

Ozonowanie katalityczne - wpływ zanieczyszczeń katalizatorów na ich aktywność katalityczną

Ozon jest silnym utleniaczem szeroko stosowanym w technologii uzdatniania wody i ścieków. Nieuzdatniona woda zanieczyszczona jest związkami organicznymi, które mogą być szkodliwe dla zdrowia człowieka. Ze względu na wysoki potencjał utleniający ozonu głównym celem jego zastosowania w procesie uzdatniania jest zapewnienie chemicznego bezpieczeństwa wody pitnej tj. utlenienie szkodliwych zanieczyszczeń wody. Ozon wprowadzony do wody jest cząsteczką niestabilną i ulega rozpadowi na znacznie silniejsze czynniki utleniające: rodniki hydroksylowe. Większość organicznych zanieczyszczeń wody jest utlenianych na drodze rodnikowej, dlatego czyni się starania w celu efektywnego generowania rodników hydroksylowych. Istnieje wiele sposobów by podwyższyć ilość rodników w roztworze: wyższe pH, dodatek H_2O_2 , naświetlanie UV, a także wprowadzenie katalizatora do wody.

Zastosowanie ozonowania katalitycznego ma na celu zwiększenie szybkości mineralizacji zanieczyszczeń. Gdy do wody wprowadzi się katalizator możliwa jest jedna z trzech ścieżek reakcji: 1) ozon adsorbuje się na powierzchni katalizatora, 2) cząsteczka związku adsorbuje się na powierzchni katalizatora, 3) zarówno ozon jak i cząsteczka związku adsorbują się na powierzchni katalizatora. Mimo wielu lat badań oraz niezliczonej liczby publikacji, nadal niewiele wiadomo na temat mechanizmu ozonowania katalitycznego. W opublikowanych do tej pory pracach przedstawionych wiele sprzecznych rezultatów. Oznacza to, iż reakcje katalityczne nadal są niezrozumiałe, albo podczas prowadzonych badań popełniano błędy eksperymentalne. W niniejszej rozprawie podkreślono kontrowersyjne rezultaty oraz kontrowersyjne hipotezy na temat mechanizmu ozonowania katalitycznego.

Celem niniejszej rozprawy jest wytłumaczenie części z przedstawionych kontrowersji. Do badań wybrano dwa łatwo komercyjnie dostępne katalizatory: tlenki glinu oraz węgle aktywne. W przypadku tlenków glinu notuje się sporo sprzecznych doniesień na temat aktywności katalitycznej, które można podzielić na dwie grupy. W pierwszej grupie prac wykazuje się, iż tlenek glinu jest katalizatorem i przyczynia się do zwiększonej mineralizacji związków organicznych zawartych w wodzie. W drugiej grupie prac wskazuje się, Al_2O_3 nie jest katalizatorem rozpadu ozonu i nie przyczynia się do mineralizacji związków organicznych. W niniejszej rozprawie wyjaśniono dlaczego notuje się tak sprzeczne doniesienia. Pokazano w jaki sposób zanieczyszczenia katalizatorów wpływają na obserwowany efekt katalityczny oraz niepoprawną interpretację mechanizmu reakcji. Przedstawiono jakościowy i ilościowy skład ekstraktów otrzymanych po oczyszczeniu tlenków wodą. Sód jest głównym zanieczyszczeniem tlenków glinu. Rozpuszczanie sodu, po wprowadzeniu tlenu do wody powoduje wzrost pH i stąd prowadzi do wzmożonego tworzenia rodników hydroksylowych. Niniejsza rozprawa potwierdza iż Al_2O_3 nie jest katalizatorem rozpadu ozonu, ale może być efektywnie wykorzystany jako katalizator, gdy cząsteczka związku jest zaadsorbowana na powierzchni tlenku.

Drugą grupą badanych katalizatorów były węgle aktywne. Węgle aktywne są w znacznym stopniu zanieczyszczone związkami mineralnymi. W niniejszej rozprawie przedstawiono ilościowy i jakościowy skład zanieczyszczeń mineralnych badanych węgli. Pokazano, iż zanieczyszczenia przyczyniają się do „dodatkových” efektów katalitycznych. Obserwowane rezultaty są wynikiem wzrostu pH spowodowanego rozpuszczaniem zanieczyszczeń metali alkalicznych po wprowadzeniu węgla do wody. Zmiany te są często nieuświadomione, szczególnie wówczas gdy nie prowadzi się ścisłej kontroli pH podczas procesu katalitycznego. Podobnie jak w przypadku tlenków glinu w wielu opublikowanych pracach nie przywiązuje się zbytnej uwagi do kontroli pH. W niniejszej rozprawie wykazano także, iż zastosowanie buforu nie zawsze zapewnia stabilizację pH i wyjaśniono dlaczego obserwuje się takie rezultaty.