



BIOCIDELE

Într-un sistem unde este folosită apa, de obicei, este stabilită o limită maximă tolerabilă a populației microbiene. Când aceste limite sunt cunoscute, de multe ori se impune o reducere drastică a numărului de bacterii și micro-organisme. Acest lucru poate fi realizat prin aportul de biocide: compuși chimici care sunt toxici pentru respectivele micro-organisme.

Biocidele sunt de obicei administrate lent unui sistem pentru a obține o reducere efectivă și eficientă a populației microbiene, reducere din care micro-organismele nu revin cu ușurință. Există mai multe tipuri de biocide, dintre care unele pot produce o gamă largă de efecte asupra multor tipuri de bacterii. Biocidele pot fi împărțite în agenți oxidanți și agenți non-oxidanți.

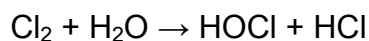
AGENȚI OXIDANȚI :

- CLORUL
- DIOXIDUL DE CLOR
- CLOROIZOCIANURILE
- HIPOCLORITUL
- OZONUL

CLORUL

Clorul este biocidul industrial cel mai frecvent folosit în prezent. A fost și este folosit pentru dezinfectarea resurselor de apă destinate consumului domestic, precum și pentru eliminarea pe o perioadă îndelungată a gustului și mirosului. Cantitatea de clor care trebuie adăugată într-un sistem de tratare a apei este determinată de mai mulți factori, respectiv nevoia de clor, perioada de contact, PH-ul și temperatura apei, volumul de apă de tratat și cantitatea de clor care se pierde prin degajare. Când clorul este introdus în apă, se formează acidul hipocloros și acidul clorhidric.

Procesul are loc conform următoarei reacții:



Acidul hipocloros este cel care oxidează citoplasma micro-organismelor, după difuzia sa prin membrana celulelor. Clorul împiedică producția de ATP (adenozintrifosfat), un compus esențial care intervine în mecanismul respirației microorganismelor. Bacteriile aflate în apă vor muri ca urmare a problemelor respiratorii cauzate de acțiunea clorului.

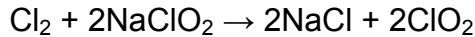
Cantitatea de clor care trebuie adăugată pentru a ține sub control înmulțirea bacteriilor este determinată de valoarea pH-ului. Cu cât pH-ul este mai mare, cu atât mai mult clor este necesar pentru a ucide bacteriile nedorite. Când valoarea pH-ului se situează între 8 și 9, trebuie adăugat 0,4 ppm de clor, iar când pH-ul este între 9 și 10, atunci sunt necesare 0,8 ppm.

DIOXIDUL DE CLOR

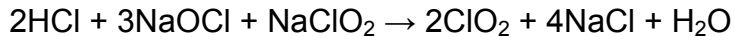


Dioxidul de clor este un biocid oxidant activ, care este folosit din ce în ce mai mult datorită faptului că are efecte mai puțin dăunătoare asupra mediului și sănătății umane în comparație cu clorul. Nu formează acid clorhidric în apă, el existând ca dioxid de clor dizolvat, un compus care este un biocid mai virulent decât clorul la valori bazice ale pH-ului.

Dioxidul de clor este un gaz instabil, exploziv, de aceea el trebuie generat sau produs pe loc, prin intermediul următoarelor reacții :



Sau



CLOROISOCIANURAȚII

Aceștia sunt compuși organici (organocloruri), care vor hidroliza în apă în acid hipocloros și acid cianhidric. Acidul cianhidric reduce pierderea de clor care se datorează reacției fotochimice cu razele UV, astfel încât va rămâne mai mult acid hipocloros disponibil care să acționeze ca biocid.

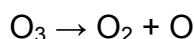
HIPOCLORITUL

Ionul de hipoclorit este un ion rezultat din acidul hipocloros: (ClO^-) se poate găsi sub diferite forme. De obicei este folosit sub formă de hipoclorit de sodiu (NaOCl) care mai este cunoscut și sub denumirea de hipoclorit de sodă sau apă de javel sau de hipoclorit de calciu ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$). Acești compuși pot fi folosiți ca biocid. Funcționează cam în aceeași manieră ca și clorul, fiind totuși ceva mai puțin eficienți.

OZONUL

Ozonul este în mod natural instabil. Poate fi folosit ca un puternic agent de oxidare atunci când este generat într-un reactor. Ca biocid acționează cam în același fel ca și clorul: împiedică formarea de ATP, astfel încât respirația celulară a micro-organismelor devine dificilă. În timpul oxidării cu ozon, de obicei, bacteriile mor ca urmare a pierderii elementului esențial vieții citoplasmei.

În timpul procesului de oxidare ozonul se descompune în oxigen și un atom de oxigen care se pierde în timpul interacțiunii cu fluidele celulare ale bacteriilor:



Cantitatea de ozon necesară pentru procesul de oxidare este determinată de o serie de factori precum pH-ul, temperatura, cantitatea de materiale organice și de solvenți prezente în apă și de cantitatea de produse de reacție acumulate.

Ozonul protejează mediul mult mai mult decât clorul pentru că acesta nu lasă reziduuri din propria sa substanță în apă, așa cum face clorul. Datorită descompunerii sale în oxigen nu pune în pericol viața acvatică.

De obicei, o cantitate dată de apă este tratată cu 0,5 ppm de ozon în mod continuu sau intermitent.



AGENȚI NON-OXIDANȚI

- ACROLEINA
- AMINELE
- FENOLII CLORURAȚI
- COMPUȘI ORGANO-SULFURICI
- SĂRURI DE AMONIU CUATERNARE

În multe cazuri agenții oxidanți nu sunt eficienți ca biocid. Atunci sunt folosiți agenții non-oxidanți.

ACROLEINA

Este un biocid extrem de eficient, care are un avantaj din punct de vedere al protecției mediului, în comparație cu agenții oxidanți, pentru că poate fi cu ușurință neutralizată cu sulfat de sodiu înainte de a fi evacuată în natură.

Acroleina are capacitatea de a ataca și denatura grupuri de proteine și reacțiile de sinteză enzimatică. Este introdusă în apă sub formă gazoasă în cantitate de 0,1 – 0,2 ppm pentru apele neutre sau ușor alcaline.

Acroleina nu este folosită des deoarece este extrem de inflamabilă și de asemenea toxică.

AMINELE

Aminele sunt excelenți agenți de suprafață (tensioactivanți), care pot acționa ca biocid datorită capacității lor de a ucide micro-organismele. Când sunt folosite în tratarea apei pot îmbunătăți efectul de biocid al fenolilor clorurați.

FENOLII CLORURAȚI

Fenolii clorurați, spre deosebire de biocidele oxidante, nu afectează respirația micro-organismelor. Ele intervin însă în procesul de creștere. Fenolii clorurați sunt mai întâi absorbiți prin membrana celulară datorită interacțiunii cu legăturile hidrogenate. După absorbție, se difuzează în celulă unde sunt în suspensie și precipită proteinele. Datorită acestui mecanism este inhibată creșterea micro-organismelor.

SĂRURILE DE CUPRU

Sărurile de cupru au fost mult timp folosite ca biocide dar utilizarea lor a fost mult restricționată în ultimii ani datorită preocupărilor legate de contaminarea cu metale grele. Ele sunt folosite în concentrații cuprinse între 1 până la 2 ppm.

Sărurile de cupru nu trebuie folosite atunci când apa care trebuie tratată se află depozitată în rezervoare de oțel datorită capacității lor de a coroda oțelul. De asemenea, nu trebuie folosite pentru tratarea apei potabile pentru că sunt toxice pentru oameni.

COMPUȘI ORGANO-SULFURAȚI



Compușii organo-sulfurați se comportă ca biocidele, inhibând creșterea celulelor. Există mai mulți compuși care acționează la diferite valori ale pH-ului.

În mod normal, energia este transferată în celulele bacteriilor când fierul trece de la Fe^{3+} la Fe^{2+} . Compușii organo-sulfurați elimină ionii Fe^{3+} . Transferul de energie din celule este stopat ceea ce duce la moartea imediată a celulelor.

SĂRURI DE AMONIU CUATERNARE

Acești compuși sunt în general mai eficienți împotriva bacteriilor la niveluri alcaline ale pH-ului. Sunt încărcăți pozitiv și vor crea legături cu porțiunile încărcate negativ ale peretelui celular. Aceste legături electrostatice vor determina bacteria să moară datorită tensiunilor create pe membrană. Prin micșorarea permeabilității membranei ei pot de asemenea să oprească fluxul de compuși din celule.

Folosirea acestor compuși este limitată datorită interacțiunii cu uleiul, atunci când acesta este prezent și de faptul că acești compuși pot determina formarea de spumă.