**Рейтблат, Иосиф Авраамович. Интенсификация тепло- и массообмена при сублимационной сушке некоторых пищевых продуктов : Дис. ... канд. технические науки : 05.18.12.- Москва, 2007**

**МИНИСТЕРСТВО ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР ВСЕСОЮЗНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕКОНЦЕНТРАТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И СПЕЦИАЛЬНОЙ ПИЩЕВОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО**

**ОБРАЗОВАНИЯ РСФСР МОСКОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**На правах рукописи**

**РЕЙТБЛАТ ИОСИФ АБРАМОВИЧ**

**УДК № 664.8.047.25 (043.3)**

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА ПРИ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКЕ НЕКОТОРЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ**

**Специальность 05.18.12 - процессы и аппараты**

**пищевых производств**

**Диссертация**

**на соискание ученой степени кандидата технических наук**

**Научный руководитель Засл.деятель науки и техники РСФСР, доктор технических наук, профессор A.C. Гинзбург**

**Научный консультант Кандидат технических наук**

**В.А. Воскобойников**

**Москва, 1984 г.**

**СОДЕРЖАНИЕ**

**ВВЕДЕНИЕ 5**

**ГЛАВА I. СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА**

**ПРИ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУМЕ МАТЕРИАЛОВ 7**

**1.1. Методы расчета процесса вакуум- сублимационного обезвоживания 8**

**1.2. Методы исследования тепло- и массообмена. . . 21**

**1.3. Пути интенсификации тепло- и массообмена при вакуум-сублимационной сушке пищевых продуктов 29**

**1.4. Цель и задачи исследования 40**

**ГЛАВА 2. ВЫБОР ОБЪЕКТОВ СУШКИ И МЕТОДИКА**

**ИХ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ 42**

**2.1. Общая характеристика объектов сушки 42**

**2.2. Определение температуры замораживания**

**объектов сушки 48**

**2.3. Методика предварительной подготовки**

**объектов сушки 53**

**2.4. Гигроскопические свойства обезвоженных**

**пищевых продуктов 55**

**2.5. Методы определения показателей качества**

**обезвоженных пищевых продуктов 59**

**ГЛАВА 3. ТЕХНИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛО- И МАССООБМЕНА**

**ПРИ СУБЛИМАЦИОННОЙ СУШКЕ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ. . . 61**

**3.1. Средства измерения параметров процесса**

**и анализ погрешностей измерения 61**

**3.2. Разработка устройства для измерения парци¬ального давления водяного пара в вакууме. . . 63**

**3.3. Методика градуировки измерительного**

**устройства бб**

**ГЛАВА 4. ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ ЗАМОРОЖЕННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ТРАДИ-ЦИОННЫМ СПОСОБОМ В РАЗЛИЧНЫХ ВАКУУМ- СУБЛИМАЦИОННЫХ УСТАНОВКАХ 73**

**4.1. Техника и методика исследования 73**

**4.2. Влияние изменения давления водяного**

**пара на характер процесса обезвоживания. ... 75**

**ГЛАВА 5. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ**

**ЗАМОРОЖЕННЫХ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ В ВАКУУМЕ**

**ПРИ ЦИКЛИЧЕСКОМ ИЗМЕНЕНИИ ДАВЛЕНИЯ 83**

**5.1. Физическая модель процесса. Аналитичес¬кое исследование тепло- и массообмена в осциллирующем режиме давления 83**

**5.2. Экспериментальное исследование обезвожи¬вания замороженных пищевых продуктов в ва¬кууме при циклическом изменении давления ... 92**

**5.3. Зависимость коэффициента эффективной тепло¬**

**проводности обезвоженных пищевых продуктов от давления паровоздушной среды 106**

**5.4. Зависимость коэффициента паропроницаемости обезвоженных пищевых продуктов от давления паровоздушной среды 114**

**5.5. Исследование сублимационного обезвоживания гранулированного свекольного сока 120**

**5.6. Оптимизация процесса сублимационной сушки свекольного сока при циклическом изменении давления 126**

**ГЛАВА 6. ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ**

**ИССЛЕДОВАНИЯ 138**

**6.1. Разработка и испытание опытного образца устройства для измерения давления**

**водяного пара в вакууме 138**

**6.2. Разработка "Изменения к технологической инструкции по производству свекольного**

**сока сублимационной сушки" 143**

**6.3. Уточнение методики расчета продолжи¬тельности процесса сушки с применением осциллирующего режима . 145**

**6.4. Производственные испытания установки**

**УСС-5 в осциллирующем режиме 147**

**ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ И ВЫВОДЫ 150**

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 152**

**ПРИЛОЖЕНИЯ 166**

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ И ВЫВОДЫ

1. Проведен анализ зависимости производительности субли­мационного оборудования от свойств обезвоживаемых продуктов, способов предварительной подготовки их к сушке, режимов сушки и конструктивных особенностей оборудования. Основным фактором повышения производительности сублимационного оборудования яв­ляется интенсификация тепло- и массообменных процессов.
2. Для интенсификации тепло- и массообмена в период убы­вающего энергоподвода применен метод циклического изменения давления паровоздушной среды (Решение ВНЙЙГПЭ от 17.05.84 г. о выдаче авт. свид. на заявку Р 3704708/28-13). Экспериментально определены значения параметров осциллирующих режимов, обеспечи­вающие максимальную производительность сублимационного оборудо­вания при заданных показателях качества высушенных продуктов.
3. Экспериментально установлено, что при повышении давле­ния паровоздушной среды от 40 до 1400 Па значения коэффициентов эффективной теплопроводности и паропроницаемости обезвоженных свекольного сока, творога и репчатого лука увеличиваются., в среднем, соответственно в 1,3 раза и 1,5 раза.
4. Разработаны устройство для измерения парциального дав­ления водяного пара в вакууме (а.с. № 562759) и установка для его градуировки в диапазоне (0 - 660) Па. Экспериментально по­лучено распределение давления водяного пара в сублимационных установках периодического и непрерывного действия.
5. Исследована зависимость удельного съема высушенного свекольного сока от параметров гранулирования и концентрирова­ния в режимах сушки при постоянном и циклически изменяющемся давлении паровоздушной среды.
6. Разработаны, апробированы и рекомендованы к внедрению на Детчинском экспериментальном комбинате овощных концентратов Изменение № I к "Технологической инструкции по производству свекольного сока сублимационной сушки" и машинно-аппаратурная схема по безотходной технологии.
7. Предложена методика инженерного расчета продолжитель­ности процесса сублимационной сушки с использованием осцилли­рующего режима по давлению среды в период убывающего энергопод­вода.
8. Проведена производственная проверка осциллирующих режи­мов сушки гранулированного свекольного сока и творога на уста­новке УСС-5, в результате которой подтверждена эффективность разработанных режимов.

Расчетный годовой экономический эффект от применения осцил­лирующего режима на этой установке составит: на свекольном со­ке - 140 тыс.руб., на твороге - 145 тыс.руб., на репчатом луке - - 118 тыс.руб.