

Wytyczne projektowe

**VDI 2035
VdTÜV 1466**

Miejsce przechowywania:
teczka Technika Serwisowa 1, rozdz. 11
teczka Technika Serwisowa 2, rozdz. 21

Różne organizacje w RFN wydały wytyczne dla jakości wody w instalacjach grzewczych, i tak np.:
VDI w Wytycznej 2035,
VdTÜV w arkuszu VdTÜV 1466,
Komisja ds. Kociołów Parowych w TRD 612.

Przestrzeganie wymienionych w niniejszej instrukcji wymogów jest podstawą dla naszych zobowiązań gwarancyjnych. Gwarancja fabryczna nie obejmuje uszkodzeń spowodowanych korozją lub odkładaniem się kamienia kotłowego.

1. ... Temperatury robocze wody do 100°C

Trwałość każdego źródła ciepła, a także całej instalacji grzewczej jest uzależniona od jakości wody.

Koszty uzdatnienia wody są zawsze niższe od kosztów usunięcia szkód w instalacji grzewczej.

1. Instalacje grzewcze z temperaturami roboczymi wody do 100°C

Wieloletnie doświadczenia wykazują, że nie można całkowicie zapobiec odkładaniu się kamienia kotłowego w celu wyeliminowania uszkodzeń instalacji.

Dlatego też - w zależności od mocy cieplnej kotła - dopuszczalna jest w instalacji pewna ilość kwaśnego węglanu wapnia, która może dostać

się do instalacji wraz z wodą uzupełniającą (patrz też odpowiednie objaśnienia w oryginalnym tekście aktualnie obowiązującej normy!).

Wspomniana ilość całkowita wody obejmuje pierwsze napełnienie i uzupełnienia wody oraz napełnienia na nowo (wyjątek: jeżeli dokonuje się usunięcia kamienia w kotle).

Przedsięwzięcia po stronie wody grzewczej

W celu określenia niezbędnych przedsięwzięć dotyczących wody grzewczej w instalacjach wodnych należy oprzeć się na poniższych punktach lub tabeli na stronie 3.

W przypadku instalacji o mocy cieplnej do 100 kW nie są konieczne specjalne przedsięwzięcia.

Dla wymiany kotła w istniejącej instalacji grzewczej o mocy pierwotnej powyżej 100 kW i pojemności instalacji ≥ 20 l/kW obowiązują wymagania takie jak dla instalacji o mocy powyżej 100 kW. W przypadku instalacji powyżej 100 kW konieczne są następujące przedsięwzięcia:

- a) Pozyskanie analizy wody (np. od władz komunalnych lub zakładu wodociągowego) z podaniem stężenia kwaśnego węglanu wapnia. O ile brak takiej informacji, można w podany poniżej sposób obliczyć stężenia kwaśnego węglanu wapnia $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$ z kwasowości K [(odpowiadającej twardości węglanowej) i zawartości wapnia (odpowiadającej twardości wapniowej)]:

Kwasowość

$$K_{S\ 4,3} \dots \text{mol/m}^3 \times 0,5 = \\ = \dots \text{mol/m}^3 \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$$

lub

$$\text{Twardość węglanowa} \dots \text{°dH} \times 0,18 = \\ = \dots \text{mol/m}^3 \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$$

lub

$$\text{Zawartość wapnia} \dots \text{mg/l} \times 0,025 = \\ = \dots \text{mol/m}^3 \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$$

lub

$$\text{Twardość wapniowa} \dots \text{°dH} \times \\ \times 0,18 = \dots \text{mol/m}^3 \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$$

Mniejszy z dwóch parametrów analizy (w mol/m^3) odpowiada zawartości kwaśnego węglanu wapnia i jest miarodajny dla wymagań odnośnie wody do napełniania i uzupełniającej.

Przykłady:

1. Kwasowość

$$K_{S\ 4,3} = 7,0 \text{ mol/m}^3 \times 0,5 = \\ = 3,5 \text{ mol/m}^3 \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$$

Zawartość wapnia

$$188 \text{ mg/l} \times 0,025 = \\ = 4,7 \text{ mol/m}^3 \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$$

Wynik: zawartość kwaśnego węglanu wapnia $3,5 \text{ mol/m}^3$.

2. Twardość węglanowa

$$11,2 \text{ °dH} \times 0,18 = \\ = 2,0 \text{ mol/m}^3 \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$$

Twardość wapniowa

$$12,3 \text{ °dH} \times 0,18 = \\ = 2,2 \text{ mol/m}^3 \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$$

Wynik: zawartość kwaśnego węglanu wapnia $2,0 \text{ mol/m}^3$.

W celu zapobieżenia przenikaniu tlenu do wody grzewczej należy wykonać instalację w systemie zamkniętym.

Dla instalacji kotłowych powyżej 100 kW wymagany jest współczynnik pH między 8 i 9,5, a dla instalacji powyżej 350 kW konieczna jest nadwyżka Na_2SO_3 między 5 do 20 mg/l (wyjątki i objaśnienia do tego przepisu oraz odnośnie zastosowania innych inhibitorów tlenu patrz oryginalny tekst VDI 2035).

W instalacjach o całkowitej mocy cieplnej kotłów powyżej 100 kW trzeba określić ilość wody do napełniania i uzupełniającej. Ponadto należy dokonywać zapisów, w jakim czasie, jaką ilość wody i z jakim stężeniem kwaśnego węglanu wapnia uzupełniono w instalacji.

1. ... Temperatury robocze wody do 100°C

Wybór dla instalacji o mocy powyżej 100 kW:

b) Całkowita moc cieplna kotłów 100 do 350 kW

Jeżeli obliczone stężenie kwaśnego węglanu wapnia wynosi $C \leq 2 \text{ mol/m}^3$, nie są konieczne żadne inne przedsięwzięcia.

Łącznie wolno uzupełnić wodę w ilości 3x pojemności instalacji.

Ponadto należy odpowiednio uzdatnić wodę (lub dalej w pkt. d).

c) Całkowita moc cieplna kotłów 350 do 1 000 kW

Jeżeli obliczone stężenie kwaśnego węglanu wapnia wynosi $C \leq 1,5 \text{ mol/m}^3$, nie są konieczne żadne inne przedsięwzięcia.

Łącznie wolno uzupełnić wodę w ilości 3x pojemności instalacji.

Ponadto należy odpowiednio uzdatnić wodę (lub dalej w pkt. d).

d) Całkowita moc cieplna kotłów > 1 000 kW

(i mniejsze instalacje, jeżeli powyższe warunki nie są spełniane, tzn. jeżeli $C > 2 \text{ mol/m}^3$ lub $1,5 \text{ mol/m}^3$):

W zależności od stężenia kwaśnego węglanu wapnia i całkowitej mocy cieplnej kotłów ustala się z tabeli na str. 3 lub wykresu na str. 4 dopuszczalną ilość wody do uzupełniania (patrz przykłady na str. 4).

Jeżeli taka ilość wody jest wystarczająca dla pierwszego napełnienia i dla oczekiwanych uzupełnień i nowych napełnień, nie są konieczne dalsze przedsięwzięcia. O ile dopuszczalna ilość wody do uzupełniania jest niewystarczająca, należy odpowiednio uzdatnić wodę lub po osiągnięciu dopuszczalnej ilości wody dodawać tylko wodę zmiękczoną.

Wymogi odnośnie wody grzewczej

Całkowita moc cieplna kotłów w instalacji [\dot{Q}]	Stężenie kwaśnego węglanu wapnia [$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$] w wodzie do napełniania i uzupełniania	Max. dop. ilość wody do napełniania i uzupełniania [V_{\max}]
$\dot{Q} \leq 100 \text{ kW}$	Brak wymogów ^{*1}	Brak wymogów ^{*1}
$100 \text{ kW} < \dot{Q} \leq 350 \text{ kW}$ $350 \text{ kW} < \dot{Q} \leq 1\,000 \text{ kW}$	$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \leq 2,0 \text{ mol/m}^3$ $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \leq 1,5 \text{ mol/m}^3$	$V_{\max}[\text{m}^3] = 3 \times \text{pojemność instalacji}$ $1\,000 \text{ kW} < \dot{Q}$ (lub obliczenie V_{\max} wg wersu: $1000 \text{ kW} < \dot{Q}$)
$1\,000 \text{ kW} < \dot{Q}$	—	$V_{\max}[\text{m}^3] = 0,0313 \times \frac{\dot{Q}}{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 [\text{mol/m}^3]}$

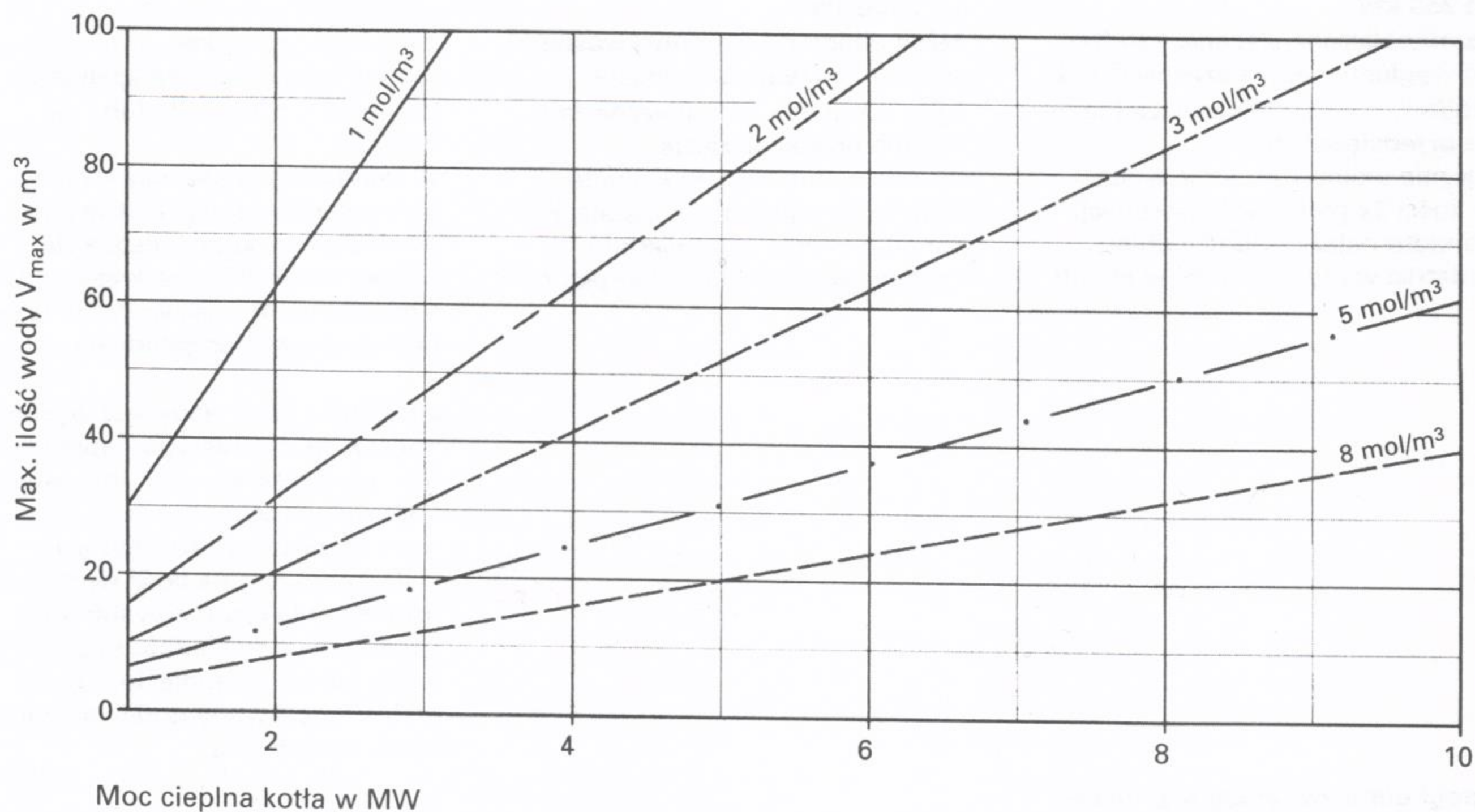
^{*1}Przy wymianie kotła w istniejącej instalacji grzewczej o pierwotnej mocy $\dot{Q} > 100 \text{ kW}$ i pojemności instalacji $\geq 20 \text{ l/kW}$ obowiązują wymogi takie jak dla instalacji o mocy $\dot{Q} > 100 \text{ kW}$.

Max. ilość wody do napełniania w zależności od mocy instalacji i stężenia kwaśnego węglanu wapnia

Stężenie [mol/m ³]	Moc cieplna instalacji \dot{Q} [kW]													
	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1 000	1 200	1 500	2 000
	V_{\max} [m ³]													
0,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	75,1	93,9	125,2
1,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	37,6	47,0	62,6
1,5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	25,0	31,3	41,7
2,0	—	—	—	—	6,3	7,8	9,4	11,0	12,5	14,1	15,7	18,8	23,5	31,3
2,5	1,9	2,5	3,1	3,8	5,0	6,3	7,5	8,8	10,0	11,3	12,5	15,0	18,8	25,0
3,0	1,6	2,1	2,6	3,1	4,2	5,2	6,3	7,3	8,4	9,4	10,5	12,5	15,7	20,9
3,5	1,3	1,8	2,2	2,7	3,6	4,5	5,4	6,3	7,2	8,1	8,9	10,7	13,4	17,9
4,0	1,2	1,6	2,0	2,4	3,1	3,9	4,7	5,5	6,3	7,0	7,8	9,4	11,7	15,7
4,5	1,0	1,4	1,7	2,1	2,8	3,5	4,2	4,9	5,6	6,3	7,0	8,4	10,4	13,9
5,0	0,9	1,3	1,6	1,9	2,5	3,1	3,8	4,4	5,0	5,6	6,3	7,5	9,4	12,5
5,5	0,9	1,1	1,4	1,7	2,3	2,9	3,4	4,0	4,6	5,1	5,7	6,8	8,5	11,4
6,0	0,8	1,0	1,3	1,6	2,1	2,6	3,1	3,7	4,2	4,7	5,2	6,3	7,8	10,4
6,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,9	2,4	2,9	3,4	3,9	4,3	4,8	5,8	7,2	9,6
7,0	0,7	0,9	1,1	1,3	1,8	2,2	2,7	3,1	3,6	4,0	4,5	5,4	6,7	8,9

1. ... Temperatury robocze wody do 100°C

Max. ilość wody V_{\max} dla kotłów o mocy od 1 MW do 10 MW przy różnych stężeniach kwaśnego węglanu wapnia



Przykłady obliczania maksymalnej ilości wody V dla kotłów o mocy od 1,5 MW/ V_{\max}

Przykład 1:

Woda pitna w Würzburgu
Parametry wody z pomiarów
w mol/m³

$$K_{S\ 4,3} = 7,0 \text{ mol/m}^3$$

$$C(\text{Ca}^{2+}) = 4,70 \text{ mol/m}^3$$

Z porównania z pkt. a na str. 2 wynika stężenie kwaśnego węglanu wapnia
 $C = 0,5 \cdot 7,0 = 3,5 \text{ mol/m}^3$.

Na podstawie obliczonej przy pomocy kwasowości $K_{S\ 4,3}$ mniejszej wartości wynika zgodnie z tabelami i wykresami

$$V_{\max} = 0,0313 \cdot \frac{1500}{0,95} = 49,4 \text{ m}^3$$

Przykład 2:

Mieszanina wody zmiękczonej
Parametry wody z analizy czynników
pomiarów w mol/m³

$$K_{S\ 4,3} = 5,6 \text{ mol/m}^3$$

$$C(\text{Ca}^{2+}) = 0,95 \text{ mol/m}^3$$

Z porównania z pkt. a na str. 2 wynika stężenie kwaśnego węglanu wapnia
 $C = 0,95 \text{ mol/m}^3$.

Na podstawie mniejszej wartości, wyliczonej ze stężenia jonów wapnia, wynika zgodnie z tabelami i wykresami

$$V_{\max} = 0,0313 \cdot \frac{1500}{0,95} = 49,4 \text{ m}^3$$

Przykład 3:

Woda pitna w Monachium
Parametry wody z analizy twardości węglanowej i wapniowej, wyrażone w przestarzałej mierze °dH.

Twardość węglanowa: 15,7 °dH
Twardość wapniowa: 11,9 °dH.

Po przeliczeniu zgodnie ze współczynnikami w pkt. a na str. 2 wynika:

$$\text{Twardość węglanowa: } 15,7 \text{ °dH} = 0,18 \cdot 15,7 = 2,83 \text{ mol/m}^3$$

$$\text{Twardość wapniowa: } 11,9 \text{ °dH} = 0,179 \cdot 11,9 = 2,13 \text{ mol/m}^3$$

Dalsze obliczenia jak w przykładzie 2.

2. Instalacje grzewcze z dop. temperaturami wody na zasilaniu powyżej 100°C

Jakość wody ma wpływ na trwałość całej instalacji grzewczej.

Uzdatnienie wody pozwala uniknąć szkód spowodowanych korozją i odkładaniem się kamienia.

Odnosnie jakości wody w wysokotemperaturowych kotłach wodnych, zamontowanych w instalacjach grzewczych, eksploatowanych z temperaturami wody na zasilaniu powyżej 100°C, obowiązują następujące wytyczne:

Eksploatacja z wodą obiegową o niewielkim zasoleniu

Do napełniania i uzupełniania należy stosować tylko wodę o niewielkim zasoleniu, taką jak woda zmiękczona, przesącz lub kondensat.

W systemach z kondensacją mieszaną woda o niewielkim zasoleniu reguluje się zazwyczaj sama, jeżeli do alkalizacji nie doprowadza się wody kotłowej.

Eksploatacja z wodą o silnym zasoleniu

W miarę możliwości należy do napełniania i uzupełniania używać wody o niewielkim zasoleniu, z której co najmniej usunięto zanieczyszczenia alkaliczne (demineralizacja).

		o małym zasoleniu		o dużym zasoleniu
		10 do 30	> 30 do 100	> 100 do 1500
Przewodność elektr. przy 25°C	μ S/cm			
Wymogi ogólne			czysta, bez osadów	
Współczynnik pH przy 25°C		9 – 10 ^{*1}	9 – 10.5 ^{*1}	9 – 10.5 ^{*1}
Tlen (O ₂)	mg/l	<0,1 ^{*2}	<0,05 ^{*2}	<0,02 ^{*2*3}
Sole metali ziem rzadkich (twardość ogólna) (Ca + Mg)	mmol/l	<0,02	<0,02	<0,02
Fosforany (PO ₄) ^{*1}	mg/l	<5 ^{*4}	<10 ^{*4}	<15
Przy zastosowaniu środka wiążącego tlen : Siarczyny sodowej (Na ₂ SO ₃) ^{*5}	mg/l	—	—	<10

^{*1}Jeżeli mają być przestrzegane postanowienia przepisów o wodzie pitnej—uzdatnianiu wody pitnej, nie może być przekraczany współczynnik pH-9,5 i stężenie PO - 7 mg/l.

^{*2}Przy pracy stałej nastawiają się normalnie wyraźnie niższe wartości.

^{*3}Jeżeli są stosowane właściwe nieorganiczne inhibitory korozji, stężenie tlenu w wodzie obiegowej może wynosić do 0,1 mg/l.

^{*4}Dla wytwornic wody gorącej z płomieniówkowymi powierzchniami grzewczymi, np. kotłów płomieniowo-płomieniówkowych, trzeba przestrzegać połowy wartości max. 2,5 lub 5 mg/l PO jako dolnego stężenia fosforanów.

^{*5}Nie wyklucza się zastosowania innych właściwych produktów. Należy przy tym przestrzegać wytycznych dostawcy.

W dyrektywie VdTÜV 1466 zwraca się uwagę na to, że oferowane są inne środki wiążące tlen jako związki chemiczne zawierające poniższe substancje aktywne:

- kwas askorbinowy
- hydrazyd węgla (wodzian hydrazyny)
- dwuetylohydroksylamina (DEHA)
- p-dwuhydroksybenzen (hydrochinon)
- metyloetyloketoksyna (Meko)
- taniny.

Jednakże podczas eksploatacji kotła mogą wtedy powstawać produkty utleniania, rozpadu i przemiany, nakazujące ostrożne zastosowanie. Bliższe wyjaśnienia zawarte są w wymienionej dyrektywie.

3. Kotły parowe

Umiejętnie zaprojektowana, wykonana i kontrolowana instalacja uzdatniania wody, będąca ważną częścią instalacji kotła parowego, gwarantuje bezusterkowe i ekonomiczne wytwarzanie pary. Zwiększa ona trwałość wytwornicy pary i przewodów pary i kondensatu oraz należących do nich armatury przez redukcję strat odmulania, zapobieżenie korozji

w przewodach pary i kondensatu oraz powstawaniu kamienia kotłowego w wytwornicy pary.

Większość dostarczanej wody surowej nie nadaje się do zasilania kotła. Rodzaj instalacji uzdatniania wody do kotła musi być dostosowany do jakości wody surowej. Jest ona zmienna, dlatego też konieczne są

okresowe kontrole, a przynajmniej pomiar twardości całkowitej. Przewód zasilający instalacji uzdatniania wody musi mieć wodomierz w celu zmierzenia pierwszej ilości wody do napełnienia wytwornicy pary i ilości wody uzupełniającej dodawanej do odprowadzanego kondensatu; tym samym wykonuje się pośrednią kontrolę ilości pobranej pary.

3. Kotły parowe

4. Okresy postoju/zabezpieczenie przed zamarznięciem

Oczywiście jest celowe doprowadzanie możliwie największej ilości kondensatu do zbiornika wody zasilającej i także polepszenie jakości kondensatu uzdatnioną wodą uzupełniającą, aby odpowiadał on wymogom odnośnie wody zasilającej kocioł (zgodnie z tabelą poniżej).

Z tych wymogów oraz wymogów dotyczących wody kotłowej wynika jednoznacznie, że w zależności od jako-

ści wody surowej i ilości wody uzupełniającej powinna być zainstalowana odpowiednia instalacja demineralizacyjna, a także powinna istnieć możliwość dodawania środków wiążących tlen (ew. środków alkalinizujących lub fosforanów) do zbiornika lub przewodu doprowadzającego do zbiornika wody zasilającej.

Kontrolę zgodności parametrów wody zasilającej z wymogami wykonuje

się metodą pomiarów właściwymi, możliwie najprostszymi, przyrządami (codziennie lub co tydzień - zależnie od rodzaju pracy). Te wartości pomiarowe, wymagane ilości wody uzupełniającej, zużycie środków chemicznych, regenerację instalacji demineralizacyjnej, wielkości odmulanin i wymagane konserwacje nanosi się do zeszytu konserwacji w celu zagwarantowania optymalnych warunków eksploatacji w każdym czasie.

Wymogi odnośnie kondensatu

Dop. nadciśnienie robocze	bar	≤ 1	> 1 do ≤ 22
Wymogi ogólne		bezbarwna, przejrzysta i bez zawiesin	
Współczynnik pH przy 25°C		>9	>9
Przewodność przy 25°C	μS/cm	Miarodajne tylko wytyczne dla wody kotłowej	
Suma soli metali ziem rzadkich (Ca ²⁺ + Mg ²⁺)	mmol/l	<0,015	<0,010
Tlen (O ₂)	mg/l	<0,1	<0,02
Zaw. związanego CO ₂	mg/l	<25	<25
Zaw. wolnego CO ₂	mg/l	n.n.	n.n.
Żelazo (Fe), ogółem	mg/l	—	<0,05
Miedź (Cu), ogółem	mg/l	—	<0,01
Utlenialność (Mn VII → Mn II) jako KMnO ₄	mg/l	<10	<1
Oleje, smary	mg/l	<3	<3

Wymogi odnośnie wody zasilającej kocioł

Dop. nadciśnienie robocze	bar	≤ 1	> 1 do ≤ 22
Wymogi ogólne		bezbarwna, przejrzysta i bez zawiesin	
Współczynnik pH przy 25°C		8,5 do 10	10,5 do 12
Kwasowość (K _S 8,2)	mmol/l	1 do 12	1 do 12
Przewodność przy 25°C	μS/cm	—	<10 000
Fosforany (PO ₄)	mg/l	10 do 20	10 do 20

Dozowanie fosforanów jest zalecane, ale nie zawsze jest konieczne.

Przeliczenie: 1 mol/m³ = 5,6 °dH; 1 °dH = 0,179 mol/m³; 1 mval/kg = 2,8 °dH

4. Okresy postoju/Zabezpieczenie przed zamarznięciem

Jeżeli wyłącza się kocioł z eksploatacji na dłuższy czas, zaleca się całkowite napełnienie instalacji wodą, do której dodano środek wiążący tlen. Jednak wtedy instalacja musi być utrzymywana pod ciśnieniem. Inną możliwością jest konserwacja bezwodna, która jest zalecana na okres powyżej 4 tygodni. W celu ochrony instalacji grzewczej -

nie eksploatowanej w sposób ciągły - przed mrozem, można dodać do wody grzewczej środek przeciwmrazający. Producent takiego środka musi zagwarantować, że środek nie spowoduje korozji w instalacji grzewczej i będzie tolerowany przez zwykłe uszczelki (elastomery itp.). Zaleca się jednocześnie dodanie do wody grzewczej środka przeciwmrazającego

ego i środka wiążącego tlen. Środki przeciwmrazające mogą być stosowane zarówno w otwartych, jak też zamkniętych instalacjach grzewczych do max. 120°C.

Dalsze dane patrz dyrektywa VdTÜV 1466.

© PROPER Sp. z o.o.
Przedsiębiorstwo Wielobranżowe
ul. Probostwo 4
20-089 L u b l i n

Tel.: 0-81/78-27-47, 77-83-54
Fax: 0-81/77-53-79

A U T O R Z Y :
Tłumaczenie i opracowanie:
Konsultacja naukowo-techniczna:

© mgr Adam Budzyński, nr rej. NOT 5337
© dr inż. Lucjan Cholewa

Viessmann Sp. z o.o.
al. Karkonoska 65
53-015 Wrocław
tel. (0 71)/62 80 13, 62 82 99,
62 83 01, 62 83 30