

Poradnik techniczny

Kotły parowe



Spis treści

7	Przedmowa	
9	Wstęp	
11	A Zastosowanie pary	
12	Historia wytwarzania pary wodnej	
15	B Czym jest para?	
16	Para mokra, para nasycona, para przegrzana	
18	B.1.2	Entalpia
19	B.1.3	Obszary zastosowań

21 C Zespoły składowe kotłowni parowej

24 Kotły parowe

26	C.1	Kotły parowe
32	C.1.1	Wypożażenie kotła
38	C.1.2	Instalacja wielokotłowa
41	C.1.3	Kocioł parowy w stanie gotowości
42	C.1.4	Kotły odzysknicowe

44 Podgrzewacz wody – Ekonomizer (ECO)

46 Przegrzewacz pary (ÜH)

48 Spalanie

49	C.4.1	Powietrze do spalania
49	C.4.2	Paliwa ciekłe
50	C.4.3	Paliwa gazowe
51	C.4.4	Palniki dwupaliwowe
52	C.4.5	Spalanie drewna

54 Przygotowanie wody

58	C.5.1	Chemiczne uzdatnianie wody (CWA)
59	C.5.2	Odwrócona osmoza
60	C.5.3	Obróbka termiczna wody (TWA)

64 Gospodarka kondensatem i obróbka kondensatu

65	C.6.1	Kondensat niskociśnieniowy
65	C.6.2	Kondensat wysokociśnieniowy
66	C.6.3	Obróbka kondensatu
67	C.6.4	Chłodnica próbek
69	C.6.5	Dozowanie chemikaliów korygujących

70 Pompy

71	C.7.1	Pompy wody zasilającej i ich regulacja
73	C.7.2	Pompy kondensatu

74 Aparaty termiczne (systemowe)

75	C.8.1	Schładzacz mieszający
75	C.8.2	Rozprężacz i chłodnica odsolin
75	C.8.3	Skrapłacz oparów
76	C.8.4	Chłodnica wody zasilającej
76	C.8.5	Podgrzewacz wody zasilającej

78 Rurociągi

80 Instalacja odprowadzania spalin

82 Potrzeby własne kotłowni

- 83 C.11.1 Zapotrzebowanie energii elektrycznej
- 83 C.11.2 Zapotrzebowanie energii cieplnej

84 Izolacje rurociągów, zbiorników itp.

- 85 C.12.1 Izolacja cieplna
- 85 C.12.2 Ochrona przed tworzeniem się skroplin

86 Szafy sterownicze

- 87 C.13.1 Główne funkcje

88 Normy i przepisy

- 88 C.14.1 Przepisy i standardy

93 D Dobór urządzeń kotłowni**96 Wybór kotła parowego**

- 96 D.1 Wybór kotła parowego
- 98 D.1.2 Wybór wartości ciśnienia roboczego kotła
- 99 D.1.3 Kotły odzysknicowe

102 Zakres produkcji

- 103 D.2.1 Kotły parowe
- 104 D.2.2 Kontrolowanie temperatury płomienicy (FTÜ)
- 105 D.2.3 Eksploatacja podgrzewacza wody (ECO)
- 106 D.2.3.1 Moc cieplna podgrzewacza wody
- 108 D.2.3.2 Amortyzacja podgrzewacza wody (A_{ECO})
- 110 D.2.3.3 Zastosowanie technologii kondensacji
- 113 D.2.3.4 Praca z przegrzewaczem pary (ÜH)
- 116 D.2.3.5 Utrzymanie ciśnienia/temperatury w kotle

118 Spalanie

- 119 D.3.1 Wentylator powietrza do spalania z regulowaną prędkością obrotów
- 120 D.3.2 Stężenie tlenu w spalinach
- 121 D.3.3 Ilość paliwa/zapotrzebowanie paliwa
- 122 D.3.4 Powietrze do spalania, doprowadzenie powietrza
- 125 D.3.5 Emisja akustyczna z palników monoblokowych/duoblokowych

128 Przygotowanie wody

- 129 D.4.1 Instalacja odgazowania pełnego
- 130 D.4.2 Instalacja odgazowania częściowego
- 132 D.4.3 Instalacja chemicznego uzdatniania (zmiękczenia) wody (CWA)
- 136 D.4.4 Opis działania instalacji odwróconej osmozy (RO)
- 139 D.4.5 Właściwości wody, objaśnienia ogólne

142 Gospodarka kondensatem

- 143 D.5.1 Opis działania „otwartych” systemów kondensatu
- 144 D.5.2 Opis działania „zamkniętych” systemów kondensatu

150 Pompy

- 151 D.6.1 Pompy zasilające – kryteria doboru i eksploatacji
- 160 D.6.2 Pompy kondensatu – kryteria doboru i eksploatacji

162 Dobór aparatów termicznych

- 163 D.7.1 Schładzacz mieszający
- 168 D.7.2 Rozprężacz odsolin
- 171 D.7.3 Skraplacz oparów
- 174 D.7.4 Chłodnica wody zasilającej
- 180 D.7.5 Chłodnica próbek

182 Rurociągi

- 183 D.8.1 Instalacje rurociągowie
- 188 D.8.2 Specyfikacje materiałowe, prace spawalnice
- 196 D.8.3 Obliczenia i dobór rurociągów
- 210 D.8.4 Wytrzymałość–wydłużenie rozstaw podpór–odstępy–ułożenie/podpory
- 219 D.8.5 Wskazówki dotyczące projektowania wybranych systemów rurociągowych
- 219 D.8.5.1 Rurociągi parowe/rozdzielacze pary
- 224 D.8.5.2 Rurociągi i systemy kondensatu
- 226 D.8.5.3 Rurociągi odsolin i odmulin
- 227 D.8.5.4 Woda zasilająca – woda zmiękczona – woda pitna
- 229 D.8.5.5 Rurociągi oparów, pary odlotowej i wydmuchowe
- 232 D.8.5.6 Przewody paliwowa
- 233 D.8.5.7 Ścieki i podłogowe systemy odwodnień

236 Instalacja odprowadzania spalin

- 237 D.9.1 Wskazówki projektowe i wykonawcze dla przewodów połączeniowych
- 239 D.9.2 Wymiarowanie instalacji odprowadzania spalin
- 240 D.9.3 Wykonanie komina i podłączenie komina
- 242 D.9.4 Wspólna instalacja odprowadzania spalin, łączenie strumieni spalin

244 Potrzeby własne kotłowni

- 244 D.10.1 Zapotrzebowanie energii elektrycznej na potrzeby własne
- 248 D.10.2 Zapotrzebowanie energii cieplnej na potrzeby własne

253 E Wymagania i przepisy

254 Podstawowe wymagania i przepisy dotyczące procedur udzielania zezwoleń

- 254 E.1.1 Procedura udzielania zezwoleń zgodnie z § 13 [niemieckim]
Zdrowie i Bezpieczeństwo w ustawie Pracy
- 265 E.1.2 Przegląd niemieckich procedur udzielania zezwoleń
- 268 E.1.3 Przegląd i podsumowanie dokumentów aplikacyjnych oraz ich sporządzania
- 271 E.1.4 Zestawienie potrzebnych dokumentów aplikacyjnych

272 Podstawowe wymagania i przepisy dotyczące montażu kotłów parowych

273	E.2.1	Montaż lądowych kotłów parowych kategorii IV
273	E.2.2	Montaż lądowych kotłów parowych kategorii III (TRD 802)
274	E.2.3	Budowa kotłowni parowej
277	E.2.4	Emisje akustyczne
278	E.2.5	Transport i wyładunek
279	E.2.6	Bezpieczeństwo geosejsmiczne

283 F Obsługa**284 Rodzaje pracy**

284	F.1.1	Rodzaje pracy
286	F.1.2	Normy i przepisy dotyczące obsługi kotła
287	F.1.3	Terminy badań kotłów według Dyrektywy Urządzenia Ciśnieniowe (PED)

**293 G Dodatek
Zbiór danych technicznych i tablic**

294	[A 1]	Schemat podstawowy, dalsze schematy znajdują się w kieszeni okładki
296	[A 2.1]	Izolacja cieplna rurociągów
297	[A 2.2]	Izolacja ochronna
298	[A 3]	Wytyczne projektowania – Jakość wody (wyciąg)
302	[A 4]	Szkic kontenerowej kotłowni parowej
304	[Tab. 1.0]	Tabela przeliczeniowa jednostek układu SI
305	[Tab. 1.1]	1. Tabela przeliczeniowa BTU/BHP/KW/t/h
306	[Tab. 2.0]	Tablice parowe (stan nasycenia)
309	[Tab. 2.1]	Parametry pary przegrzanej
313	[Tab. 2.2]	Parametry pary nasyconej
314	[Tab. 2.3]	Entalpia/entropia
315	[Tab. 3.0]	Chropowatość ścianek rur
316	[Tab. 3.1]	Współczynnik oporu tarcia w rurach/liczba Reynoldsa
317	[Tab. 4.0]	Spadek ciśnienia w przewodach pary
318	[Tab. 4.1]	Spadek ciśnienia w przewodach pary, przykład
319	[Tab. 5]	Przeliczanie jednostek twardości wody
320	[Tab. 6]	Para wtórna z rozprężania kondensatu
321	[Tab. 7]	Przekrój przewodu dla danych parametrów pary (przykład)
322	[Tab. 8]	Opory przepływu rurociągów wodnych przy określonym strumieniu objętościowym (przykład)
323	[Tab. 9]	Prędkości przepływu (wartości orientacyjne)
324	[Tab. 10]	Lista kontrolna dla kotłowni parowej
325		Literatura

Przedmowa

Sytuację energetyczną na całym świecie cechują ograniczone rezerwy gazu ziemnego i ropy naftowej przy rosnącym zużyciu i znacznych wzrostach cen. Rosnące emisje CO₂ podgrzewają przy tym atmosferę, prowadząc do groźnych zmian klimatycznych. Zmusza to do odpowiedzialnego postępowania z energią. Potrzebna jest większa efektywność i intensyfikacja stosowania energii odnawialnych. Sektor przemysłowy, jako duży konsument energii, może przez stosowanie innowacyjnej i efektywnej techniki przyczynić się do koniecznego zmniejszenia zużycia energii i emisji CO₂.

Kompletna oferta Viessmann zawiera rozwiązania systemowe dla wszystkich nośników energii, zapewniające komfortowe zaopatrzenie w ciepło i parę przy ograniczonym do minimum zużyciu zasobów, redukując emisje CO₂ i obciążenie środowiska. Viessmann dysponuje zawsze odpowiednią ofertą, tak na kotły parowe ze zintegrowanymi podgrzewaczami wody i dostawianymi kondensacyjnymi wymiennikami ciepła, opalane olejem lub gazem, lub opalanymi drewnem (biomasą) w celu wytwarzania pary technologicznej.

Integracja systemów odzysku ciepła wymaga dla osiągnięcia maksymalnej efektywności i obniżki kosztów eksploatacji stosowania dokładnie wzajemnie dopasowanych urządzeń. Ich dobór musi być oparty o prawidłowy projekt instalacji. Viessmann konstruuje i produkuje wysokosprawne kotły parowe już od dziesiętności lat i zebrał w tej dziedzinie ogromne doświadczenie. Doświadczenie to chcemy niniejszym udostępnić Państwu w zwartej postaci niniejszego podręcznika.

Przy wyborze tematów położyliśmy nacisk na aspekty bezpieczeństwa w doborze kotłów parowych i urządzeń kotłowni oraz wykonawstwie instalacji. Poprawne zaprojektowanie i fachowe wykonanie są, bowiem podstawowymi warunkami nie tylko dla niezawodnej i efektywnej eksploatacji kotłowni parowej, ale i bezpieczeństwa ludzi i środowiska.

Jestem przekonany, że podręcznik ten będzie wartościowym wsparciem dla wszystkich, zajmujących się projektowaniem przemysłowych kotłowni parowych.

Dr Martin Viessmann





Zakład produkujący kotły
Vitomax w Mittenwalde

Wstęp

Niniejszy podręcznik „Kotły parowe” rozszerza materiały informacyjne Viessmann z serii fachowej „Para” oraz foldery sprzedaży „Instalacje przemysłowe – para” ze skupieniem się na doborze i wymiarowaniu kotłowni parowych ze spalaniem oleju, gazu i biomasy drzewnej oraz z kotłami odzysknicowymi o wydajnościach pary do 75 t/h.

Podręcznik ten jest przewodnikiem w postępowaniu, prowadzącym do znalezienia spójnej koncepcji kotłowni parowej, opartej o specyficzne główne urządzenia z oferty Viessmann.

Przedsiębiorstwa i rzemieślnicy branży instalacyjnej, projektanci i inżynierowie z eksploatacji mogą korzystać z niniejszego podręcznika wraz z wspomnianymi na wstępie broszurami fachowymi, jako kolejnego, praktycznego poradnika.

Mimo dokładnego sprawdzenia nie możemy w pełni wykluczyć błędów merytorycznych i drukarskich i zastrzegamy sobie możliwość pomyłek. Z tego powodu Viessmann nie przejmuje żadnej odpowiedzialności za prawidłowość stwierdzeń, podanych w niniejszej publikacji. Viessmann nie odpowiada również za ewentualne szkody rzeczowe, osobowe lub majątkowe, powstałe wskutek stosowania niniejszego podręcznika.

