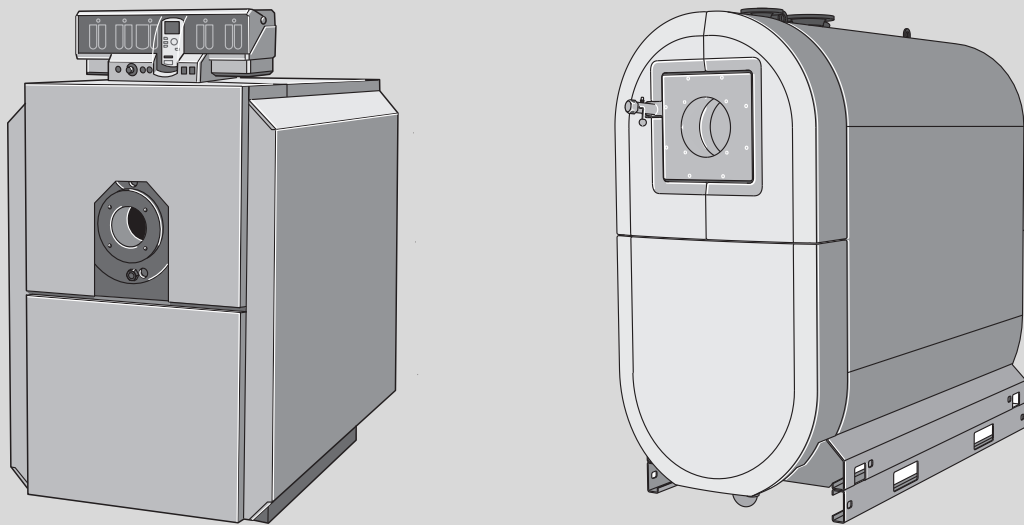


Kvalita vody



6 720 806 966-01.1ITL

Pre zdroje tepla vyrobené z nerezovej ocele, s prevádzkovými teplotami do 100 °C

Obsah

1	Kvalita vody	2
1.1	Fyzikálne dôvody	2
1.1.1	Tvorenie vodného kameňa v kotle	2
1.1.2	Korózia v kotle	3
1.2	Vedenie prevádzkovej knihy	3
1.3	Zabránenie vzniku škôd v dôsledku korózie	3
1.4	Tvrdosť vody	3
1.5	Kontrola maximálneho množstva plniacej vody v závislosti od kvality vody	4
1.5.1	Podklady pre výpočet	4
1.5.2	Požiadavky týkajúce sa kotlov vyrobených z nerezovej ocele	5
1.6	Schválené opatrenia na úpravu vody	7
2	Prevádzková kniha	8

O tomto dokumente

Táto prevádzková kniha obsahuje dôležité informácie o úprave vykurovacej vody pre zdroje tepla vyrobené z nerezovej ocele a kombinácií rôznych materiálov, s prevádzkovými teplotami ≤ 100 °C.

Nasledujúce údaje o našich kotloch sú založené na našich dlhodobých skúsenostiach a výskumoch o ich životnosti a stanovujú maximálne množstvá plniacej a doplňovacej vody v závislosti od výkonu a tvrdosti vody. Tým sa zabezpečí splnenie miestnych predpisov (napr. v Nemecku VDI 2035).

V tomto dokumente sa nachádza popis, ako môžete viesť prevádzkovú knihu pre úpravu vody. Na príkladoch sa dozviete, ako vykonáte potrebné výpočty a ako ich môžete zaznačiť.

Na konci tohto dokumentu sa nachádza tabuľka prevádzkovej knihy, ktorú je potrebné vyplniť.

Prevádzková kniha je určená pre prevádzkovateľa zariadenia a pre odborného pracovníka, ktorý má - na základe svojho odborného vzdelania a skúseností - znalosti o manipulácii s vykurovacími zariadeniami.

Nároky na záručné plnenie pre kotel platia iba v prípade dodržiavania požiadaviek týkajúcich sa kvality vody a pravidelného vedenia prevádzkovej knihy.

Dôležité informácie



Dôležité informácie bez ohrozenia osôb alebo vecí sú označené symbolom uvedeným vedľa nich. Sú ohraničené čiarami nad a pod textom.

Symboly

Symbol	Význam
▶	Krok, ktorý je potrebné vykonať
•	Vymenovanie / položka v zozname

Tab. 1

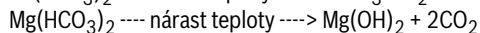
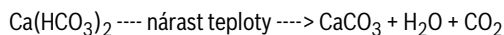
1 Kvalita vody

Kvalita vody je dôležitým predpokladom pre bezchybnú prevádzku, vysokú energetickú účinnosť a dlhú životnosť kotla aj všetkých komponentov zariadenia. Kaly, vodný kameň a nánosy nečistôt vo vode môžu samotné v krátkom čase a nezávisle od kvality použitých materiálov nenapraviteľne poškodiť kotel.

1.1 Fyzikálne dôvody

1.1.1 Tvorenie vodného kameňa v kotle

Vodný kameň sa vytvára pri zohrievaní vody v dôsledku vylučovania hydrouhlíčanov vápnika a horčíka, ktoré sú rozpustné vo vode pri teplote okolia.

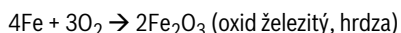


V prípade strát vytvára uhličitán vápenatý a hydroxid horčíka nerozpustné, príľnavé a kompaktné usadeniny (vodný kameň) s vysokými tepelnoizolačnými vlastnosťami. V kotle sa vodný kameň usadzuje predovšetkým v najteplejších zónach: z tohto dôvodu sa usadeniny vodného kameňa často vyskytujú iba na určitých miestach, spravidla v oblastiach, ktoré sú veľmi tepelne namáhané. Už pri hrúbke vodného kameňa 0,1 mm sa prejavuje obmedzený účinok chladienia plechu nachádzajúceho sa pod ním. Ďalšie zväčšovanie hrúbky vrstvy vodného kameňa spôsobuje prehrievanie kovových častí a v extrémnom prípade ich zlomenie v dôsledku nadmerného tepelného namáhania.

1.1.2 Korózia v kotle

Korózia spôsobená kyslíkom

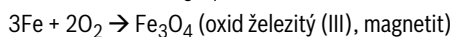
Nelegovaná oceľ (vodný plášť) adsorbuje pri kontakte s vodou kyslík, ktorý voda obsahuje, a vytvára pri tom typický oxid železitý Fe_2O_3 červenej farby (hrdzu). Tento proces sa nazýva korózia.



Pretrvávajúca oxidácia nevyhnutne vedie k redukcii hrúbky stien.

Koróziu spôsobenú kyslíkom je možné rozpoznať podľa lokálneho napadnutia celých kovových plôch (vodného plášťa) v kotle a kráterových priehlbín okrúhleho tvaru na kovových povrchoch.

V prípade, že sa zabráni neustálemu prieniku kyslíka do zariadenia, sa obsah kyslíka postupne znižuje, pretože dôjde k čiastočnej oxidácii na čierny magnetit (Fe_3O_4). Magnetit má ochranný účinok proti korózii.



Korózia spôsobená kyselinou

Korózia spôsobená vodíkom a kyselinou je druh korózie kovov, v dôsledku ktorej sa za prítomnosti vody, avšak pri nedostatku kyslíka, vytvára elementárny vodík a ióny kovu. Aby vznikla korózia zapríčinená kyselinou, musí byť voda kyslá ($\text{pH} < 7$). Korózia spôsobená kyselinou tak vzniká najmä v dôsledku nesprávneho zmäkčovania vykurovacej vody alebo ak je prítomná kyselina uhličitá, ktorá vzniká počas tvorenia vodného kameňa v kotle (viď kapitolu 1.1.1, str. 2). Korózia spôsobená kyselinou napadá plochy nelegovanej ocele (vodný plášť) a vyskytuje sa zväčša v rovnej forme v celom kotle.

1.2 Vedenie prevádzkovej knihy

V prípade vykurovacích zariadení s celkovým výkonom ≥ 50 kW je nevyhnutné namontovať vodomer a viesť prevádzkovú knihu.

- Do prevádzkovej knihy zaznačte požadované hodnoty, aby ste mali k dispozícii dôkazy o kvalite vody.



Kvalita vody je podstatný faktor vplyvajúci na zvýšenie hospodárnosti, bezpečnosti funkcie, životnosti a prevádzkovej pohotovosti vykurovacieho zariadenia. Z tohto dôvodu vo všeobecnosti odporúčame používať upravenú vodu (viď kapitola 1.5).

- Okrem naplneného množstva plniacej a doplňovacej vody zistíte a do prevádzkovej knihy zaznačte aj koncentráciu hydrouhličitanu vápenatého $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$.



Informácie o koncentrácii $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ si môžete vyžiadať vo vodárenskom podniku alebo ju vypočítať podľa podkladov pre kalkuláciu (→ kapitola 1.5, str. 4).

1.3 Zabránenie vzniku škôd v dôsledku korózie

Dodatočná ochrana proti korózii

Škody spôsobené koróziou sa vyskytujú v prípade, keď do vykurovacej vody stále preniká kyslík, napr. v dôsledku:

- nedostatočne dimenzovaných alebo chybných expanzných nádob,
- nesprávne nastaveného predbežného tlaku alebo
- otvorených systémov.

- Každý rok skontrolujte predbežný tlak a funkciu udržiavania tlaku.

V zariadeniach, kde je funkčné a správne dimenzované udržiavanie tlaku, sa kyslík rýchlo odbúra z plniacej a doplňovacej vody a z tohto dôvodu je jeho pôsobenie zanedbateľné.

Ak nie je možné zabrániť pravidelnému prenikaniu kyslíka napr. v prípade použitia difúzne netesných plastových rúr v podlahovom vykurovaní alebo v prípade neustálej potreby doplňovania väčšieho množstva vody, je nutné realizovať opatrenia na ochranu proti korózii, napr. oddelením systému pomocou výmenníka tepla. Ďalšou možnosťou ako realizovať opatrenie na ochranu proti korózii kotlov obsahujúcich komponenty vyrobené z nelegovanej ocele (napr. vodný plášť zo železa, vykurovacie plochy z nerezovej ocele) je použiť prostriedky viažuce kyslík. V takomto prípade je nutné dodržiavať údaje výrobcu týkajúce sa prebytočného dávkovania.

Hodnota pH

Hodnota pH neupravenej vykurovacej vody má byť v prípade kotlov obsahujúcich komponenty vyrobené z nelegovanej ocele v rozsahu 8,2 až 10,0. Treba si uvedomiť, že hodnota pH sa zmení po uvedení zariadenia do prevádzky, obzvlášť v dôsledku odbúrania kyslíka a vylúčenia vodného kameňa (efekt samoalkalizácie). Odporúča sa kontrolovať hodnotu pH po niekoľkých mesiacoch vykurovacej prevádzky zariadenia.

V prípade kotlov s komponentmi vyrobenými z nelegovanej ocele je prípadne možné realizovať potrebnú alkalizáciu pridaním napr. trinatriumfosfátu.

Prísady

V prípade používania prísad alebo prostriedkov protimrazovej ochrany (ak sú schválené výrobcom kotla) vo vykurovacom zariadení je nutné vykurovaciu vodu kontrolovať v pravidelných intervaloch v súlade s údajmi výrobcu a vykonať potrebné nápravné opatrenia.

Lapač nečistôt



V prípade montáže do existujúceho vykurovacieho zariadenia môže dochádzať k usadzovaniu nečistôt v kotle, pričom tieto nečistoty v ňom môžu spôsobovať lokálne prehrievanie, koróziu a hluk.

Odporúčame montáž lapača nečistôt a odkalovacieho zariadenia.

- Lapač nečistôt a odkalovacie zariadenie nainštalujte do vykurovacieho zariadenia v bezprostrednej blízkosti medzi kotlom a najnižším bodom zariadenia tak, aby k nim bol dobrý prístup.
- Pri každej údržbe vyčistite lapač nečistôt aj odkalovacie zariadenie.

1.4 Tvrdosť vody

Do zariadenia naplňte výlučne čistú vodu.

Aby ste chránili kotol po celú dobu jeho životnosti pred poškodením v dôsledku usadzovania vodného kameňa a kvôli zabezpečeniu bezporuchovej prevádzky je nutné obmedziť celkové množstvo látok spôsobujúcich tvrdosť plniacej a doplňovacej vody vo vykurovacom okruhu.

Nižšie uvedené údaje o našich kotloch sú založené na dlhoročných skúsenostiach a výskumoch o ich životnosti a stanovujú maximálne množstvo plniacej a doplňovacej vody v závislosti od výkonu a tvrdosti vody.

1.5 Kontrola maximálneho množstva plniacej vody v závislosti od kvality vody



Ak množstvo plniacej a doplňovacej vody prekročí stanovené množstvo vody V_{\max} , môže dôjsť k poškodeniu kotla.

Ak sa v dôsledku nedodržania požiadaviek v kotle nahromadili škodlivé usadeniny, dochádza vo väčšine prípadov k skráteniu jeho životnosti. Odstránenie usadenín môže byť jednou z možností ako obnoviť prevádzkyschopnosť kotla. Usadeniny vodného kameňa musí odstrániť špecializovaná firma.

Pre kontrolu povoleného množstva vody v závislosti od kvality plniacej vody slúžia nasledovné podklady pre výpočet alebo alternatívne aj hodnoty z diagramov.



V prípade zariadení s viacerými kotlami vyrobenými z rôznych materiálov platí diagram alebo vzorec s najprísnejšími požiadavkami (→ vid' prevádzkovú knihu pre kotly vyrobené zo železných materiálov a prevádzkovú knihu pre kotly vyrobené z hliníka).

1.5.1 Podklady pre výpočet

V závislosti od celkového výkonu kotla a z toho vyplývajúceho objemu vody vo vykurovacom zariadení sa stanovujú požiadavky ohľadom plniacej a doplňovacej vody. Hodnota maximálneho množstva naplňanej neupravenej vody pre kotly vyrobené z nerezovej ocele, s výkonom do 600 kW sa vypočíta podľa nasledovného vzorca:

Veličiny pre výpočet:

$$V_{\max} = 0,0626 \times \frac{Q}{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2} \frac{(\text{kW})}{(\text{mol}/\text{m}^3)}$$

V_{\max} = Maximálne množstvo naplňanej plniacej a doplňovacej vody počas celej životnosti kotla v m^3 .

Q = Výkon kotla v kW (< 600 kW)

$\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ = Koncentrácia uhličitanu vápenatého v mol/m^3 .

Do výkonu 200 kW smie byť koncentrácia hydrouhličitanu vápenatého maximálne $2,0 \text{ mol}/\text{m}^3$ (zodpovedá $11,2^\circ\text{dH}$) a do výkonu 600 kW maximálne $1,5 \text{ mol}/\text{m}^3$ (zodpovedá $8,4^\circ\text{dH}$). V prípade väčších koncentrácií hydrouhličitanu vápenatého je v zásade nutné vodu upraviť nezávisle od V_{\max} .



V prípade vyššieho výkonu ako 600 kW treba v princípe používať iba upravenú plniacu a doplňovaciu vodu. Tým sa splnia aj požiadavky miestnych predpisov (napr. v Nemecku VDI 2035).

Informácie ohľadom koncentrácie uhličitanu vápenatého (CaCO_3) vo vode z vodovodu poskytujú vodárenské podniky. Ak analýza vody tento údaj neobsahuje, je možné koncentráciu uhličitanu vápenatého vypočítať z uhličitanovej tvrdosti a vápenatej tvrdosti nasledovne:

Príklad:

Výpočet maximálneho povoleného množstva plniacej a doplňovacej vody V_{\max} pre jedno vykurovacie zariadenie s celkovým výkonom kotla 150 kW.

Hodnoty z analýzy uhličitanovej tvrdosti a vápenatej tvrdosti sú uvedené v jednotke ppm.

Uhličitanová tvrdosť: $10,7^\circ\text{dH}$

Vápenatá tvrdosť: $8,9^\circ\text{dH}$

Z uhličitanovej tvrdosti sa vypočíta:

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

Z vápenatej tvrdosti sa vypočíta:

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

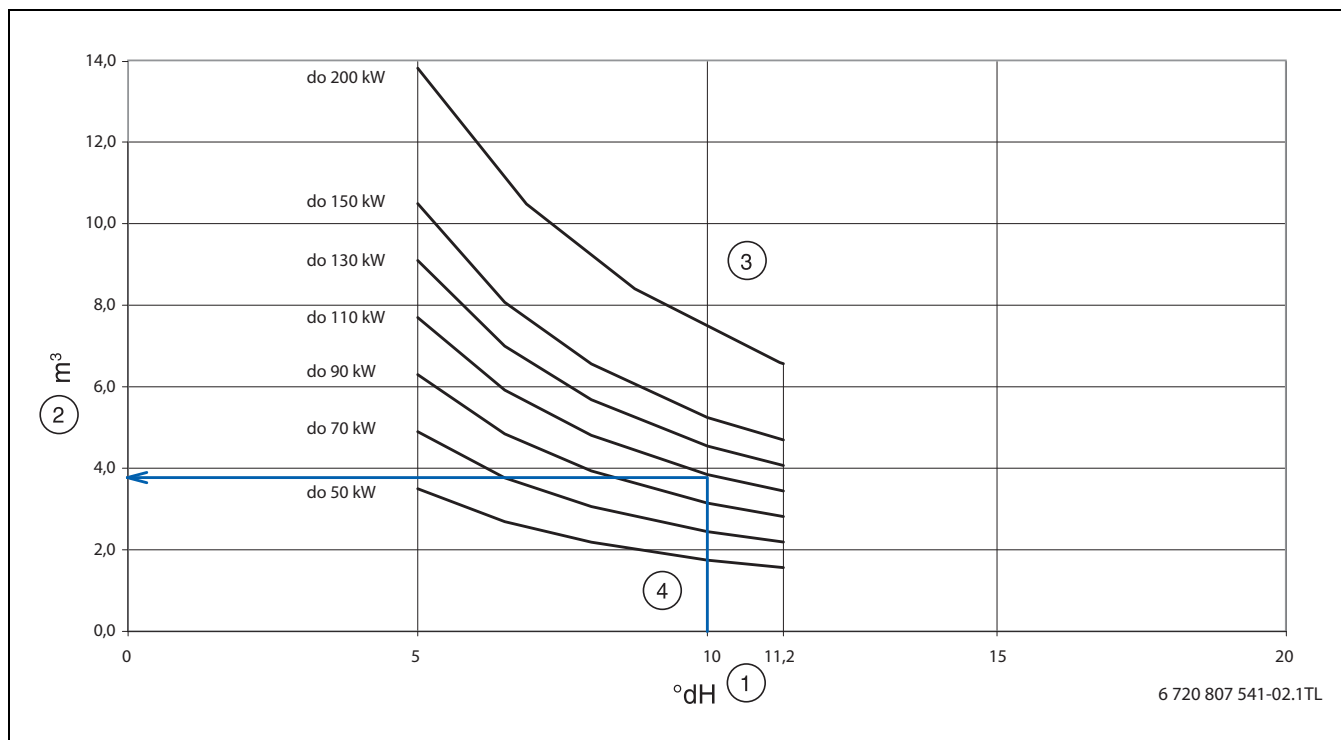
Nižšia z oboch vypočítaných hodnôt vápenatej a uhličitanovej tvrdosti je smerodajná pre výpočet maximálneho povoleného množstva vody V_{\max} .

$$V_{\max} = 0,0626 \times \frac{150}{1,59} \frac{(\text{kW})}{(\text{mol}/\text{m}^3)} = 5,9 \text{ m}^3$$

1.5.2 Požiadavky týkajúce sa kotlov vyrobených z nerezovej ocele

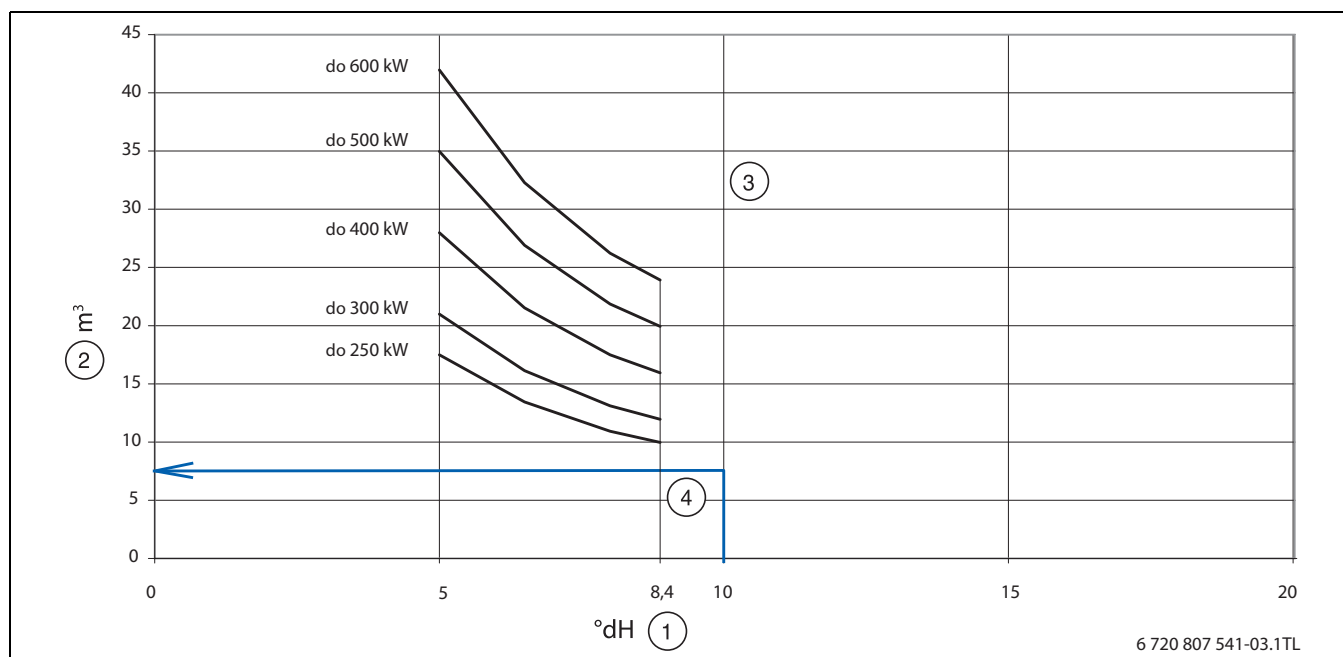
Celkový výkon kotla (kW)	Požiadavky na tvrdosť vody a množstvo V_{\max} plniacej a doplňovacej vody
≤ 50 kW	žiadna požiadavka na V_{\max}
50 – 600 kW	stanoviť V_{\max} podľa obr. 1 a obr. 2
> 600 kW	v zásade je potrebné upravovať vodu (celková tvrdosť podľa VDI 2035 $< 0,11$ °dH)
v závislosti od výkonu	v prípade zariadení s veľmi veľkým objemom vody (> 50 l/kW) je zásadne treba upravovať vodu

Tab. 2 Limitné podmienky a hranice použitia diagramov pre kotly vyrobené z nerezovej ocele



Obr. 1 Požiadavky týkajúce sa množstva plniacej a doplňovacej vody u kotlov vyrobených z nerezovej ocele s výkonom do 200 kW

- [1] Celková tvrdosť °dH (zjednodušene sa predpokladá, že existujúca celková tvrdosť zodpovedá uhličitanovej tvrdosti)
- [2] Maximálny možný objem vody počas životnosti kotla v m^3
- [3] V oblasti nad výkonovými krivkami a v prípade väčšej tvrdosti vody ako 11,2 °dH je potrebné vykonať opatrenia, v prípade oblasti pod krivkami naplňte do zariadenia neupravenú vodu z vodovodu.
V prípade viackotlových zariadení (s celkovým výkonom ≤ 600 kW) platia výkonové krivky pre kotol s najmenším výkonom.
- [4] Príklad zariadenia:
Výkon kotla 105 kW, objem zariadenia cca. 1,5 m^3 . V prípade celkovej tvrdosti 10 °dH je maximálne množstvo plniacej a doplňovacej vody cca. 3,8 m^3 .
Výsledok:
Zariadenie je možné plniť neupravenou vodou.



Obr. 2 Požiadavky týkajúce sa množstva plniacej a doplňovacej vody u kotlov vyrobených z nerezovej ocele s výkonom od 200 do 600 kW

- [1] Celková tvrdosť °dH (zjednodušene sa predpokladá, že existujúca celková tvrdosť zodpovedá uhličitanovej tvrdosti)
- [2] Maximálny možný objem vody počas životnosti kotla v m³
- [3] V oblasti nad výkonovými krivkami a v prípade väčšej tvrdosti vody ako 8,4 °dH je potrebné vykonať opatrenia, v prípade oblasti pod krivkami naplňte do zariadenia neupravenú vodu z vodovodu. V prípade viackotlových zariadení (s celkovým výkonom ≤ 600 kW) platia výkonové krivky pre kotol s najmenším výkonom.
- [4] Príklad odčítanej hodnoty:
 Výkon kotla 295 kW, objem zariadenia cca. 7,5 m³, celková tvrdosť je 10 °dH
 V prípade celkovej tvrdosti prekračujúcej hodnotu 8,4 °dH je v zásade nutné upraviť vodu.
 Výsledok:
 Do zariadenia je nutné naplniť upravenú vodu.

1.6 Schválené opatrenia na úpravu vody

Ak je skutočne potrebné množstvo plniacej vody menšie ako V_{\max} , je možné zariadenie plniť neupravenou vodou z vodovodu (oblasť pod hraničnými krivkami).

Ak je skutočne potrebné množstvo vody

- väčšie ako V_{\max} alebo
- je koncentrácia hydrouhličitanu vápenatého pri výkone do 200 kW maximálne $2,0 \text{ mol/m}^3$ (zodpovedá $11,2 \text{ °dH}$) alebo
- je koncentrácia hydrouhličitanu vápenatého pri výkone do 600 kW maximálne $1,5 \text{ mol/m}^3$ (zodpovedá $8,4 \text{ °dH}$),

tak je potrebné upravovať vodu (oblasť nad hraničnými krivkami).

V prípade kotlov vyrobených z nerezovej ocele a kombinácií rôznych materiálov sú schválené nasledovné úpravy vody.

Úplné zmäkčovanie vody

V prípade úplného zmäkčovania sa z vody odstránia všetky látky podporujúce tvorbu vodného kameňa, napr. ióny vápnika a horčíka (celkové zemné alkálie) a nahradia sa sodíkom. V prípade kotlov vyrobených zo železných materiálov sa už dlho osvedčuje úplne zmäkčiť plniacu a doplňovaciu vodu, čím sa zabráni tvorbe vodného kameňa. Úplné zmäkčenie vody je odporúčané opatrenie podľa nemeckého predpisu VDI 2035.



V prípade kombinácií kotlov z nerezovej ocele a materiálov obsahujúcich hliník nie je vhodné úplné zmäkčenie vody.

Úplné odsolenie

V prípade úplného odsolenia sa z plniacej a doplňovacej vody neodstráni iba všetky látky podporujúce tvorbu vodného kameňa, napr. vodný kameň, ale aj látky podporujúce tvorbu korózie, napr. chlorid. Zariadenie je nutné plniť plniacou a doplňovacou vodou s vodivosťou $\leq 10 \mu\text{S/cm}$ ($\mu\text{S/cm}$, mikro Siemens na cm). Úplne odsolenú vodu s touto vodivosťou je možné získať aj pomocou tzv. homogenizačných náplní (so živicom na výmenu aniónov a katiónov) a zariadení slúžiacich na úpravu vody osmózou.

Po naplnení zariadenia úplne odsolenou vodou sa po niekoľkých mesiacoch vykurovacej prevádzky v zariadení ustáli nízky obsah soli. Prevádzkou s nízkym obsahom soli vo vode v zariadení sa dosiahne ideálny stav: voda nebude obsahovať žiadne látky vytvárajúce vodný kameň, odstránia sa všetky látky podporujúce koróziu a jej vodivosť bude na veľmi nízkej úrovni. Tým sa zredukuje všeobecná tendencia vytvárať koróziu alebo rýchlosť korózie na minimum.

Úplné odsolenie je vhodné pre úpravu vody všetkých vykurovacích zariadení.

2 Prevádzková kniha

Údaje o vykurovacom zariadení: _____					
Dátum uvedenia do prevádzky: _____					
Max. množstvo vody V_{max} _____ m^3 pri koncentrácii $Ca(HCO_3)_2$: _____ mol/m^3					
	Dátum	Množstvo vody (namerané) m^3	Koncentrácia $Ca(HCO_3)_2^*$ mol/m^3	Celkové množstvo vody m^3	Názov firmy (pečiatka) podpis
Celkové množstvo plniacej vody v m^3					
Doplňovacia voda v m^3					

Tab. 3 Prevádzková kniha

* Prepočet:

Stupeň tvrdosti v [°dH] x 0,179 = koncentrácia $Ca(HCO_3)_2$ v [mol/m^3]
 Stupeň tvrdosti v [°fH] x 0,1 = koncentrácia $Ca(HCO_3)_2$ v [mol/m^3]

Stupeň tvrdosti v [°e] x 0,142 = koncentrácia $Ca(HCO_3)_2$ v [mol/m^3]
 Stupeň tvrdosti v [gpg] x 0,171 = koncentrácia $Ca(HCO_3)_2$ v [mol/m^3]

Údaje o vykurovacom zariadení: _____					
Dátum uvedenia do prevádzky: _____					
Max. množstvo vody V_{max} _____ m^3 pri koncentrácii $Ca(HCO_3)_2$: _____ mol/m^3					
	Dátum	Množstvo vody (namerané) m^3	Koncentrácia $Ca(HCO_3)_2^*$ mol/m^3	Celkové množstvo vody m^3	Názov firmy (pečiatka) podpis
Celkové množstvo plniacej vody v m^3					
Doplňovacia voda v m^3					

Tab. 4 Prevádzková kniha

* Prepočet:

Stupeň tvrdosti v [°dH] x 0,179 = koncentrácia $Ca(HCO_3)_2$ v [mol/m^3]

Stupeň tvrdosti v [°fH] x 0,1 = koncentrácia $Ca(HCO_3)_2$ v [mol/m^3]

Stupeň tvrdosti v [°e] x 0,142 = koncentrácia $Ca(HCO_3)_2$ v [mol/m^3]

Stupeň tvrdosti v [gpg] x 0,171 = koncentrácia $Ca(HCO_3)_2$ v [mol/m^3]

Poznámky

Poznámky



Original Quality by
Bosch Thermotechnik GmbH
Sophienstraße 30-32
D-35576 Wetzlar/Germany