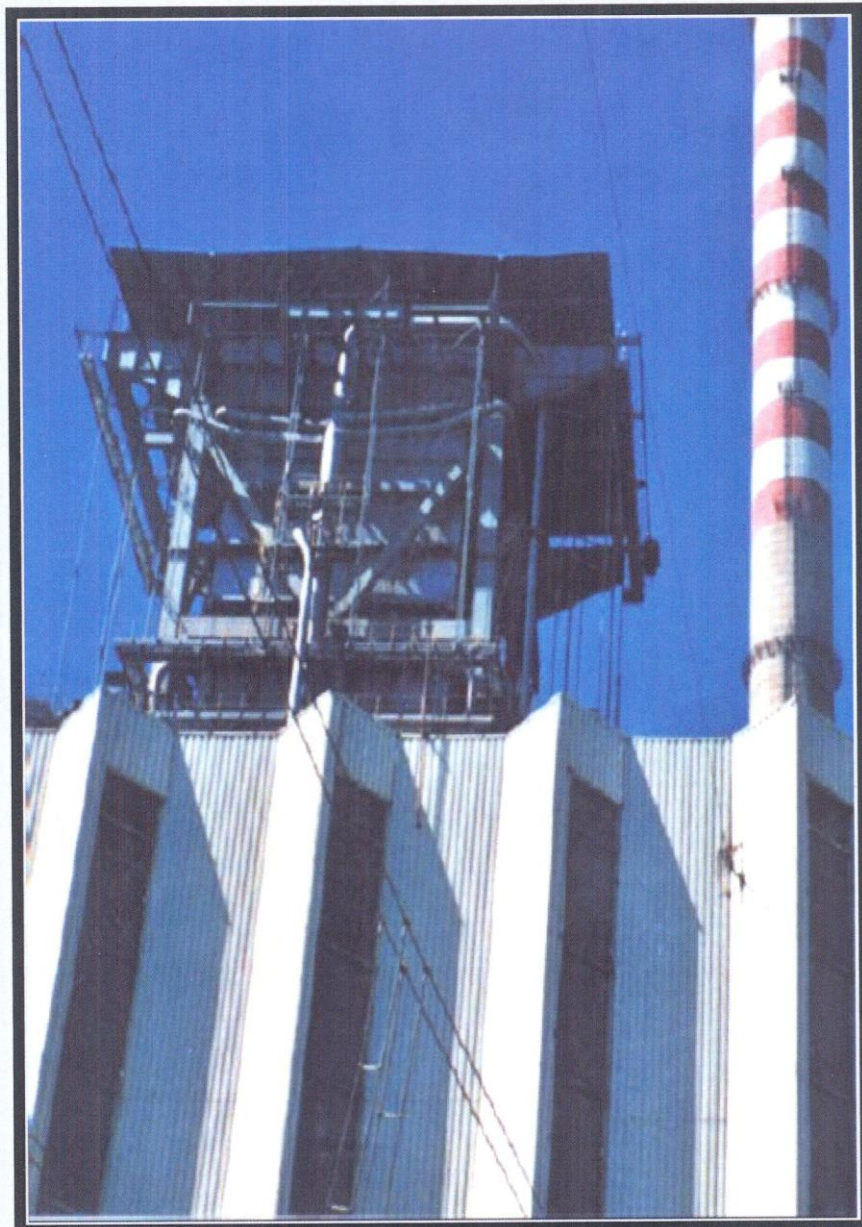


**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ**

**Љ. Бркић
Т. Живановић
Д. Туцаковић**



ПАРНИ КОТЛОВИ

**БЕОГРАД
2018.**

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ

Љ. Бркић
Т. Живановић
Д. Туцаковић

ПАРНИ КОТЛОВИ

ШЕСТО ИЗДАЊЕ

Београд
2018.

Аутори:

Др Љубиша Бркић, редовни професор у пензији
Др Титослав Живановић, редовни професор у пензији
Др Драган Туцаковић, редовни професор

ПАРНИ КОТЛОВИ

Шесто издање

Рецензенти:

Академик др Владан Ђорђевић, редовни професор у пензији
Др Милован Студовић, редовни професор у пензији

Издавач:

Универзитет у Београду - Машински факултет
11120 Београд 35, Краљице Марије бр. 16
Тел: 011/3370-350 и 011/3302-384

За издавача:

Декан проф. др Радивоје Митровић

Главни и одговорни уредник:

Проф. др Милан Лечић

Одобрено за штампу:

Одлуком Декана Машинског факултета
у Београду бр. 24/2018 од 23.10.2018. године

Штампа:

ПЛАНЕТА ПРИНТ
11000 Београд

Тираж: 200 примерака

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

621.18(075.8)

БРКИЋ, Љубиша, 1938-

Парни котлови / Љ. [Љубиша] Бркић, Т. [Титослав]
Живановић, Д. [Драган] Туцаковић. - 6. изд. - Београд :
Универзитет, Машински факултет, 2018 (Београд :
Планета принт). - 255 стр. : граф. прикази, табеле ; 30 cm

Тираж 200. - Библиографија: стр. 253-255.

ISBN 978-86-7083-993-9

1. Живановић, Титослав, 1950- [аутор]
 2. Туцаковић, Драган, 1965- [аутор]
- а) Парни котлови

COBISS.SR-ID 269837324

Прештампавање или умножавање није дозвољено.
Сва права задржавају аутори и издавач.

ПРЕДГОВОР

Сложена проблематика пројектовања и експлоатације парних котлова умногоме отежава конципирање уџбеника којим би били у потпуности обухваћени сви процеси везани за трансформацију хемијске енергије фосилног горива у топлотну енергију водене паре, као и конструкције и пратећи уређаји који омогућују економично одвијање ових процеса. Утврђивање просторних параметара процеса сагоревања, разнородних механизма размене топлоте, аеродинамике димних гасова и ваздуха и хидродинамике пријемника топлоте представља подлогу за избор конструкције и димензионисање елемената парног котла, па су аутори прорачунима који се врше при пројектовању посветили пажњу у мери потребној да се та проблематика схвати и олакша коришћење свих метода насталих у експанзивном развоју котловске технике. У том смислу, у књизи су приказане основе метода термичког, аеродинамичког и хидродинамичког прорачуна парних котлова верификованих у пракси пројектовања и изградње ових енергетских објеката. Поред тога, приказане су и основе прорачуна чврстоће елемената парног котла који раде под притиском, који представља законску обавезу пројектанта.

Посебна пажња посвећена је ложичним уређајима који омогућују економично одвијање процеса сагоревања, при чему је акценат стављен на системе сагоревања који су применљиви за домаће угљеве, чији квалитет захтева дубоко познавање ложичне технике. Уређаји и системи за сагоревање течног и гасовитог горива, као и угљева којима не располаже наша земља изостављени су због расположивог простора, али се они могу изучавати помоћу богате светске литературе, чији је један део коришћен при изради ове књиге.

Како би се корисницима књиге приближила проблематика конципирања и пројектовања парних котлова, значајан простор посвећен је основним конструкцијама елемената парних котлова, иако су оне подложне променама и усавршавањима при даљем развоју котлоградње.

Проблеми који се јављају при експлоатацији парних котлова немогуће је детаљно специфицирати, а проучавање појединих процеса захтева и познавање научних дисциплина које, условно, нису у домену машинске технике. Без обзира на то, у књизи су приказане основе процеса прљања, хабања и корозије елемената парног котла са намером да се ова проблематика приближи стручњацима који се баве или ће се бавити пројектовањем и експлоатацијом парних котлова.

Књига "Парни котлови" намењена је у првом реду студентима Модула за термотехнику и Модула за термоенергетику Машинског факултета Универзитета у Београду. Исто тако, књигу могу користити и студенти осталих факултета, у мери у којој она одговара наставном програму предмета који током школовања слушају. Поред тога, аутори се надају да ова књига може корисно да послужи и инжењерима који се баве пројектовањем и експлоатацијом парних котлова.

Аутори се захваљују рецензентима академику др Владану Ђорђевићу, професору у пензији и др Миловану Студовићу, професору у пензији на труду који су уложили да студиозно проуче ову књигу и да дају низ корисних примедба и савета који су утицали на њен квалитет.

За висок технички ниво ове књиге, који истичу рецензенти, захваљујемо се нашој сарадници Лепосави Радојковић.

Моле се читаоци да све примедбе које би допринеле побољшању квалитета књиге и уочене омашке дос-таве ауторима.

Аутори

САДРЖАЈ

1. Увод	7	шеми	53
1.1. Принцип рада парног котла и дефиниција основних појмова	7	4.2.2.1. Ланчана решетка	53
1.2. Класификација котлова	9	4.2.2.2. Косе решетке	58
1.3. Приказ конструкција парних котлова	12	4.2.3. Уређаји за сагоревање по паралелној шеми	61
1.3.1. Котлови са великом воденом запремином	12	4.3. Уређаји за сагоревање у лету	63
1.3.2. Котлови са малом воденом запремином	15	4.3.1. Карактеристике угљеног праха	63
1.3.2.1. Котлови са природном циркулацијом	15	4.3.1.1. Финоћа млевења и гранулометријска карактеристика угљеног праха	63
1.3.2.2. Котлови са принудном циркулацијом	17	4.3.1.2. Површина угљеног праха	65
1.3.2.3. Проточни котлови	17	4.3.1.3. Густина угљеног праха	66
1.3.3. Специјални котлови	18	4.3.1.4. Влажност угљеног праха	66
1.3.3.1. Котлови са посредним испаравањем	19	4.3.1.5. Транспортна својства	66
1.3.3.2. Парни котлови са гасним трактом под притиском	19	4.3.1.6. Опасност од експлозије	67
1.3.3.3. Котлови утилизатори	20	4.3.2. Системи припреме угљеног праха	67
2. Гориво	21	4.3.3. Елементи постројења за припрему угљеног праха	70
2.1. Чврсто гориво	21	4.3.3.1. Уређаји за складиштење и транспорт угља	70
2.1.1. Састав чврстог горива	21	4.3.3.2. Млинови	72
2.1.2. Врсте и карактеристике чврстог горива	24	4.3.3.2.1. Процеси у млину	72
2.2. Течно гориво	26	4.3.3.2.2. Топлотни биланс млинског сушења	73
2.3. Гасовито гориво	27	4.3.3.2.3. Материјални биланс и регулациони дијаграм млина	75
2.4. Топлотна моћ горива, редуковане карактеристике и појам условног горива	28	4.3.3.2.4. Конструкције млинова	77
3. Материјални биланс процеса сагоревања	31	4.3.3.3. Сепаратори угљеног праха	84
3.1. Стехиометријске једначине потпуно сагоревања сагорљивих компонената горива	31	4.3.3.4. Расподељивачи и раздвајачи аеросмеше	85
3.2. Количина ваздуха потребна за потпуно сагоревање	32	4.3.3.5. Горионици за угљени прах	86
3.3. Запремине продуката сагоревања	33	5. Вода и пара	89
3.3.1. Чврсто и течно гориво	33	5.1. Напојна вода	90
3.3.2. Гасовито гориво	34	5.2. Котловска вода	94
3.4. Удели и парцијални притисци сувих троатомских гасова и водене паре, маса продуката сагоревања и концентрација летећег пепела	34	5.3. Пара	97
3.5. Одређивање коефицијента вишка ваздуха	35	5.4. Наслаге са водено-парне стране	100
3.6. Анализатори димних гасова	39	6. Термички прорачун парних котлова	103
3.6.1. Хемијски анализатори	40	6.1. Увод	103
3.6.2. Физички анализатори	42	6.2. Топлотни биланс парног котла	104
3.7. Енталпија продуката сагоревања	43	6.3. Материјални и топлотни биланс грејних површина и топлотна шема парног котла	109
3.8. Мешавине горива	44	6.4. Термички прорачун грејних површина	112
3.9. Рециркулација продуката сагоревања	45	6.4.1. Прорачун ложишта	113
4. Уређаји за сагоревање чврстог горива	47	6.4.2. Прорачун полуозрачених и конвективних грејних површина	117
4.1. Увод	47	7. Аеродинамика ваздушног и гасног тракта парног котла	125
4.2. Уређаји за сагоревање у слоју	47	7.1. Увод	125
4.2.1. Уређаји за сагоревање по супротној шеми	48	7.2. Аеродинамички прорачун уравнотежене промаје	126
4.2.2. Уређаји за сагоревање по унакрсној шеми	53	7.2.1. Прорачун пада притиска у ваздушном тракту	126
		7.2.2. Прорачун пада притиска у гасном тракту	129
		7.3. Аеродинамички прорачун форсиране промаје	131

7.4. Аеродинамички прорачун природне промаје	132	9. Основни елементи парног котла	171
7.5. Избор вентилатора	133	9.1. Ложишта	171
7.6. Регулисање вентилатора	134	9.1.1. Ложишта за сагоревање угља у слоју	173
7.7. Снага погонског електромотора	136	9.1.2. Ложишта за сагоревање угља у лету.....	175
7.8. Паралелан рад вентилатора	136	9.2. Испаривачи	183
8. Хидродинамика парних котлова	139	9.2.1. Испаривачи са природном циркулацијом	183
8.1. Увод	139	9.2.1.1. Озрачени испаривачи	183
8.2. Хидродинамика испаривача	140	9.2.1.2. Полуозрачени и конвективни испаривачи	190
8.2.1. Основне карактеристике струјања мешавине воде и паре	141	9.2.2. Проточни испаривачи	193
8.2.1.1. Структура двофазне струје	141	9.2.2.1. Озрачени испаривачи проточних котлова	194
8.2.1.2. Проточне карактеристике струјања мешавине воде и паре	142	9.2.2.2. Предиспаривачи	198
8.2.1.3. Реалне карактеристике струјања мешавине воде и паре	143	9.3. Прегрејачи паре	198
8.2.2. Прорачун пада притиска у испаривачима	145	9.3.1. Основни типови прегрејача паре	199
8.2.2.1. Пад притиска услед отпора трења	145	9.3.2. Регулисање температуре прегрејане паре	207
8.2.2.2. Пад притиска услед локалних отпора	147	9.3.2.1. Гасно регулисање	208
8.2.2.3. Промена статичког притиска у колекторима	147	9.3.2.2. Парно регулисање	209
8.2.2.4. Пад притиска услед убрзавања струје	149	9.4. Накнадни прегрејачи паре	214
8.2.2.5. Геодезијски пад притиска	149	9.5. Загрејачи воде	216
8.2.2.6. Пад притиска услед подизања мешавине изнад нивоа воде у добошу	149	9.6. Загрејачи ваздуха	220
8.2.3. Испаривачи са природном циркулацијом	149	9.6.1. Рекуперативни загрејачи ваздуха	220
8.2.3.1. Укупан и користан узгон циркулације	149	9.6.2. Регенеративни загрејачи ваздуха	223
8.2.3.2. Одређивање укупног узгона и падова притиска у подизним и спусним цевима	151	10. Корозија, хабање, прљање и чишћење грејних површина	227
8.2.3.3. Графоаналитички начин прорачуна кола природне циркулације	152	10.1. Корозија грејних површина	227
8.2.3.4. Провера резултата прорачуна кола природне циркулације	156	10.1.1. Корозија са стране димних гасова	227
8.2.3.5. Сигурност природне циркулације	157	10.1.1.1. Високотемпературска корозија	227
8.2.4. Испаривачи са принудним струјањем	160	10.1.1.2. Нискотемпературска корозија	228
8.2.4.1. Хидродинамичка карактеристика	160	10.1.2. Корозија са водено-парне стране	230
8.2.4.2. Сигурност рада испаривача са принудним струјањем	165	10.2. Хабање грејних површина	235
8.3. Хидродинамика грејних површина са струјањем једнофазног флуида	166	10.3. Прљање и чишћење грејних површина	236
8.3.1. Загрејачи воде	166	11. Котловски материјали и прорачун чврстоће	243
8.3.2. Прегрејачи паре	168	11.1. Котловски материјали	243
		11.2. Напони у елементима парног котла	247
		11.3. Прорачун чврстоће основних елемената парног котла	248
		11.3.1. Полазни подаци	249
		11.3.2. Прорачун цилиндричног омотача са унутрашњим притиском	249
		11.3.3. Прорачун сферних данца са унутрашњим притиском	251
		11.3.4. Прорачун цеви	251
		11.3.5. Прорачун равних данца и плоча	251
		Литература	253

ЛИТЕРАТУРА

1. АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК - НОРМАТИВНИЙ МЕТОД
Энергия, Москва, 1977
2. Акользин П. А.
КОРОЗИЯ МЕТАЛЛА ПАРОВЫХ КОТЛОВ
Госэнергоиздат, Москва - Ленинград, 1957
3. Акользин П. А.
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ КОРОЗИИ МЕТАЛЛА ПАРОВЫХ КОТЛОВ
Энергия, Москва, 1957
4. Александров В. Г.
ПАРОВЫЕ КОТЛЫ СРЕДНЕЙ И МАЛОЙ МОЩНОСТИ
Энергия, Ленинград, 1972
5. Altman W.
PREDVIDANI TVORBY NANOSU NA STRANE SPALIN V OHNIŠTICH PARNICH GENERATORU NA HNEDE UNLI
Energetika, Nr. 6, 1975, ČSSR
6. Антикайн П. А.
КОРОЗИЯ МЕТАЛЛА ПАРОГЕНЕРАТОРОВ
Энергия, Москва, 1977
7. Баронов П. А.
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ АВАРИЙ ПАРОВЫХ КОТЛОВ
Энергоатомиздат, Москва, 1991
8. Белосельский Б. С., Вдовченко В. С.
КОНТРОЛЬ ТВЕРДОГО ТОПЛИВА НА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ
Энергоиздат, Москва, 1987
9. Беляев А. А.
РЕМОНТ КОТЛОВ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ
Энергоатомиздат, Москва, 1989
10. Бережинский А. И., Хомутинников П. С.
УТИЛИЗАЦИЯ, ОХЛАЖДЕНИЕ И ОЧИСТКА КОНВЕРТЕРНЫХ ГАЗОВ
Металлургия, Москва, 1967
11. Бркић Љ.
ЗОНАЛНИ ТЕРМИЧКИ ПРОРАЧУН ПАРНОГ КОТЛА СА МОДИФИКОВАНИМ СИСТЕМОМ ПРИПРЕМЕ УГЉЕНОГ ПРАХА
Техника - Машинство 38 (1989), 541 - 547
12. Бркић Љ., Живановић Т., Туцаковић Д.
ТЕРМИЧКИ ПРОРАЧУН ПАРНИХ КОТЛОВА
Машински факултет, Београд, 1997
13. Бузников Е. Ф., Верес А. А., Грибов В. Б.
ПАРОВОДОГРЕЙНИЕ КОТЛЫ ДЛЯ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И КОТЕЛЬНЫХ
Энергоатомиздат, Москва, 1989
14. Бузник В. М.
СУДОВЫЕ ПАРОГЕНЕРАТОРЫ
Судостроение, Ленинград, 1970
15. ВЕК ЕЛЕКТРИКЕ
Електропривреда Србије, Београд, 1993
16. Воинов А. П., Куперман Л. И., Сушон С. П.
ПАРОВЫЕ КОТЛЫ НА ОТХОДЯЩИХ ГАЗАХ
Вища школа, Киев, 1983
17. Волковинский В.А., Роддатис К.Ф., Харламов А.А.
МЕЛЬНИЦЫ - ВЕНТИЛЯТОРЫ
Энергия, Москва, 1971
18. ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК - НОРМАТИВНИЙ МЕТОД
Энергия, Москва, 1978
19. Глебов В. П., Эскин Н. Б., Трубачев В. М., Таратуга В. А.
ВНУТРИТРУБНЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ В ПАРОВЫХ КОТЛАХ СВЕРХКРИТИЧЕСКОГО ДАВЛЕНИЯ
Энергоатомиздат, Москва, 1983
20. Гольберг А. И., Корягин В. С., Мочан С. И., Тынтарев Э. М.
РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦЕЛЬНОСВАРНЫХ ЭКРАНОВ КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ
Энергия, Ленинград, 1975
21. Gramberg A.
TECHNISCHE MESSUNGEN
Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York, 1967
22. Gulić M.
PRORAČUN VENTILATORSKIH MLINOVA
ZEP - Minel, Beograd, 1982
23. Gulić M.
TOPLOTNI PRORAČUN KOTLOVSKIH LOŽIŠTA NA UGLJENI PRAH
Gradjevinska knjiga, Beograd, 1982
24. Gulić M., Brkić Lj., Perunović P.
PARNI KOTLOVI
Mašinski fakultet, Beograd, 1991
25. Gumz W.
KURZES HANDBUCH DER BRENNSTOFF- UND FEUERUNGSTECHNIK
Springer Verlag, Berlin, 1942

26. Gumz W., Kirsch H., Mackovsky M. T.
SCHLACKENKUNDE
Springer Verlag, Berlin - Göttingen-Heidelberg, 1958
27. Гурвич С. М., Кострикин Ю. М.
ОПЕРАТОР ВОДОПОДГОТОВКИ
Энергоиздат, Москва, 1981
28. Двойнишников В. А., Деев Л. В., Изюмов М. А.
КОНСТРУКЦИЯ И РАСЧЕТ КОТЛОВ И КОТЕЛЬ-
НЫХ УСТАНОВОК
Машиностроение, Москва, 1988
29. Денисенко Н. И.
ПАРОПЕРЕГРЕВАТЕЛИ СУДОВЫХ ПАРОВЫХ
КОТЛОВ
Судостроение, Ленинград, 1970
30. Doležal Richard
LARGE BOILER FURNACE
Elsevier Publishing Company, Amsterdam-London-
New York, 1967
31. Ђајић Ненад
ЕНЕРГЕТСКИ ИЗВОРИ И ПОСТРОЈЕЊА
Рударско-геолошки факултет, Београд, 1992
32. Ђурић В. и др.
ПАРНИ КОТЛОВИ - ПОСЕБНА ПОГЛАВЉА
БИГЗ, Београд, 1973
33. Ђурић Војислав
ПАРНИ КОТЛОВИ - СВЕСКА 1
Грађевинска књига, Београд, 1969
34. Эстеркин П. И.
КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ - КУРСОВОЕ И
ДИПЛОМНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ
Энергоатомиздат, Ленинград, 1989
35. Zinzen A.
DAMPFKESSEL UND FEUERUNGEN
Springer Verlag, Berlin -Göttingen-Heidelberg, 1958
36. Идельчик И. Е.
СПРАВОЧНИК ПО ГИДРАВЛИЧЕСКИМ СОПРО-
ТИВЛЕНИЯМ
Госэнергоиздат, Москва - Ленинград, 1960
37. Illies Kurt
SCHIFFSKESSEL
F. Vieweg und Sohn, Braunschweig, 1960
38. Казарновский Е. М.
РЕГУЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЕРЕГРЕ-
ТОГО ПАРА В МОЩНЫХ ПАРОВЫХ КОТЛАХ
Металлургиздат, Москва, 1960
39. Канторович Б. В.
ОСНОВЫ ТЕОРИИ ГОРЕНИЯ И ГАЗИФИКАЦИИ
ТВЕРДОГО ТОПЛИВА
Академия наук СССР, Москва, 1958
40. Кнорре Г. Ф.
ТОПОЧНЫЕ ПРОЦЕССЫ
Госэнергоиздат, Москва - Ленинград, 1959
41. Ковалев А. П. и др.
ПАРОГЕНЕРАТОРЫ
Энергия, Москва - Ленинград, 1966
42. Кроль Л. Б., Розенгаус И. Н.
КОНВЕКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ МОЩНЫХ КО-
ТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ
Энергия, Москва, 1976
43. Крутасова Е. И.
НАДЕЖНОСТЬ МЕТАЛЛА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ
Энергоиздат, Москва, 1981
44. Кузнецов Н. В., Лужнов Г. И., Кропп Л. И.
ОЧИСТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕВА КОТЕЛЬ-
НЫХ АГРЕГАТОВ
Энергия, Москва - Ленинград, 1966
45. Кутателадзе С. С.
ОСНОВЫ ТЕОРИИ ТЕПЛООБМЕНА
Атомиздат, Москва, 1979
46. Кутепов А. М., Стерман Л. С., Стюшин Н. Г.
ГИДРОДИНАМИКА И ТЕПЛООБМЕН ПРИ ПАРО-
ОБРАЗОВАНИИ
Высшая школа, Москва, 1977
47. Лебедев А. И.
ПОДГОТОВКА И РАЗМОЛ ТОПЛИВА НА ЭЛЕК-
ТРОСТАНЦИЯХ
Энергия, Москва, 1969
48. Лебедев И. К.
ГИДРОДИНАМИКА ПАРОВЫХ КОТЛОВ
Энергоатомиздат, Москва, 1987
49. Левченко Г. И., Лисейкин И. Д., Копелиович А.
М., Мигай В. К., Назаренко В. С.
ОРЕБРЕННЫЕ ПОВЕРХНОСТИ НАГРЕВА ПАРО-
ВЫХ КОТЛОВ
Энергоатомиздат, Москва, 1986
50. Ledinegg M.
DAMPFERZEUGUNG, DAMPFKESSEL, FEUER-
UNGEN
Springer Verlag, Wien, 1952
51. Linzer V., Fröhlich P., Leitner R.
PROBLEME BEI DER AUSLEGUNG GROSSER
ZWANGDURCHLAUF DAMPFERZEUGER
EVT Bericht, 23/74
52. Loschge A.
DIE DAMPFKESSEL
Springer Verlag, München, 1936
53. Маргулова Т. Х., Мартынова О. И.
ВОДНЫЕ РЕЖИМЫ ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
Высшая школа, Москва, 1977
54. Маршак Ю. Л., Рыжаков А. В.
ШИПОВЫЕ ЭКРАНЫ ТОПОК ПАРОВЫХ
КОТЛОВ
Энергия, Москва, 1969
55. Маслов В. Е.
ПЫЛЕКОНЦЕНТРАТОРЫ В ТОПОЧНОЙ ТЕХ-
НИКЕ
Энергия, Москва, 1977
56. Маслов В. И.
ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ В
ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
Металлургия, Москва, 1965
57. Мигай В. К., Назаренко В. С., Новожилов И. Ф.
Добряков Т. С.
РЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ВРАЩАЮЩИЕСЯ ВОЗДУ-
ХОПОДОГРЕВАТЕЛИ
Энергия, Ленинград, 1971

58. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ
ТВЕРДИХ ТОПЛИВ
Наука, Новосибирск, 1985
59. Натанзон М. С.
НЕУСТОЙЧИВОСТЬ ГОРЕНИЯ
Машиностроение, Москва, 1986
60. Нечаев Е. В.
ТОПКИ С ПНЕВМО - МЕХАНИЧЕСКИМИ ЗАБРА-
СЫВАТЕЛЯМИ
Машгиз, Москва - Ленинград, 1959
61. НОРМЫ РАСЧЕТА И ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ПЫЛЕПРИГОТОВИТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК
Госэнергоиздат, Москва - Ленинград, 1959
62. Онищенко Н. П.
ЭКСПЛУАТАЦИЯ КОТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК
Агропромиздат, Москва, 1987
63. Осокин В. П.
МОЛОТКОВЫЕ МЕЛЬНИЦЫ
Энергия, Москва, 1980
64. Отс А. А.
КОРРОЗИЯ И ИЗНОС ПОВЕРХНОСТЕЙ НАГРЕ-
ВА КОТЛОВ
Энергоатомиздат, Москва, 1987
65. Парилев Б. А., Ушаков С. Г.
ИСПЫТАНИЕ И НАЛАДКА ПАРОВЫХ КОТЛОВ
Энергоатомиздат, Москва, 1986
66. Паршин А.А., Митор В.В., Безгрешнов А.Н. и др
ТЕПЛОВЫЕ СХЕМЫ КОТЛОВ
Машиностроение, Москва, 1987
67. Померанцев В. В. и др.
САМОВЗГОРАНИЕ И ВЗРЫВЫ ПЫЛИ НАТУ-
РАЛЬНЫХ ТОПЛИВ
Энергия, Ленинград, 1987
68. Померанцев В. В., Аредсьев К. М. и др.
ОСНОВЫ ПРАКТИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ГОРЕНИЯ
Энергоатомиздат, Ленинград, 1986
69. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТОПОК С ТВЕРДЫМ ШЛА-
КОУДАЛЕНИЕМ (дополнение к Нормативному
методу теплового расчета котельных агрегатов)
- РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ
Ленинград, 1981
70. Рабинович О. М.
КОТЕЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ
Машгиз, Москва - Ленинград, 1963
71. Радовановић М.
ГОРИВА
Машински факултет, Београд, 1994
72. Радовановић М.
ПОГОНСКЕ МАТЕРИЈЕ, II ДЕО - ИНДУСТРИЈ-
СКА ВОДА
Машински факултет, Београд, 1987
73. Резняков А. Б. и др.
ГОРЕНИЕ НАТУРАЛЬНОГО ТВЕРДОГО ТОП-
ЛИВА
Наука, Алма Ата, 1968
74. Роддатис К. Ф.
КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ
Энергия, Москва, 1977
75. Серов Е. П., Корольков Б. П.
ДИНАМИКА ПАРОГЕНЕРАТОРОВ
Энергия, Москва, 1972
76. Сидельковский Л. Н., Юренин Б. И.
КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ
Энергоатомиздат, Москва, 1988
77. Spalckhaver R., Schneiders Fr., Ruster A.
DIE DAMPFKESSEL
Julius Springer, Berlin, 1924
78. Spalding D. B.
DIE BERECNUNG DER VERBREUNUNG UND DES
WÄRMEÜBERGANGES IN BRENNKAMMERN
Chem. Techn., 23, Heft 12, 1971
79. Стырикович М. А., Мартынова О. И. Мирополь-
ский З. Л.
ПРОЦЕССЫ ГЕНЕРАЦИИ ПАРА НА ЭЛЕКТРО-
СТАНЦИЯХ
Энергия, Москва, 1969
80. Стырикович М. А., Катковская К. Я., Серов Е. П.
КОТЕЛЬНЫЕ АГРЕГАТЫ
Госэнергоиздат, Москва - Ленинград, 1958
81. ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ КОТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ -
НОРМАТИВНЫЙ МЕТОД
Энергия, Москва, 1973
82. Троянский Е. А.
МЕТАЛЛЫ КОТЛОСТРОЕНИЯ И РАСЧЕТ ПРОЧ-
НОСТИ ДЕТАЛЕЙ ПАРОВЫХ КОТЛОВ
Энергия, Москва - Ленинград, 1964
83. Fröhlich P.
AUSLEGUNG VON BRENNKAMMERN GROSSER
DAMPFERZEUGER
EVT Bericht, 25/74
84. Хзмалян Д. М., Каган Я. А.
ТЕОРИЯ ГОРЕНИЯ И ТОПОЧНЫЕ УСТРОЙ-
СТВА
Энергия, Москва, 1976
85. Hottel H. C., Sarofim A.
RADIATIVE TRANSFER
McGraw Hill, New York, 1967
86. Шкроб М. С., Вихрев В. Ф.
ВОДОПОДГОТОВКА
Энергия, Москва - Ленинград, 1966
87. Шнурков М. Е., Каган Я. А., Барзолеевский Н. М.
ТЕХНОЛОГИЯ ПАРОГЕНЕРАТОРОСТРОЕНИЯ
Энергия, Москва, 1972
88. Янкелевич В. И.
НАЛАДКА ГАЗОМАЗУТНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ
КОТЕЛЬНЫХ
Энергоатомиздат, Москва, 1988