



**ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ  
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО  
ПРОИЗВОДСТВА**

**ТЕПЛОГЕНЕРАЦИЯ,  
КОНСТРУИРОВАНИЕ**



Тонкие  
Наукоёмкие  
Технологии

**ОСНОВЫ ТЕПЛОТЕХНИКИ  
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО  
ПРОИЗВОДСТВА**

**ТЕПЛОГЕНЕРАЦИЯ, КОНСТРУИРОВАНИЕ**

Под общей редакцией доцента,  
кандидата технических наук Б. П. Юрьева

Рекомендовано Уральским федеральным университетом  
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина  
в качестве учебного пособия  
для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по направлению «Металлургия»

Старый Оскол  
ТНТ  
2025

УДК 621.1(075)  
ББК 31.3я7  
О-753

Авторы:

*В. И. Матюхин, Е. В. Киселев, В. А. Гольцев, Б. П. Юрьев,  
А. В. Матюхина, В. А. Дудко*

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент *Д. В. Кузнецов*  
кандидат технических наук *А. В. Солодухин*

**О-753 Основы теплотехники металлургического производства. Теплогенерация, конструирование : учебное пособие / В. И. Матюхин [и др.]; под ред. Б. П. Юрьева. — Старый Оскол : ТНТ, 2025. — 360 с. : ил.**

**ISBN 978-5-94178-902-3**

В учебном пособии приведены сведения о топливе, его видах и основных характеристиках. Даны выводы расчетных уравнений для определения расхода воздуха на горение и количества продуктов горения различных топлив. Рассмотрены основные понятия о температурах горения топлив и методах их определения, конструкции топливосжигающих устройств, используемых в тепловых агрегатах, работающих на различных видах топлив, конструкции и технологические особенности использования металлургических печей различного назначения. Приведены примеры расчетов горения топлив и их смесей, выбор и обоснование конструкций тягодутьевых устройств, используемых для подачи воздуха и удаления газов. Уделено внимание огнеупорным материалам, используемым в металлургии. Рассмотрены физические и рабочие свойства огнеупоров, а также области их применения в промышленных печах, даны рекомендации по их рациональному использованию при различных технологических и температурных условиях.

Предназначено для бакалавров и магистров вузов, обучающихся по направлению «Металлургия», а также будет полезно специалистам промышленных предприятий, работающих в этой отрасли.

УДК 621.1(075)  
ББК 31.3я7

**ISBN 978-5-94178-902-3**

© Матюхин В. И., Киселев Е. В., Гольцев В. А.,  
Юрьев Б. П., Матюхина А. В., Дудко В. А., 2025  
© Оформление. ООО «ТНТ», 2025

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Условные обозначения .....</b>	<b>6</b>
<b>Введение .....</b>	<b>8</b>

## Глава 1

<b>ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧАХ .....</b>	<b>11</b>
<b>Контрольные вопросы .....</b>	<b>16</b>

## Глава 2

### **СЖИГАНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ТОПЛИВА**

<b>В ПЛАМЕННЫХ ПЕЧАХ .....</b>	<b>18</b>
2.1. Виды топлив и их характеристики .....	18
2.2. Основы теории горения.....	33
2.3. Особенности горения различных видов топлива .....	42
2.3.1. Особенности горения твердого топлива .....	42
2.3.2. Особенности сжигания жидкого топлива .....	58
2.3.3. Особенности горения газообразного топлива .....	62
2.3.4. Особенности горения газозоудшной смеси при наличии газодинамического сопротивления (слоевое горение) .....	66
2.4. Теоретический расчет процесса горения органического топлива .....	82
2.4.1. Аналитический метод расчета горения газообразного топлива .....	84
2.4.2. Аналитический метод расчета процесса горения жидкого и твердого топлива .....	86
2.4.3. Приближенный метод расчета горения органического топлива .....	88
<b>Контрольные вопросы .....</b>	<b>90</b>

## Глава 3

<b>ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ПРОЦЕССА ГОРЕНИЯ ТОПЛИВА .....</b>	<b>91</b>
3.1. Расчет процесса горения природного газа .....	91
3.2. Расчет процесса горения мазута .....	96
3.3. Расчет процесса горения газовых смесей .....	101
3.4. Расчет процесса совместного горения природного газа и мазута.....	107
3.5. Расчет температуры подогрева воздуха .....	112
3.6. Оценка влияния подогрева воздуха на балансовую температуру горения .....	115
3.7. Оценка влияния химического недожога на балансовую температуру горения .....	120
3.8. Оценка влияния недожога в условиях сжигания топлива при недостатке воздуха .....	126
Контрольные вопросы .....	129

## Глава 4

<b>ТОПЛИВОСЖИГАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ .....</b>	<b>130</b>
4.1. Устройства для сжигания твердого топлива .....	131
4.2. Устройства для сжигания жидкого топлива .....	139
4.3. Организация сжигания газообразного топлива .....	149
4.4. Выбор конструкции отдельно стоящей топки .....	170
Контрольные вопросы .....	175

## Глава 5

<b>ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ПЕЧАХ .....</b>	<b>176</b>
5.1. Теплофизические основы превращения электрической энергии в тепловую в электрических печах сопротивления .....	177
5.2. Особенности процесса теплогенерации в магнитном поле .....	183
5.3. Особенности теплогенерации при дуговом разряде в газах.....	191
Контрольные вопросы .....	202

## Глава 6

<b>ВЫБОР И ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ВОЗДУХОПОДАЧИ И УДАЛЕНИЯ ГАЗОВ .....</b>	<b>203</b>
Контрольные вопросы .....	237

## Глава 7

<b>ЭЛЕМЕНТЫ ПЕЧЕЙ И ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ .....</b>	<b>238</b>
7.1. Разновидности применяемых материалов при изготовлении печей .....	238
7.2. Свойства огнеупорных материалов .....	245
7.3. Характеристика некоторых огнеупорных материалов ...	251
7.4. Основные строительные элементы печей .....	254
Контрольные вопросы .....	276

## Глава 8

<b>КОНСТРУКЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ .....</b>	<b>277</b>
8.1. Шахтные печи .....	285
8.2. Вращающиеся трубчатые печи .....	292
8.3. Туннельные печи .....	308
8.4. Печи для обжига мелкодисперсных материалов .....	314
8.5. Использование ваннных печей для получения высокотемпературного расплава .....	317
8.6. Печи для нагрева металла перед прокаткой и ковкой .....	341
Контрольные вопросы .....	354
<b>Библиографический список .....</b>	<b>356</b>