



Zakłady Pomiarowo – Badawcze Energetyki
ENERGOPOMIAR Sp. z o.o.

60 LAT

Jakość wody dodatkowej do uzupełniania strat w obiegach ciepłowniczych i współpracujących z nimi kotłach wodnych

Antoni Litwinowicz

6 maj, Zakopane

**Jakość wody dodatkowej do uzupełniania strat
w obiegach ciepłowniczych
i współpracujących z nimi kotłach wodnych**



Dobrze przygotowana woda dodatkowa musi spełniać dwa podstawowe zadania:

- w obiegach i kotłach nie mogą wytrącać się osady
- procesy korozyjne muszą być maksymalnie hamowane.

Nie przestrzeganie reżimów prowadzi do wystąpienia takich skrajnych zjawisk jak przedstawiono na poniższych fotografiach.

**Jakość wody dodatkowej do uzupełniania strat
w obiegach ciepłowniczych
i współpracujących z nimi kotłach wodnych**



Przykład korozji tlenowej

**Jakość wody dodatkowej do uzupełniania strat
w obiegach ciepłowniczych
i współpracujących z nimi kotłach wodnych**



Twarde osady w wymiennikach ciepłowniczych

**Jakość wody dodatkowej do uzupełniania strat
w obiegach ciepłowniczych
i współpracujących z nimi kotłach wodnych**



Z problemem jakości wody dodatkowej kierowanej do kotłów i do uzupełnienia obiegów ciepłowniczych związane są trzy akty normatywne. Są to:

- Polska Norma **PN-85/C-04601**. Woda do celów energetycznych. Wymagania i badania jakości wody dla kotłów wodnych i zamkniętych obiegów ciepłowniczych.
- Polska norma **PN-93/C-04607**. Woda w instalacjach ogrzewania. Wymagania badania dotyczące jakości wody.
- Polska norma **PN-EN 12952-12**. Kotły wodnorurowe i urządzenia pomocnicze. Część 12: Wymagania dotyczące jakości wody zasilającej i wody kotłowej

Jakość wody dodatkowej do uzupełniania strat
w obiegach ciepłowniczych
i współpracujących z nimi kotłach wodnych wg **PN-85/C-04601**



- Polska Norma **PN-85/C-04601** opisuje sposób badania i wymagania dotyczące jakości wody dla kotłów wodnych oraz zamkniętych obiegów ciepłowniczych. Norma dotyczy wody obiegowej jak i wody do napełniania i uzupełniania obiegów.
- Występuje tu wyraźne rozgraniczenie na obiegi charakteryzujące się małym uzupełnieniem poniżej 5 m³/h i obiegi większe o uzupełnieniu przekraczającym 5 m³/h.

Podstawowe parametry dla obiegów o większym uzupełnieniu przedstawiono w tabeli nr 1.

Jakość wody dodatkowej do uzupełniania strat w obiegach ciepłowniczych i współpracujących z nimi kotłach wodnych wg **PN-85/C-04601**



Tabela nr 1

Wymagania wg PN-85/C-04601 dla obiegów o uzupełniania powyżej 5 m³/h

Rodzaj oznaczenia	Jednostka	Woda	
		Obiegowa	Do napełniania i uzupełniania obiegów
Odczyn	pH	9 - 10 (8,5 - 9,5) ¹⁾	≥ 8,5 Tak, aby był zachowany zakres dla wody obiegowej
Twardość ogólna	mvca/l	≤ 0,02 ²⁾	< 0,02
Zasadowość ogólna (Z _{og})	mvca/l	≤ 1,4	< 1,0
Chlór rozpuszczony	mg Cl ₂ /l	≤ 0,05	≤ 0,02
Siarczyny	mg SO ₃ ²⁻ /l	3 - 5	(10 - 50) ²⁾ ≥ 3 Tak, aby był zachowany zakres siarczanów dla wody obiegowej
Fosforany	mg PO ₄ ³⁻ /l	5 - 15	Tak, aby nie przekroczyć wartości w wodzie obiegowej
Żelazo ogólnie	mg Fe/l	≤ 0,1	≤ 0,05
Zawiesina ogólna	mg/l	≤ 5	≤ 5
Substancje ekstrahujące się rozpuszczalnikami organicznymi	mg/l	< 1	< 1
Inhibitory	mg/l	wg indywidualnych ustaleń	

uwaga:
¹⁾ - wartości w nawiasie odnoszą się do obiegów z wymiennikami ciepła o znakach masowych lub miedzianych.
²⁾ - dla eksploatacji ciągłej, dopuszczalną wartość ≤ 0,025 mvca/l w sytuacjach awaryjnych do 24 h. Pomiar prowadzić w kolektorach wody poszczególnych.
³⁾ - wartości w nawiasie odnoszą się tylko do wody do napełniania obiegu oraz konserwacji obiegu w czasie postoju.

Jakość wody dodatkowej do uzupełniania strat
w obiegach ciepłowniczych
i współpracujących z nimi kotłach wodnych wg **PN-93/C-04607**



- Polska norma **PN-93/C-04607**, ma zastosowanie do badania i oceny jakości wody stosowanej w instalacjach ogrzewania wodnego niskotemperaturowego.
- Stosuje się ją przy projektowaniu i eksploatacji instalacji centralnego ogrzewania wodnego, z węzłami cieplnymi wymiennikowymi lub z kotłami, dla których nie zostały określone przez producenta wymagania dotyczące jakości wody zasilającej. Norma nie dotyczy instalacji z kotłami o mocy poniżej 25 kW.

Podstawowe parametry dla obiegów o większym uzupełnianiu przedstawiono w tabeli nr 2.

Jakość wody dodatkowej do uzupełniania strat w obiegach ciepłowniczych i współpracujących z nimi kotłach wodnych wg **PN-93/C-04607**



Tabela nr 2

Wskaźniki jakości wody w instalacjach centralnego ogrzewania wg PN-93/C-04607

Rodzaj materiałów użytych w instalacji	System instalacji	Wskaźniki jakości wody						
		Do napełniania i uzupełniania instalacji				Instalacyjnej		
		Twardość ogólna [mval/l unaz/l]	Zawartość jonów agresywnych [mg/l]	Zawartość azotu amonowego [mg NH ₄ ⁺ /l]	Stężenie inhibitora	Odczyn pH	Zawartość tlenu [mg O ₂ /l]	Stężenie inhibitora
stal / żeliwo	otwarty	≤ 4,0 (≤ 2,0)	≤ 50 Σ (Cl + SO ₄ ²⁻) w tym ≤ 30 Cl	X	X	8,0 - 9,5	< 0,1	X
			> 50 Σ (Cl + SO ₄ ²⁻)		wg zaleceń producenta	X	X	wg zaleceń producenta
	≤ 150 Σ (Cl + SO ₄ ²⁻) w tym ≤ 100 Cl		X		8,0 - 9,5	≤ 0,1	X	
	> 150 Σ (Cl + SO ₄ ²⁻)		wg zaleceń producenta		X	X	wg zaleceń producenta	
stal / miedz	zamknięty		≤ 50 Σ (Cl + SO ₄ ²⁻) w tym ≤ 30 Cl	< 0,5	X	8,0 - 9,0	≤ 0,1	X
	medź		otwarty lub zamknięty		X	8,0 - 9,0	< 0,1	X
stal / aluminium	otwarty		< 50 Σ (Cl + SO ₄ ²⁻) w tym ≤ 30 Cl	X	X	8,0 - 8,5	≤ 0,1	X
	zamknięty		≤ 150 Σ (Cl + SO ₄ ²⁻) w tym ≤ 100 Cl		X	8,0 - 8,5	< 0,1	X
tworzywa sztuczne	otwarty lub zamknięty	-	-	X	X	X	X	

uwagi:
X - wskaźnika nie określa się.

Jakość wody dodatkowej do uzupełniania strat
w obiegach ciepłowniczych
i współpracujących z nimi kotłach wodnych wg **PN-EN 12952-12**



- Polaka norma **PN-EN 12952-12**, ma zastosowanie dla wszystkich kotłów wodnorurkowych do wytwarzania pary lub wody gorącej, które są ogrzewane poprzez spalanie, co najmniej jednego paliwa, albo za pomocą gorących spalin. Podstawowe parametry kontrolne przedstawiono w tabeli nr.3

Jakość wody dodatkowej do uzupełniania strat w obiegach ciepłowniczych i współpracujących z nimi kotłach wodnych wg **PN-EN 12952-12**



Tabela nr 3

Woda zasilająca do kotłów parowych i kotłów wysokotemperaturowych z cyrkulacją naturalną i wspomagana
zgodnie z PN-EN 12952-12

Parametr	Jednostka	Woda zasilająca zawierająca rozpuszczone sole			Zdemineralizowana woda zasilająca i woda wtryskowa do schładzaczy	Woda dodatkowa do kotłów wodnych wysokotemperaturowych
		< 20	> 20 do 40	> 40 do 100		
Cisnienie robocze	bar (= 0,1 MPa)	< 0,5 do 20	> 20 do 40	> 40 do 100	Cały zakres ciśnień	Cały zakres ciśnień
Wygląd		Przejrzysta, wolna od zawiesin stałych				
Przewodność właściwa w temperaturze 25°C	µS/cm	Nie określa się, przyjmować tylko wartości dotyczące wody kotłowej – tabela 5.2			-	Nie określa się, przyjmować tylko wartości dotyczące wody kotłowej
Przewodność kwasowa w temperaturze 25°C ^a	µS/cm	-	-	-	< 0,2	-
Wartość pH w temperaturze 25°C ^a	-	> 9,2 ^b	> 9,2	> 9,2	> 9,2 ^b	> 9,0
Twardość całkowita (Ca + Mg)	mmol/l	< 0,02 ^c	< 0,01	< 0,005	-	< 0,05
Zawartość sodu i potasu (Na + K)	mg/l	-	-	-	< 0,010	-
Zawartość żelaza (Fe)	mg/l	< 0,050	< 0,030	< 0,020	< 0,020	< 0,2
Zawartość miedzi (Cu)	mg/l	< 0,020	< 0,010	< 0,005	< 0,003	< 0,1
Zawartość krzemionki (SiO ₂)	mg/l	Nie określa się, przyjmować tylko wartości dotyczące wody kotłowej – tabela 5.2			< 0,020	-
Zawartość tlenu (O ₂)	mg/l	< 0,020 ^d	< 0,020	< 0,020	< 0,1	-
Zawartość olejnisianu (patrz EN-12952-7)	mg/l	< 1	< 0,5	< 0,5	< 0,5	< 1
Zawartość substancji organicznych (jako TOC)	mg/l	Patrz odsyłaacz ^e			< 0,2	Patrz odsyłaacz ^e
Aluminywnie i nadtlenek manganu węgla	mg/l	5	5	3	5	-

- a - dłużej niż za pomocą rozważenia wpływu organicznych środków korygujących
- b - w systemach zawierających materiały ze stopów miedzi, należy utrzymywać pH w zakresie 8,7 – 9,2
- c - dla wody zmiększonej wartość pH > 7,5, a dla wody oskowej zaleca się przyjąć wartości pH wg tabelicy 5.2
- d - dla wody wtryskowej, dopuszcza się tylko łagłe środki alkaliczne
- e - przy ciśnieniu roboczym < 1 bar dopuszczalna twardość oskowna powinna wynosić maksimum 0,05 mmol/l
- f - zamiast otrzymania tej wartości w warunkach pracy kotła lub podczas pracy kotła bez oskazywacza, należy dozować siódki tworzące błony i/lub używać nadmanganianu potasu usuwającego tlen
- g - dla ciśnień roboczych > 60 bar, za pomocą utrzymania TOC < 0,2 mg/l
- h - tak, aby maksymalnie ograniczyć zjawiska pienienia się wody, korozji i tworzenia osadów

**Jakość wody dodatkowej do uzupełniania strat
w obiegach ciepłowniczych
i współpracujących z nimi kotłach wodnych**



- Mając na uwadze wszystkie normy oraz uwarunkowania praktyczne wydaje się, że obecnie w układach ciepłowniczych, układach skojarzonych oraz w dużych elektrowniach posiadających człony ciepłownicze powinna być stosowana do uzupełniania strat woda nie tylko zdekarbonizowana i zmiękczona, ale również odsolona lub zdemineralizowana.
- Z doświadczeń Energopomiaru wynika, że woda dodatkowa kierowana do kotłów wodnych oraz zamkniętych obiegów ciepłowniczych powinna posiadać jakość zbliżoną do wartości podanych w tabeli nr 4.

Jakość wody dodatkowej do uzupełniania strat w obiegach ciepłowniczych i współpracujących z nimi kotłach wodnych



Tabela nr 4

Jakość wody dodatkowej kierowanej do kotłów wodnych i obiegów ciepłowniczych

Rodzaj oznaczenia	Jednostka	Wartość	Uwagi
Przewodność właściwa w temp. 25 ^o C	μS/cm	<10	Przed korekcją
Odczyn	pH	>8,5	Po korekcji
Twardość ogólna	mval/l	<0,005	
Zasadowość ogólna (Z _{og})	mval/l	< 0,1	Przed korekcją
Tlen rozpuszczony	mg O ₂ /l	<0,020	Po odgazowaniu
Zawartość wolnego CO ₂	mg CO ₂ /l	< 10	Przed korekcją
Żelazo ogólne	mg/l	< 0,050	
Zawartość jonu amonowego	mg NH ₄ /l	<0,50	
Zawiesina ogólna	mg/l	< 1	
Substancje ekstrahujące się rozpuszczalnikami organicznymi (oleje)	mg/l	< 1	
Indeks nadmanganianowy	mg KMnO ₄ /l	< 5	

Jakość wody dodatkowej do uzupełniania strat w obiegach ciepłowniczych i współpracujących z nimi kotłach wodnych



- Wyprodukowanie wody o jakości przedstawionej w tabeli nr 4 obecnie nie stanowi problemu. Również uwarunkowania ekonomiczne związane z ilością potrzebnej wody dodatkowej, w świetle ciągłego minimalizowania strat sieciowych, straciły na znaczeniu.

Zaproponowana jakość wody powinna:

- zwiększyć sprawność cieplną poprzez ograniczenie tempa narastania osadów eksploatacyjnych,
- zwiększyć dyspozycyjność i niezawodność układów ciepłowniczych.
- Równocześnie, stosowanie powyższych parametrów powinno zmniejszyć niebezpieczeństwo korozji oraz powstawania osadów, prowadzących zwykle do uszkodzeń urządzeń.

**Jakość wody dodatkowej do uzupełniania strat
w obiegach ciepłowniczych
i współpracujących z nimi kotłach wodnych**



- Nie bez znaczenia jest tutaj fakt, że uproszczeniu ulegają schematy technologiczne stacji uzdatniania wody z uwagi na brak konieczności budowania w elektrociepłowniach i elektrowniach odrębnych układów do produkcji wody dla potrzeb kotłów parowych i ciepłowniczych.
- Można tutaj także rozważać wystąpienie dodatkowego efektu ekologicznego polegającego na ograniczeniu ładunku zanieczyszczeń związanych z pracą stacji uzdatniania wody i oczyszczania chemicznego eksploatowanych układów.



Zakłady Pomiarowo - Badawcze Energetyki

„ENERGOPOMIAR” Sp. z o.o.

**ul. gen. J. Sowińskiego 3
44-100 Gliwice**

**tel. (32) 237 68 00 – centrala,
(32) 237 61 00 – sekretariat Zarządu
fax (32) 231 65 42
e-mail: sekretariat@energopomiar.com.pl**