

## **Streszczenie pracy doktorskiej – Wojciech Biernacki**

Ozon jest reaktywną alotropową formą tlenu. Stosowany jest jako utleniacz zanieczyszczeń i środek dezynfekcyjny w technologii uzdatniania wody i oczyszczania ścieków. Częsteczkowy ozon nie jest jednak w stanie zmineralizować wszystkich zanieczyszczeń. Aby zmaksymalizować zdolności utleniające ozonu, rozkłada się go w taki sposób, by generować rodniki hydroksylowe, które są silniejszymi i bardziej uniwersalnymi utleniaczami od samego ozonu. Jednym z potencjalnych sposobów rozłożenia ozonu do rodników hydroksylowych jest rozpad cząsteczek ozonu na powierzchni węgla aktywnych. Choć proces ten był wielokrotnie badany przez ostatnie dekady, nie ma zgodności co do jego przebiegu, mechanizmu, kinetyki, a nawet produktów. Propozycje wyjaśnienia obserwowanych zjawisk są bardzo różnorodne i często przeczą sobie nawzajem.

Stabilność ozonu w roztworze silnie zależy od jego pH, gdyż aniony hydroksylowe inicjują łańcuchową reakcję rozpadu ozonu. Z tego powodu, aby skupić się na zjawiskach powierzchniowych, eksperymenty warto prowadzić w niskich pH, by udział homogenicznego rozpadu ozonu w całości proces rozpadu był jak najmniejszy.

Niniejsza praca ma na celu sprawdzenie wątpliwości spotykanych w literaturze, zidentyfikowanie ich źródła i zaproponowanie wyjaśnienia. Szczególną uwagę zwrócono na obserwowaną kinetykę rozpadu ozonu i jak na nią wpływają zmiany parametrów eksperymentalnych. W dalszej perspektywie może przyczynić się do lepszego zrozumienia zjawiska rozpadu ozonu na węglu. To z kolei ułatwi modelowanie zjawisk zachodzących w technologii uzdatniania wody i projektowanie instalacji wykorzystujących te zjawiska.

W toku wykonywania niniejszej pracy doktorskiej wyznaczono, w jaki sposób stała szybkości procesu rozkładu ozonu w niskim pH zależy od następujących parametrów:

- i) Dawka węgla aktywnego
- ii) Początkowe stężenie ozonu
- iii) Rozmiar ziaren węgla
- iv) Szybkość mieszania układu

Sprawdzono, jak na przebieg procesu rozpadu wpływają dodatkowe czynniki:

- i) Obecność zmiataczy wolnych rodników (chlorki i TBA)

- ii) Zmiany pH (w zakresie pH kwasowego)

Sprawdzono, do którego rzędu kinetycznego (względem ozonu) najlepiej dopasowują się otrzymywane wyniki. Z otrzymanych rezultatów wyciągnięto następujące wnioski:

- i) W całym zakresie wszystkich badanych zmiennych eksperymentalnych, procesy rozpadu ozonu są najlepiej dopasowane do kinetyki rzędu półowkowego.
- ii) Dyfuzja cząsteczek ozonu z roztworu do powierzchni węgla jest głównym zjawiskiem ograniczającym szybkość procesu rozpadu.
- iii) Parametrem węgla aktywnego, od którego najsilniej zależy szybkość procesu rozkładu ozonu jest zewnętrzna powierzchnia jego ziaren.

Na podstawie tych wniosków zaproponowano, że:

- i) Reakcje rozpadu ozonu na węglu aktywnym mają po części charakter rodnikowy.
- ii) Reakcje te zachodzą niemal wyłącznie na powierzchni węgla, ewentualnie w warstwie przypowierzchniowej.
- iii) Mają one ponadto charakter autokatalityczny.

Zaproponowano mechanizm uwzględniający niskie pH i odrzucający reakcje, których substraty w niskich pH występują w stężeniach zbyt małych by brać je pod uwagę. Dzięki niniejszej pracy można wyjaśnić, dlaczego:

- i) Obserwowana kinetyka jest kinetyką rzędu półowkowego.
- ii) Zmiatacze wolnych rodników mają ograniczony wpływ na rodnikowy proces rozpadu ozonu na powierzchni węgla.
- iii) Stałe szybkości zmieniają się w często nieoczekiwany sposób wraz ze zmianą parametrów procesu.

Ponadto, stwierdzono, że:

- i) Stopień skomplikowania procesu rozpadu ozonu na węglu do pewnego stopnia uzasadnia ilość nieścisłości i kontrowersji w literaturze dotyczącej tego procesu.
- ii) Choć proponowane w niniejszej pracy wyjaśnienia są oparte na twardych danych eksperymentalnych, nie można było uniknąć pewnych spekulacji co do proponowanego mechanizmu zachodzenia opisywanych zjawisk, czego zresztą nie uniknął żaden z autorów publikujących swoje przemyślenia na ten temat.