

BADANIA NAD POPRAWĄ EFEKTYWNOŚCI PROCESU WYTWARZANIA OZONU W WYBRANYCH WYŁADOWANIACH ELEKTRYCZNYCH STABILIZOWANYCH BARIERĄ DIELEKTRYCZNĄ

dr inż. Sławomir Jodzis

*Zakład Technologii Nieorganicznej i Ceramiki,
Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej*

Przemysłowa metoda wytwarzania ozonu polega na poddawaniu tlenu lub osuszonego powietrza działaniu wyładowań elektrycznych rozproszonych w przestrzeni wyładowczej dzięki użyciu stałego dielektryka (bariery dielektrycznej). Metoda ta, zwana elektroplazmową, należy do niezwykle energochłonnych. Jej sprawność energetyczna zwykle nie przekracza kilkunastu procent sprawności teoretycznej, nawet jeśli proces jest prowadzony w zakresie niskich stężeń ozonu. Ze wzrostem stężenia ozonu sprawność procesu znacznie maleje. Mimo to metoda elektroplazmowa jest powszechnie stosowana.

Celem przeprowadzonych badań było określenie przyczyn uzyskiwania niskich sprawności procesu, a następnie podjęcie próby realizacji procesu w warunkach korzystniejszych od obecnie stosowanych.

Czynnikiem powszechnie uznawanym za niekorzystnie wpływający na uzyskiwane stężenie ozonu, a więc także na sprawność energetyczną procesu, jest wysoka temperatura (domyślnie: cieczy chłodzącej albo gazu), którą uważa się za czynnik powodujący rozkład ozonu. Jednak, co wykazano eksperymentalnie, stwierdzenie takie nie jest w pełni poprawne. Ani temperatura gazu, ani temperatura cieczy chłodzącej nie jest zasadniczą przyczyną rozkładu ozonu w zakresie typowych wartości obu parametrów. Na podstawie pomiarów kinetycznych przeprowadzonych w specjalnie zaprojektowanej aparaturze wykazano, że bezpośrednią przyczyną rozkładu ozonu jest energia dostarczana do kanałów mikrowyładowań, a więc energia przeznaczona na wytworzenie ozonu. Rozkład ozonu, nawet stężonego, nie zachodzi przy wysokiej temperaturze cieczy chłodzącej dopóki nie zostaną wytworzone kanały mikrowyładowań. Analizując uzyskane dane kinetyczne opracowano metodę wyznaczania granicznych stężeń ozonu (nie osiąganym w warunkach technicznych), a na ich podstawie obliczono jaką część ozonu traci się w warunkach procesu na skutek występowania w kanałach mikrowyładowań temperatur znacznie przekraczających temperaturę otaczającego go gazu.

Uzyskane rezultaty wskazały dobitnie na szansę uzyskania wyższych stężeń ozonu, jeśli choć częściowo zapobiegnie się jego rozkładowi. Stało się oczywiste, że konieczne jest jak najszybsze obniżenie temperatury gazu bezpośrednio w kanałach mikrowyładowań, zaraz po zajściu pożądanym reakcji. Potrzebny efekt uzyskano (poza obniżeniem temperatury cieczy chłodzącej, co oczywiste), radykalnie zmieniając charakter przepływu gazu przez przestrzeń reakcyjną. Wymuszając przepływ gazu z prędkością liniową stale rosnącą wzdłuż reaktora doprowadzono do intensyfikacji procesu mieszania gazu objętego mikrowyładowaniami z gazem otaczającym kanały mikrowyładowań. W ten sposób, poza szybszym ochłodzeniem gazu w kanałach, uzyskano także przyspieszony efekt wyrównywania się stężeń produktu pomiędzy tymi obszarami. Oba efekty spowalniają proces rozkładu ozonu. Ponieważ prędkość liniowa gazu wzrastała jednocześnie ze wzrostem stężenia ozonu w strumieniu reagentów, uzyskano również skrócenie czasu przebywania przereagowanego gazu w końcowych strefach wyładowań, chroniąc zawarty w nim ozon przed rozkładem.

Na podstawie uzyskanych wyników doświadczalnych zaproponowano model matematyczny zmian temperatury gazu w kanałach mikrowyładowań i w ich otoczeniu, charakteryzujący dynamikę tych zmian w funkcji czasu.