

# ПРОМЫШЛЕННАЯ СУШКА

А. В. Нестеров



ЛАНЬ

А. В. НЕСТЕРОВ

# ПРОМЫШЛЕННАЯ СУШКА

МОНОГРАФИЯ

*Издание второе, стереотипное*



ЛАНЬ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ • МОСКВА • КРАСНОДАР  
2022

УДК 66.047  
ББК 30.600.9я73

**Н 56**    **Нестеров А. В.** Промышленная сушка : монография /  
А. В. Нестеров. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань,  
2022. — 304 с. — Текст : непосредственный.

**ISBN 978-5-8114-9400-2**

Изложены основы теории сушки влажных материалов (кинетика и статика процесса термической сушки). Проанализированы различные упрощенные модели кинетики сушки. Рассмотрены методы сушки, применительно к различным видам влажных материалов. Даны технологические схемы и конструкции сушилок.

Для каждого типа сушильных аппаратов дан пример расчета на основе конкретных исходных данных. Рассмотрены вопросы выбора типа сушильного аппарата в зависимости от свойств влажного материала и требований к конечному продукту.

Дан обзор методов сушки и конструкций аппаратов, применяемых в различных отраслях промышленности применительно к наиболее распространенным продуктам.

Для инженерно-технических работников, занимающихся проектированием и эксплуатацией сушильных установок в химической и других отраслях промышленности. Может быть полезна научным работникам, а также студентам соответствующих вузов.

УДК 66.047  
ББК 30.600.9я73

Обложка  
*П. И. ПОЛЯКОВА*

© Издательство «Лань», 2022  
© А. В. Нестеров, 2022  
© Издательство «Лань»,  
художественное оформление, 2022

# ОГЛАВЛЕНИЕ

ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ.....	5
1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ.....	8
2. СВОЙСТВА ВЛАЖНОГО МАТЕРИАЛА.....	12
2.1. Влажность материалов, формы связи влаги с материалом.....	12
2.2. Равновесное состояние влажного материала.....	18
3. СВОЙСТВА ВЛАЖНОГО ВОЗДУХА.....	20
3.1. Основные параметры влажного воздуха.....	20
3.2. $I-x$ диаграмма влажного воздуха.....	25
4. МАТЕРИАЛЬНЫЙ И ТЕПЛОВЫЙ БАЛАНСЫ СУШИЛКИ.....	35
5. ВАРИАНТЫ ПРОЦЕССА СУШКИ.....	43
6. КИНЕТИКА ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОЙ СУШКИ.....	57
6.1. Механизм тепломассопереноса в процессе термической сушки влажного материала.....	58
6.2. Экспериментальные кривые сушки.....	64
6.3. Внешнедиффузионная кинетика сушки влажного материала.....	67
6.4. Внутридиффузионная кинетика сушки влажного материала.....	74
6.5. Кинетические модели переноса влаги в капиллярно-пористых материалах различной формы.....	80
6.6. Экспериментальное определение коэффициентов влагопереноса.....	95
6.7. Модели кинетики процесса сушки в сушильных аппаратах.....	104
7. КОНСТРУКЦИИ СУШИЛОК.....	114
7.1. Конвективные сушилки с неподвижным или движущимся плотным слоем материала.....	115
7.2. Конвективные сушилки с перемешиванием слоя материала.....	122
7.3. Конвективные сушилки с взвешенным слоем материала.....	134
7.4. Конвективные сушилки с пневмотранспортом материала.....	161
7.5. Контактные сушилки.....	164
7.6. Специальные виды сушки и типы сушилок.....	176
8. СУШКА В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.....	185
8.1. Химическая промышленность.....	187
8.2. Производство строительных материалов.....	191
8.3. Деревообрабатывающая промышленность.....	195
8.4. Переработка отходов.....	199
8.5. Пищевая промышленность.....	201
8.6. Химико-фармацевтическая промышленность.....	203

9. ПРОИЗВОДИТЕЛИ СУШИЛОК.....	206
10. РАСЧЕТ СУШИЛОК. ВЫБОР СУШИЛЬНОГО АППАРАТА И ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....	213
10.1. Расчет конвективной сушилки карьерного песка в барабанной вращающейся сушилке. Топливо — природный газ .....	213
10.2. Расчет конвективной сушилки золотвалов ТЭС в барабанной вращающейся сушилке. Топливо — природный газ .....	231
10.3. Расчет конвективной сушилки карьерного песка в сушилке кипящего слоя .....	241
10.4. Расчет конвективной сушилки карьерного песка в барабанной вращающейся сушилке с горелкой на дизельном топливе .....	249
10.5. Расчет сушилки взвешенного слоя с подогревом воздуха внутри сушильной камеры. Обогрев греющим паром .....	262
10.6. Расчет сушилки с кипящим слоем инертного материала на газовом топливе для сушилки пластификатора .....	265
10.7. Расчет пневматической флэш-сушилки для сушилки фосфогипса с горелкой на дизельном топливе .....	270
10.8. Расчет распылительной сушилки для сушилки поливинил-пирролидона, электрообогрев .....	273
10.9. Расчет шестиярусной сушилки с ленточным ситом для сушилки древесных стружек, теплоноситель — горячая вода. . . .	278
10.10. Расчет вальцовой сушилки для сушилки гидролизованного полиакрилонитрила, теплоноситель — греющий пар .....	289
10.11. Расчет двухконусной вакуум-сушилки периодического действия для сушилки металлического порошка .....	294
ЛИТЕРАТУРА.....	299