

### Obróbka wody chłodzącej dwutlenkiem chloru, biofilm

Złożone osady zanieczyszczeń, które mogą zawierać mikro i makrobiologiczne substancje, cząstki nieorganiczne i produkty korozji, stanowią istotny problem w odniesieniu do wydajności systemów wody chłodzącej, wymienników ciepła i systemów rurociągów. Pierwszym etapem powstawania zanieczyszczeń jest niekontrolowany wzrost mikroorganizmów na powierzchniach, ze wstępnym utworzeniem biofilmu w wyniku procesów życiowych żywych komórek i ich pozostałości metabolicznych czego efektem jest powstający śluz.

Mechanizm powstawania biofilmu (błony pochodzenia biologicznego) można podsumować w następujący sposób:

- powierzchnie pokrywane są pierwotnymi bakteriami kolonizującymi i innymi organizmami;
- w etapie przejściowym rozwijają się wielowarstwowe komórki, osadzające się w swoim materiale polimerowym;
- w etapie końcowym gęstość populacji szybko wzrasta, co prowadzi do powstawania biofilmu.

Biofilm jest substratem prowadzącym do osadzania się i przylegania innych materiałów biologicznych i nieorganicznych. Jednakże termin „obrastanie” jest używany w odniesieniu do końcowej mieszaniny biofilmu, zawiesiny ciał stałych, produktów korozji i makroorganizmów, które następnie przylegają i rosną na powierzchniach. Obrastanie osiąga maksymalny rozwój po przyłgnięciu organizmów morskich lub pochodzących z morza. Ogólnie rzecz ujmując rozróżniamy makro i mikro obrastanie. Makro-obrastanie odnosi się do wzrostu skorupiaków (*Barnacles*), mięczaków (*Mussels i Clams*) oraz koelenteratów (*Hydroids*), podczas gdy mikro-obrastanie dotyczy glonów i bakterii.

Obrastanie jest szkodliwe i powoduje:

- wyższe koszty eksploatacji, ponieważ mniejsza wymiana ciepła powoduje straty produkcyjne, a wzrost oporów przepływu wymaga większej ilości energii do pompowania;
- wyższe koszty konserwacji, w przypadku operacji czyszczenia lub wymiany uszkodzonych rur na skutek korozji pod obrostami lub przegrzania,
- krótszy czas pracy, ponieważ konieczne są dłuższe przestoje w celu oczyszczenia lub naprawy urządzeń.

W procesie obrastania istotne są również następujące parametry wody:

- temperatura - tempo wzrostu drobnoustrojów zależy od sezonowych wahań temperatury;
- rozpuszczony gaz - zawartość tlenu wpływa na wzrost wielu gatunków organizmów wodnych;
- dostępność składników pokarmowych (fosfor i azot) - są to podstawowe elementy niezbędne do biosyntezy;
- pH i zawiesiny ciał stałych.

Wzrostowi bio-obrastania można częściowo zapobiec w fazie projektowania, stosując odpowiednie materiały (np. miedź, stal nierdzewną AISI 316 lub obróbkę powierzchni specjalnymi polimerami) oraz poprzez wymiarowanie rur w taki sposób, aby uzyskać prędkość przepływu powyżej 1 m/s, która to będzie utrudniała przyleganie organizmów. Ponadto istnieją fizyczne i chemiczne metody



zapobiegania obrastaniu w instalacjach wody chłodzącej. Zabiegi fizyczne są stosowane głównie podczas przestojów. Oczyszczanie chemiczne opiera się na nieutleniających biocydach lub na utleniających biocydach, takich jak np. chlor gazowy, podchloryn sodu czy dwutlenek chloru. Zgodność z przepisami dotyczącymi jakości odprowadzanej wody oraz konieczność stosowania bezpiecznych biocydów, doprowadziła do wyboru dwutlenku chloru jako biocydu do systemów chłodzenia w dużych zakładach. Podchloryn sodu lub chlor są jak najbardziej skuteczne w zwalczaniu obrastania przy wodach o wysokiej zawartości substancji organicznych, jednakże prowadzą one do powstawania chlorowcowanych związków organicznych (w szczególności trójchlorometanów), które są uwalniane do środowiska. Czasami ilość chloru lub podchlorynu wymagana do utrzymania systemu w czystości jest tak duża, że wymaga użycia dodatkowego środka redukującego (w celu obniżenia wartości chloru resztkowego przy zrzucie). Taka sytuacja ma zdecydowanie mniejszy wymiar przy stosowaniu dwutlenku chloru.

### Przypadek 1

W hucie stali pobierane jest 120'000 m<sup>3</sup>/h eutroficznej wody morskiej z obszaru o ograniczonej wymianie wody z otwartym morzem. Po wykorzystaniu woda jest odprowadzana do innego, większego zbiornika morskiego, gdzie hodowane są omułki. Woda wejściowa jest biologicznie wysoko zanieczyszczona. Ma pH w zakresie 8,1 - 8,4 przy średniej temperaturze 27°C w lecie i 15°C w zimie. Do określania wskaźnika bio-obrastania stosowane są systematyczne pomiary, z których wynika, że średnia wartość obrotu wynosi 65 kg/m<sup>2</sup> rocznie, ale wiosną i latem wartość ta osiąga 10-15 kg/m<sup>2</sup> miesięcznie. Zapotrzebowanie wody zasilającej na ClO<sub>2</sub> wynosi od 1,2 do 1,8 mg/l. Po rozpoczęciu testów zastosowano ciągłe dawkowanie ClO<sub>2</sub> na poziomie 0,5 ppm, przy starannym monitorowaniu biomasy i kontroli wizualnej przez kamery i nurków. Dozowanie dwutlenku chloru ograniczyło przyrost biomasy w takim stopniu że dawkowanie mogło być zmniejszone do 0,5 mgClO<sub>2</sub>/l przez 10 godzin dziennie w czasie zimowym i 14 godzin dziennie w czasie letnim. Zabieg ten poza tym, że jest skuteczny, okazał się być przyjazny dla materiałów i środowiska.

### Przypadek 2

Dwutlenek chloru został użyty do kontroli rozwoju makro-obrostów (równowartość 25 kg/m<sup>2</sup> rocznie) w wodzie chłodzącej jednej z elektrowni o mocy 1 260 MWe. Elektrownia ta potrzebuje 120'000 m<sup>3</sup>/h wody morskiej. Dezynfekcje wody dwutlenkiem chloru stosowano w sposób ciągły w dawkach od 0,1 do 0,2 mgClO<sub>2</sub>/l ClO<sub>2</sub>, co odpowiada średnio 0,13 mgClO<sub>2</sub>/l rocznie. W zakładzie tym, przeprowadzono eksperymenty w celu uzyskania przybliżonych wskazań do stosowania dawek ClO<sub>2</sub>. Wzrost gatunków odpowiedzialnych za obrastanie został zahamowany przez ciągłe dawkowanie 0,07 ppm ClO<sub>2</sub> w miesiącach zimowych (grudzień - kwiecień) i 0,18 ppm w miesiącach letnich (maj - listopad). W związku ze słabym tworzeniem się produktów ubocznych degradacji ClO<sub>2</sub>, które były pod kontrolą we wszystkich fazach doświadczenia, dwutlenek chloru okazał się najskuteczniejszy w zwalczaniu tych zanieczyszczeń.



**PROFFICO**



Proffico Sp. z o.o.  
ul. Marszałkowska 84/92/72  
00-514 Warszawa

Biuro handlowe i serwis:  
ul. Wiejska 11  
05-530 Góra Kalwaria  
tel.: +48 22 350 60 67  
fax: +48 22 350 62 68  
biuro@proffico.com