



COAGULARE ȘI FLOCULARE

Coagularea este ansamblul de fenomene fizico-chimice care face ca o suspensie stabilă de particule cu dimensiuni foarte mici – coloizii – să se separe în două faze distincte.

Flocularea este ansamblul de fenomene fizico-chimice care duc la agregarea particulelor pentru a forma floconi. Acest fenomen este reversibil, adică acești floconi se pot sparge prin, de exemplu, agitarea puternică a lichidului pentru a se ajunge la soluția coloidală inițială.

Coagularea și flocularea sunt adesea inseparabile. De fapt, coagularea, prin micșorarea forțelor de respingere dintre particule, favorizează ciocnirea acestora și formarea de agregate; flocularea, prin faptul că permite mărirea agregatelor, accelerează separarea fazelor.

Aceste două fenomene au aplicații multiple: în industria prelucrării laptelui, a vinului sau în fabricarea hârtiei.

Dar principala aplicație este tratarea apelor. Apa unui râu, apele uzate ale unei localități sau apele uzate rezultate din procese industriale conțin numeroși compuși care sunt cauza turbidității, a culorii sau chiar a toxicității acestor ape: materiale în suspensie, coloizi și materiale dizolvate.

Materialele în suspensie sunt particule solide (nisip, argila, diverși hidroxizi), organice (reactivi sau sub-produse ale unei activități industriale) sau microorganisme (alge, bacterii) a căror dimensiuni sunt peste un micron.

Materialele coloidale sunt particule care au aceeași origine ca și cele în suspensie, dar acestea au dimensiuni care sunt cuprinse între un micron și un nanometru (0,000001 mm). Materialele coloidale nu sedimentează.

Materialele dizolvate sunt molecule de mici dimensiuni, sub câțiva nanometri: anioni, cationi, complecși metalici, gaze dizolvate. Acestea nu pot fi separate prin tehnologii clasice de filtrare.

Coagulanții și floculanții sunt folosiți în tratarea apelor cu scopul de a uni particulele și coloizii conținuți în vederea creșterii dimensiunilor acestora pentru a ușura separația lor.

Tratarea apelor, mai ales a celor de uz domestic, implică operații la o scară foarte mare. Nici o altă tehnică de separare nu operează cu volume atât de mari. Este deci necesar, ținând cont de calitatea și de constanța rezultatelor dorite, să se dispună de un procedeu performant.

Tehnica filtrării prin membrane s-a dezvoltat foarte mult în acest domeniu dar coagularea-flocularea rămâne în prezent procedeu fizico-chimic cel mai economic în raport cu cantitatea de particule eliminate. Sedimentarea este practic cea mai economică metodă de separare având în vedere consumul de energie. Tehnologiile cele mai recente impun o viteză de sedimentare de minimum un metru pe oră. Această viteză corespunde vitezei de sedimentare a unei particule de siliciu cu diametrul de 1,7 micrometri într-o apă cu temperatura de 20°C. Nu este posibilă o separare care să realizeze aceste viteze de sedimentare cu echipamentele disponibile într-o stație de epurare a bacteriilor izolate (viteza de sedimentare de 50 cm/h) și cu atât mai puțin a unui virus care are nevoie de doi ani pentru a parcurge un metru. Coagularea-flocularea permite transformarea acestor particule coloidale în floculi cu dimensiuni cuprinse între 100 micrometri și câțiva milimetri, dimensiuni ce asigură o sedimentare rapidă.



Particulele în suspensie în apă sunt acționate de forțe contrare datorită faptului că, la valori normale ale pH-ului cuprinse între 5 – 8, suprafața coloizilor este încărcată cu sarcină electrică negativă. Atunci când, ca urmare a mișcării browniene ele se apropie, forța electrostatică le va îndepărta. Se pot micșora aceste forțe de respingere prin adăugarea de cationi (ioni cu sarcina electrică pozitivă). Aceștia vor fi adsorbiți de particulele în suspensie și vor neutraliza forțele de respingere.

Particulele coloidale prezente în apă nu pot să sedimenteze din cauza dimensiunilor reduse pe care le au. Ele nu pot să se aglomereze din cauză că sunt încărcate cu sarcină electrică negativă ceea ce le face să se respingă. Pentru a favoriza separarea coloizilor, pe de o parte trebuie destabilizată suspensia prin anularea sarcinii electrice a suspensiilor – etapa care este numită coagulare – și, pe de alta parte, să se realizeze creșterea dimensiunilor floculilor rezultați din coagulare – etapa denumită floclare.

Etapa de coagulare corespunzătoare adsorbției cationilor și neutralizării sarcinii electrice a coloizilor este un proces fizico-chimic rapid. Parametri care influențează această etapă sunt sarcina electrică a ionilor și, mai ales, concentrația de coloizi. Dificultatea tehnică de realizare a acestei etape constă în difuzia și omogenizarea coagulanților în apa de tratat. Alegerea punctului de injecție a produsului coagulant este foarte importantă.

După faza de coagulare, particulele foarte mici conținute de suspensie, ca urmare a mișcării browniene, se vor întâlni și vor forma floclii. Floclarea se va realiza cu atât mai repede cu cât temperatura apei este mai ridicată și cu cât vâscozitatea ei este mai scăzută. După formarea microfloclilor în etapa de coagulare, probabilitatea ciocnirii acestora este mică și viteza de desfășurare a procesului de floclare este determinată de viteza particulelor datorată energiei de agitație. Rapiditatea procesului de floclare este determinată de viteza particulelor, concentrația acestora în apă și de dimensiunea lor.

Se poate optimiza agitația particulelor prin amestecare lentă timp de 10 până la 30 minute având în vedere ca viteza acestei amestecări să fie suficient de lentă pentru a nu forfecă sau rupe floconii formați care sunt cu atât mai fragili cu cât dimensiunea lor este mai mare. Viteza de desfășurare a etapei de floclare este determinată de acest proces lent de creștere a floclilor prin ciocnirea particulelor.

Reactivii de coagulare și floclare sunt produse de origine minerală (săruri de aluminiu sau de fier), polimeri naturali sau polimeri sintetici. Polimerii sunt mult mai scumpi decât coagulanții minerali dar faptul că se folosesc în cantități mult mai mici poate compensa diferența de preț.