

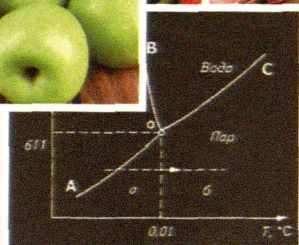
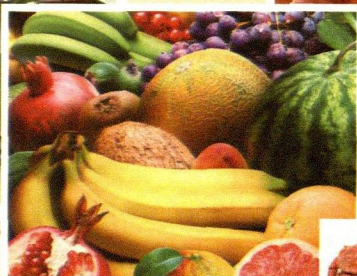
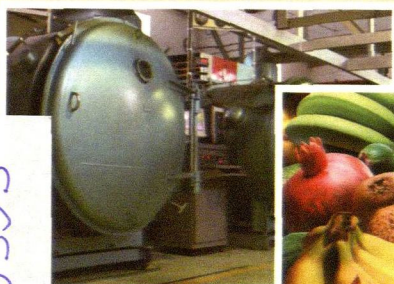
НА ДОМ НЕ ВЫДАЕТСЯ

Г. В. Семенов
И. С. Краснова

21-5353

Сублимационная сушка

21-05353



ДЕЛИ

Г. В. Семенов
И. С. Краснова

Сублимационная сушка

Москва
Дели
2021

УДК 664.8/9

ББК 36.91

С30

Рецензенты:

доктор технических наук, почетный работник высшего профессионального образования, профессор *В.И. Штулин*;
доктор технических наук, заслуженный деятель науки РФ,
профессор *М.Б. Генералов*

Семенов Г.В., Краснова И.С.

С30 **Сублимационная сушка.** – М.: ТД ДеЛи, 2021. – 326 с.

ISBN 978-5-6045642-1-9

В книге представлены современные обобщенные сведения о вакуумной сублимационной сушке. В настоящее время этот метод уже получил широкое применение в фармацевтической и пищевой промышленности, прикладной биотехнологии и медицине, специальных криохимических технологиях, успешно использован для сушки влажных книг, элитных сортов табака, при обработке особо ценных шкур и мехов. Авторами изложены физические основы сублимационной сушки и их взаимосвязь с технологией и аппаратурным оформлением процесса. Рассмотрено развитие научных основ метода сублимационной сушки в нашей стране и за рубежом, показаны теоретические и технические проблемы процесса, этапы выбора режимных параметров и характеристик оборудования. Особое внимание уделено вкладу отечественных специалистов в создание теоретических основ, оборудования и промышленных производств. Даны характерные экономические показатели использования сублимационной сушки в пищевой промышленности, примеры создания и эксплуатации предприятий. Обозначены перспективы дальнейшего развития этой прогрессивной технологии в России и в мире.

Книга предназначена для специалистов-практиков, научных работников, аспирантов и студентов профильных специальностей. Также книга адресована представителям бизнеса и широкому кругу энтузиастов, рассматривающих внедрение инновационных технологий в промышленное развитие нашей страны. Авторы готовы к сотрудничеству с ними. По существу этот труд стал следующим переработанным и дополненным изданием монографии Сублимационная сушка пищевых продуктов, 2018.

УДК 664.8/9

ББК 36.91

© Семенов Г.В., Краснова И.С. 2021

© Оформление. ООО ТД ДеЛи, 2021

ISBN 978-5-6045642-1-9

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. История развития метода сублимационной сушки – основные вехи и действующие лица.....	10
Глава 2. Физические основы вакуумной сублимационной сушки	57
2.1. Аналитическое описание процесса сублимации	63
2.2. Физическая модель процесса сублимации дисперсного материала при кондуктивном энергоподводе.....	70
2.2.1. Алгоритм числового решения	79
2.2.2. Сублимация гранулированного материала в условиях высокой паропроницаемости слоя	93
2.3. Сублимационная сушка при радиационном подводе теплоты	105
2.4. Сушка с использованием электромагнитных колебаний сверхвысокой частоты	110
2.5. Обезвоживание термолабильных материалов в вакууме при давлении, незначительно превышающем давление тройной точки воды	112
2.5.1. Обезвоживание в режиме кипения. Физическая модель кипения аномально вязкой жидкости в вакууме.....	113
2.5.2. Физическая модель вакуумного обезвоживания термолабильных материалов во вспененном состоянии	118
Глава 3. Оборудование для сублимационной сушки	125
3.1. История создания отечественных вакуумных сублимационных установок	129
3.2. Классификация и особенности конструкций сублимационных установок различного назначения.....	145
3.3. Примеры конструкций современных отечественных и зарубежных установок для вакуумной сублимационной сушки.....	151
Глава 4. Расчет основных параметров процесса и элементов оборудования для сублимационной сушки термолабильных материалов	186
4.1. Определение длительности сублимационной сушки.....	187
4.2. Материальный баланс установки.....	199

4.3. Тепловой баланс сушильной камеры.....	200
4.4. Определение размеров сушильной камеры.....	202
4.5. Расчет системы энергоподвода.....	204
4.6. Расчет площади поверхности десублиматора.....	206
4.7. Выбор системы холодоснабжения	208
4.8. Подбор вакуумных агрегатов	210
4.9. Управление процессом вакуумной сублимационной сушки.....	212
4.9.1. Процесс сушки при комбинированном энергоподводе.....	214
4.9.2. Оптимальная и квазиоптимальная программы радиационного энергоподвода	216
4.9.3. Управление на основе параметров объекта сушки.....	218
4.9.4. Управление на основе параметров процесса сушки.....	218
4.9.5. Комбинированное управление	219
Глава 5. Основы технологии консервирования сублимационной сушкой.....	220
5.1. Основные свойства объектов сушки.....	221
5.1.1. Продукты животного происхождения	223
5.1.2. Белковые препараты животного и растительного происхождения	225
5.1.3. Молоко и молочные продукты	225
5.1.4. Яйца	227
5.1.5. Рыба	227
5.1.6. Продукты растительного происхождения.....	228
5.1.7. Вкусовые и пряные растения.....	229
5.1.8. Эндокринно-ферментное сырье	229
5.2. Свойства и формы связи воды, содержащейся в продуктах	230
5.3. Свойства воды, получающейся после оттаивания льда с поверхности десублиматора.....	233
5.4. Предварительная подготовка сырья к сушке	234
5.5. Выбор конечной температуры замораживания продуктов перед сушкой	241
5.6. Экспресс-метод выбора рациональной температуры сублимационной сушки	245
5.7. Сублимационная сушка.....	246
5.8. Замораживание и сушка биопрепаратов.....	248

5.9. Сушка пчелиного маточного молочка.....	250
5.10. Сублимационная сушка виноградного сырья.....	253
5.11. Сублимационная сушка влажных книг и бумаги	255
5.12. Сушка в режимах совмещенного влагоудаления	257
5.13. Упаковка и хранение продуктов сублимационной сушки	260
5.14. Восстановление и кулинарная обработка продуктов сублимационной сушки	263
5.15. Технологические схемы консервирования некоторых продуктов	265
5.16. Изменения свойств продуктов сублимационной сушки.....	274
5.16.1. Изменение качества продуктов растительного происхождения	274
5.16.2. Изменение свойств мяса и рыбы.....	280
5.16.3. Изменение свойств молочных продуктов	284
5.16.4. Изменение свойств быстрорастворимых чая и кофе	285
5.16.5. Изменение свойств виноградного сырья.....	285
5.17. Перспективные технологии сублимированных продуктов быстрого питания.....	288
5.17.1. Фруктовые десерты на основе комбинирования различных поре.....	288
5.17.2. Высокобелковые мясные комбинированные продукты.....	289
5.17.3. Рыбные комбинированные продукты.....	291
5.17.4. Сублимированные молочно-фруктовые комбинированные продукты	292
5.17.5. Сублимированные сырные снеки	293
Глава 6. Техничко-экономическая эффективность производства сублимированных продуктов.....	296
6.1. Экономическая оценка создания цеха вакуумной сублимационной сушки	299
Заключение.....	307
Приложения	310
Литература	314