободов // Электронный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2014. – №2. – 2014.
4. Демидов С.Ф. Некоторые кинетические закономерности процесса сушки измельченной цветной капусты инфракрасным излучением / С.Ф. Демидов, Л.Ф. Пелевина, А.П. Ивкина // Новое слово в науке: перспективы развития: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. (Чебоксары, 10 апр. 2016 г.) / редкол.: О.Н. Широков [и др.] – 2016. – Чебоксары: ЦНС «Интерактив плюс», 2016. – №2 (8). – С. 111–113. – ISSN 2411–8133.