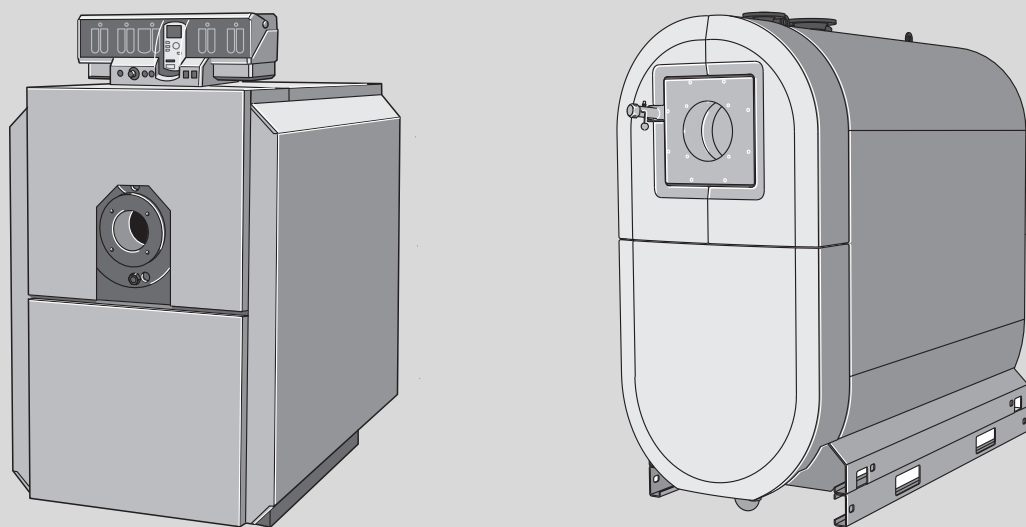


Jakost vody



6 720 806 966-01.1ITL

Pro tepelné zdroje vyrobené z nerezové oceli s provozními teplotami do 100 °C

Obsah

1	Kvalita vody	2
1.1	Fyzikální souvislosti	2
1.1.1	Tvorba vápených usazenin ve zdroji tepla	2
1.1.2	Koroze ve zdroji tepla	3
1.2	Vedení provozního deníku	3
1.3	Zamezení škod způsobených korozí	3
1.4	Tvrdost vody	3
1.5	Zkoušení maximálního množství plnicí vody v závislosti na kvalitě vody	4
1.5.1	Základy pro výpočet	4
1.5.2	Požadavky pro tepelné zdroje vyrobené z nerezové oceli	5
1.6	Schválená opatření pro úpravu vody	7
2	Provozní deník	8

K této dokumentaci

Tento provozní deník obsahuje důležité informace o úpravě otopné vody pro tepelné zdroje vyrobené z nerezové oceli a z kombinací různých materiálů s provozními teplotami $\leq 100\text{ °C}$.

Dále uvedené údaje o našich zdrojích tepla vycházejí z našich dlouholetých zkušeností a zkoušek životnosti a stanovují maximální množství plnicí a doplňovací vody v závislosti na výkonu a tvrdosti vody. Tím je zajištěno splnění požadavků místních předpisů (v Německu např. VDI 2035).

Ukážeme Vám zde, jak můžete vést provozní deník úpravy vody. Na příkladech Vám ukážeme, jak můžete provádět potřebné výpočty a jak je zaznamenávat.

Tabulku provozního deníku k vyplnění najdete na konci této dokumentace.

Provozní deník je určen pro provozovatele zařízení a pro odborného topenáře, který má na základě své odborné přípravy a zkušeností znalosti v zacházení s topnými systémy.

Nároky ze záruky lze u tepelných zdrojů uplatňovat pouze ve spojení s dodržением požadavků na kvalitu vody a s vedením provozního deníku.

Důležité informace



Důležité informace neobsahující ohrožení člověka nebo materiálních hodnot jsou označeny vedle uvedeným symbolem. Od ostatního textu jsou nahoře a dole odděleny čarami.

Symbole

Symbol	Význam
▶	požadovaný úkon
•	výčet/položka seznamu

Tab. 1

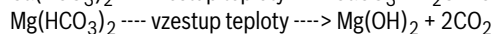
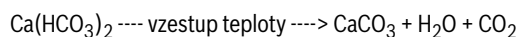
1 Kvalita vody

Kvalita vody představuje důležitou podmínku pro bezvadný provoz, vysokou hospodárnost a dlouhou životnost tepelného zdroje a všech komponentů systému. Kaly, vápenné usazeniny a nečistoty ve vodě mohou i za krátkou dobu a nezávisle na jakosti použitých materiálů způsobit neopravitelné poškození zdroje tepla.

1.1 Fyzikální souvislosti

1.1.1 Tvorba vápených usazenin ve zdroji tepla

Vápenné usazeniny se tvoří při ohřevu vody vylučováním hydrouhlíčitanu hořečnatého a vápenatého rozpuštěného při okolní teplotě ve vodě.

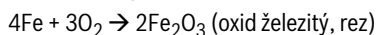


Při vylučování tvoří uhlíčitan vápenatý a hydroxid hořečnatý nerozpustné, ulpívající a kompaktní usazeniny (vápenné) s velmi vysokou izolační schopností. Ve zdroji tepla se vápenné usazeniny ukládají převážně v nejteplejších úsecích: z tohoto důvodu se vápenaté usazeniny vyskytují často jen na určitých místech, zpravidla v úsecích s vysokou tepelnou zátěží. Již při tloušťce vápenné vrstvičky 0,1 mm nastává redukováný chladič účinek plechu nacházejícího se pod ním. Další zvyšování tloušťky vápenné vrstvy zapříčiňuje přehřívání kovových dílů a v krajním případě jejich prasknutí v důsledku tepelného přetížení.

1.1.2 Koroze ve zdroji tepla

Kyslíková koroze

Výměník tepla kotle z nelegované oceli absorbuje při kontaktu s vodou volný kyslík, který je v ní obsažený a spolu vytváří typicky červený oxid železitý Fe_2O_3 (rez). Tento proces nazýváme korozi.



Dlouhodobé oxidace způsobují snížení tloušťky stěny. Kyslíkovou korozi lze poznat podle lokální oxidace celých kovových ploch (vodní plášť) ve zdroji tepla a podle kruhovitých a kráterovitých prohlubní, na kovovém povrchu.

Zabráníme-li neustálému vstřebávání kyslíku do systému, obsah kyslíku postupně klesne, protože dojde k částečné oxidaci na černý magnetit (Fe_3O_4). Magnetit má vůči korozi ochranný účinek.



Kyselinová koroze

Kyslíková nebo kyselinová koroze je forma koroze kovů, která v přítomnosti vody, avšak při nedostatku kyslíku, vede k tvorbě elementárního kyslíku a iontů kovů. Vznik kyselinové koroze podmiňuje kyselá voda ($\text{pH} < 7$). Kyselinová koroze tedy většinou vzniká v důsledku nesprávného změkčování otopné vody nebo kvůli přítomnosti kyseliny uhličitě vznikající při tvorbě vápenných usazenin ve zdroji tepla (viz kapitola 1.1.1, str. 2). Kyselinová koroze napadá nelegovanou ocel (vodní plášť) jako plošná koroze a vyskytuje se většinou rovnoměrně v celém zdroji tepla.

1.2 Vedení provozního deníku

U topných systémů s celkovým výkonem kotle ≥ 50 kW je nutná montáž vodoměru a vedení provozního deníku.

- Požadované hodnoty zapisujte do provozního deníku, abyste jakost vody mohli prokázat.



Jakost vody je hlavním faktorem ke zvýšení hospodárnosti, funkční bezpečnosti, životnosti a provozní způsobilosti topného systému. Z tohoto důvodu doporučujeme obecně použití upravené vody (viz kapitola 1.5).

- Kromě množství plnicí a doplňovací vody evidujte také koncentraci kyselého uhličitanu vápenatého $[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]$ a zapisujte ji do provozního deníku.



Na koncentraci $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ se můžete dotázat u Vašeho dodavatele vody nebo ji zjistit podle výpočtových dat (→ kapitola 1.5, str. 4).

1.3 Zamezení škod způsobených korozi

Dodatečná ochrana před korozi

Škody způsobené korozi vznikají, když do otopné vody trvale vniká kyslík, např.:

- nedostatečně dimenzovanými nebo vadnými expanzními nádobami,
- v důsledku chybně nastaveného přetlaku nebo
- otevřenými systémy.

- Přetlak a funkci udržování tlaku kontrolujte každý rok.

V systémech s fungujícím, správně dimenzovaným udržováním tlaku se kyslík přivedený v plnicí a doplňovací vodě rychle odbourá a je tak zanedbatelný.

Nelze-li pravidelnému vnášení kyslíku, např. při použití plastových trubek bez kyslíkové bariéry v systémech podlahového vytápění nebo dochází-li plynule ke zvýšenému doplňování, zabránit, je zapotřebí učinit ochranná opatření proti vzniku koroze, např. oddělením systémů pomocí výměníku tepla. Dalším možným ochranným opatřením proti vzniku koroze je u tepelných zdrojů, obsahujících díly z nelegované oceli (např.: vodní plášť ze železa, teplosměnné plochy z nerezové oceli) použití prostředků vázajících kyslík. Zde je nutné dbát pokynů výrobce o nutném přebytném dávkování.

pH

Hodnota pH neupravené otopné vody, se má u zdrojů tepla obsahujících díly z nelegované oceli, pohybovat mezi 8,2 až 10,0. Je třeba si uvědomit, že hodnota pH se po uvedení do provozu mění, zejména v důsledku snižování množství kyslíku v otopné vodě a vlivem tvorby vápenných usazenin (samoalkalizační efekt). Po několika měsících provozu vytápění systému se doporučuje pH zkontrolovat.

U tepelných zdrojů obsahujících díly z nelegované oceli lze popř. potřebnou alkalizaci uskutečnit přidáním např. fosforečnanu sodného.

Příklady

Jsou-li v topném systému použity přísady nebo nemrznoucí prostředky (pokud to povoluje výrobce tepelného zdroje), je nutné otopnou vodu podle údajů výrobce pravidelně kontrolovat a provádět potřebné úpravy.

Zařízení na zachycování nečistot



Při zabudování do stávajícího topného systému se ve zdroji tepla mohou usazovat nečistoty a způsobovat tam místní přehřátí, korozi a hluk.

Doporučujeme zabudování zařízení pro zachycování nečistot a odkalování.

- Zařízení na zachycování nečistot a odkalování instalujte do topného systému v bezprostřední blízkosti mezi zdroj tepla a nejnižší polohou tak, aby bylo dobře přístupné.
- Zařízení pro zachycování nečistot a odkalování čistěte při každé údržbě.

1.4 Tvrdost vody

Zařízení plňte výhradně čistou vodou.

Pro ochranu přístroje před vápennými usazeninami po celou dobu životnosti a pro zajištění bezporuchového provozu musí být omezeno celkové množství tvrdících přísad v plnicí a doplňovací vodě otopného okruhu.

Dále uvedené údaje o našich zdrojích tepla vycházejí z dlouholetých zkušeností a zkoušek životnosti a stanovují maximální množství plnicí a doplňovací vody v závislosti na výkonu a tvrdosti vody.

1.5 Zkoušení maximálního množství plnicí vody v závislosti na kvalitě vody



Překročí-li množství plnicí a doplňovací vody vypočtené množství vody V_{\max} , může dojít k poškození zdroje tepla.

Pokus vznikly ve zdroji tepla v důsledku nedodržení požadavků škodlivé usazeniny, pak již ve většině případů došlo k omezení životnosti. Odstranění povlaků může být alternativou k obnovení provozní způsobilosti. Odstranění vápenných usazenin musí provést odborné firmy.

K ověření povoleného množství vody v závislosti na kvalitě plnicí vody slouží následující výpočty nebo alternativní odečet z grafů.



V soustavách s několika kotli, jejichž zdroje tepla jsou vyrobeny z různých materiálů, platí graf nebo vzorec s nejpřísnějšími požadavky (→ Viz provozní deník pro zdroje tepla ze železných materiálů a provozní deník pro zdroje tepla z hliníku).

1.5.1 Základy pro výpočet

V závislosti na celkovém výkonu kotle a z toho vyplývajícího objemu vody v topném systému se stanoví požadavky na plnicí a doplňovací vodu. Maximální množství neupravené vody, kterou lze naplnit do zdroje tepla vyrobeného z nerezové oceli o velikosti do 600 kW, se vypočte podle tohoto vzorce:

Výpočtové veličiny:

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

V_{\max} = maximální množství plnicí a doplňovací vody, které je nutné použít za celou dobu životnosti zdroje tepla v m^3 .

Q = výkon kotle v kW (< 600 kW)

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

Koncentrace kyselého uhličitany vápenatého smí do výkonu 200 kW činit maximálně $2,0 \text{ mol/m}^3$ (odpovídá $11,2 \text{ °dH}$) a do výkonu 600 kW maximálně $1,5 \text{ mol/m}^3$ (odpovídá $8,4 \text{ °dH}$). U vyšších koncentrací kyselého uhličitany vápenatého je vodu nezbytně nutné upravit, nezávisle na V_{\max} .



Od 600 kW používejte zásadně jen upravenou plnicí a doplňovací vodu. Tím dojde i ke splnění místních předpisů (např. VDI 2035, Německo).

Informace o koncentraci uhličitany vápenatého (CaCO_3) ve vodě z vodovodu podávají vodárenské podniky. Pokud by tento údaj nebyl obsažen v rozboru vody, lze koncentraci uhličitany vápenatého vypočítat z tvrdosti uhličitany a tvrdosti vápníku takto:

Příklad:

Výpočet maximálně přípustného množství plnicí a doplňovací vody V_{\max} pro topný systém s celkovým výkonem kotle 150 kW.

Údaje hodnot z rozboru vody pro tvrdost uhličitany a tvrdost vápníku v měrné jednotce ppm.

Tvrdost uhličitany: $10,7 \text{ °dH}$

Tvrdost vápníku: $8,9 \text{ °dH}$

Z tvrdosti uhličitany se vypočte:

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

Z tvrdosti vápníku se vypočte:

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

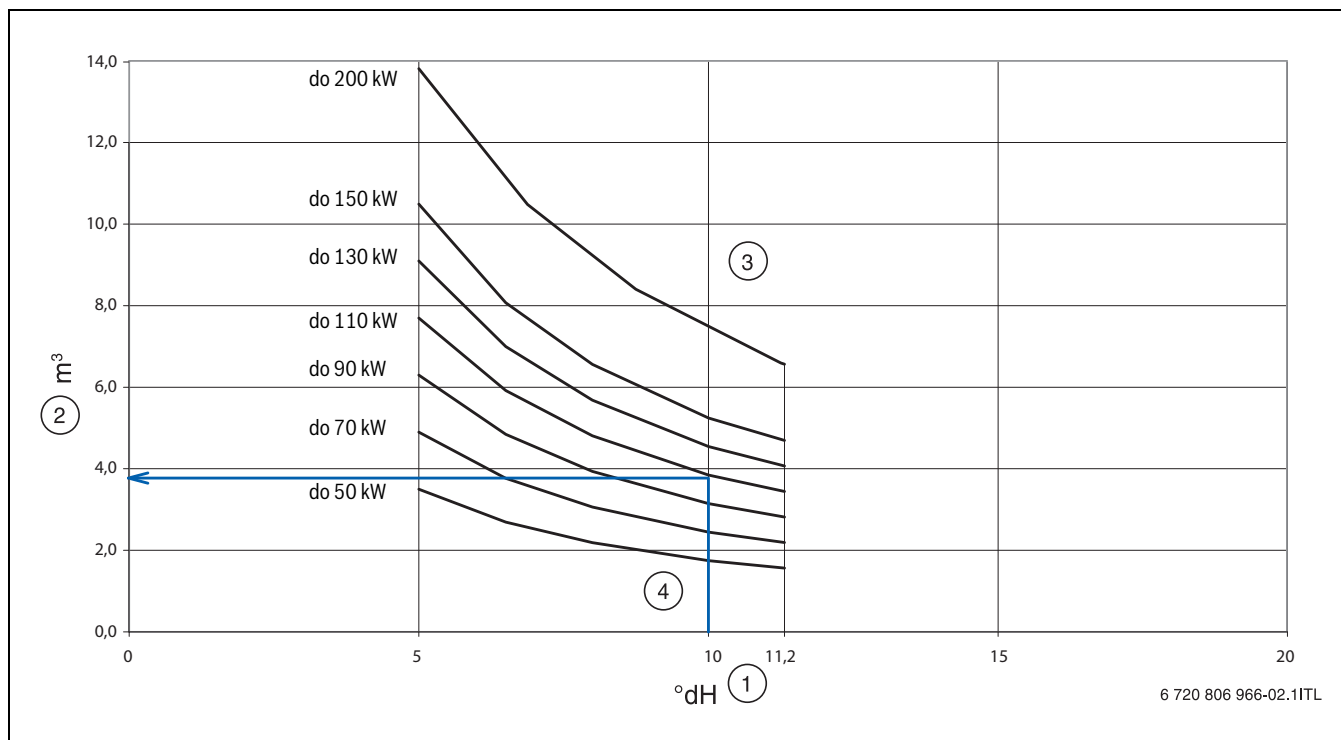
Nižší z obou hodnot vypočtených z tvrdosti uhličitany a vápníku je rozhodující pro výpočet maximálního přípustného množství vody V_{\max} .

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

1.5.2 Požadavky pro tepelné zdroje vyrobené z nerezové oceli

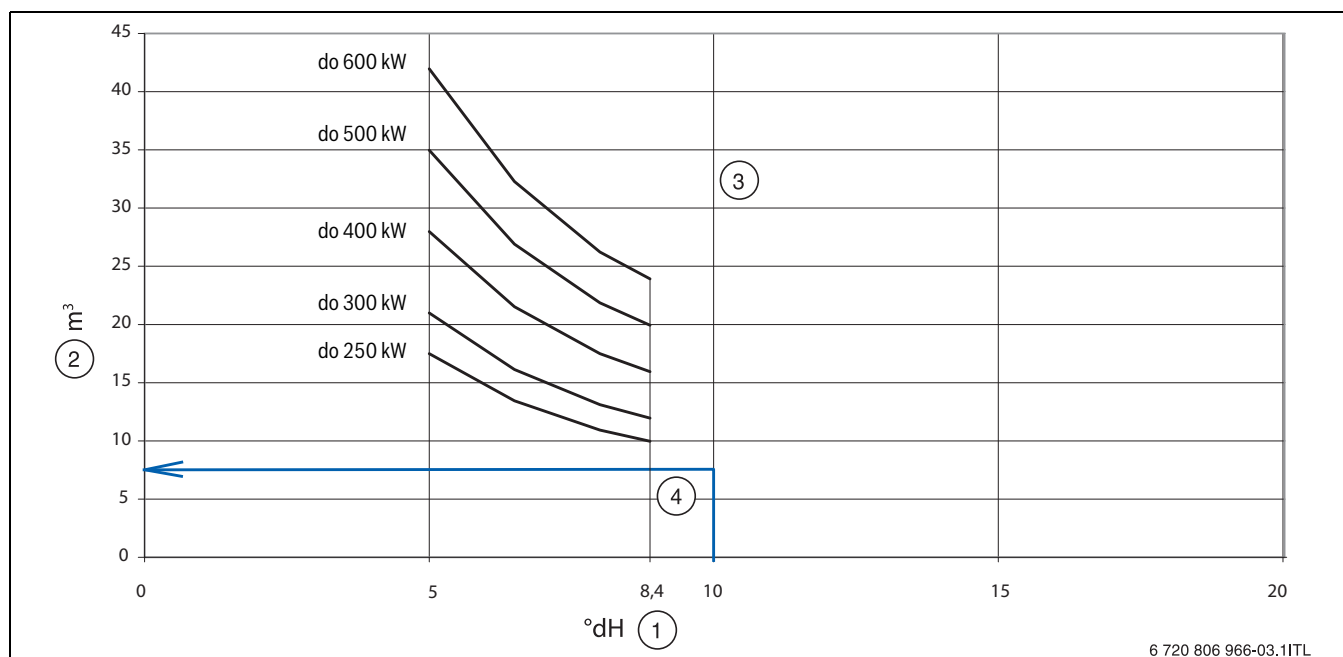
Celkový výkon kotle (kW)	Požadavky na tvrdost vody a množství V_{\max} plnicí a doplňovací vody
≤ 50 kW	není žádný požadavek na V_{\max}
50 – 600 kW	stanovení V_{\max} podle obr. 1 a obr. 2
> 600 kW	úprava vody je bezpodmínečně nutná (celková tvrdost podle VDI 2035 $< 0,11$ °dH)
nezávisí na výkonu	u systémů s velkým obsahem vody (> 50 l/kW) je bezpodmínečně nutné provést úpravu vody

Tab. 2 Limitní podmínky a meze použití grafů pro tepelné zdroje z nerezové oceli



Obr. 1 Požadavky na množství plnicí a doplňovací vody u zdrojů tepla vyrobených z nerezové oceli do výkonu 200 kW

- [1] Celková tvrdost v °dH (pro zjednodušení se předpokládá, že tato celková tvrdost odpovídá tvrdosti uhličitanu)
- [2] Maximálně možný objem vody po dobu životnosti zdroje tepla v m^3
- [3] Nad výkonovými křivkami a při tvrdosti vody vyšší než 11,2 °dH je nutné činit opatření, pod křivkami lze plnit neupravenou vodu. U systémů s několika kotli (≤ 600 kW celkový výkon) platí výkonové křivky pro nejmenší jednotlivý výkon kotle.
- [4] Příklad odečtu:
 Výkon zdroje tepla 105 kW, obsah systému cca 1,5 m^3 .
 Při celkové tvrdosti 10 °dH činí maximální množství plnicí a doplňovací vody cca 3,8 m^3 .
 Výsledek:
 Systém lze plnit neupravenou vodou.



6 720 806 966-03.1ITL

Obr. 2 Požadavky na množství plnicí a doplňovací vody u zdrojů tepla vyrobených z nerezové oceli o výkonu od 200 do 600 kW

- [1] Celková tvrdost v °dH (pro zjednodušení se předpokládá, že tato celková tvrdost odpovídá tvrdosti uhličitánu)
- [2] Maximálně možný objem vody po dobu životnosti zdroje tepla v m³
- [3] Nad výkonovými křivkami a při tvrdosti vody vyšší než 8,4 °dH je nutné činit opatření, pod křivkami lze plnit neupravenou vodu.
U systémů s několika kotli (≤ 600 kW celkový výkon) platí výkonové křivky pro nejmenší jednotlivý výkon kotle.
- [4] Příklad odečtu:
Výkon zdroje tepla 295 kW, obsah systému cca 7,5 m³, celková tvrdost se pohybuje kolem 10 °dH.
Při celkové tvrdosti nad 8,4 °dH je nezbytně nutné vodu upravit.
Výsledek:
Systém musí být naplněn upravenou vodou.

1.6 Schválená opatření pro úpravu vody

Je-li skutečně potřebné množství vody k plnění menší než V_{\max} , lze plnit neupravenou vodu z vodovodu (oblast pod mezními křivkami).

Je-li skutečně potřebné množství vody

- větší než V_{\max} , nebo
- koncentrace kyselého uhličitanu vápenatého při výkonu do 200 kW maximálně $2,0 \text{ mol/m}^3$ (odpovídá 11,2 °dH) nebo
- koncentrace kyselého uhličitanu vápenatého při výkonu do 600 kW maximálně $1,5 \text{ mol/m}^3$ (odpovídá 8,4 °dH),

je úprava vody nutná (oblast nad mezními křivkami).

U zdrojů tepla vyrobených z nerezové oceli a kombinací různých materiálů jsou schváleny následující úpravy vody.

Úplné změkčování

Při plném změkčení se z vody odstraní všechny látky tvořící kámen, jako jsou ionty vápníku a hořčíku (souhrn alkalických zemin), a nahradí sodíkem. U kotlů vyrobených z materiálů na bázi železa je plné změkčení plnicí a doplňovací vody již dlouho osvědčenou metodou k zamezení tvorby vodního kamene. Plné změkčení je stejně jako demineralizace, metoda doporučená podle německého předpisu VDI 2035.



U kombinací tepelných zdrojů z nerezové oceli a hliníkových slitin není demineralizace vhodná.

Demineralizace

Při demineralizaci se z plnicí a doplňovací vody odstraňují nejen všechny látky způsobující tvrdost, jako je např. vápník, ale též všechny látky způsobující korozi, jako jsou např. chloridy. Plnicí a doplňovací vodu je třeba do systému plnit s vodivostí \leq rovnou $10 \mu\text{S/cm}$ ($\mu\text{S/cm}$, Micro Siemens na cm). Demineralizovanou vodu s touto vodivostí lze získávat jak z tzv. směsných patron (s aniontovou a kationtovou pryskyřicí), tak i z osmotických zařízení.

Po naplnění demineralizovanou vodou se ve vodě, v systému po několikaměsíčním provozu vytápění, ustaví režim s nízkým obsahem soli. Při režimu s nízkým obsahem soli dosáhla voda v systému ideálního stavu: je zbavena všech látek způsobujících tvrdost, odstraněny jsou všechny původci koroze a vodivost je na velmi nízké úrovni. Všeobecný sklon ke tvorbě koroze nebo rychlost jejího vzniku, jsou tím sníženy na minimum.

Demineralizace je u všech topných systémů vhodná k úpravě vody.

2 Provozní deník

Údaje o topném systému: _____					
Datum uvedení do provozu: _____					
Max. množství vody V_{max} _____ m^3 při koncentraci $Ca(HCO_3)_2$: _____ mol/m^3					
	Datum	Množství vody (naměřené) m^3	Koncentrace $Ca(HCO_3)_2^*$ mol/m^3	Celkové množství vody m^3	Název firmy (razítko) podpis
Plnicí voda celkem v m^3					
Doplňovací voda v m^3					

Tab. 3 Provozní deník

* Přepočet:

Stupeň tvrdosti v [°dH] x 0,179 = koncentrace $Ca(HCO_3)_2$ v [mol/m³]

Stupeň tvrdosti v [°fH] x 0,1 = koncentrace $Ca(HCO_3)_2$ v [mol/m³]

Stupeň tvrdosti v [°e] x 0,142 = koncentrace $Ca(HCO_3)_2$ v [mol/m³]

Stupeň tvrdosti v [gpg] x 0,171 = koncentrace $Ca(HCO_3)_2$ v [mol/m³]

Údaje o topném systému: _____					
Datum uvedení do provozu: _____					
Max. množství vody V_{\max} _____ m^3 při koncentraci $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$: _____ mol/m^3					
	Datum	Množství vody (naměřené) m^3	Koncentrace $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2^*$ mol/m^3	Celkové množství vody m^3	Název firmy (razítko) podpis
Plnicí voda celkem v m^3					
Doplňovací voda v m^3					

Tab. 4 Provozní deník

* Přepočet:

Stupeň tvrdosti v $[\text{°dH}] \times 0,179 = \text{koncentrace } \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \text{ v } [\text{mol}/\text{m}^3]$
 Stupeň tvrdosti v $[\text{°fH}] \times 0,1 = \text{koncentrace } \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \text{ v } [\text{mol}/\text{m}^3]$

Stupeň tvrdosti v $[\text{°e}] \times 0,142 = \text{koncentrace } \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \text{ v } [\text{mol}/\text{m}^3]$
 Stupeň tvrdosti v $[\text{gpg}] \times 0,171 = \text{koncentrace } \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \text{ v } [\text{mol}/\text{m}^3]$

Poznámky

Poznámky



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