

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 ТЕПЛОВОЙ 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 сушки карьерного песка в барабанной вращающейся сушилке. Топливо — природный газ	213
10.2. Расчет конвективной сушки золоотвалов ТЭС в барабанной вращающейся сушилке. Топливо — природный газ	231
10.3. Расчет конвективной сушки карьерного песка в сушилке кипящего слоя	241
10.4. Расчет конвективной сушки 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 сушки пластификатора	265
10.7. Расчет пневматической флэш-сушилки для сушки фосфогипса с горелкой на дизельном топливе	270
10.8. Расчет распылительной сушилки для сушки поливинил-пирролидона, электрообогрев	273
10.9. Расчет шестиярусной сушилки с ленточным ситом для сушки древесных стружек, теплоноситель — горячая вода....	278
10.10. Расчет вальцовой сушилки для сушки гидролизованного полиакрилонитрила, теплоноситель — греющий пар	289
10.11. Расчет двухконусной вакуум-сушилки периодического действия для сушки металлического порошка	294
ЛИТЕРАТУРА.....	299