

Энергетика

Начальное профессиональное образование

Ускоренная форма  
подготовки



Б. А. Соколов

# Устройство и эксплуатация оборудования газозапутных котельных



Учебное пособие

  
ACADEM'A

НАЧАЛЬНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ  
УСКОРЕННАЯ ФОРМА ПОДГОТОВКИ

Б. А. СОКОЛОВ

# **УСТРОЙСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ГАЗОМАЗУТНЫХ КОТЕЛЬНЫХ**

*Допущено*  
*Экспертным советом по профессиональному образованию*  
*в качестве учебного пособия для образовательных учреждений,*  
*реализующих программы начального профессионального образования*



Москва  
Издательский центр «Академия»  
2007

УДК 621.183(075.32)  
ББК 31.38я722  
С594

Рецензенты:

ведущий научный сотрудник ОАО «Промгаз», канд. техн. наук *В. М. Смирнов*;  
преподаватель ГУЦ «Профессионал» *О. В. Воронина*

**Соколов Б. А.**  
С594 Устройство и эксплуатация оборудования газомазутных котельных : учеб. пособие для нач. проф. образования / Б. А. Соколов. — М. : Издательский центр «Академия», 2007. — 304 с. — (Ускоренная форма подготовки).  
ISBN 978-5-7695-2571-1

Рассмотрены свойства газообразных и жидких топлив, способы и устройства для их сжигания. Приведены конструкции паровых и водогрейных котлов и вспомогательного оборудования. Дано описание процесса подготовки воды в котельной. Значительное место отведено описанию контрольно-измерительных приборов и автоматики котельных агрегатов.

Особое внимание уделено вопросам эксплуатации котельных агрегатов, проблемам охраны труда и охраны окружающей среды от вредных выбросов.

Для ускоренной подготовки операторов котельных, работающих на газообразном и жидком топливе. Может быть использовано при других формах обучения.

УДК 621.183(075.32)  
ББК 31.38я722

*Оригинал-макет данного издания является собственностью  
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом  
без согласия правообладателя запрещается*

© Соколов Б. А., 2007  
© Образовательно-издательский центр «Академия», 2007  
ISBN 978-5-7695-2571-1 © Оформление. Издательский центр «Академия», 2007

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|  |           |
|--|-----------|
| Предисловие .....  | 3         |
| Введение .....   | 4         |
| <b>Глава 1. Краткие сведения из теплотехники.....</b>  | <b>6</b>  |
| 1.1. Состав вещества и его агрегатные состояния .....  | 6         |
| 1.2. Понятие о теплоносителе и его параметрах .....  | 7         |
| 1.3. Основные сведения о внутренней энергии и теплоте .....  | 9         |
| 1.4. Вода, водяной пар и их свойства .....   | 12        |
| 1.5. Способы передачи теплоты .....  | 14        |
| <b>Глава 2. Технологическая схема производственно-отопительной<br/>газодизельной котельной и тепловые сети .....</b> | <b>19</b> |
| 2.1. Технологическая схема котельной .....   | 19        |
| 2.2. Системы теплоснабжения и тепловые сети .....  | 21        |
| <b>Глава 3. Газообразное топливо и его сжигание .....</b>  | <b>25</b> |
| 3.1. Природные и искусственные газы и их состав .....  | 25        |
| 3.2. Основные свойства природного газа .....   | 25        |
| 3.3. Суть процесса горения и условия, необходимые для полного<br>сгорания топлива .....                              | 27        |
| 3.4. Расход воздуха на сжигание природного газа. Коэффициент<br>избытка воздуха .....                                | 28        |
| 3.5. Продукты полного и неполного сгорания топлива .....   | 29        |
| 3.6. Газовые горелки котельных агрегатов .....   | 29        |
| 3.7. Эксплуатация газовых горелок .....  | 43        |
| <b>Глава 4. Газоснабжение предприятий .....</b>  | <b>47</b> |
| 4.1. Добыча, подготовка к использованию и транспортирование газа .....   | 47        |
| 4.2. Газовые сети .....  | 48        |
| 4.3. Газорегуляторные пункты и газорегуляторные установки .....  | 49        |
| 4.4. Эксплуатация газорегуляторных пунктов<br>и установок .....  | 59        |
| 4.5. Внутренние газопроводы в котельной .....  | 62        |
| <b>Глава 5. Жидкое топливо и его сжигание .....</b>  | <b>65</b> |
| 5.1. Жидкое котельное топливо .....  | 65        |
| 5.2. Состав жидкого топлива .....  | 65        |
| 5.3. Основные свойства мазута .....  | 66        |
| 5.4. Механизм горения мазута .....   | 68        |
| 5.5. Классификация и устройство форсунок для сжигания мазута .....   | 69        |
| 5.6. Мазутное хозяйство котельных .....  | 74        |

|  |     |
|--|-----|
| <b>Глава 6. Тепловой баланс котельного агрегата</b> .....  | 80  |
| 6.1. Общее уравнение теплового баланса котельного агрегата .....   | 80  |
| 6.2. Полезно используемая теплота для производства<br>водяного пара и горячей воды .....                   | 82  |
| 6.3. Потери теплоты с уходящими газами .....   | 82  |
| 6.4. Потери теплоты от химической неполноты сгорания .....   | 84  |
| 6.5. Потери теплоты от наружного охлаждения .....  | 86  |
| 6.6. Коэффициент полезного действия котельного агрегата .....  | 87  |
| <b>Глава 7. Паровые и водогрейные котлы малой мощности</b> .....   | 89  |
| 7.1. Классификация котельных агрегатов .....   | 89  |
| 7.2. Основные элементы паровых и водогрейных котлов .....  | 90  |
| 7.3. Паровые котлы .....   | 110 |
| 7.4. Водогрейные котлы .....   | 123 |
| 7.5. Новые перспективные направления развития котельной<br>техники малой и средней тепловой мощности ..... | 135 |
| <b>Глава 8. Вспомогательное оборудование котельной</b> .....   | 140 |
| 8.1. Схемы подачи воздуха и удаления продуктов горения топлива .....                                       | 140 |
| 8.2. Естественная и искусственная тяга. Принцип работы<br>дымовой трубы .....                              | 141 |
| 8.3. Регулирование тяги. Причины нарушения тяги .....  | 142 |
| 8.4. Устройство и принцип работы дутьевого<br>вентилятора (дымососа) .....                                 | 142 |
| 8.5. Эксплуатация дымососов и вентиляторов .....   | 144 |
| 8.6. Центробежные и поршневые насосы .....   | 145 |
| <b>Глава 9. Арматура котлов</b> .....  | 151 |
| 9.1. Классификация арматуры котельного агрегата .....  | 151 |
| 9.2. Запорная арматура .....   | 152 |
| 9.3. Предохранительные клапаны .....   | 158 |
| 9.4. Обратные клапаны .....  | 159 |
| 9.5. Регулирующие клапаны .....  | 160 |
| 9.6. Водоуказательные приборы .....  | 161 |
| <b>Глава 10. Трубопроводы котельной</b> .....  | 163 |
| 10.1. Классификация трубопроводов .....  | 163 |
| 10.2. Питательные трубопроводы .....   | 163 |
| 10.3. Паропроводы .....  | 165 |
| 10.4. Дренажные трубопроводы .....   | 167 |
| 10.5. Опоры и подвески .....   | 169 |
| 10.6. Компенсаторы .....   | 170 |
| 10.7. Тепловая изоляция трубопроводов .....  | 171 |
| <b>Глава 11. Подготовка воды в котельной</b> .....   | 173 |
| 11.1. Физико-химические характеристики природной воды .....  | 173 |
| 11.2. Влияние качества воды на работу котла .....  | 175 |
| 11.3. Нормы качества питательной, сетевой, подпиточной<br>воды и пара .....                                | 176 |

|   |            |
|---|------------|
| 11.4. Удаление из воды механических примесей .....  | 178        |
| 11.5. Умягчение воды .....  | 179        |
| 11.6. Новые способы очистки воды .....  | 183        |
| 11.7. Деаэрация воды .....  | 185        |
| 11.8. Периодическая и непрерывная продувки котлов .....   | 188        |
| 11.9. Ступенчатое испарение воды .....  | 189        |
| <b>Глава 12. Материалы, используемые в котельной технике .....</b>                                | <b>191</b> |
| 12.1. Металлы и сплавы .....  | 191        |
| 12.2. Огнестойкие и теплоизоляционные материалы .....   | 193        |
| 12.3. Прокладочные и набивочные материалы .....   | 194        |
| <b>Глава 13. Контрольно-измерительные приборы .....</b>   | <b>196</b> |
| 13.1. Виды измерений. Погрешность измерения. Класс<br>точности прибора .....                      | 196        |
| 13.2. Приборы для измерения температуры .....   | 197        |
| 13.3. Приборы для измерения давления .....  | 203        |
| 13.4. Приборы для измерения количества и расхода вещества .....                                   | 212        |
| <b>Глава 14. Автоматика котлов .....</b>  | <b>217</b> |
| 14.1. Функции, выполняемые автоматикой .....  | 217        |
| 14.2. Схемы регулирования основных параметров котельного<br>агрегата .....                        | 218        |
| 14.3. Принципиальная схема автоматики безопасности<br>котельного агрегата .....                   | 220        |
| 14.4. Первичные приборы (датчики) системы автоматического<br>регулирования работы котлов .....    | 221        |
| 14.5. Первичные приборы (датчики) автоматики безопасности .....                                   | 222        |
| 14.6. Запально-защитное устройство (ЗЗУ) .....  | 223        |
| 14.7. Автоматика «Контур» .....   | 225        |
| 14.8. Комплект средств управления .....   | 230        |
| 14.9. Управление работой котельного агрегата с помощью<br>программно-технического комплекса ..... | 236        |
| <b>Глава 15. Эксплуатация котельных установок .....</b>   | <b>242</b> |
| 15.1. Общие положения .....   | 242        |
| 15.2. Подготовка котельного агрегата<br>и вспомогательного оборудования к пуску котла .....       | 245        |
| 15.3. Пуск парового котла из холодного состояния .....  | 248        |
| 15.4. Обслуживание котельной установки во время работы .....                                      | 251        |
| 15.5. Плановый останов котельного агрегата .....  | 258        |
| 15.6. Аварийный останов котла .....   | 259        |
| 15.7. Неполладки и аварии в котельной. Повреждения<br>и ремонт котла .....                        | 261        |
| 15.8. Организация и проведение ремонта котельного агрегата .....                                  | 266        |
| 15.9. Очистка котельного агрегата от внутренних отложений .....                                   | 270        |
| 15.10. Консервация и защита котла от стояночной коррозии .....                                    | 271        |
| 15.11. Техническое освидетельствование котлов .....   | 272        |

|   |     |
|---|-----|
| <b>Глава 16. Охрана труда, электробезопасность<br/>и пожарная безопасность на предприятии</b> .....               | 275 |
| 16.1. Основные положения законодательства по охране труда .....   | 275 |
| 16.2. Причины несчастных случаев на производстве .....  | 278 |
| 16.3. Расследование и учет несчастных случаев .....   | 278 |
| 16.4. Инструктаж по вопросам охраны труда .....   | 279 |
| 16.5. Безопасность труда при обслуживании газового хозяйства.<br>Газоопасные работы и порядок их выполнения ..... | 280 |
| 16.6. Основы эксплуатации электрооборудования котельной .....   | 283 |
| 16.7. Пожарная безопасность на предприятии .....  | 284 |
| <b>Глава 17. Защита окружающей среды от вредных выбросов<br/>при работе котельных агрегатов</b> .....             | 286 |
| 17.1. Вредные примеси в продуктах сгорания .....  | 286 |
| 17.2. Методы снижения вредных газообразных выбросов .....   | 288 |
| <b>Глава 18. Гигиена труда, производственная санитария<br/>и профилактика травматизма</b> .....                   | 292 |
| 18.1. Задачи производственной санитарии .....   | 292 |
| 18.2. Средства индивидуальной защиты .....  | 293 |
| 18.3. Оказание первой доврачебной помощи пострадавшим .....   | 294 |
| Список литературы .....   | 298 |