

А. С. Тимофеева  
В. В. Федина

**ТЕПЛОФИЗИКА  
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ**



**А. С. ТИМОФЕЕВА  
В. В. ФЕДИНА**

**ТЕПЛОФИЗИКА  
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ  
ПРОЦЕССОВ**

Под редакцией А. С. Тимофеевой

**2-е издание, переработанное и дополненное**

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  
2018

**Тимофеева, А. С.** Теплофизика металлургических процессов : учебное пособие для вузов / А. С. Тимофеева, В. В. Федина ; под ред. А. С. Тимофеевой. — 2-е изд. — Старый Оскол : ТНТ, 2018. — 135 с. : ил., табл. — Библиогр. : с. 133.

УДК 669.017:536(075.8)

ББК 24

**Абонемент №1 — 3 экз.**

**Чит. зал №1 — 2 экз.**

В учебном пособии рассмотрены вопросы теплофизики в различных металлургических процессах.

Предназначено для бакалавров и магистров вузов, обучающихся по направлению «Металлургия».

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	3
<b>ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ</b> .....	4
<b>ИНДЕКСЫ</b> .....	5
<b>КРИТЕРИИ И ЧИСЛА ПОДОБИЯ</b> .....	6
<b>ГЛАВА 1. ТЕПЛОМАССОБМЕН В ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМАХ</b> .....	9
1.1. Основные законы переноса тепла и массы .....	9
1.2. Основные формулы по гидродинамике дисперсных сред .....	11
1.3. Тепломассообмен одиночной частицы с обтекающим потоком .....	17
<i>Внешняя задача тепломассообмена</i> .....	17
<i>Внутренняя задача тепломассообмена</i> .....	21
1.4. Тепломассообмен при стеснённом обтекании ансамбля частиц .....	22
<i>Примеры решения задач</i> .....	24
<i>Задачи для самостоятельного решения</i> .....	32
<b>ГЛАВА 2. ТЕПЛОМАССОБМЕН В ПЛОТНОМ СЛОЕ</b> .....	36
2.1. Теплообмен в неподвижном плотном слое (задача Шумана) .....	37
2.2. Теплообмен при перекрёстном движении газа и материала слоя .....	38
2.3. Теплообмен при противоточном движении газа и материала слоя .....	41
<i>Примеры решения задач</i> .....	42
<i>Задачи для самостоятельного решения</i> .....	45
<b>ГЛАВА 3. ТЕПЛОМАССОБМЕН ПРИ НАЛИЧИИ ФАЗОВЫХ ПРЕВРАЩЕНИЙ</b> .....	47
3.1. Теплообмен при пузырьковом режиме кипения в большом объёме при свободной конвекции .....	48

3.2. Пузырьковое кипение при вынужденной конвекции .....	51
<i>Примеры решения задач</i> .....	52
<i>Задачи для самостоятельного решения</i> .....	56
<b>ГЛАВА 4. ТЕПЛОМАСООБМЕН В МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССАХ</b> .....	59
4.1. Теплообмен при спекании агломерата .....	59
4.2. Теплообмен в плавильных агрегатах .....	63
<i>Конвертер</i> .....	63
<i>Дуговая сталеплавильная печь</i> .....	63
4.3. Теплообмен при непрерывной разливке металла .....	69
<i>Зона кристаллизатора</i> .....	69
<i>Теплообмен в зоне фильтрации</i> .....	71
<i>Расчёт времени хода затвердевания слитка</i> .....	73
<i>Примеры решения задач</i> .....	74
<i>Задачи для самостоятельного решения</i> .....	90
<b>ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ</b> .....	97
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b> .....	125
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК</b> .....	133