

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

# Металлургическая теплотехника.

Процессы сушки и огнеупоры



ТОМСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ  
СТРОИТЕЛЬСТВА  
И АРХИТЕКТУРЫ

**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

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ</b> .....	5
<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	6
<b>ГЛАВА 1. СТАТИКА ПРОЦЕССОВ СУШКИ</b> .....	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
<b>ГЛАВА 2. КИНЕТИКА ПРОЦЕССА СУШКИ</b> .....	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
<b>ГЛАВА 3. СУШИЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ</b> .....	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
<b>ГЛАВА 4. ОГНЕУПОРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b> .....	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
<b>ГЛАВА 5. ОГНЕУПОРНЫЕ БЕТОНЫ И МЕРТЕЛИ .....</b>	<b>170</b>
<b>ГЛАВА 6. ОГНЕУПОРЫ ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА .....</b>	<b>185</b>
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
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ .....</b>	<b>202</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК .....</b>	<b>237</b>