

Uwaga substancja oznaczona w instrukcji  jest niebezpieczna zachowaj szczególną ostrożność przy jej stosowaniu

CHEMIA ŚRODOWISKA

CHEMIA ŚRODOWISKA

7
7

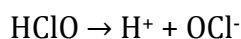


DEZYNFEKCJA WODY – CHLOROWANIE DO PUNKTU PRZEŁAMANIA

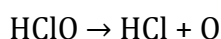
WPROWADZENIE

Ostatnim etapem uzdatniania wody w procesie technologicznym dla potrzeb ludności i przemysłu jest dezynfekcja. Proces ten jest niezbędny w przypadku uzdatniania wód skażonych bakteriologicznie, przede wszystkim wód powierzchniowych (z wyjątkiem wód z obszarów źródliskowych). Dezynfekcja wody ma na celu zniszczenie bakterii i wirusów oraz zapobieganie ich wtórnemu rozwojowi. Osiągnięta może być metodami fizycznymi i chemicznymi. Do metod fizycznych zalicza się gotowanie wody, pasteryzację oraz stosowanie promieni ultrafioletowych czy ultradźwięków. Dezynfekcja metodami chemicznymi polega na dawkowaniu do wody silnych utleniaczy, np. gazowego chloru, ozonu, ditlenku chloru(IV).

Chlorowanie jest najbardziej rozpowszechnioną i najtańszą metodą dezynfekcji wody i polega na wprowadzeniu do niej chloru w postaci wody chlorowej. Przebieg reakcji chloru w wodzie zależy od jej składu. Po dodaniu chloru do wody nie zawierającej azotu amonowego, zachodzą następujące reakcje:



Chlor w postaci HOCl i OCl⁻, zwany chlorem użytecznym wolnym, wykazuje silne działanie bakteriobójcze, podobnie jak tlen atomowy wydzielający się wskutek rozkładu kwasu chlorowego(I):



Część wprowadzonego chloru zużywana jest na utlenianie zawartych w wodzie substancji organicznych oraz soli żelaza, manganu i innych reduktorów. Ta ilość chloru nazywa się ogólnie zapotrzebowaniem chloru. Po zakończeniu reakcji utleniania, w

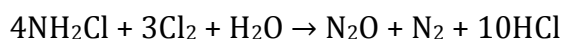


Uwaga substancja oznaczona w instrukcji jest niebezpieczna zachowaj szczególną ostrożność przy jej stosowaniu

wodzie pozostaje jeszcze tzw. pozostały użyteczny chlor, mogący występować jako pozostały wolny chlor oraz jako pozostały chlor związany. Pozostały wolny chlor występuje jako kwas chlorowy(I) HClO , który ma bardzo silne właściwości bakteriobójcze oraz w postaci anionu tego kwasu (ClO^-) o słabszych właściwościach bakteriobójczych. Pozostały chlor związany występuje w postaci chloramin i związków chloroorganicznych. Chloraminy tworzą się podczas chlorowania wody zawierającej amoniak według reakcji:

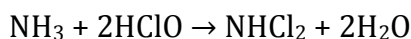
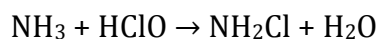
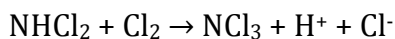


Przy większych dawkach chloru ($\text{Cl}_2 : \text{NH}_3 > 4,4$), chloraminy mogą ulegać rozkładowi według równania:

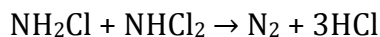
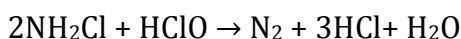


Zwiększenie ilości chloru w stosunku do amoniaku jak 7,4 : 1 doprowadza reakcję do końca i w wodzie pojawia się wolny chlor. Ten rodzaj chlorowania określa się jako chlorowanie do punktu przełamania.

Jeżeli stosunek $\text{Cl}_2 : \text{NH}_3 \geq 7,4$ oraz $\text{pH} < 4,4$ zachodzą następujące reakcje tworzenia chloramin:

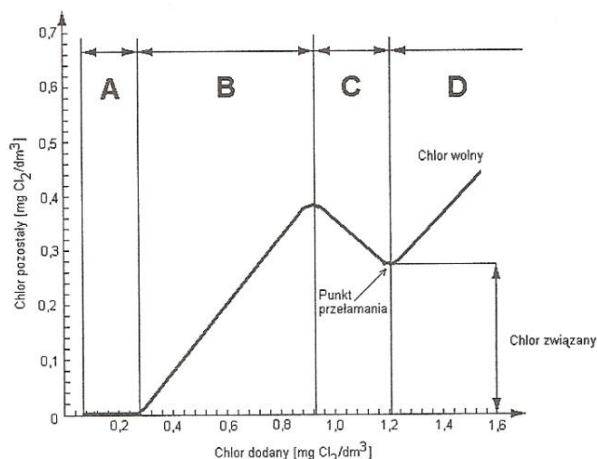


oraz rozkładu:



Przebieg takiego chlorowania przedstawia krzywa:

Uwaga substancja oznaczona w instrukcji  jest niebezpieczna zachowaj szczególną ostrożność przy jej stosowaniu



Przebieg chlorowania do punktu przełamania: A – zużycie chloru na związki organiczne i nieorganiczne, B – powstawanie chloramin i związków chloroorganicznych, C – rozkład chloramin i związków chloroorganicznych, D – wolny chlor, pozostałe związki organiczne.

Chlor powinien być dodany do wody w takiej ilości, aby po pokryciu zapotrzebowania, pozostałość wolnego chloru po 30-minutowym kontakcie z wodą wynosiła 0,1 mg Cl₂/dm³ wody. W przypadku nadmiaru chloru, może być on usunięty przez dodanie do wody odpowiedniej ilości siarczanu(IV) sodu lub tiosiarczanu(VI) sodu.

Chlorowanie, jako powszechnie stosowana metoda dezynfekcji wody, często powoduje tworzenie się związków pogarszających smak i zapach wody, a niekiedy także i toksycznych. Jednocześnie chlor czynny jest trwały wystarczająco długo w wodzie, by zapewnić dezynfekcję w sieci wodociągowej dużego miasta.

Zamiast chlorowania stosować można ozonowanie, doskonale poprawiające organoleptyczne właściwości wody. Wystarczającymi do dezynfekcji są dawki ozonu, przy których po 4 minutach kontaktu pozostaje 0,4 mg O₃/dm³. Natomiast w celu usunięcia zapachu, dawki muszą być znacznie większe. W przypadku ozonowania wody, niektóre organiczne zanieczyszczenia w niej zawarte mogą ulegać przemianom, tworząc wysoce szkodliwe dla zdrowia substancje. Dlatego zaawansowana kontrola analityczna jest w tym przypadku niezbędna. Powyższy powód, jak również energochłonność ozonowania, przyczyniają się do niewielkiego rozpowszechnienia tej metody w uzdatnianiu wody. Celowe jest natomiast stosowanie uzdatniania wód powierzchniowych z ozonowaniem w fazie wstępnej, w celu utlenienia zanieczyszczeń organicznych i rozłożenia koloidów, a końcowym chlorowaniem w celu dezynfekcji.



Uwaga substancja oznaczona w instrukcji jest niebezpieczna zachowaj szczególną ostrożność przy jej stosowaniu

Celem ćwiczenia jest eksperymentalne określenie dawki chloru niezbędnej do uzyskania określonej (0,1 - 0,2 mg Cl₂/dm³) zawartości chloru użytecznego w wodzie, po 30 minutach kontaktu. Przeprowadzenie eksperymentu polega na dodaniu do szeregu jednakowych próbek badanej wody wzrastających dawek wody chlorowej oraz analitycznej kontroli stężenia chloru użytecznego.

Odczynniki:



jodek potasu, roztwór 10 %; kwas octowy, roztwór 80 %; tiosiarczan(VI) sodu, roztwory 0,1 i 0,001 mol/dm³; skrobia, roztwór 0,5 %; woda chlorowa.

Sprzęt laboratoryjny i aparatura pomiarowa:

Kolba miarowa 1 dm³ (2 szt.), kolby stożkowe ze szkiełkiem nakrywkowym (10 szt.), pipeta wielomiarowa 5 (2 szt.), 10 (2 szt.), 25 cm³, pipeta jednomiarowa 100 cm³, biureta 25 cm³, zlewka, tryskawka.

SPOSÓB WYKONANIA

1. Wyznaczanie stężenia wody chlorowej

(a) Do kolby stożkowej o objętości 300 cm³ odmierzyć 10 cm³ stężonej wody chlorowej (pod wyciągiem), dopełnić do ok. 100 cm³ wodą destylowaną i w tak przygotowanej próbce określić stężenie chloru metodą jodometryczną **(według punktu 3)** stosując do miareczkowania tiosiarczan(VI) sodu o stężeniu 0,1M.

(b) Ponieważ do oznaczania zapotrzebowania chloru używa się wody chlorowej o stężeniu 100 mg Cl₂/dm³, stężoną wodę chlorową należy rozcieńczyć. Do kolby miarowej o pojemności 1 dm³ odmierzyć taką objętość mianowanej wody chlorowej, aby stężenie chloru wynosiło ok. 100 mg/dm³, dopełnić wodą destylowaną do kreski i wymieszać. Przed wykonaniem dalszej części ćwiczenia należy sprawdzić stężenie chloru w rozcieńczonej wodzie chlorowej metodą jodometryczną **(według punktu 3)**, biorąc 10 cm³ roztworu do analizy i rozcieńczając go do ok. 100 cm³ wodą destylowaną. Wydzielony jod miareczkować 0,001 M roztworem tiosiarczanu(VI) sodu. Zawartość chloru podać w mg Cl₂/dm³ wody chlorowej.

2. Wyznaczanie zapotrzebowania chloru (ZCl)

Do 10 kolb stożkowych o objętości 300 cm³ odmierzyć po 100 cm³ badanej wody i dodać kolejno wzrastające ilości wody chlorowej. Dawkowanie chloru rozpocząć od

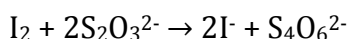
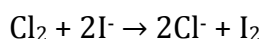
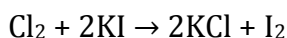


Uwaga substancja oznaczona w instrukcji jest niebezpieczna zachowaj szczególną ostrożność przy jej stosowaniu

0 mg/dm³, a różnica między kolejnymi dawkami chloru powinna wynosić 1 mg/dm³. Po upływie 30 minut oznaczyć jodometrycznie **(według punktu 3)** użyteczny chlor w każdej z prób, miareczkując je 0,001-molowym roztworem tiosiarczanu(VI) sodu. Dawkę chloru dodaną do próbki wody, w której wykryto pozostały użyteczny chlor w stężeniu 0,1-0,2 mg/dm³, przyjmujemy jako zapotrzebowanie chloru - ZCl.

3. Oznaczanie stężenia chloru metodą jodometryczną

Do badanej próby dodać 5 cm³ kwasu octowego, 10 cm³ 10% roztworu jodku potasu i natychmiast przykryć ją szkiełkiem zegarkowym. Następnie wymieszać zawartość kolbki i odstawić ją w ciemne miejsce na 5 minut, po czym wydzielony jod miareczkować mianowanym roztworem tiosiarczanu(VI) sodu do lekko żółtego zabarwienia. Następnie dodać ok. 1 cm³ roztworu skrobi i miareczkować do zaniku niebieskiej barwy. Zawartość chloru podać w mg Cl₂/dm³ wody chlorowej. Reakcje przebiegające podczas oznaczania stężenia chloru metodą jodometryczną przedstawiają się następująco:



OPRACOWANIE WYNIKÓW

1. Wyznaczyć stężenie wody chlorowej.
2. Zestawić w tabeli dawki chloru (w mg Cl₂/dm³) oraz zawartości pozostałego chloru z wyszczególnieniem dawki odpowiadającej ZCl.
3. Dokładne zapotrzebowanie chloru (ZCl) określić również metodą graficzną na sporządzonym wykresie zależności stężenia chloru pozostałego od dawki chloru.
4. Porównać wyznaczoną dawkę chloru z wielkościami dawek stosowanych na stacjach uzdatniania wody.