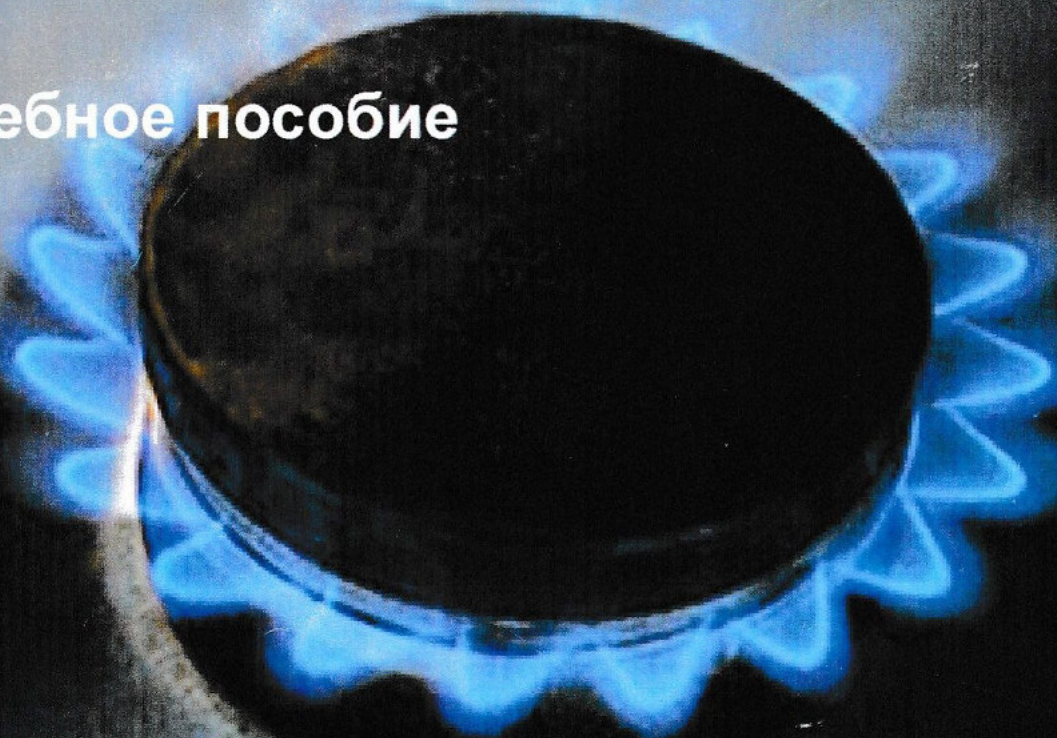


**Г.П. Комина  
А.Л. Шкаровский  
Е.Е. Мариненко**

# **ГАЗОСНАБЖЕНИЕ ГОРЕНИЕ ГАЗОВ**

**Учебное пособие**



**Волгоград 2010**

УДК 696.2+662.61](075/8)  
ББК 38.763я73+24.54я73  
К632

Рецензенты:

доктор технических наук, профессор *В.М. Фокин*,  
зав. кафедрой энергоснабжения и теплотехники ВолгГАСУ,  
доктор технических наук, профессор *Н.В. Мензелицева*,  
декан факультета теплоэнергообеспечения ВолгГАСУ

**Комина Г.П.**

**К 632** Газоснабжение. Горение газов : учеб. пособие / Г.П. Комина, А.Л. Шкаровский, Е.Е. Мариненко ; Волгогр. гос. архит.-строит. ун-т. — Волгоград : ВолгГАСУ, 2010. — 124 с.  
**ISBN 978-5-98276-363-1**

Изложены разделы курса «Газоснабжение», связанные со сжиганием газообразного топлива. Даны общие сведения о горючих газах, используемых в качестве топлива. Рассмотрены теоретические основы сжигания газа; газогорелочные устройства, вопросы охраны окружающей среды при сжигании газообразного топлива и эффективности его использования.

Для студентов специальности 270109 «Теплогазоснабжение и вентиляция», а также студентов смежных специальностей, в частности, 101600 «Энергообеспечение предприятий», при изучении курса «Устройство и эксплуатация систем газоснабжения промышленных предприятий». Пособие может быть полезно инженерно-техническим работникам предприятий газовой отрасли.

УДК 696.2+662.61](075/8)  
ББК 38.763я73+24.54я73

ISBN 978-5-98276-363-1



© Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Волгоградский государственный архитектурно-строительный университет», 2010

© Г.П. Комина, А.Л. Шкаровский, Е.Е. Мариненко, 2010

## Оглавление

Предисловие	5
<b>1. Газообразное топливо</b>	6
1.1. Состав газообразного топлива	6
1.2. Классификация горючих газов	7
<b>2. Реакции горения</b>	10
2.1. Стехиометрические уравнения	10
2.2. Кинетика реакций горения	11
2.3. Цепной механизм процесса горения	12
2.4. Тепловой эффект реакций горения	15
Пример 2.1	16
<b>3. Материальный баланс реакций горения</b>	17
3.1. Теоретический расход воздуха	17
3.2. Коэффициент избытка воздуха	19
Пример 3.1	20
3.3. Объем продуктов сгорания	21
Пример 3.2	21
<b>4. Характеристики горения</b>	23
4.1. Температура горения	23
4.1.1. Жаропроизводительность (максимальная температура горения)	23
4.1.2. Калориметрическая температура	24
4.1.3. Теоретическая температура	27
4.1.4. Действительная температура горения	29
4.2. Температуры воспламенения и самовоспламенения	30
4.3. Пределы воспламенения	33
4.3.1. Расчеты пределов воспламенения газообразных топлив	36
Пример 4.1	37
Пример 4.2	38
Пример 4.3	39
<b>5. Процессы горения</b>	40
5.1. Горение в неподвижной среде	40
5.1.1. Основные понятия	40
5.1.2. Нормальная скорость распространения пламени	42
5.1.3. Детонационное горение	44
Пример 5.1	45
5.2. Горение в ламинарном потоке	46
5.3. Горение в турбулентном потоке	48
<b>6. Устойчивость горения</b>	53
6.1. Основные понятия	53
6.2. Явление отрыва пламени	55
6.3. Явление проскока пламени	57
6.3.1. Результаты экспериментальных исследований	58
6.4. Принципы стабилизации пламени	61
<b>7. Газовые горелки</b>	63
7.1. Принципы эффективного и безопасного сжигания газов	63
7.2. Конструкции горелок	67
7.2.1. Основные требования к газогорелочным устройствам и их технические характеристики	68
7.2.2. Классификация газовых горелок	69

7.2.3. Горелки бытовых газовых плит _____	70
7.2.4. Горелки отопительных и промышленных устройств _____	71
7.2.4.1. Инжекционные горелки _____	71
7.2.4.2. Дутьевые горелки _____	72
7.2.4.3. Излучающие горелки _____	77
<b>8. Охрана атмосферы при сжигании топлива _____</b>	<b>80</b>
8.1. Продукты неполного сгорания _____	80
8.1.1. Канцерогенные вещества _____	83
8.2. Оксиды азота _____	84
8.2.1. Термические оксиды азота _____	84
8.2.2. Топливные оксиды азота _____	85
8.2.3. Фронтальные оксиды азота _____	85
8.3. Подавление образования вредных веществ _____	86
8.3.1. Снижение выбросов вредных веществ при сжигании газа в бытовых газовых плитах _____	86
8.3.2. Образование и подавление вредных выбросов при сжигании газа в котлах и промышленных печах _____	89
8.3.2.1. Экологические характеристики инжекционных горелок _____	89
8.3.2.2. Способы снижения вредных выбросов при сжигании газа в тепловых установках с дутьевыми горелками _____	93
8.3.2.3. Способы снижения вредных выбросов при сжигании газа в тепловых установках с дутьевыми горелками _____	95
<b>9. Расчеты эффективности использования топлива _____</b>	<b>97</b>
9.1. Максимальное содержание трехатомных газов _____	97
9.1.1. Продукты полного сгорания _____	98
9.1.2. Продукты неполного сгорания _____	99
9.2. Коэффициент избытка воздуха _____	101
9.2.1. Продукты полного сгорания _____	101
9.2.2. Продукты неполного сгорания _____	102
9.3. Коэффициент разбавления сухих продуктов сгорания _____	103
9.3.1. Связь между коэффициентом избытка воздуха и коэффициентом разбавления продуктов сгорания _____	104
9.3.2. Влажные продукты сгорания _____	106
Пример 9.1 _____	106
Пример 9.2 _____	107
9.4. Эффективность использования топлива _____	108
9.4.1. Методы составления теплового баланса _____	108
9.4.2. Обратный тепловой баланс при сжигании топлива _____	109
9.4.2.1. Потери теплоты с отходящими газами _____	109
Пример 9.3 _____	110
Пример 9.4 _____	111
9.4.2.2. Потери теплоты от химического недожога _____	111
Пример 9.5 _____	112
9.4.2.3. Потери теплоты в окружающую среду _____	112
9.4.4. Коэффициент эффективности сжигания топлива _____	113
Послесловие _____	114
Контрольные вопросы _____	115
Библиографический список _____	119
Приложение _____	120