

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Мироновой Надежды Александровны на тему «Экспериментальные исследования процесса сушки плодовых косточек инфракрасным излучением в виброкипящем слое», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.14.04 – Промышленная теплоэнергетика

Актуальность темы

Проблема сохранения и переработки плодовых косточек, как ценного сырья актуальна для целого ряда отраслей промышленности и может быть решена правильной технологией сушки сырья. От процесса сушки требуется, с одной стороны, сохранность полезных веществ в косточках, с другой стороны – экономичность и технологичность всего процесса. Как показано в работе Мироновой Н.А. это может достигаться путем применения комбинированного способа с использованием инфракрасного нагрева движущегося виброкипящего слоя косточек. При таком способе обработки достигается интенсивное перемешивание продукта, максимальная поверхность испарения, равномерное импульсное нагревание материала, что позволяет относительно быстро высушивать материал без его повреждения.

Аналитическое исследование процессов тепло-массо-влаго-переноса в виброкипящем слое плодовых косточках при инфракрасном излучении представляется мало возможным не только из-за сложности построения адекватной математической модели в дифференциальных уравнениях, но и из-за отсутствия необходимых справочных данных о теплофизических характеристиках таких сред (параметрах мат модели), а именно, – теплоёмкости, теплопроводности, плотности и многих других.

Экспериментальное исследование процессов, теплофизических свойств параметров процессов, мат моделирование в любой форме элементов процессов комбинированной сушки плодовых косточек инфракрасным излучением в виброкипящем слое считаю актуальным. Также актуальным является и непосредственное проектирование конструкции сушильной установки для получения рациональных, эффективных режимов сушки в промышленных условиях.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций

Экспериментальные исследования диссертантки Мироновой Н.А. процесса сушки плодовых косточек инфракрасным излучением в виброкипящем слое проведены корректно, с использованием сертифицированных средств измерения и широкой статистической обработкой данных, подтверждающей высокую точность и адекватность полученных результатов.

Полученные результаты не противоречат фундаментальным законам теории сушки.

Достоверность и новизна научных положений, выводов, рекомендаций

Научная новизна работы заключается в следующем:

1. Получены новые данные о влиянии технологических и теплофизических параметров процесса (продолжительности, температуры, влагосодержания, плотности теплового потока инфракрасного излучения) на интенсивность сушки плодовых косточек.

2. В результате структурной и параметрической идентификации на основе трёхмерного полинома второго порядка была получена мат модель процесса сушки плодовых косточек, связывающая продолжительность сушки, плотность теплового потока ИК-излучения, начальное влагосодержание продукта и амплитуду вибрационных колебаний.

3. На основе мат модели процесса сушки для дискретных значений факторов сушки (плотность ИК потока, влагосодержание, амплитуда вибраций) была решена задача оптимизации, обеспечивающая минимальную продолжительность сушки при сохранении качества плодовых косточек.

4. Впервые для плодовых косточек и их ядер определены теплофизические и ряд физико-геометрических характеристик и осуществлен их статистический анализ. Получены уравнения регрессии в виде мультипликативных моделей, которые описывают количественную связь между линейными размерами косточек и ядер и их объемом.

5. Получено научное обоснование эффективности комбинированного процесса сушки – ИК-излучения и вибрационного воздействия с целью получения качественных показателей сушки плодовых косточек и их составляющих.

6. Впервые получены значения массообменных коэффициентов и критических влагосодержаний, характеризующих перемещение влаги внутри плодовых косточек, позволяющие определить интенсивность процесса сушки.

7. Впервые установлена взаимосвязь между теплообменом и массообменом при помощи основного критерия кинетики процесса сушки - критерия Ребиндера. Определены зависимости удельной теплоемкости, удельной теплоты испарения, температурного коэффициента сушки плодовых косточек в зависимости от текущего влагосодержания.

Практическая значимость работы:

1. Разработана методика для инженерных расчетов сушильной установки, позволяющая осуществлять ИК-нагрев продукта при использовании вертикального вибротранспортирования.

2. Получены зависимости (справочные данные) теплофизических параметров для процессов ИК-сушки плодовых косточек при вибротранспортировании.

3. Предложен новый способ сушки и разработаны конструкции промышленных установок для сушки плодовых косточек;

4. Созданы и запатентованы способ сушки и конструкции промышленных сушилок. Новизна технических решений защищена тремя патентами Украины на полезную модель.

Замечания

1. Неудачно сформулированы положения, выносимые на защиту. Например, «Анализ эмпирических зависимостей...», «Результаты влияния параметров...» и т.д. Должно указываться не «Анализ», а конкретные итоги анализа, не «Результаты», а конкретные названия полученных результатов. Например, вместо «Результаты влияния параметров...» следовало бы в положениях, выносимых на защиту, указать «Уравнения зависимости влияния параметров...».

2. Большое количество экспериментальных данных обрабатывалось согласно теории регрессионного анализа. Однако, в разных случаях использовались разные критерии адекватности получаемых моделей: где-то (раздел 3.1) критерий Фишера, где-то (раздел 4.1) коэффициент корреляции, где-то (раздел 4.2) оба упомянутых коэффициента. Нигде не указаны особенности принятых критериев и обоснования выбора именно их.

3. В диссертации в разделе 3.2 нечётко сформулирована задача оптимизации, целью которой является минимизация трёхмерной функции времени сушки $y(x_1, x_2, x_3) - (3.16)$, что сделано, по сути, посредством дискретизации аргументов функции и применением метода перебора. Очевидно, что точность такой оптимизации определяется величиной отрезков дискретизации. В работе отсутствуют обсуждение точности оптимизации.

4. В разделе 4 «Результаты экспериментальных исследований...» получено много интересных регрессионных зависимостей, но все они приведены исходя из одной выбранной функциональной зависимости для каждой физической величины. Хотя и показана их хорошая точность, считаю, что для рекомендации к использованию таких зависимостей должен был быть проведён регрессионный сравнительный анализ других возможных зависимостей. Так на рисунке 4.1 для теплофизических параметров абрикосовых косточек показаны только полиномиальные регрессии четвёртой степени, которые при низких температурах (где недостаточно экспериментальных данных) дают существенные, физически не обоснованные выбросы значений параметров. По-видимому здесь полиномы четвёртой степени – это неудачный выбор.

5. В подразделе 4.2 «Определение физико-геометрических характеристик...» построены функции плотности распределения линейных размеров косточек. Из графиков видно, что они не являются нормальными гауссовскими распределениями, но тем не менее, автором проведён, как я считаю, излишний детальный анализ (критерий Пирсона, асимметрия, эксцесс) на изначально очевидное несоответствие гауссовскому распределению.

6. В работе имеется ряд «синтаксических» неточностей. Например, ошибка в записи дифференциального уравнения влагосодержания (1.22), ошибочная формула нормального распределения (2.5), не описано значение нового индекса в выражении (3.4) и некоторые другие.

**Заключение о соответствии диссертации критериям,
установленным п. 2.2. Положения о присуждении ученых степеней
кандидата технических наук**

Несмотря на приведенные замечания диссертация Мироновой Надежды Александровны на тему «Экспериментальные исследования процесса сушки плодовых косточек инфракрасным излучением в виброкипящем слое» является законченной научно-квалифицированной работой, в которой представлено решение актуальных научно-практических задач исследования процессов тепло- и массообмена в сушильных установках, повышения эффективности сушильного оборудования; разработки новых конструкций теплопередающих и теплоиспользующих установок, обладающих улучшенными эксплуатационными и технико-экономическими характеристиками.

Полученные результаты являются востребованными для предприятий пищевой промышленности.

Диссертация Мироновой Надежды Александровны соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», предъявляемым к кандидатским диссертациям и паспорту научной специальности, а ее автор несомненно заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05-14.04 – Промышленная теплоэнергетика.

Официальный оппонент
доктор технических наук, профессор,
профессор кафедры компьютерных технологий
ГОУ ВПО «Донецкий национальный университет»
283001, г. Донецк,
ул. Университетская, 24,
тел.: +38 (062) 302-06-00
e-mail: donnu.canc@mail.ru



(подпись)

Толстых Виктор Константинович

Подпись доктора технических наук,
профессора Виктора Константиновича Толстых заверяю
Ученый секретарь ГОУ ВПО
«Донецкий национальный университет»



М.Н. Михальченко