

А. С. Тимофеева
Т. В. Никитченко
В. В. Федина

Металлургическая теплотехника.

Процессы сушки и огнеупоры



ТОМСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
АРХИТЕКТУРЫ
И СТРОИТЕЛЬСТВА

**А. С. ТИМОФЕЕВА, Т. В. НИКИТЧЕНКО,
В. В. ФЕДИНА**

**МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ
ТЕПЛОТЕХНИКА.
ПРОЦЕССЫ СУШКИ И ОГНЕУПОРЫ**

Допущено Учебно-методическим объединением по образованию
в области металлургии в качестве учебного пособия
для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по направлению
«Металлургия»

Старый Оскол
ТНТ
2020

УДК 669
ББК 34.3
Т 415

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *Э. Э. Меркер*
кандидат технических наук, доцент *А. А. Кожухов*

Тимофеева А. С., Никитченко Т. В., Федина В. В.
Т 415 **Металлургическая теплотехника. Процессы сушки и огнеупоры [Текст] : учебное пособие / А. С. Тимофеева, Т. В. Никитченко, В. В. Федина. — Старый Оскол : ТНТ, 2020. — 240 с. : ил.**

ISBN 978-5-94178-525-4

В учебном пособии рассмотрены теоретические основы и закономерности процессов сушки, встречающиеся в металлургических агрегатах, даны теплофизические расчёты по данным процессам. Приведены свойства огнеупорных материалов и предъявляемые к ним требования при использовании в различных металлургических агрегатах, а также примеры решения задач и задачи для самостоятельного решения по каждой теме.

Пособие предназначено для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Металлургия», а также будет полезно студентам смежных направлений, аспирантам и преподавателям вузов.

УДК 669
ББК 34.3

ISBN 978-5-94178-525-4

© Тимофеева А. С., Никитченко Т. В.,
Федина В. В., 2020
© Оформление. ООО «ТНТ», 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|-----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ | 5 |
| ВВЕДЕНИЕ | 6 |
| ГЛАВА 1. СТАТИКА ПРОЦЕССОВ СУШКИ | 7 |
| 1.1. Основные закономерности процесса сушки | 11 |
| 1.2. Характеристика материалов, подвергаемых сушке | 16 |
| 1.3. Характеристика сушильных агентов | 21 |
| 1.4. Решение задач | 24 |
| 1.5. Взаимодействие материала и сушильного агента | 27 |
| 1.6. Движение влаги во внутренних слоях материала | 29 |
| 1.7. Материальный и тепловой балансы сушки | 36 |
| 1.8. Решение задач | 41 |
| ГЛАВА 2. КИНЕТИКА ПРОЦЕССА СУШКИ | 46 |
| 2.1. Кривая сушки, скорость сушки | 46 |
| 2.2. Тепло- и массообмен при сушке | 55 |
| 2.3. Конвективная сушка | 60 |
| 2.4. Сушка дисперсных материалов | 66 |
| 2.5. Расчёт сушильных установок | 74 |
| 2.6. Решение задач | 75 |
| ГЛАВА 3. СУШИЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ | 82 |
| 3.1. Классификация сушильных установок | 82 |
| 3.2. Конвективные сушилки | 85 |
| 3.3. Контактные сушилки | 100 |
| 3.4. Специальные сушилки | 102 |
| 3.5. Расчёт барабанной сушилки | 105 |
| 3.6. Решение задач | 111 |
| ГЛАВА 4. ОГНЕУПОРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ | 113 |
| 4.1. Химико-минералогический состав | 115 |
| 4.1.1. Кремнезёмистые огнеупоры | 115 |
| 4.1.2. Алюмосиликатные огнеупоры | 117 |
| 4.1.3. Магнезиальные огнеупоры | 121 |

| | |
|--|------------|
| 4.1.4. Хромистые огнеупоры | 126 |
| 4.1.5. Углеродистые огнеупоры | 128 |
| 4.1.6. Карборундовые огнеупоры | 131 |
| 4.1.7. Специальные оксидные, карбидные, нитридные и другие огнеупоры | 133 |
| 4.2. Огнеупорность | 139 |
| 4.3. Пористость | 140 |
| 4.4. Область применения | 142 |
| 4.5. Специальные признаки огнеупорных изделий | 144 |
| 4.6. Физические и теплофизические свойства огнеупоров | 149 |
| 4.7. Решение задач | 166 |
| ГЛАВА 5. ОГНЕУПОРНЫЕ БЕТОНЫ И МЕРТЕЛИ | 170 |
| ГЛАВА 6. ОГНЕУПОРЫ ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА | 185 |
| 6.1. Применение огнеупоров в чёрной металлургии | 185 |
| 6.2. Выбор огнеупорных материалов для футеровок печей | 187 |
| 6.3. Теплоизоляционные материалы, применяемые для металлургических печей | 192 |
| 6.4. Мероприятия, способствующие повышению стойкости огнеупорной футеровки | 194 |
| 6.5. Механизм и причины разрушения огнеупоров | 195 |
| 6.6. Переход на огнеупорные футеровки нового поколения различных тепловых агрегатов | 197 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ | 202 |
| БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК | 237 |