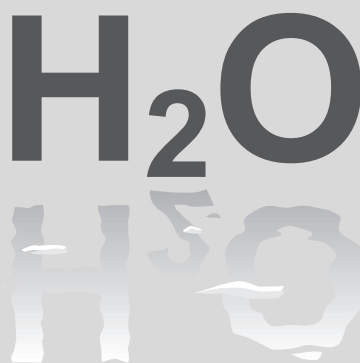


Jakość wody

Źródła ciepła wykonane z materiałów aluminiowych



Dla źródeł ciepła z wymiennikami ciepła z materiałów aluminiowych

Spis treści

1	Informacje dotyczące niniejszego dokumentu	2
2	Jakość wody	3
2.1	Prowadzenie książki eksploatacji	3
2.2	Unikanie szkód spowodowanych przez korozję	3
2.3	Twardość wody	4
2.4	Sprawdzenie maksymalnych ilości wody do napełniania w zależności od jakości wody	4
2.4.1	Podstawy obliczeniowe	4
2.5	Krzywe graniczne dla uzdatniania wody	5
2.6	Działania w celu uzdatniania wody	9
3	Książka eksploatacji	10
3.1	Woda do napełniania i uzupełniania	10

1 Informacje dotyczące niniejszego dokumentu

Niniejsza książka eksploatacji zawiera ważne informacje dotyczące uzdatniania wody grzewczej dla źródeł ciepła (zwanymi dalej kotłami grzewczymi) z wymiennikami ciepła wykonanymi z materiałów aluminiowych oraz kombinacji różnych materiałów o temperaturze roboczej $\leq 100^\circ\text{C}$.

Podane poniżej informacje i wskazówki dotyczące naszych kotłów grzewczych są oparte na długoletnich doświadczeniach oraz badaniach żywotności i określają maksymalne ilości wody do napełniania i uzupełniania instalacji w zależności od mocy kotłów i twardości wody. Tym samym zapewnione jest spełnienie wymogów określonych przez miejscowe przepisy (np. w Niemczech VDI 2035).

Niniejszy dokument zawiera szereg wskazówek, jak można prowadzić książkę eksploatacji dotyczącą uzdatniania wody. Na przykładach pokażemy Państwu, jak należy wykonać konieczne obliczenia i dokonać odpowiednich wpisów.

Na końcu dokumentu znajduje się książka eksploatacji w postaci tabeli do wypełniania.

Książka eksploatacji wraz z instrukcją jest skierowana do użytkowników instalacji oraz pracowników firm instalacyjnych, którzy ze względu na wykształcenie zawodowe i doświadczenie dysponują wiedzą i uprawnieniami w zakresie obsługi instalacji grzewczych.

Roszczenia z tytułu gwarancji na kocioł grzewczy obowiązują tylko wtedy, jeżeli zostaną spełnione wymagania w stosunku do parametrów wody oraz prowadzona jest książka eksploatacji.

Ważne informacje

Ważne informacje, które nie zawierają ostrzeżeń przed zagrożeniami dotyczącymi osób lub mienia, oznaczono symbolem informacji przedstawionym obok.

Inne symbole

Symbol	Znaczenie
►	Czynność
→	Odsyłacz do innych fragmentów dokumentu
•	Pozycja/wpis na liście
–	Pozycja/wpis na liście (2. poziom)

Tab. 1

2 Jakość wody

Ponieważ woda z komunalnej sieci wodociągowej nie jest czystą chemicznie wodą do przewodzenia ciepła, konieczne należy zwracać uwagę na właściwości wody. Właściwości i tym samym jakość wody są zdeterminowane przez zawarte w niej składniki mineralne. Woda o niskiej jakości powoduje powstawanie kamienia kotłowego i korozję, które uszkadzają instalację ogrzewczą.

2.1 Prowadzenie książki eksploatacji

W instalacjach ogrzewczych o całkowitej znamionowej mocy cieplnej ≥ 50 kW bezwzględnie wymagane jest zamontowanie licznika wody w przewodzie napełniania instalacji ogrzewczej oraz prowadzenie książki eksploatacji (patrz także EN 12828). Jest to warunkiem udzielenia gwarancji producenta na kocioł grzewczy.

Aby udokumentować jakość wody:

- ▶ Zapisać wymagane wartości w książce eksploatacji.



Jakość wody jest istotnym czynnikiem wpływającym na zwiększenie ekonomiczności instalacji ogrzewczej, jej bezpieczeństwa działania, żywotności i gotowości do pracy. Z tego powodu zalecamy na ogół stosowanie uzdatnionej wody (→ rozdział 2.6).

- ▶ Oprócz ilości wody wykorzystanej do napełniania i uzupełniania, w książce eksploatacyjnej należy zapisywać również stężenie wodorowęglanu wapnia $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$ lub twardość wody.



Informacje o stężeniu $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ lub twardości wody można uzyskać w przedsiębiorstwie wodociągowym lub określić na podstawie obliczeń (→ rozdział 2.4, str. 4).

2.2 Unikanie szkód spowodowanych przez korozję

Dodatkowa ochrona przed korozją

Szkody spowodowane przez korozję występują wówczas, gdy do wody obiegowej stale dostaje się tlen, np. z powodu:

- niewystarczająco zwymiarowanych lub uszkodzonych naczyń zbiorczych,
- niewłaściwie ustawionego ciśnienia wstępnego lub
- układów otwartych.
- ▶ Co roku należy sprawdzać ciśnienie wstępne i działanie układu stabilizacji ciśnienia.

W instalacjach ze sprawnym, prawidłowo zwymiarowanym układem stabilizacji ciśnienia poziom tlenu dostarczonego wraz z wodą do napełniania i uzupełniania ulega szybkiej redukcji.

Jeżeli nie można zapobiec regularnemu wprowadzaniu tlenu do instalacji, np. w przypadku stosowania w systemach ogrzewania podłogowego plastikowych rur, które nie są szczelne dyfuzyjnie, lub gdy w sposób ciągły są uzupełniane duże ilości wody, konieczne są działania chroniące przed korozją, np. separacja systemów przy użyciu wymiennika ciepła (rozwiązanie wymagane szczególnie dla rozległych instalacji).

Wartość pH

Wartość pH nieuzdatnionej wody obiegowej w przypadku źródeł ciepła z elementami z materiałów aluminiowych powinna wahać się w zakresie od 8,2 do 9,0. Należy zwrócić uwagę na fakt, że po przekazaniu do użytkowania wartość pH wody w obiegu w ciągu kolejnych miesięcy ulega zmianie. Zaleca się kontrolę poziomu pH po kilku miesiącach pracy instalacji w trybie grzania.

Przy eksploatacji z niskim poziomem soli (przewodność elektryczna $< 100 \mu\text{S}/\text{cm}$ w wodzie obiegowej) i w technicznie korozyjnych układach zamkniętych, akceptowalne są wartości pH do 7. Aby rozpoznać, czy technicznie korozyjnie instalacja jest układu otwartego, można pobrać na miejscu próbki wody z obiegu. Jeśli pobrana próbka wody jest przezroczysta i bez zabarwień, to z praktycznego punktu widzenia można przyjąć, że jest to technicznie korozyjna instalacja systemu zamkniętego. Jeśli próbka wody pobranej z obiegu jest już cała intensywnie zabarwiona na brązowo, to należy przyjąć, że jest to technicznie korozyjna instalacja systemu otwartego. Przyczyną tego stanu rzeczy jest z reguły dopływ tlenu.

Zaleca się kontrolę poziomu pH i przewodności po 2-3 miesiącach pracy instalacji w trybie grzania.

Jeśli dopływ tlenu jest długotrwały, należy zwrócić uwagę na prawidłowy sposób działania układu utrzymania ciśnienia.

Montaż osadnika zanieczyszczeń



Montaż kotła grzewczego w istniejącej instalacji ogrzewczej może przyczyniać się do osadzania się zanieczyszczeń w kotle powodujących miejscowe przegrzewanie, korozję i hałasy. Zalecamy montaż urządzenia do wychwytywania zanieczyszczeń i odmulan.

Osadniki zanieczyszczeń zatrzymują zanieczyszczenia i dzięki temu zapobiegają awariom systemów regulacyjnych, przewodów rurowych i kotłów grzewczych.

- ▶ Osadnik zanieczyszczeń należy zainstalować w pobliżu najniższego punktu w przewodzie powrotnym instalacji ogrzewczej.
- ▶ Należy zwrócić uwagę, aby osadniki zanieczyszczeń były łatwo dostępne.
- ▶ Osadniki zanieczyszczeń należy czyścić przy każdej konserwacji instalacji ogrzewczej.

Wmontowanie kotła grzewczego z wymiennikiem ciepła z materiałów aluminiowych w instalację ogrzewczą

Przed podłączeniem nowego kotła grzewczego:

- ▶ Przepłukać instalację ogrzewczą.

Płukanie instalacji ogrzewczej jest szczególnie ważne w przypadku montażu kotła grzewczego z wymiennikiem ciepła z materiałów aluminiowych w istniejących instalacjach ogrzewczych, w których zastosowano dodatki lub środki uzdatniania wody niewłaściwe dla aluminiowych wymienników ciepła (np. zmiękczoną wodę lub fosforan trójsodowy do alkalizacji). Opróżnienie i wypłukanie istniejącej instalacji ogrzewczej przed montażem nowego kotła grzewczego prowadzi do usunięcia szkodliwych dodatków oraz niewłaściwie uzdatnionej wody i zapobiega uszkodzeniom kotła grzewczego.

Dodatki

Jeżeli w instalacji ogrzewczej zostaną użyte dodatki lub środki do ochrony przed zamarzaniem (o ile są zatwierdzone przez producenta wymiennika ciepła), należy przestrzegać instrukcji producenta dodatku lub środka do ochrony przed zamarzaniem. Dotyczy to w szczególności stężenia w wodzie do napełniania, regularnego sprawdzania wody grzewczej oraz wymaganych działań korygujących.



Dopuszczone środki przeciw zamarzaniu są wymienione w dokumencie nr 6720841872.

W przypadku pozostałych dodatków (domieszek) należy dodatkowo uzyskać od ich producentów deklarację odpowiedności i skuteczności dla wszystkich materiałów zamontowanych w instalacji ogrzewczej, dołączając trwale jej kopię do dziennika eksploatacji.

Należy stosować się do następujących punktów:

- Należy przestrzegać wskazówek producenta środka do ochrony przed zamarzaniem.
- Należy zachować proporcje mieszania podane przez producenta.
- Przy doborze elementów instalacji (np. pomp) i systemu rur należy pamiętać, że właściwa pojemność cieplna środka do ochrony przed zamarzaniem Antifrogen N jest niższa od właściwej pojemności cieplnej wody. Aby przekazać żadaną moc cieplną, trzeba odpowiednio podwyższyć wymagany przepływ.
- Nośnik ciepła ma wyższą lepkość i gęstość niż woda. Z tego względu należy uwzględnić większą stratę ciśnienia podczas przepływu przez przewody rurowe i inne elementy instalacji.
- Trzeba oddzielnie sprawdzić wytrzymałość wszystkich elementów instalacji wykonanych z tworzyw sztucznych lub innych tworzyw niemetalowych.
- Wartość pH oraz przewodność wody w obiegu należy co roku kontrolować i dokumentować w książce eksploatacji.



Dodanie do wody grzejnej środków uszczelniających może prowadzić do powstawania osadów w wymienniku ciepła. Dlatego nie zaleca się ich stosowania.

2.3 Twardość wody

- Instalację ogrzewczą należy napełniać wyłącznie czystą wodą z publicznej sieci wodociągowej.

Aby przez cały okres użytkowania chronić źródło ciepła przed szkodami spowodowanymi przez kamień kotłowy i zapewnić bezawaryjną pracę, trzeba ograniczyć całkowitą ilość czynników powodujących twardość wody w obiegu grzewczym.

Podane poniżej informacje i wskazówki dla naszych źródeł ciepła oparte są na długoletnich doświadczeniach oraz badaniach żywotności i ustalają maksymalne ilości wody do napełniania i uzupełniania instalacji w zależności od mocy kotłów i twardości wody.

Tym samym zapewnione jest spełnienie wymogów określonych przez miejscowe przepisy (np. VDI 2035w Niemczech) – dotyczące unikania szkód – spowodowanych przez powstawanie kamienia kotłowego.

2.4 Sprawdzenie maksymalnych ilości wody do napełniania w zależności od jakości wody



Jeżeli ilość wody do napełniania i uzupełniania przekroczy ustaloną ilość wody V_{\max} , może dojść do uszkodzenia źródła ciepła.

Jeżeli skutek nieprzestrzegania wymagań w źródle ciepła powstały szkodliwe osady, w większości przypadków już doszło do ograniczenia żywotności kotła. Usunięcie osadów może być jednym z możliwych sposobów na przywrócenie przydatności do użytku. Tylko uprawnieni instalatorzy mogą usunąć kamień kotłowy.

Do sprawdzenia dopuszczalnej ilości wody w zależności od jakości wody do napełniania służą poniższe podstawy obliczeniowe lub alternatywnie odczyty z wykresów. Jeżeli pojemność instalacji jest nieznana, do napełniania można zasadniczo użyć całkowicie zdemineralizowanej wody.

2.4.1 Podstawy obliczeniowe



W poniższych przykładach obliczeń stężenie wodorowęglanu wapnia podano w jednostkach mol/m^3 / °dH (°fH).

°dH = twardość niemiecka

°fH = twardość francuska

Pozostałe wzory przeliczeń są podane w

→ "Przykład (dla twardości wody w °dH):" na str. 5.

Wymagania w stosunku do wody do napełniania i uzupełniania są zależne od całkowitej znamionowej mocy cieplnej i wynikającej z tego pojemności wodnej instalacji ogrzewczej. Maksymalną ilość nieuzdatnionej wody do napełniania kotła grzewczego z wymiennikiem ciepła z materiałów aluminiowych o mocy poniżej 600 kW można obliczyć na podstawie następującego wzoru:

Wielkości obliczeniowe:

$$V_{\max} = 0,0235 \times \frac{Q}{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 (\text{mol}) / (\text{m}^3)} \quad (\text{kW})$$

F. 1 Wielkości obliczeniowe:

V_{\max} Maksymalna ilość wody do napełniania i uzupełniania przez cały okres eksploatacji kotła grzewczego [m^3]

Q Znamionowa moc cieplna [kW] (< 600 kW)

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ Stężenie wodorowęglanu wapnia [mol/m^3]

Maksymalne stężenie wodorowęglanu wapnia może wynosić 2,0 mol/m^3 (co odpowiada 11,2 °dH lub 20 °fH) przy mocy do 200 kW oraz 1,5 mol/m^3 (co odpowiada 8,4 °dH lub 15 °fH) przy mocy do 600 kW. Jeśli stężenie wodorowęglanu wapnia jest większe, woda musi być gruntownie uzdatniana niezależnie od wartości V_{\max} .



Od 600 kW stosować generalnie tylko uzdatnioną wodę do napełniania i uzupełniania.

Informacje o stężeniu wodorowęglanu wapnia ($\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$) w wodzie wodociągowej można otrzymać od przedsiębiorstwa wodociągowego. Jeżeli danych tych nie ma w analizie wody, stężenie węglanu wapnia można wyliczyć z twardości węglanowej i twardości wapniowej w następujący sposób:

Przykład (dla twardości wody w °dH):

Współczynniki przeliczeniowe:

1 °dH (twardość w stopniach niemieckich) = 1,79 °fH (twardość w stopniach francuskich)

Stopień twardości [dH] x 0,179 = stężenie Ca (HCO₃)₂ [mol/m³]

Stopień twardości [fH] x 0,1 = stężenie Ca (HCO₃)₂ [mol/m³]

Stopień twardości [e] x 0,142 = stężenie Ca(HCO₃)₂ [mol/m³]

Stopień twardości [gpg] x 0,171 = stężenie Ca(HCO₃)₂ [mol/m³]

1 mg CaCO₃ = 0,056 °dH

1 mg CaCO₃ = 0,01 mol/m³

Obliczenie maksymalnej dopuszczalnej ilości wody do napełniania i uzupełniania V_{maks.} dla instalacji ogrzewczej o całkowitej mocy kotła 200 kW.

Podanie wartości analitycznych dla twardości węglanowej i twardości wapniowej w jednostce ppm.

Twardość węglanowa: 10,7 °dH

Twardość wapniowa: 8,9 °dH

Z twardości węglanowej można wyliczyć:

$$\text{Ca(HCO}_3)_2 = 10,7 \text{ °dH} \times 0,179 = 1,91 \text{ mol/m}^3$$

Z twardości wapniowej można wyliczyć:

$$\text{Ca(HCO}_3)_2 = 8,9 \text{ °dH} \times 0,179 = 1,59 \text{ mol/m}^3$$

Do obliczenia dopuszczalnej ilości wody V_{maks.} należy przyjąć niższą z obu wyliczonych wartości.

$$V_{\max} = 0,0235 \times \frac{200}{1,59} \frac{(\text{kW})}{(\text{mol/m}^3)} = 3,0 \text{ m}^3$$

Przykład (dla twardości wody w °fH)

Obliczenie maksymalnej dopuszczalnej ilości wody do napełniania i uzupełniania V_{maks.} dla instalacji ogrzewczej o całkowitej mocy kotła 200 kW.

Podanie wartości analitycznych dla twardości węglanowej i twardości wapniowej w jednostce ppm.

Twardość węglanowa: 19,1 °fH

Twardość wapniowa: 15,9 °fH

Z twardości węglanowej obliczamy:

$$\text{Ca(HCO}_3)_2 = 19,1 \text{ °fH} \times 0,1 = 1,91 \text{ mol/m}^3$$

Z twardości wapniowej można wyliczyć:

$$\text{Ca(HCO}_3)_2 = 15,9 \text{ °fH} \times 0,1 = 1,59 \text{ mol/m}^3$$

Do obliczenia dopuszczalnej ilości wody V_{maks.} należy przyjąć niższą z obu wyliczonych wartości.

$$V_{\max} = 0,0235 \times \frac{200}{1,59} \frac{(\text{kW})}{(\text{mol/m}^3)} = 3,0 \text{ m}^3$$

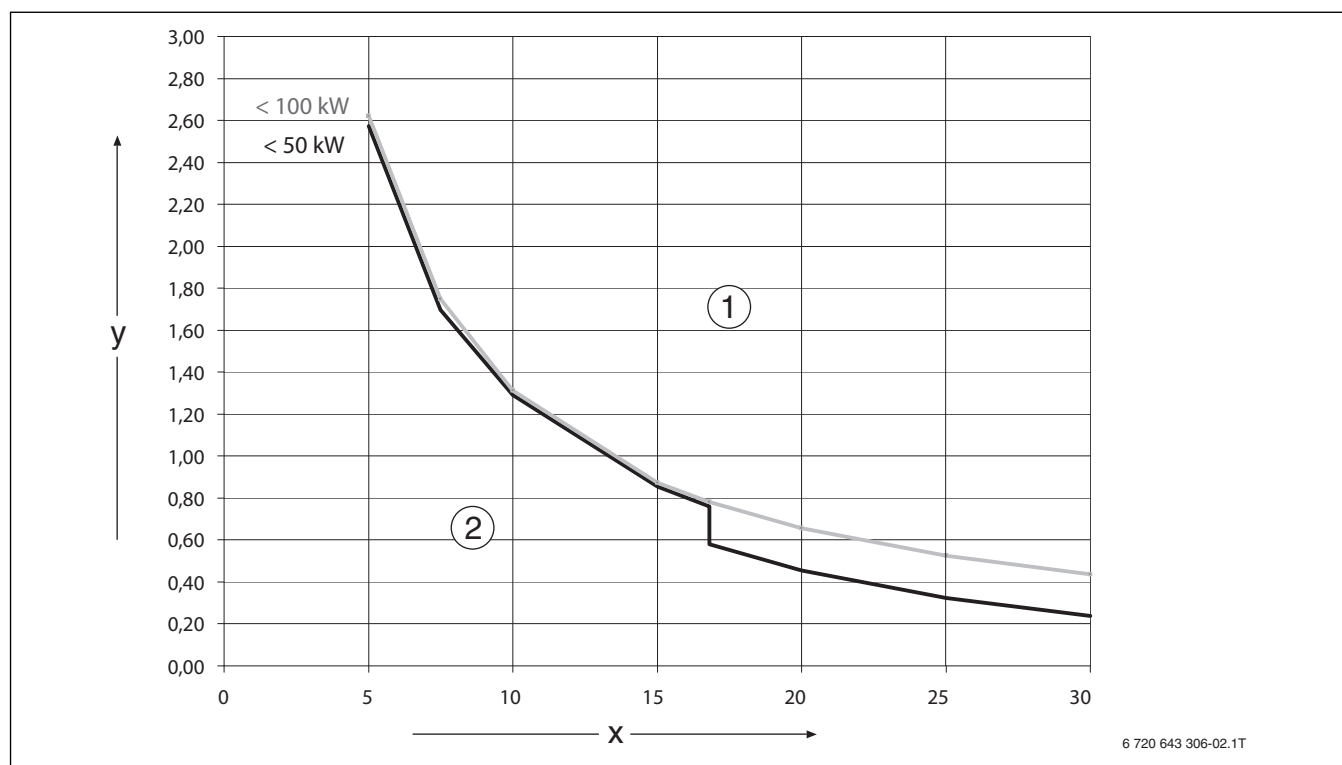
2.5 Krzywe graniczne dla uzdatniania wody

Moc całkowita [kW]	Wymagania dotyczące twardości wody i ilości V _{maks.} wody do napełniania i uzupełniania
≥ 50	Wyznaczyć V _{maks.} na podstawie wykresu 1
> 50...600	Wyznaczyć V _{maks.} na podstawie wykresu 1...3
> 600	Uzdatnianie wody z zasady jest wymagane (całkowita twardość wg VDI 2035 < 0,11 °dH)
W zależności od mocy	W przypadku instalacji o bardzo dużej pojemności wody (> 50 l/kW) z zasady należy przeprowadzić uzdatnianie wody.

Tab. 2 Warunki brzegowe i granice zastosowania wykresów dla kotłów grzewczych z materiałów aluminiowych

Wartość V_{maks.} można też odczytać na poniższych wykresach.

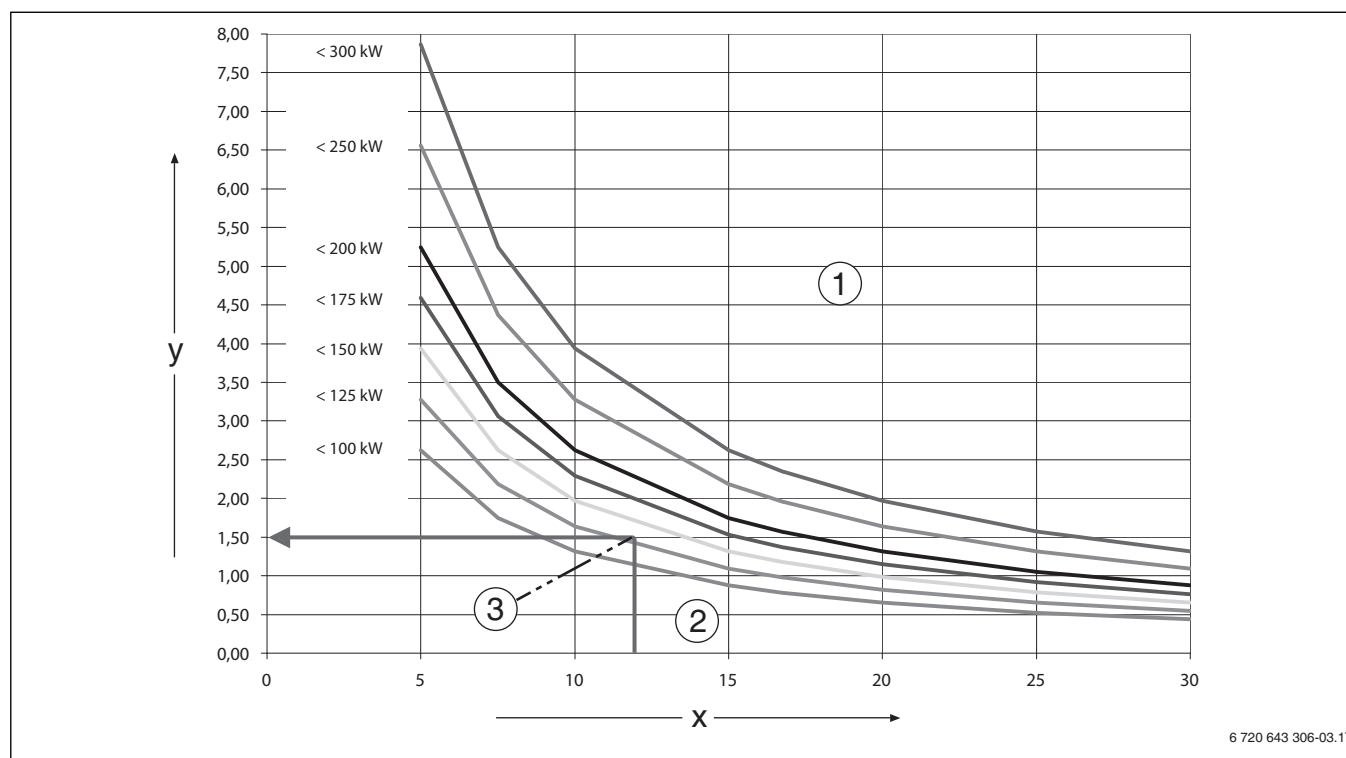
Kocioł grzewczy z wymiennikiem ciepła z materiałów aluminiowych o mocy poniżej 100 kW



Rys. 1 Wymagania dotyczące wody do napełniania i uzupełniania kotła grzewczego z wymiennikiem ciepła z materiałów aluminiowych o mocy poniżej 100 kW

- x Całkowita twardość w °dH
y Maksymalna objętość wody w okresie użytkowania kotła grzewczego w m³
- [1] Powyżej krzywej używać tylko wody całkowicie zdemineralizowanej o przewodności < 10 μS/cm.
[2] Poniżej krzywej można napełniać nieuzdatnioną wodą wodociągową zgodnie z przepisami dotyczącymi wody użytkowej.

Kocioł grzewczy z wymiennikiem ciepła z materiałów aluminiowych o mocy 100...300 kW

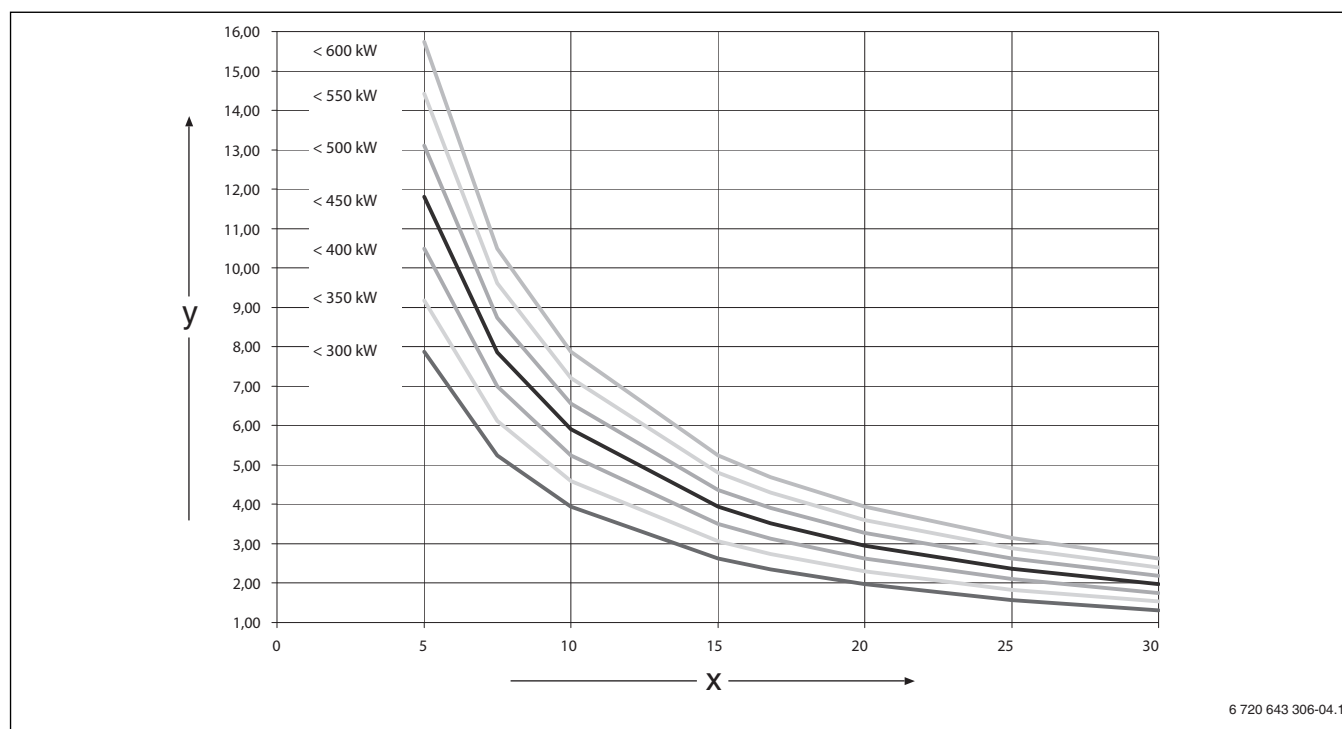


6 720 643 306-03.1T

Rys. 2 Wymagania dotyczące wody do napełniania i uzupełniania kotła grzewczego z wymiennikiem ciepła z materiałów aluminiowych o mocy 100...300 kW

- x Całkowita twardość w $^{\circ}\text{dH}$
y Maksymalna objętość wody w okresie użytkowania kotła grzewczego w m^3
- [1] Powyżej krzywych używać tylko wody całkowicie zdemineralizowanej o przewodności $< 10 \mu\text{S}/\text{cm}$. W przypadku mocy powyżej 600 kW należy zasadniczo stosować tylko wodę całkowicie zdemineralizowaną o przewodności $< 10 \mu\text{S}/\text{cm}$. W przypadku instalacji z kilkoma kotłami grzewczymi (kaskada) należy przestrzegać wskazówek dotyczących układów regulacji.
- [2] Poniżej krzywych można napełniać nieuzdatnioną wodą wodociągową zgodnie z przepisami dotyczącymi wody użytkowej.
- [3] Przykład odczytu:
znamionowa moc cieplna 120 kW, przy całkowitej twardości 12 $^{\circ}\text{dH}$ maksymalna ilość wody do napełniania i uzupełniania wynosi ok. 1,5 m^3 .
Jeśli wymagana objętość wody jest większa, woda musi być poddana uzdatnianiu.

Kocioł grzewczy z wymiennikiem ciepła z materiałów aluminiowych o mocy 300...600 kW



Rys. 3 Wymagania dotyczące wody do napełniania i uzupełniania kotła grzewczego z wymiennikiem ciepła z materiałów aluminiowych o mocy 300...600 kW

- x Całkowita twardość w °dH
y Maksymalna objętość wody w okresie użytkowania kotła grzewczego w m³

- [1] Powyżej krzywych używać tylko wody całkowicie zdemineralizowanej o przewodności < 10 µS/cm. W przypadku mocy powyżej 600 kW należy zasadniczo stosować tylko wodę całkowicie zdemineralizowaną o przewodności < 10 µS/cm. W przypadku instalacji z kilkoma kotłami grzewczymi (kaskada) należy przestrzegać wskazówek dotyczących układów regulacji.
- [2] Poniżej krzywych można napełniać nieuzdatnioną wodą wodociągową zgodnie z przepisami dotyczącymi wody użytkowej.



Od 600 kW stosować generalnie tylko uzdatnioną wodę do napełniania i uzupełniania.

2.6 Działania w celu uzdatniania wody

Jeżeli rzeczywiście potrzebna objętość wody jest mniejsza niż $V_{maks.}$, instalację można napełnić nieuzdatnioną wodą wodociągową.

Jeżeli rzeczywiście potrzebna objętość wody jest większa niż $V_{maks.}$, konieczne jest uzdatnianie wody.

Dla kotłów grzewczych z wymiennikami ciepła z materiałów aluminiowych uzdatnianie wody odbywa się poprzez całkowite zdemineralizowanie wody do napełniania i uzupełniania do poziomu przewodności $\leq 10 \mu S/cm$.

Eksploatacja z niską zawartością soli

Podczas demineralizacji całkowitej z wody do napełniania i uzupełniania usuwane są wszystkie czynniki powodujące twardość (np. wapno) i korozję (np. chlorki).

Instalację ogrzewczą należy napełniać wyłącznie całkowicie zdemineralizowaną wodą do napełniania i uzupełniania o przewodności $\leq 10 \mu S/cm$. Całkowicie zdemineralizowaną wodę o takiej przewodności można uzyskać, stosując wkłady ze złożem mieszanym (z żywicą wymiennika anionowego i kationowego) lub urządzenia do osmozy.

Po napełnieniu instalacji całkowicie zdemineralizowaną wodą po kilkumiesięcznej pracy grzewczej w wodzie grzewczej ustabilizuje się sposób pracy charakterystyczny dla eksploatacji z niską zawartością soli (przewodność $\leq 100 \mu S/cm$). Tym samym woda w instalacji osiągnie stan idealny. Nie będzie zawierać czynników powodujących twardość i korozję, a przewodność będzie na bardzo niskim poziomie. Ogólna podatność na korozję lub szybkość korozji zostanie ograniczona do minimum.

Demineralizacja całkowita jest metodą uzdatniania wody odpowiednią dla wszystkich instalacji ogrzewczych i jest zalecana przez miejscowe przepisy (np. VDI 2035 w Niemczech).



OSTROŻNOŚĆ:

Uszkodzenie źródła ciepła spowodowane przez niewłaściwe uzdatnianie wody!

Zmiękczenie wody do napełniania i uzupełniania w przypadku źródeł ciepła wykonanych z aluminium oraz kombinacji źródeł ciepła wykonanych ze stopów żelaza i materiałów aluminiowych jest niedozwolone i może prowadzić do uszkodzenia wymiennika ciepła.

- Nie należy zmiękczać wody do napełniania i uzupełniania (ani częściowo, ani całkowicie).

Wskazówki dot. kaskad

Stosowanie określonych układów regulacji i modułów (opcja) gwarantuje zbliżoną liczbę roboczych godzin wszystkich kotłów grzewczych w kaskadzie dzięki codziennej zmianie kotła wiodącego. Dzięki temu zapewnione jest równomierne rozłożenie na wszystkie kotły grzewcze całości wapniowców (metali ziem alkalicznych) zawartych w wodzie do napełniania.

Jeśli układ regulacji gwarantuje codzienną zmianę kotła wiodącego, całkowita znamionowa moc cieplna wszystkich kotłów może posłużyć do ustalenia objętości $V_{maks.}$. W przeciwnym wypadku należy wykorzystać najmniejszą moc pojedynczego kotła wg wykresu (rozwiązanie sugerowane).



Należy przestrzegać dokumentacji technicznych zastosowanych układów regulacji i modułów dodatkowych.

3 Książka eksploatacji

Protokoły służą także jako wzór do kopiowania.

3.1 Woda do napełniania i uzupełniania

Dane dotyczące instalacji ogrzewczej: _____					
Data uruchomienia: _____					
Maks. ilość wody $V_{maks.}$ _____ m^3 przy stężeniu $Ca(HCO_3)_2$: _____ mol/m^3					
	Data	Ilość wody (zmierzona) m^3	Stężenie $Ca(HCO_3)_2$ ¹⁾ mol/m^3	Całkowita ilość wody m^3	Nazwa firmy (pieczętka) podpis
Łączna ilość wody do napełniania w m^3					
Woda do uzupełniania w m^3					

1) Współczynniki przeliczeniowe:

1 °dH (twardość w stopniach niemieckich) = 1,79 °fH (twardość w stopniach francuskich)

Stopień twardości [dH] x 0,179 = stężenie $Ca(HCO_3)_2$ [mol/m^3]

Stopień twardości [fH] x 0,1 = stężenie $Ca(HCO_3)_2$ [mol/m^3]

Stopień twardości [e] x 0,142 = stężenie $Ca(HCO_3)_2$ [mol/m^3]

Stopień twardości [gpg] x 0,171 = stężenie $Ca(HCO_3)_2$ [mol/m^3]

Tab. 3 Książka eksploatacji, woda do napełniania i uzupełniania



