

ОТЗЫВ

официального оппонента – профессора кафедры «Технологические машины и оборудование» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», доктора технических наук, профессора *Александра Игоря Юрьевича* на диссертационную работу *Бородовицына Андрея Михайловича* на тему: «Совершенствование процесса сушки свекловичного жома перегретым паром для получения пектина», представленную в совет по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Д 212.035.01 ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий» на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств

Актуальность темы

В связи с отсутствием на территории РФ предприятий по производству пектинов и высокой потребностью пектинов на предприятиях пищевой, химической, косметической промышленности, а также медицине и ветеринарии, производство пектинов является очень актуальным вопросом. Поэтому использование сушки как наиболее распространенного и эффективного способа для консервирования свекловичного жома при таких гидродинамических и температурных режимах, которые обеспечивали бы максимальный выход пектина высокого качества является приоритетной задачей.

Автор, в своей работе, предлагает решение этих актуальных проблем, разработав способ сушки свекловичного жома перегретым паром пониженного давления и установку для его реализации.

Достоверность результатов и основных выводов диссертации

Содержащиеся в работе научные подходы, выводы и рекомендации основаны на фундаментальных научных положениях, общепринятых теоретических закономерностях, опираются на полученные автором эксперимен-

тальные данные и являются их логическим следствием. В работе нет взаимно противоречивых выводов.

Экспериментальная часть диссертационной работы выполнена на основании общепринятых методик измерения с использованием современной приборной базы. Поэтому полученные диссертантом экспериментальные данные являются достоверными.

Научная новизна работы

Диссертантом разработан и научно обоснован способ сушки свекловичного жома перегретым паром пониженного давления в активных гидродинамических режимах для получения пектина.

Выявлены основные кинетические закономерности процесса сушки свекловичного жома перегретым паром в импульсном виброкипящем слое.

Представлена математическая модель, позволяющая определять не только изменение влажности и температуры частиц материала, но и параметры перегретого пара в сушильной камере с возможностью максимального использования теплоты отработанного теплоносителя.

Разработана статистическая модель сушки свекловичного жома перегретым паром пониженного давления в виброкипящем слое и определены рациональные параметры процесса.

Использована теория эксергетического подхода к термодинамическому анализу предлагаемого способа получения сухого свекловичного жома.

Практическая ценность

На основании проведенных теоретических и экспериментальных исследований автором разработаны и получены следующие патенты:

- способ сушки высоковлажных дисперсных материалов и установка для его осуществления (пат. № 2674610);

- установка для сушки дисперсных высоковлажных материалов (пат. № 2706874);

Определены рациональные режимы проведения процессов сушки свекловичного жома перегретым паром пониженного давления в импульсном виброкипящем слое.

Определено содержание пектина и протопектина в сухом свекловичном жоме и его комплексообразующая способность в зависимости от режимных параметров процесса сушки.

В условиях АО «АПО «Аврора» СП «Боринского сахарного завода» проведены производственные испытания по определению рациональных режимов сушки свекловичного жома, которые подтвердили эффективность предложенных технических и технологических решений.

Оценка содержания работы

Диссертация состоит из введения, четырех глав, основных выводов и результатов, списка литературы и приложения. Работа изложена на 124 страницах машинописного текста, содержит 58 рисунков и 13 таблиц. Список литературы включает 120 наименований, в том числе 13 зарубежных. Приложения к диссертации представлены на 27 страницах.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, научная новизна и практическая значимость выполненных исследований. Приведены цель и задачи работы.

В первой главе представлены основные сведения о получении и применении свекловичного жома; дан краткий анализ техники и технологии сушки свекловичного жома; изложены особенности процессов тепломассообмена при сушке материалов перегретым паром пониженного давления; приведены характеристики технологий получения и применения пектина. Сформулирована цель работы и определены задачи ее решения.

Во второй главе автор приводит результаты экспериментальных исследований кинетики процесса сушки свекловичного жома перегретым паром пониженного давления в импульсном виброкипящем слое.

В результате математической обработки кинетических закономерностей диссертантом получены критериальные уравнения, описывающие процесс теплообмена между материалом и сушильным агентом.

В третьей главе представлено экспериментально-статистическое и математическое моделирование процесса сушки свекловичного жома перегретым паром пониженного давления в активном гидродинамическом режиме.

Для исследования взаимодействия различных факторов, влияющих на процесс сушки свекловичного жома перегретым паром пониженного давления в импульсном виброкипящем слое, соискатель применил центральное композиционное ротатабельное униформ-планирование. По результатам планирования были получены рациональные режимы проведения процесса сушки свекловичного жома.

Разработана математическая модель процесса сушки свекловичного жома перегретым паром пониженного давления в активном гидродинамическом режиме. При постановке задачи моделирования были приняты следующие упрощающие допущения: 1) форма частицы продукта представлена тонкой пластиной, расположенной в плоскости (x, y) , а поток теплоносителя направлен вдоль оси z ; 2) температура частицы продукта принимается одинаковой по всему ее объему; 3) изменение температуры перегретого пара в рабочем объеме сушилки учитывается только от одной пространственной переменной z .

Обеспечена достаточная сходимость результатов математического моделирования, при которой отклонение расчетных данных от экспериментальных не превышало по абсолютному значению 12,5 %.

В четвертой главе приведена практическая реализация результатов исследований. Проведено исследование влияния режимных параметров процесса сушки свекловичного жома на выход пектиновых веществ, определение показателей качества пектина, полученного из сухого свекловичного жома. Также представлен способ сушки свекловичного жома перегретым паром

пониженного давления в активных гидродинамических режимах, установка для его реализации и разработана оригинальная конструкция сушилки для свекловичного жома.

Для определения энергоэффективности сушильной установки проведен эксергетический анализ процесса сушки свекловичного жома перегретым паром пониженного давления

Выводы в полном объеме отражают основные результаты диссертационной работы.

В приложении представлены материалы, подтверждающие практическое внедрение результатов работы.

Публикация основных результатов диссертации

По теме диссертации опубликовано 15 работ, в том числе 1 статья в издании, индексируемом в международной базе цитирования WoS, 4 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ, получено 2 патента РФ на изобретения.

Соответствие автореферата основным положениям

Автореферат полностью отражает содержание диссертации и оформлен в соответствии с требованиями ВАК.

Степень завершенности

Диссертационная работа Бородовицына Андрея Михайловича представляет собой завершенное научное исследование. Она обладает логическим единством, все ее элементы служат достижению поставленной цели.

Замечания к диссертации

1. Приведенный в главе 1 литературный обзор недостаточно проработан с точки зрения анализа недостатков и преимуществ представленных

конструкций сушилок, что затрудняет оценку обоснованности предлагаемых конструкторских решений.

2. В работе не представлены исследования по влиянию дисперсного состава свекловичного жома на протекание процесса сушки и не дана гранулометрическая характеристика высушенного продукта.

3. Отсутствуют данные о потере количества пектиновых веществ, содержащихся в сухом свекловичном жоме при его продолжительном хранении.

4. В математической модели решаются тепловые задачи без учета массообмена (глава 3, п. 3.2).

5. При проведении опытов на экспериментальной установке содержание пектина в свекловичном жоме следовало бы определять на всем протяжении процесса сушки, то есть отслеживать его количество в продукте во времени для получения более достоверных результатов (глава 4, п. 4.1).

6. Приведенная в работе графическая интерпретация результатов экспериментально-статистического моделирования процесса сушки не в полной мере охватывает влияние всех входных параметров на выходные, что снижает ее практическое использование (стр. 55-60).

7. По тексту диссертации имеются орфографические и синтаксические ошибки.

Заключение

В работе *Бородовицына Андрея Михайловича* на тему: «Совершенствование процесса сушки свекловичного жома перегретым паром для получения пектина» научно и экспериментально обоснована совокупность техни-

ческих и технологических решений для организации энергоэффективного способа сушки свекловичного жома для максимального выхода качественного пектина. Диссертационную работу следует считать законченным научным исследованием. Научно-практические результаты диссертации широко опубликованы в печати, что позволяет сделать заключение о высоком уровне выполненной работы.

Считаю, что диссертационная работа полностью соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученой степени», предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор **Бородовицын Андрей Михайлович** заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств.

Официальный оппонент:

Профессор кафедры «Технологические машины и оборудование» ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»,
доктор технических наук (специальность 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств), профессор



Алексанян
Игорь Юрьевич

« ____ » _____ 2021г.

414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 16,
16081960igor@gmail.ru,
тел.: +7(960)8632604

