

О Т З Ы В

официального оппонента, профессора кафедры «Теплотехника, гидравлика и энергообеспечение предприятий» Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный аграрный университет им. К.А. Тимирязева РГАУ-МСХА», доктора технических наук, профессора **Рудобашты Станислава Павловича** на диссертационную работу Губа Оксаны Евгеньевны «Совершенствование и научное обоснование способа сушки яичных продуктов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств»

Актуальность темы диссертации

Пищевая промышленность РФ имеет колоссальный потенциал, что обусловлено наличием в регионах крупных сырьевых баз и обилия производимой сельским хозяйством продукции. С другой стороны, современное состояние пищевой отрасли России до недавнего времени характеризовалось спадом производства, разрывом производственных связей, недостаточным материально-техническим оснащением.

Для устойчивого развития и высокой конкурентоспособности продукции на внутреннем и внешнем рынках пищевая промышленность России нуждается в непрерывной реконструкции на основе внедрения новейшей техники и совершенствования традиционных и разработке новых безотходных, экологически безопасных технологий.

Применение сухих порошковых форм яичных продуктов длительного хранения, экономически оправдано и технологически рационально, так как позволяет исключить ряд операций и упростить процессы хранения, подготовки сырья и полуфабрикатов к производству.

На сегодняшний день, промышленность поставляет на рынок разнообразные сухие яйцепродукты: желток, белок, яичный порошок, в том числе ферментированные и/или с различными функциональными добавками. Это обуславливает для предприятий, использующих яйцепродукты в качестве сырья, возможности расширять ассортимент и совершенствовать технологии производства.

Совершенствованию операции сушки на яйцеперерабатывающих предприятиях уделяется большое внимание, так как данная стадия достаточно энергоемка, в значительной степени определяет стоимость и оказывает влияние на качественные показатели продукции.

Решение задач экономии энергии и повышения эффективности перерабатывающих предприятий при производстве сухих яичных продуктов, в частности, проведение дополнительных комплексных исследований с целью выбора рационального способа и режимов обезвоживания, типа и конструктивных особенностей сушильного аппарата, обеспечивающих соответствующие технико-экономические показатели, актуально и требует научного подхода с учетом специфики технологии и свойств сырья и требований к конечной продукции.

Значимость представленной работы подтверждается тем, что она выполнялась в соответствии с координационным планом Научно-исследовательской работы кафедры «Технологические машины и оборудование» ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет».

Научная новизна работы

Автором получены уравнения, описывающие зависимость теплофизических, гигроскопических и термодинамических характеристик яичных продуктов от влажности и температуры. Определены и математически описаны закономерности взаимодействия продуктов с водой на основе термодинамического анализа процесса сорбции. Установлены кинетические закономерности процесса распылительной сушки яичных продуктов, получены полиномиальные аппроксимирующие зависимости удельной производительности и кривых скорости сушки от влияющих на них параметров и проведен комплексный анализ тепломассообменных процессов при обезвоживании.

Автором определены факторы, влияющие на удельную производительность, установлены диапазоны их варьирования с учетом технологических ограничений. Выявлены особенности механизма внутреннего тепломассопереноса при сушке яичных продуктов. Проведен анализ эволюции температурных полей в продуктах при обезвоживании путем численной реализации математической модели тепломассопереноса при распылительной сушке яичных продуктов.

Исходя из этого, считаю, что работа обладает научной новизной.

Общая характеристика работы

Диссертация состоит из введения, шести глав, основных выводов и заключения, списка литературы и приложений. Основное содержание работы изложено на 155 страницах машинописного текста, содержит 44 таблицы, 87 рисунков, список литературы из 164 наименований работ отечественных и зарубежных авторов. Приложения представлены на 71 странице.

Структура работы соответствует требованиям ВАК РФ к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук. Диссертация написана и оформлена достаточно грамотно.

Во введении обоснована актуальность темы диссертационной работы, научная новизна и практическая ценность исследований.

В первой главе рассмотрены основные тенденции потребления, перспективы производства и области использования яичных продуктов. Приведена общая характеристика яичных продуктов, проанализированы требования к сырью и качеству готовой продукции. Представлены результаты анализа современных технологий переработки яичных продуктов и перспективных способов их сушки. Проанализированы конструкторские решения в области распылительной сушки. Намечены пути интенсификации тепломассообмена при обезвоживании яичных

продуктов. Поставлена цель и сформулированы задачи диссертационной работы.

Во второй главе изложены результаты исследований статистики процесса обезвоживания и свойств яичных продуктов как объектов сушки. Для научного анализа кинетики и динамики тепломассообменных процессов их моделирования и рационализации автором, изучены и систематизированы теплофизические и гигроскопические характеристики яичных продуктов.

В третьей главе представлены результаты теоретического и экспериментального изучения механизма внутреннего тепломассопереноса при сушке яичных продуктов на основе исследования кинетики процесса. Приводится анализ кривых сушки и скорости сушки, раскрывается механизм внутреннего тепломассопереноса. Представлены уравнения скорости сушки яичных продуктов.

В четвертой главе изложены результаты анализа влияния основных факторов на удельную производительность при распылительной сушке яичных продуктов. Реализована математическая постановка и решена задача совершенствования сушильного процесса и представлены разработанные автором рациональные комбинированные режимы сушки яичных продуктов. Разработаны рекомендации по организации сушильного процесса. Экспериментально обоснованы рациональные способы обезвоживания яичных продуктов и дана оценка влияния основных факторов на процесс сушки.

В пятой главе приведена математическая модель, описывающая внутренний теплоперенос на основе дифференциального уравнения теплопроводности с учетом испарения влаги. На основе численного решения этого уравнения рассчитаны поля распределения температур в высушиваемой частице и подтверждена целесообразность внедрения разработанных рациональных комбинированных режимов сушки яичных продуктов.

В шестой главе представлены рекомендации по практическому применению результатов научных и проектно-технических решений. Изложен алгоритм получения комбинированных рациональных режимов 2-х зонной распылительной сушилке. Предложены конструкции распылительных установок для сушки жидких и пастообразных продуктов, которые могут быть использованы при производстве сухих дисперсных материалов, в частности для сушки яичных продуктов.

Выводы отражают основные результаты работы.

Диссертация написана грамотно и хорошо оформлена. Структура и содержание диссертации согласуются с приоритетными направлениями развития науки и техники в пищевой промышленности и соответствует требованиям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Методология и методы диссертационного исследования

Теоретико-методологической основой исследований являются труды отечественных и зарубежных авторов в области теории и техники сушки, в частности, работы А.В. Лыкова, А.С. Гинзбурга, и др.

Основой исследований является изучение кинетики процесса сушки яичных продуктов, а также термодинамический анализ статического взаимодействия воды с яйцепродуктами на основе опытных данных в комплексе с теоретическим анализом для интенсификации тепломассообмена, численного расчета температурных полей и реализации модели тепломассопереноса в процессе сушки с учетом динамики изменения свойств материала в реальном процессе.

Цель исследования достигнута, благодаря обобщению и анализу классических и новых аналитических и эмпирических методов изучения тепломассопереноса, на базе известных научных достижений и основополагающих работ в области обезвоживания пищевых продуктов, положениям которых соответствуют выводы и рекомендации, представленные в работе. Полученные зависимости и аппроксимирующие

уравнения адекватны экспериментальным данным, что подтверждено статистической обработкой результатов измерений. Методическое обеспечение и предложенные в результате исследований конструкторские решения не противоречат известным апробированным методикам рационального проектирования и конструирования аппаратов. Комплекс экспериментов и реализация физико-математической модели процесса сушки проводился с использованием современных компьютерных математических программ, приборов и оригинальных опытных установок.

Публикация основных результатов диссертации

Содержание диссертационной работы достаточно полно отражено в научных публикациях. Основные положения и результаты работы опубликованы в 10 научных работах, в том числе 3 работы в изданиях по перечню ВАК РФ.

Практическая ценность работы

Автором установлены рациональные режимы и соответствующие значения влияющих факторов для обеспечения максимальной удельной производительности при распылительной сушке яичных продуктов.

Разработан алгоритм получения комбинированных рациональных режимов 2-х зонной распылительной сушки при активной нестационарной аэродинамической обстановке взаимодействия потоков в сушильной камере.

Предложена рациональная конструкция распылительной сушилки для эффективного обезвоживания яичных продуктов. Разработана конструкция установки для комбинирования рациональных режимов.

Основные результаты и рекомендации внедрены и используются при организации технологических процессов на ООО «АСТРАХАНСКАЯ КОНСЕРВНАЯ КОМПАНИЯ», ГП АО «СХП птицефабрика «Степная», ООО НПП «Золотое зернышко», ООО НПП «пЕДант», ООО «АСТРБИОПРОДУКТ» и др.

Исходя из этого, считаю, что работа обладает практической ценностью.

Соответствие автореферата основным положениям диссертации

Автореферат полностью отражает содержание диссертации, написан кратко и хорошо оформлен. Между ними нет противоречий и разночтений.

Замечания по диссертации:

1. В работе принята формула аддитивности для описания зависимости теплоемкости яичных продуктов от влажности без обоснования ее применимости.
2. На рисунках 2.14, 2.16, 2.18, 2.20, 2.22, 2.24, иллюстрирующих зависимость теплофизических характеристик яичных продуктов от влажности и температуры, необходимо было нанести экспериментальные точки.
3. Полученные в работе данные по теплофизическим характеристикам яичных продуктов надо было сопоставить с имеющимися литературными данными: 1) Теплофизические характеристики пищевых продуктов и материалов. Справочное пособие. Под ред. проф. А.С. Гинзбурга / А.С. Гинзбург, М.А. Громов, Г.И. Красовская, В.С. Уколов. М.: Пищевая промышленность. 1975. – 224 с.; 2) А.С. Гинзбург, М.А. Громов, Г.И. Красовская. Теплофизические характеристики пищевых продуктов и материалов. Справочное пособие. Издание второе, дополненное и переработанное. М.: Пищевая промышленность. 1980. – 288 с.
4. При представлении опытных данных по кинетике сушки яичных продуктов необходимо было указать диаметр высушиваемых частиц (в начале и в конце процесса), среднюю (расходную) скорость

воздуха, дать ту или иную информацию о скорости частиц, поскольку эти параметры влияют на кинетику сушки.

5. Кинетика сушки, исследованная в диссертации, не привязана к расчету удельной производительности процесса обезвоживания, для которой используются прямые эмпирические зависимости от определяющих параметров.
6. Частица высушиваемого материала при распылительной сушке сферическая, а при описании внутреннего теплопереноса в частице и численном анализе процесса ее теплообмена с воздухом в сушилке используется уравнение для неограниченной пластины (уравнения (5.1)-(5.3)). Почему?

Редакционные замечания:

- на стр. 123 граничное условие теплообмена 3-го рода названо граничным условием теплообмена 2-го рода;
- в литературном обзоре в позиции 84 не верно указаны инициалы автора: написано А.В. Лыков, а надо М.В. Лыков.

Общее заключение

В диссертационной работе О.Е. Губа предложена, научно и экспериментально обоснована совокупность методов и технических средств для организации эффективного процесса сушки яичных продуктов. Осуществлен широкий спектр комплексных научных исследований, логически вылившихся в актуальную для промышленности и науки диссертационную работу, выполненную на высоком научно-техническом уровне.

Диссертационная работа О.Е. Губа «Совершенствование и научное обоснование способа сушки яичных продуктов» является завершенной научно-квалификационной работой, в которой изложены научно-обоснованные технические и технологические разработки в области распылительной сушки. Она обладает логическим единством, все ее

разделы служат достижению поставленной цели. Диссертационная работа оформлена аккуратно, иллюстративный материал подготовлен качественно.

Диссертационная работа имеет существенное значение для пищевой промышленности и соответствует п.9 (к) «Положения о порядке присуждения ученых степеней». Автор диссертационной работы О.Е. Губа заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.12 – «Процессы и аппараты пищевых производств».

Профессор кафедры «Теплотехника,
гидравлика и энергообеспечение
предприятий» ФГБОУ ВО
«Московский государственный
аграрный университет
им. К.А. Тимирязева РГАУ-МСХА»,
д.т.н., профессор



С.П. Рудобашта
«3» 06 2015 г.

127550, г. Москва,
ул. Тимирязевская, 49,
ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева»
тел. 8(499) 976-15-76
rudobashta@mail.ru

