

Jolanta Maćkiewicz

## WPLYW ZASOLENIA WÓD MIĘKKICH NA SKUTECZNOŚĆ PROCESU KOAGULACJI

Wody miękkie — to wody o twardości ogólnej do 10°tw. Należą do nich wody opadowe, wody powierzchniowe ze zbiorników oraz z potoków i rzek górskich. Te ostatnie zaliczane są do wód stosunkowo czystych.

Naturalne wody miękkie zawierają na ogół mało jonów ziem alkalicznych, natomiast obecne w nich są kwasy humusowe oraz kwas krzemowy. Ze składu fizyczno-chemicznego wód potoków górskich wynika, że są to wody o małej zasadowości, dobrze natlenione, o niedużej zawartości zawieszin oraz o okresowo podwyższonej barwie i mętności.

Wody w Kotlinie Jeleniogórskiej [1] mają twardość poniżej 6°tw, co kwalifikuje je do grupy wód miękkich, bardzo niską zasadowość (3÷55 g CaCO<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>) oraz niskie pH (nawet ≈ 3,5), na co wpływają obecne w nich kwasy organiczne. Twardość niewęglanowa wody stanowi ok. 80÷90% twardości ogólnej. Wody te są słabo zmineralizowane, jony siarczanowe przeważają nad chlorkowymi.

Okresowa konieczność usuwania z tych wód zanieczyszczeń koloidalnych, przy mało skutecznej koagulacji konwencjonalnej, zmusza do szukania innych technologii oczyszczania, a także do analizy przebiegu i mechanizmów koagulacji wód miękkich, celem intensyfikacji tego procesu.

### Metodyka badań

W pracy określono wpływ twardości węglanowej oraz stężeń chlorków i siarczanów na efekty koagulacji domieszek wody siarczanem glinowym [2]. Inne składniki zasolenia, z uwagi na ich znikomy udział w wodach miękkich, pominięto. Badania prowadzono w skali laboratoryjnej na roztworach modelowych, bazujących na wodzie wodociągowej i destylowanej, sztucznie zmętnionych gliną.

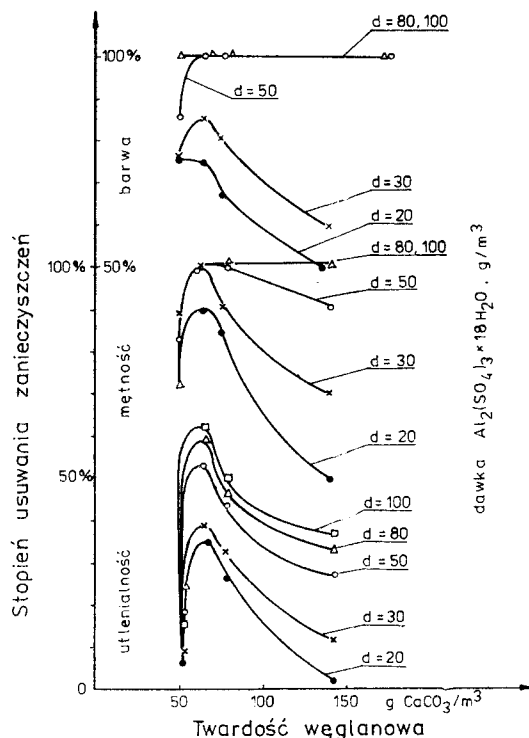
Proces koagulacji prowadzono metodą testu naczyniowego, przy użyciu siarczanu glinowego jako koagulantu. Szybkie mieszanie, przy gradiencie prędkości ruchu cieczy wynoszącym 80 s<sup>-1</sup>, trwało 3 min, natomiast wolne, przy gradiencie prędkości 20 s<sup>-1</sup>, trwało 20 min. Oznaczenia wykonano zgodnie z PN. Obejmowały one: pH, mętność, barwę, zasadowość (twardość węglanową), utlenialność, chlorki, siarczany. Badania koagulacji prowadzono dla wody surowej o mętności 25÷50 g/m<sup>3</sup>, barwie 15÷40 gPt/m<sup>3</sup>, utlenialności 4÷5 gO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, pH = 6,9÷7,4, przy uży-

ciu siarczanu glinowego w ilościach 20÷100 g/m<sup>3</sup>. Efekty koagulacji określono na podstawie usuwania barwy, mętności i utlenialności.

### Znaczenie twardości węglanowej w usuwaniu zanieczyszczeń wody

Efekty koagulacji określono dla wód o twardości węglanowej w zakresie 50÷150 g CaCO<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>. Wyniki badań przedstawiono na rysunku 1.

Z uzyskanych zależności wynika, że optimum usuwania zanieczyszczeń z roztworów modelowych wystąpiło w zakresie twardości węglanowej 65÷75 g CaCO<sub>3</sub>/m<sup>3</sup>. Najwyraźniej zaznaczone ono było dla usuwania utlenialności, następnie — dla mętności, najmniej — dla barwy. Skuteczność usuwania zanieczyszczeń zwiększała się wraz ze wzrostem dawek koagulantu, przy czym dla wód o twardości węglanowej powyżej 75 g CaCO<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> różnice w efektywności poszczególnych dawek zwiększają się wraz ze zwiększaniem twardości węglanowej wody. Przy twardości węglanowej wody poniżej 50 g CaCO<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> prowadzenie koagulacji było praktycznie niemożliwe, ze względu na zakłócony przebieg hydrolizy koagulantu.

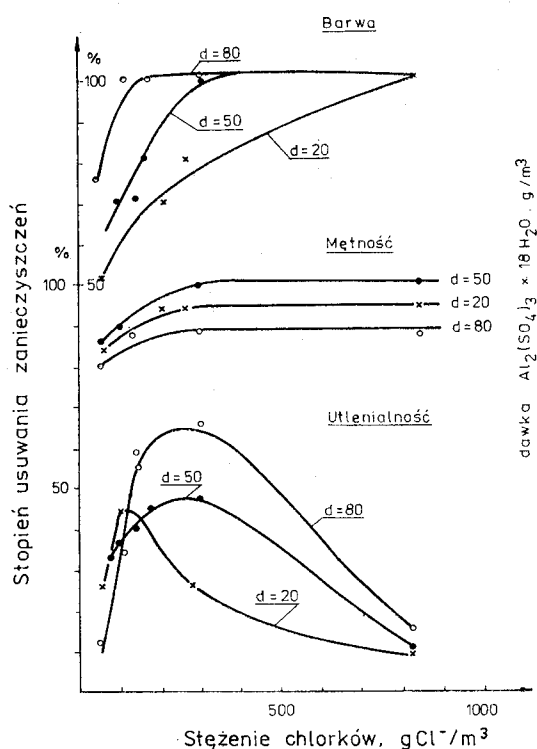


Rys. 1. Stopień usuwania zanieczyszczeń w zależności od twardości węglanowej wody

Porównania efektów koagulacji w wodach o jednokowych zasadowościach, lecz w jednym przypadku — o zasadowości naturalnej wody, w drugim — sztucznie podwyższonej, wykazało lepszy przebieg procesu w wodzie o zasadowości naturalnej. Wskazuje to na fakt, że stosowanie wapna do wód miękkich celem zwiększenia efektywności koagulacji, zwłaszcza przy wymaganych dużych dawkach koagulantu, nie zawsze zapewnia właściwą skuteczność procesu.

### Wpływ stężenia chlorków na usuwanie zanieczyszczeń

Badania wpływu chlorków na efekty koagulacji prowadzono dla wody o twardości węglanowej 65 g  $\text{CaCO}_3/\text{m}^3$  (rys. 2).



Rys. 2. Wpływ stężenia chlorków na usuwanie zanieczyszczeń

Stężenia chlorków wynosiły 60÷840 g  $\text{Cl}^-/\text{m}^3$ . Zakres ten został znacznie rozszerzony w stosunku do stężeń występujących w wodzie, celem poznania przebiegu procesu. Obecność chlorków w wodzie wpływała korzystnie na przebieg koagulacji; wraz ze wzrostem ich stężenia wzrastało usuwanie zanieczyszczeń z wody. Pogorszenie efektów technologicznych stwierdzono jedynie w usuwaniu utlenialności, przy dużych stężeniach chlorków, znacznie większych niż występujące w wodach miękkich. Na poprawę usuwania utlenialności w obecności chlorków wpływała także wielkość dawki koagulantu. Zatem poprzez wzrost stężenia chlorków w wodach Kotliny Jeleniogórskiej do ok. 200 g  $\text{Cl}^-/\text{m}^3$  (na ogół w wodach tych stężenie chlorków wynosi do 40 g  $\text{Cl}^-/\text{m}^3$ ) można uzyskać poprawę ich oczyszczania, zwłaszcza w zakresie usuwania utlenialności. Wizualne obserwacje przebiegu procesu koagulacji wyka-

zały, że wraz ze wzrostem stężenia chlorków zwiększyła się wielkość kłaczków, natomiast wzrost dawki koagulantu powodował powstanie drobniejszych kłaczków.

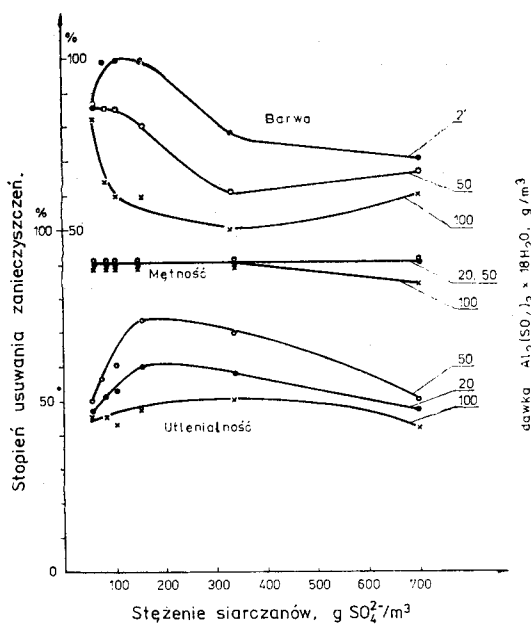
### Wpływ stężenia siarczanów na usuwanie zanieczyszczeń

Wpływ stężenia siarczanów na usuwanie zanieczyszczeń określono dla wody o twardości węglanowej 65 g  $\text{CaCO}_3/\text{m}^3$  w zakresie stężeń siarczanów 80÷÷690 g  $\text{SO}_4^{2-}/\text{m}^3$ . Zakres ten rozszerzono, podobnie jak chlorków, celem poznania wpływu jonów  $\text{SO}_4^{2-}$  na przebieg procesu. Efekty usuwania zanieczyszczeń przedstawiono na rysunku 3.

Najbardziej widoczny był wpływ siarczanów na usuwanie utlenialności. Do 140 g  $\text{SO}_4^{2-}/\text{m}^3$  uzyskano zwiększenie stopnia usuwania utlenialności, powyżej — zaznaczył się niewielki spadek. Natomiast w wodach o stężeniu siarczanów ok. 80 g  $\text{SO}_4^{2-}/\text{m}^3$  zanikały różnice w efektywności usuwania utlenialności. Obniżenie skuteczności usuwania utlenialności wystąpiło również po zwiększeniu dawki koagulantu do 100 g  $\text{m}^3$ .

W usuwaniu barwy poprawę efektów oczyszczania obserwowano w wodzie o stężeniu siarczanów do 140 g  $\text{SO}_4^{2-}/\text{m}^3$  przy stosowaniu małych dawek koagulantu (20 g  $\text{m}^3$ ), natomiast przy dawkach koagulantu powyżej 50 g  $\text{m}^3$  następowało pogorszenie efektów.

W usuwaniu mętności nie stwierdzono wpływu siarczanów, niezależnie od dawki koagulantu. Ponadto przebieg koagulacji wykazał, że wzrost stężenia siarczanów w wodzie wpływał na skrócenie czasu pojawienia się kłaczków oraz na zmniejszenie ich wielkości. Zatem rozważając przebieg koagulacji dla wód Kotliny Jeleniogórskiej, w których stężenie siarczanów wynosi ok. 40÷80 g  $\text{SO}_4^{2-}/\text{m}^3$ , na-



Rys. 3. Wpływ stężenia siarczanów na usuwanie zanieczyszczeń

leży przypuszczać, że jony te nie mają wpływu na oczyszczanie wód. Dopiero przy wzroście stężenia do  $150 \text{ g SO}_4^{2-}/\text{m}^3$  można oczekiwać poprawy jakościowej oczyszczanej wody.

## Wnioski

1. Proces koagulacji zanieczyszczeń wód miękkich siarczanem glinowym zachodził przy twardości węglanowej wód powyżej  $50 \text{ g CaCO}_3/\text{m}^3$ ; w zakresie  $65 \div 75 \text{ g CaCO}_3/\text{m}^3$  efektywność procesu była największa.

2. W wodach miękkich ( $65 \text{ g CaCO}_3/\text{m}^3$ ) wzrost stężenia chlorków i siarczanów zwiększał skuteczność siarczanu glinowego. Wykorzystanie tego zjawiska możliwe jest w pracach nad intensyfikacją procesu koagulacji.

3. Przebieg koagulacji w wodach miękkich z uwzględnieniem takich parametrów jak wielkość dawek koagulantu, wpływ zasolenia, wielkość kłaczków, przemawia za realizacją procesu metodą uproszczoną w złożach filtracyjnych.

## LITERATURA

1. A. L. KOWAL, A. M. DZIUBEK, J. MAĆKIEWICZ: Opinia o możliwości uzdatniania wód Kotliny Jeleniogórskiej. PZITS, Wrocław 1988 (praca nie publikowana).
2. J. MAĆKIEWICZ, L. MAJEK: Badania koagulacji wód miękkich wraz z projektem koncepcyjnym ZUW. Pol. Wrocław, 1989 (praca nie publikowana).

## EFFECT OF SALINITY LEVEL IN SOFT WATER ON THE EFFICIENCY OF THE COAGULATION PROCESS

*Model investigations were carried out to determine the influence of  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$  and  $\text{SO}_4^{2-}$  ions on the coagulation effect in soft water. The coagulation process was found to occur at a temporary hardness slightly above  $50 \text{ gCaCO}_3/\text{m}^3$ . The best removal efficiencies were obtained when temporary hardness ranged between 65 and 75 g*

*$\text{CaCO}_3/\text{m}^3$ . It should be noted that low alum doses were very effective. Low concentrations of  $\text{Cl}^-$  and  $\text{SO}_4^{2-}$  ( $\leq 40 \text{ g/m}^3$  and  $\leq 80 \text{ g/m}^3$ , respectively) were without any effect on the removal of pollutants. It was found that the increase in chlorides concentration from 40 to  $200 \text{ gCl}^-/\text{m}^3$  and in sulphates concentration from 80 to  $140 \text{ gSO}_4^{2-}/\text{m}^3$  brought about an increase in the efficiency of the alum dose during coagulation of soft water with a temporary hardness of  $65 \text{ gCaCO}_3/\text{m}^3$ . Salinity levels are also responsible for the size of the flocs.*