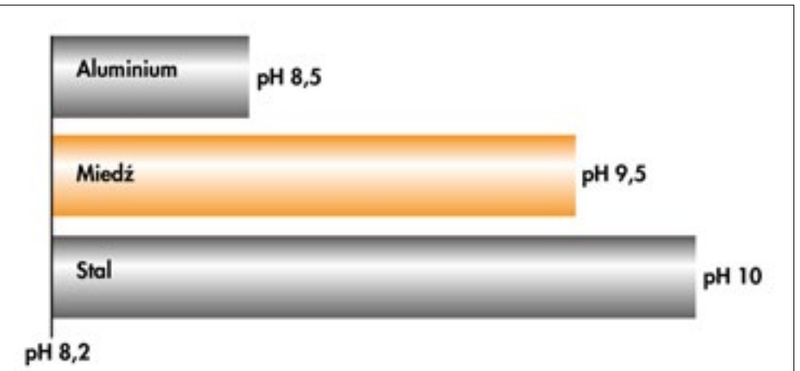
Marcin Chmielewski

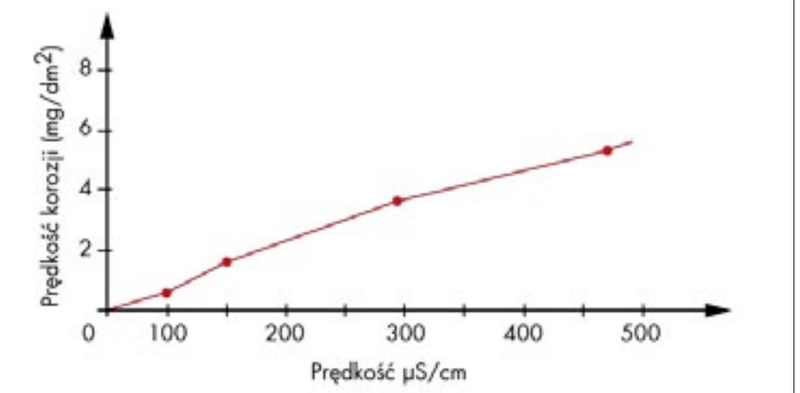
Uzdatnianie wody w nowoczesnych systemach grzewczych

Przepływ wody w zamkniętym obiegu grzewczym można porównać do obiegu krwi w organizmie człowieka. W obu wypadkach głównym zadaniem jest transport substancji niezbędnych do prawidłowego funkcjonowania.
Ze względu na ilość wody w nowoczesnych systemów grzewczych (np. instalacje ze zbiornikami buforowymi, czy z ogrzewaniem podłogowym), kamień i korozja są coraz większym problemem. Wzrasta też ilość substancji w wodzie, niepożądanych dla systemu, a tym samym zachodzi konieczność uzdatniania wody tak, aby spełniała niezbędne wymogi.
Woda o nieodpowiednich parametrach, może być przyczyną skrócenia żywotności i zmniejszenia wydajności, nawet w przypadku nowego kotła.



Rys. 1 Bezpieczne wartości pH w zależności od materiału

Rys. 2 Postęp korozji w przypadku stali



Postęp korozji stali dla pH 9,5 O_2 = 0,1 ppm w zależności od przewodnictwa

Jak właściwie napełnić obieg grzewczy?

Podczas napełniania obiegu grzewczego dochodzi do kontaktu wody z powietrzem, które musi zostać wyparte przez wodę. Dzieje się tak tylko wtedy, gdy otwarte są odpowietrzniki.

Na początku procesu napełniania systemu grzewczego, w obiegu o pojemności 1000 l, znajduje się 1 m^3 powietrza, czyli ok. 780 000 ml azotu, ok. 210 000 ml tlenu, ok. 9620 ml gazów szlachetnych i ok. 380 ml dwutlenku węgla. W przeliczeniu na gęstość jest to ok. 967 000 mg azotu, ok. 298 000 mg tlenu i ok. 748 mg dwutlenku węgla. W ten sposób woda napełniająca wypiera powietrze.

Celem napełnienia systemu jest usunięcie powietrza przy zachowaniu najwyższej temperatury roboczej, ponieważ zdolność rozpuszczania gazów i innych substancji jest różna w zależności od temperatury (rys. 3).
I tak przy 10°C w 1 litrze wody znajduje się 11,1 mg tlenu, 17,5 mg azotu i 0,6 mg dwutlenku węgla. Przy 70°C w 1 litrze wody znajduje się 3,8 mg tlenu, 7,0 mg azotu i 0,3 mg dwutlenku węgla.

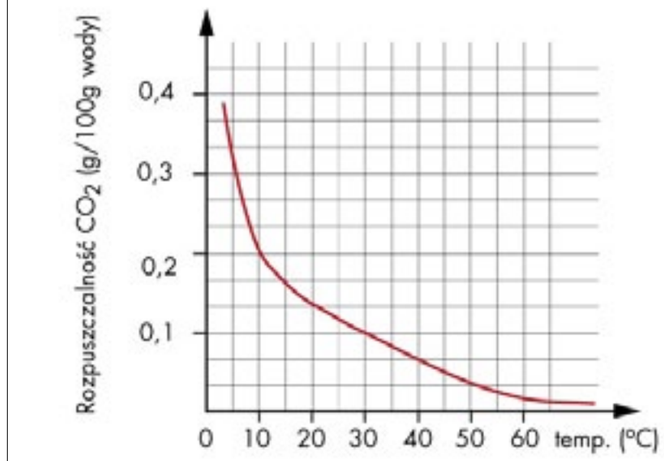
Reasumując: jeśli obieg będzie odpowietrzony z zachowaniem najwyższej temperatury roboczej, zostanie w nim niewielka ilość gazów.

Twardość wody w instalacjach grzewczych

Norma VDI 2035 opublikowana przez niemiecki Urząd Dozoru Kotłowego (na nią powołuje się większość producentów urządzeń grzewczych) w jasny sposób określa wytyczne, co do twardości wody w instalacji grzewczej w zależności od jej objętości.
Dzięki temu łatwiejsze jest dostosowanie parametrów wody do wymogów obiegów grzewczych (tab. 1). W tego typu układach, ważne jest ograniczenie powstawania osadów kamienia kotłowego i zapobieganie korozji. Czynniki wpływające na powstawanie osadów i korozji to głównie: wartość pH (rys. 1), zawartość soli mineralnych (rys. 2) oraz zawartość tlenu.

Obieg grzewczy, jak obieg krwi

We krwi człowieka znajduje się tlen i dwutlenek węgla, ale dla prawidłowego funkcjo-



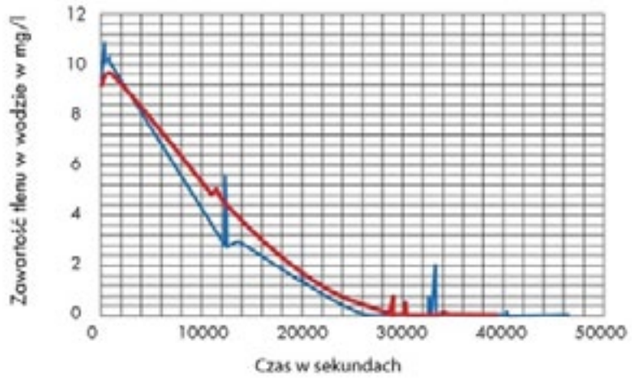
Rys. 3 Rozpuszczalność CO_2 w zależności od temperatury

Twardość całkowita w zależności od pojemności instalacji				
Całkowita wydajność grzewcza	< 20l/kW	≥ 20l/kW	< 50l/kW	≥ 50l/kW
* < 50 kW	≤ 16,8°dH	≤ 11,2°dH	≤ 11,2°dH	< 0,11°dH
50 - 200 kW	≤ 11,2°dH	≤ 8,4°dH	≤ 8,4°dH	< 0,11°dH
200 - 600 kW	≤ 8,4°dH	≤ 0,11°dH	≤ 0,11°dH	< 0,11°dH
> 600 kW	≤ 0,11°dH	< 0,11°dH	< 0,11°dH	< 0,11°dH

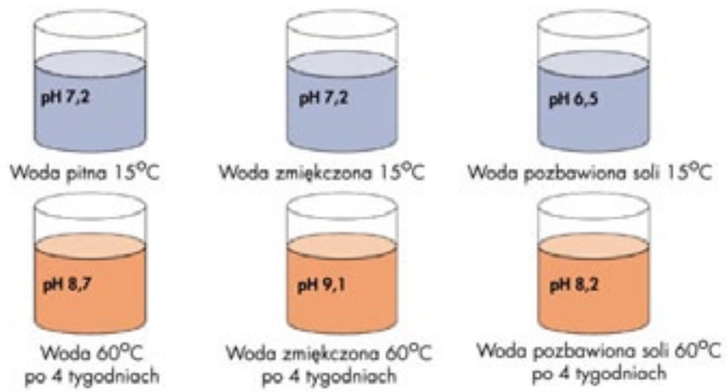
* dla grzejników cyrkulacyjnych i instalacji z elektrycznym elementem grzewczym

Tab. 1 Wymagania dotyczące wody napełniającej i uzupełniającej

Rys. 4 Rozpad tlenu w wyniku korozji w zamkniętych systemach obiegowych



2m³ objętości, 100% metalowe komponenty (Źródło: Uniwersytet Techniczny w Dreźnie)
Rys. Dr.-Ing. Karin Rühling



Rys. 5 Przykład zmieniającego się pH wody

nowania ważna jest także odpowiednia wartość pH i zawartość soli. Prawidłowe funkcjonowanie układu krwionośnego możliwe jest przy pH od 7,35 do 7,45. Wartość pH oznacza stężenie jonów wodoru, wskazujące na kwasowość lub zasadowość krwi. pH obniża się (odczyn krwi staje się bardziej kwaśny) wraz ze wzrostem ilości dwutlenku węgla i innych kwasów we krwi, a wzrasta (odczyn krwi staje się bardziej zasadowy) wraz ze wzrostem ilości związków zasadowych, takich jak dwuwęglany (HCO_{3-}). Jeśli dojdzie do hiperwentylacji, czyli nadmiernej ilości powietrza w płucach, spowodowanej przyspieszonym głębokim oddechem, wzrasta zawartość tlenu we krwi i ubywa dwutlenku węgla. Szybkim środkiem zapobiegawczym, stosowanym np. przez ratowników sanitarnych, jest oddychanie przez plastikową lub papierową torbę. W ten sposób ponownie wzrasta zawartość dwutlenku węgla i reguluje się wartość pH krwi. W podobny sposób, w ubogiej w sól wodzie grzewczej, wartość pH regulowana jest w wyniku naturalnych reakcji.

Wpływ składników powietrza na instalacje

Tlen bardzo szybko wchodzi w reakcję z metalami, w wyniku czego powstają produkty korozji (rys. 4). Jeśli instalacja jest szczelna i zgodna z normą VDI 2035, część 2, punkt 8.2 i zaprojektowana jako zamknięta, po ok. 10 h zawartość tlenu wyniesie < 0,02 mg/1. Natura reguluje to sama. Z 11,1 g (3,8 g przy 70°C) tlenu na m^3 wody podczas reakcji z żelazem powstaje ok. 40 g magnetytu (ok. 13,7 g przy 70°C) lub ok. 41 g szlamu rdzy (ok. 14 g przy 70°C). Niewielki efekt przyniosły wszystkie próby zastosowania inhibitorów lub substancji wiążących tlen, mających zapobiec powstawaniu produktów korozji podczas napełniania: po pierwsze, prędkość reakcji substancji wiążących tlen w zimnym środowisku nie była zbyt wysoka, po drugie, inhibitory musiały najpierw wytworzyć film powłokowy.

Ilość **azotu** ma znaczenie, jeżeli mówimy o negatywnych wpływach powietrza na instalację. Zbyt duże stężenie azotu może powodować szumy, zimne grzejniki, uszkodzone łożyska pomp, erozje, rosnące zużycie energii (ponieważ pęcherzyki gazu utrudniają transport ciepła przez powierzchnie przewodzące). Aby usunąć azot, należy koniecznie ponownie odpowietrzyć instalację przy zachowaniu maksymalnej temperatury roboczej.

Zawarty w obiegu grzewczym **dwutlenek węgla** to coś szczególnego. Nie zachowuje się on w wodzie zgodnie z regułą Williama Henry'ego, który badał wpływy ciśnienia i temperatury na zdolność rozpuszczania gazów w wodzie. Dwutlenek węgla rozpuszcza się w wodzie i wchodzi z nią w reakcje chemiczne. Produkty tych reakcji to:

- wodorowęglan,
- węglan, (alkalizacja własna) lub
- kwas węglowy.

Podobnie jak natura za pomocą dwutlenku węgla reguluje wartość pH w obiegu krwi, w obiegu grzewczym odbywa się to w naturalny sposób.

Wartość pH a materiał

W uzdatnionej wodzie grzewczej możemy dostrzec zaskakujące zjawisko dotyczące wartości pH (rys. 5). Wartości pH, które nie są krytyczne dla stali i miedzi mogą być kry-

Tab. 2 Powstawanie węglanu sodu

	Czas w minutach							
	5	15	25	35	45	55	65	120
60°C								
mg/l $NaHCO_3$	84	78,6	74,6	71,3	68	66	64	61,4
mg/l Na_2CO_3	10,1	13,5	16	18,1	20,2	21,5	22,7	24,4
mg/l CO_2	4,2	5,6	6,7	7,5	8,4	8,9	9,4	10,1
mg/l H_2O	1,7	2,3	2,7	3,1	3,4	3,6	3,9	4,1
80°C								
mg/l $NaHCO_3$	77,4	69,4	63,4	58,6	54,5	52	52	52
mg/l Na_2CO_3	14,3	19,3	23,1	26,1	28,7	30,3	30,3	30,3
mg/l CO_2	5,9	8	9,6	10,9	11,9	12,6	12,6	12,6
mg/l H_2O	2,4	3,3	3,9	4,4	4,9	5,1	5,1	5,1

Powstawanie węglanu sodu (Na_2CO_3) przy podgrzewaniu wodorowęglanu sodu - twardość węglanowa ok 3,3 °dH = 100 mg/l $NaHCO_3$

POBIERZ
Pełna wersja tab. 2

Mobilna odwrócona osmoza BWT MoRo 350

Rys. 6 BWT AQA therm - rozwiązanie zapewniające ochronę instalacji grzewczej

System napełniania i uzupełniania ubytków wody w instalacji grzewczej BWT AQA therm

Rys. 7 BWT AQA therm HFB

tyczne dla aluminium. Osoba planująca instalację grzewczą musi pamiętać, że w przypadku zmiękczania wody twardej(wymiana jonów wapnia i magnezu na jony sodu), w wyniku rozpadu wodorowęglanów, w wodzie ujawni się ukryta alkaliczność (wartość pH wzrośnie po 2-4 tygodniach) i spowoduje wzrost wartości pH wody grzewczej. Dlatego w normie VDI 2035 część 2 zaleca się pomiar wartości pH po 8-12 tygodniach. Tak więc z 3,3°dH twardości węglanowej (100 mg/1 $NaHC0_3$) powstanie do 63 mg/1 węglanu sodu (Na_2C0_3) (tab. 2). Węglan sodu może spowodować wzrost wartości pH nawet powyżej 9, a to już stanowi zagrożenie dla materiałów aluminiowych! Jeśli stosowana będzie woda o niskiej zawartości soli, a instalacja zostanie całkowicie odpowietrzona przy zachowaniu maksymalnej temperatury roboczej (w celu uniknięcia pęcherzyków i poduszek powietrznych), zalecenia normy VDI 2035, część 2 zostaną spełnione. Warunkiem jest oczywiście odpowiednia stabilizacja ciśnienia. Produkty BWT z oferty ochrony instalacji grzewczej (rys. 6) zapewniają doskonałą wodę grzewczą o właściwej wartości pH.

Zasady postępowania w przypadku nowego systemu grzewczego	
Krok 1	Biorąc pod uwagępojemność instalacji (np.: pojemność zbiorników buforowych), określić twardość wody, która odpowiada wymaganiom twardości całkowitej wody napełniającej.
Krok 2	W zależności od zastosowanych materiałów (uwaga na aluminium), należy zdecydować, czy właściwymi metodami uzdatniania jest częściowe zmiękczanie czy demineralizacja
Krok 3	Po 8 do 12 tygodniach skontrolować i udokumentować wartość pH i przewodności
Krok 4	Raz w roku kontrolować i dokumentować ciśnienie, wartość pH, przewodność i ilość wody uzupełniającej

Tab. 3 Zalecenia w postępowaniu przy nowym systemie grzewczym

Potencjalny problem: nowy kocioł grzewczy w starej instalacji

Spora część nowych kotłów montowana jest w starych instalacjach. Niestety podłączenie do starego obiegu jest ryzykowne:

- do nowego urządzenia mogą być wypłukane stare produkty korozji i szlam,
- w istniejącym obiegu mogą znajdować się niezidentyfikowane środki ochrony przed osadami wapnia i korozją,
- wiele starych mieszanek inhibitorów nie nadaje się do instalacji aluminiowych (zbyt wysoka wartość pH),
- w skład wielu produktów stosowanych w obiegach grzewczych wchodzą związki boru, który sklasyfikowany został jako toksyczny.

Rozwiązanie: gruntowne czyszczenie starego obiegu zapewni spełnienie wymagań i ochroni elementy nowoczesnych kotłów. Do tego celu można zastosować mobilną odwróconą osmozę BWT MoRo 350 (rys. 6).

Zalecenia dla instalatora

W przypadku nowej instalacji zaleca się postępować jak w tabeli 3. Sama kontrola przewodności wody zasilającej jest niewystarczająca. Niektórzy producenci, zalecają napełnianie wodą o przewodności < 10 µS/cm i tolerują dolanie 10%. Zalecenia normy VDI 2035 obowiązują dla obiegów wody grzewczej, dlatego pomiarów należy dokonywać w instalacji. Trudno jest zmierzyć wartość pH w wodzie o przewodności < 40 do 50 µS/cm. W celu dokładnego jej określenia, chemicy stosują neutralny roztwór soli i specjalną technikę pomiaru dla wody o niskiej przewodności.

W wodzie zmiękczonej lub o niskiej zawartości soli ostateczna wartość pH ustala się dopiero po kilku tygodniach od zastosowania opisanych procesów. Praca instalatora opiera się na trzech filarach – doradztwo, montaż i konserwacja. W fazie doradztwa i montażu nowego kotła w starej instalacji powinien on wykazać się wiedzą w zakresie oszczędności energii i długiej żywotności. Aby wykluczyć potencjalne zagrożenie dla zdrowia ludzi, fachowiec powinien również sprawdzić, czy rurociąg zasilający (przewód napełniający) wyposażony jest w przerywacz strugi klasy BA (np. AQA therm HFB, rys. 7).

Wybór odpowiedniej metody uzdatniania wody oraz coroczna konserwacja, która zapewni między innymi stabilizację ciśnienia, kontrolę jakości wody oraz wykonanie wielu innych niezbędnych czynności, świadczą o kompetencjach instalatora. ■

REKLAMA

P/O/L/S/K/A
BWT
BEST WATER TECHNOLOGY

BWT Polska Sp. z o.o.
ul. Połczyńska 116, 01-304 Warszawa
tel. 22 533 57 00, faks 22 533 57 19
bwt@bwt.pl, www.bwt.pl