

Twardość wody

Twardością wody nazywano właściwość polegającą na zużyciu pewnych ilości mydła bez wytworzenia piany, podczas wytrząsania próbki wody z mydłem.



1

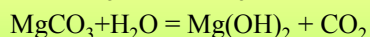
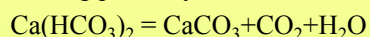
Twardość ogólna T_w

Podział wg kationów		Podział wg anionów			
symbol	rodzaj	symbol	rodzaj	symbol	rodzaj
		T_{wCa}	węglanowa	T_{wMg}	niewęglanowa
T_{wCa}	wapniowa	T_{wCa}	Ca(HCO ₃) ₂ CaCO ₃ Ca(OH) ₂	T_{wMg}	CaSO ₄ CaCl ₂ Ca(NO ₃) ₂
T_{wMg}	magnezowa	T_{wMg}	Mg(HCO ₃) ₂ MgCO ₃ Mg(OH) ₂	T_{wMg}	MgSO ₄ MgCl ₂ Mg(NO ₃) ₂



2

Termiczny rozkład twardości węglanowej przebiega wg poniższych równań:



Proces podgrzewania wody powoduje obniżenie rozpuszczalności CO₂, którego nadmiar ulatnia się do atmosfery, co powoduje naruszenie równowagi węglanowo-wapniowej i w efekcie wytrąca się trudno rozpuszczalny węglan wapnia. Wytrącony węglan magnezu reaguje z wodą tworząc trudno rozpuszczalny wodorotlenek magnezu



3

Stopień twardości

Stopień Twardości	mval/dm ³	Stopień twardości			
		niemiecki 10 mg CaO/dm ³	francuski 10 mg CaCO ₃ /dm ³	angielski 100 mg CaCO ₃ /galon	amerykański 100 mg CaCO ₃ /galon
mval/dm ³	1	2,8	5	3,5	3,23
niemiecki	0,357	1	1,79	1,25	1,04
francuski	0,2	0,56	1	0,7	0,58
angielski	0,286	0,8	1,43	1	0,83
amerykański	0,343	0,96	1,71	1,20	1



4

Skala twardości	Twardość	
	mval/dm ³	°n
bardzo miękka	0 - 1,78	0 - 5
miękka	1,78 - 3,57	5 - 10
średnio twarda	3,57 - 7,13	10 - 20
twarda	7,13 - 10,7	20 - 30
bardzo twarda	> 10,7	> 30



5

Przemysł stosuje do produkcji głównie wodę możliwie najbardziej miękką. Szczegółne wymagania stawia się wodzie kotłowej, przy czym wymagany stopień zmiękczenia wzrasta w miarę ciśnienia panującego w kotle.

W tym przypadku bierze się pod uwagę nie tylko samą twardość, lecz również rodzaj poszczególnych związków wapnia i magnezu. Najmniej pożądanymi składnikami są siarczan i krzemian wapnia (twardy kamień kotłowy) oraz chlorek magnezu (korozja).



6

W wodach naturalnych nie zawierających kwaśnych węglanów sodu i potasu, twardość węglanowa odpowiada zasadowości ogólnej, natomiast twardość niewęglanową oblicza się przez odjęcie twardości węglanowej od twardości ogólnej.



7

Proste wskaźnikowe metody oznaczania zanieczyszczeń organicznych



Pozostałość po prażeniu

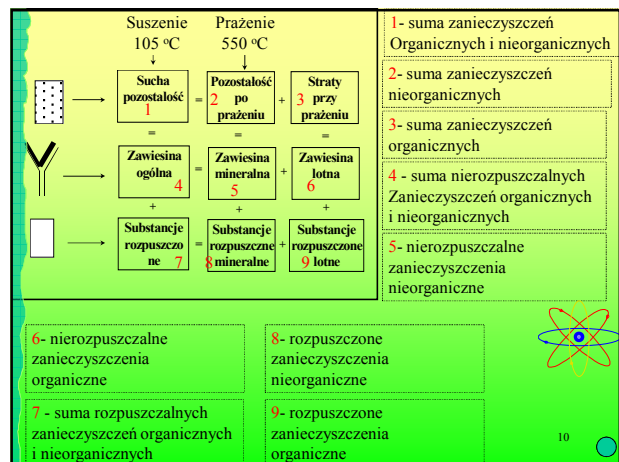
Próbkę wody odparowuje się do sucha i następnie wypraża w temperaturze 550 °C. Związki organiczne spalają się, co powoduje ubytek masy. W czasie prażenia podlegają rozkładowi lub utleniają się także niektóre związki nieorganiczne w związku z czym jest to tylko przybliżona metoda oznaczania sumarycznej ilości związków organicznych.

8

Sucha pozostałość	=	Pozostałość po prażeniu	+	Straty przy prażeniu
=	=	=	=	=
Zawiesina ogólna	=	Zawiesina mineralna	+	Zawiesina lotna
+	+	+	+	+
Substancje rozpuszczone	=	Substancje rozpuszczone mineralne	+	Substancje rozpuszczone lotne



9



10

Biochemiczne zapotrzebowanie tlenu – BZT (BOD – Biological Oxygen Demand)



Związki organiczne w warunkach tlenowych w obecności substancji pokarmowych i przy udziale mikroorganizmów rozkładają się biochemicznie. Ostatecznym produktem rozkładu są związki nieorganiczne. Miarą zawartości związków organicznych jest zużycie tlenu. Zwykle mierzy się BZT₅, tj. zużycie tlenu przez okres 5 dób w temperaturze 20 °C. Metoda pozwala określić zawartość związków łatwo rozkładalnych. Pomiar BZT₅ jest przybliżoną metodą oznaczania związków organicznych.

11

BZT₅ dla czystych wód wynosi zwykle kilka mgO₂/dm³, dla wód zanieczyszczonych – kilkadziesiąt mgO₂/dm³, a dla ścieków przyjmuje wartości rzędu kilkuset mgO₂/dm³ i więcej.



12

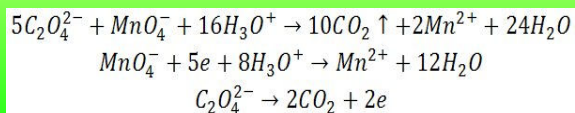
Chemiczne zapotrzebowanie tlenu – ChZT (Chemical Oxygen Demand - COD)

Związki organiczne utlenia się w standardowych warunkach za pomocą silnych utleniaczy np. nadmanganianu (utlenialność – ChZT_{Mn}) lub dwuchromianu potasu (ChZT_{Cr}). Wyniki podaje się w ilości zużytego tlenu. Jest to również oznaczenie przybliżone, ponieważ nie obejmuje wszystkich związków organicznych, a tylko te, które utleniają się w danych warunkach. ChZT wykazuje na ogół wyższe wartości niż BZT₅.

13

	Wody czyste	Wody zanieczyszczone	Ścieki
ChZT _{Mn} mgO ₂ /dm ³	kilka - kilkanaście	kilkadziesiąt	kilkaset
ChZT _{Cr} mgO ₂ /dm ³	kilka - kilkadziesiąt	do ~300	kilkaset – kilka tysięcy

14



15

Pomiar indywidualnych związków organicznych

Istotne znaczenie w wodach powierzchniowych ma kilkaset związków organicznych, które występują w stężeniach wykrywalnych i znaczących z punktu widzenia ekologicznego i sanitarnego. Najczęściej stosowane do do oznaczania indywidualnych związków organicznych są: chromatografia gazowa (GC), wysokosprawna chromatografia cieczowa (HPLC), spektrometria masowa (MS) i metody spektrofotometryczne.

16