

## О Т З Ы В

официального оппонента, кандидата технических наук, доцента кафедры машин и аппаратов пищевых производств Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Воронежский государственный университет инженерных технологий", Прибыткова Алексея Викторовича  
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**

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

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 расширить ассортимент и совершенствовать технологии производства. Использование сухих порошковых форм яичных продуктов длительного хранения, экономически оправдано и технологически рационально.

Рационализации операции сушки на яйцеперерабатывающих предприятиях уделяется большое внимание, так как данная стадия энергоемка, 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 рациональных 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**

В ходе выполнения диссертационной 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 и 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.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, их достоверность**

Содержащиеся в работе положения, выводы и рекомендации основаны на научных положениях, общепринятых теоретических закономерностях, опираются на полученные соискателем экспериментальные данные и являются их логическим следствием. В работе отсутствуют взаимно противоречащие положения и выводы.

Содержащиеся в работе научные положения, выводы и рекомендации основываются на фундаментальных физических законах и не противоречат им. Они хорошо согласуются с теоретическими концепциями, общепринятыми в данной области исследований.

Сформулированные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации полностью отражают результаты работы, обоснованы и достоверны, что подтверждается обширным экспериментальным материалом, многократностью опытов, использованием современных аттестованных методик, соответствующего приборного обеспечения, статистической обработкой полученных результатов с применением ЭВМ, а также совпадением эмпирических данных с результатами промышленной реализации частных решений и технологий.

### **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 72 страницах.

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 современные тенденции потребления, перспективы производства и области использования сухих яичных продуктов. Представлена общая характеристика яичных концентратов, проанализированы требования к сырью и качеству готовой продукции. Представлены результаты анализа технологий переработки яичных продуктов и перспективных способов их сушки. Автором проанализированы конструкторские решения в области распылительной сушки и намечены пути совершенствования тепломассообменных процессов при обезвоживании яичных продуктов. Поставлена цель и сформулированы задачи диссертационной работы.

**Во второй главе** изложены результаты исследований статистики процесса обезвоживания и некоторых свойств яичных продуктов. Для дальнейшего научного анализа кинетики и динамики тепломассообменных процессов, их моделирования и рационализации автором, изучены и систематизированы данные по теплофизическим и гигроскопическим характеристикам яичных продуктов.

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

**В четвертой главе** изложены результаты комплексного анализа влияния основных факторов на удельную производительность при распылительной сушке яичных продуктов. Реализована математическая

постановка и решена задача совершенствования сушильного процесса. Представлены рациональные комбинированные режимы сушки яичных продуктов и разработаны рекомендации по организации сушильного процесса. Дана оценка влиянию основных факторов на процесс сушки.

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

**В шестой главе** представлены рекомендации по практическому использованию результатов научных и проектно-технических решений. Изложен алгоритм разработки комбинированных рациональных режимов 2-х зонной распылительной сушилке. Предложены конструкции распылительных установок для сушки жидких и пастообразных продуктов и производства сухих дисперсных материалов.

Выводы отражают основные результаты работы.

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. Диссертация написана грамотно и хорошо оформлена.

### **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.

Автором 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.

### **Степень завершенности**

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

### **Замечания по диссертации:**

1) Рациональные режимные параметры обезвоживания яичных продуктов (глава 4), разработанные автором в лабораторных условиях, очевидно, требуют корректировки для реальных производственных условий.

2) На завершающей стадии процесса распылительной сушки в порах высушиваемых частиц находится парожидкостная смесь, поэтому теплофизические характеристики объектов обезвоживания (глава 2), полученные автором в статических условиях, но используемые в работе при моделировании реального процесса сушки целесообразно уточнить.

3) В диссертационной работе следовало бы привести информацию по охране труда обслуживающего персонала и безопасности при эксплуатации разработанной экспериментальной установки.

4) В диссертационной работе следовало бы привести подробную информацию о показателях качества сухих яичных продуктов, достигаемых при реализации установленных в ходе исследований рациональных режимов сушки.

5) В библиографическом списке встречаются устаревшие литературные источники.

6) В работе встречаются стилистические неточности и опечатки.

Указанные недостатки не снижают общей положительной оценки представленной диссертации и несут, скорее всего, рекомендательный характер для проведения дальнейших научных исследований.

### **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. Диссертационная работа О.Е. Губа «Совершенствование и научное обоснование способа сушки яичных продуктов» является завершённой

