

Исследование температурного поля инфракрасной нагревательной системы для сушки зародышей зерна пшеницы и ржаных отрубей

Демидов С.Ф., Вороненко Б.А., Беляева С.С., Марченко В. И.

demidovserg@mail.ru

svetbel21@gmail.com

*Санкт-Петербургский национальный исследовательский институт
информационных технологий, механики и оптики.
Институт холода и биотехнологий*

Исследованы температурные поля инфракрасной нагревательной системы для сушки зародышей зерна пшеницы и ржаных отрубей на промышленной установке.

Ключевые слова: температурное поле, инфракрасное излучение, пшеничные зародыши.

При проектировании аппаратов с инфракрасным излучением необходимым условием получения высушенных ржаных отрубей и пшеничных зародышей до заданного влагосодержания 6 % является равномерность нагрева их поверхностей. Равномерность нагрева зависит от условий облучения ржаных отрубей и пшеничных зародышей в рабочих камерах инфракрасных аппаратов. В общем случае имеют место три основных случая облучения: направленным от инфракрасного излучателя, зеркальный от отражателя и отражением объектов ИК-нагрева [3, 8].

Авторами [1, 2, 4, 5, 6] получены кинетические закономерности процесса сушки ржаных отрубей и пшеничных зародышей в зависимости от плотности теплового потока, высоты слоя и расстояния от ИК-излучателя до слоя продукта при использовании полукруглого отражателя из полированной нержавеющей стали радиусом 0,050 м. Полукруглые отражатели применяются для экономичности процесса инфракрасной сушки, обеспечивающей благодаря свойству сферы формировать зеркально отражённый поток в виде параллельно нерасходящегося пучка лучей [7].

Данная статья посвящена экспериментальному исследованию распределения температурного поля в поперечном и продольном направлениях от инфракрасного линейного кварцевого излучателя с функциональной керамической оболочкой, расположенного в центре радиуса 50 мм полукруглого отражателя из полированной нержавеющей стали.

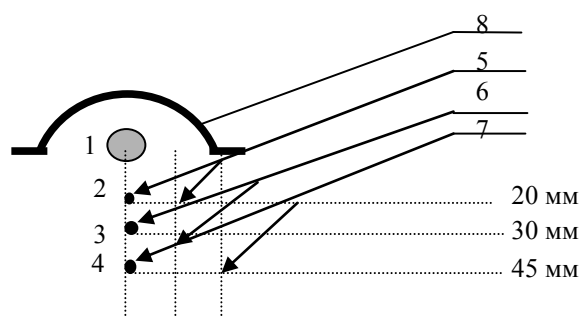


Рис. 1. Расположение термопар для измерения температурного поля в поперечном и продольном направлениях от инфракрасного линейного кварцевого излучателя: 1 – ИК-излучатель; 2, 3, 4, 5, 6, 7 – термопары; 8 – полукруглый отражатель.

Исследования проводились на промышленной инфракрасной установке в цеху по производству сухих пшеничных зародышей и ржаных отрубей, конструкторская документация которой были разработаны совместно с кафедрой ТМиМП института Холода и Биотехнологий НИУ ИТМО и ФГУП «ФНПЦ «Прибор» (г. Москва) от 23 марта 2012 года.

Установка состоит из транспортёра с тефлоновой лентой шириной 0,5 м и длиной 3,0 м, узлов загрузки и выгрузки, вентиляции, щита управления с частотным преобразователем, нагревательного блока, состоящего из двух секций с ИК-излучателями.

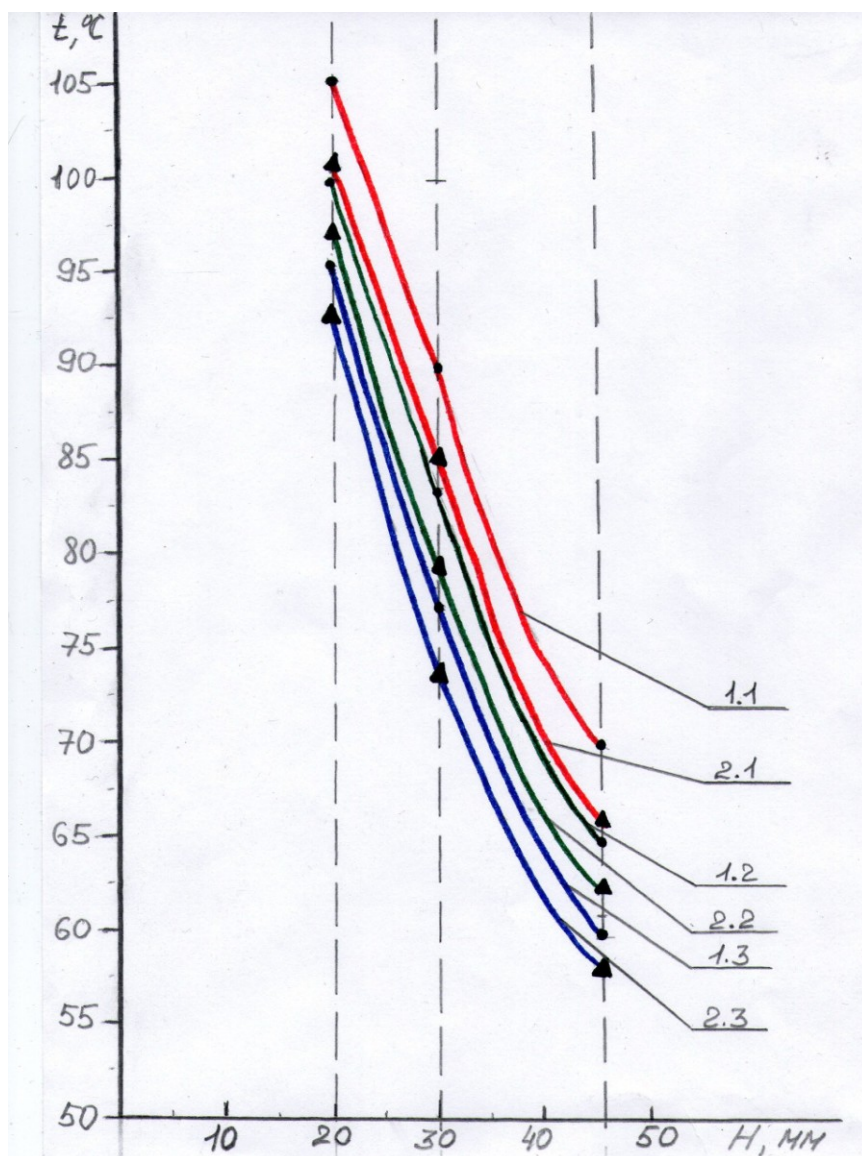
Полукруглые отражатели из полированной нержавеющей стали расположены вдоль установки, на оси каждого расположены ИК-излучатели. В качестве генераторов ИК-излучения применены линейные кварцевые излучатели диаметром 0,012 м с функциональной керамической оболочкой. Каждый излучатель устанавливается в центре радиуса полукруглого отражателя.

Для снятия температурных полей вокруг ИК-источника использовались хромель-алюмелевые ТХА 9419-23 термопары градуировки ХА₉₄, с диаметром проволоки $2,5 \cdot 10^{-4}$ м совместно с многоканальным измерителем теплопроводности ИТ-2 в комплекте с преобразователями плотности теплового потока. Результаты измерения (в мВ, Вт/м² или °С) записывались в файл и выводились на монитор ПК в виде таблицы.

Спай термопар был закрыт от прямого попадания инфракрасных лучей пищевой фольгой.

В ходе эксперимента плотность теплового потока ИК-излучателей составила 4,8 кВт/м² и 5,26 кВт/м².

На основе экспериментальных данных были построены графики зависимости температурного поля от расстояния от ИК-излучателя до термопары (рис.2).



- Термопары расположены на краю отражателями (см. рис.1)
- Термопары расположены под ИК-нагревателем (см. рис.1)
- Термопары расположены по центру радиуса отражателя (см. рис.1)

Рис. 2. График зависимости температурного поля инфракрасной нагревательной системы при плотностях теплового потока $5,26 \text{ кВт/м}^2$ (кривые 1.1, 1.2, 1.3,) и $4,8 \text{ кВт/м}^2$ (кривые 2.1, 2.2, 2.3), расстояния от ИК-излучателя до точки измерения при расположениях термопар на краю отражателя (кривые 1.3 и 2.3), по центру радиуса отражателя (кривые 1.2 и 2.3), под ИК-излучателем (кривые 1.1 и 2.1).

Анализ полученных данных показывает, что абсолютно равномерное температурное поле лучистого потока получить очень трудно. Наблюдается неравномерность температурного поля инфракрасной системы в сушильной камере по высоте от ИК-излучателя до слоя продукта и ширине отражателя. Разброс температуры теплового поля на поверхности объекта сушки от центра и до края отражателя составляет $6-7 \text{ }^\circ\text{C}$.

Вывод: исследовано температурное поле инфракрасной нагревательной

системы по высоте от ИК-излучателя до слоя продукта и ширине отражателя.

Список литературы:

1. Беляева С.С, Демидов С.Ф., Вороненко Б.А. Оптимизация процесса инфракрасной сушки с электроподводом зародышей пшеничных // Материалы Международной научно-практической конференции «Иновационные пищевые технологии в области хранения и переработки сельскохозяйственного сырья». Фундаментальные и прикладные аспекты. ГНУ «Краснодарский НИИ хранения и переработки сельскохозяйственной продукции». 24-25 мая 2012 г. - С. 219-222.
2. Беляева С.С, Демидов С.Ф., Вороненко Б.А. Экспериментальные исследования процесса инфракрасной сушки зародышей зерна пшеницы // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Современное состояние естественных и технических наук».- М.:Издательство «Спутник +», 20.06.2012. - С. 38-42.
3. Гинзбург А.С. Инфракрасная техника в пищевой промышленности. М.: Пищевая промышленность, 1966. – 376 с.
4. Демидов С.Ф., Беляева С.С., Вороненко Б.А., Демидов А.С. Оптимизация процесса инфракрасной сушки с электроподводом зародышей пшеничных// Естественные и технические науки. 2012. № 1. - С. 433-436.
5. Демидов С.Ф., Беляева С.С., Вороненко Б.А., Демидов А.С. Кинетика сушки отрубей ржаных инфракрасным излучением // Новые технологии. 2012.№1. - С. 19-23.
6. Демидов С. Температурные кривые при инфракрасной сушке отрубей ржаных./ С.Ф. Демидов, С.С. Беляева, Б.А. Вороненко // Научный журнал Процессы и аппараты пищевых производств СПб НИУ ИТМО[Электронный ресурс]. – Санкт-Петербург: СПб НИУ ИТМО, 2012. - №1. – март. – Режим доступа: open-mechanics.com/journals
7. Ильясов С.Г., Красников В.В. Физические основы инфракрасного облучения пищевых продуктов – М.: Пищевая пром-сть, 1978. – 360 с.
8. Рогов И.А., Некрутман С.В. Сверхвысокочастотный и инфракрасный нагрев пищевых продуктов. – М.: Пищевая пром-сть, 1976. – 210 с.

The study of the temperature field of infrared heating system for drying wheat germ and rye bran

Demidov S.F., Voronenko B.A., Belyaeva S.S., Marchenko V. I.

*The Saint-Petersburg international investigative university of informational technologies,
mechanics and optic.*

Institute of refrigeration and biotechnologies

The temperature field of the infrared heating system for drying wheat germ and rye bran on a commercial plant are investigated .

Keywords: temperature field, infrared radiation, wheat germ.