

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 |