

Mgr inż. Joanna Woroszył-Wojno

Wydział Chemiczny

Politechnika Warszawska

## **STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ**

### **Badania rozkładu toluenu, jako modelowego imitatora substancji smolistych powstających w procesie zgazowania biomasy, w układzie plazmowym i plazmowo-katalitycznym**

W ostatnich latach obserwowany jest wzrost znaczenia biomasy pochodzenia roślinnego lub zwierzęcego, jako odnawialnego źródła energii. Jednym ze sposobów wykorzystania biomasy do produkcji energii jest uzyskiwanie z niej paliw gazowych w procesach zgazowania i pirolizy. Procesy te pozwalają zagospodarować odpady produkcji przemysłowej i rolnej. Powstające w trakcie procesów smoły, składające się głównie z mono i policyklicznych węglowodorów aromatycznych, mogą osadzać się na ścianach reaktora oraz powodować zatykanie i uszkodzenie silników oraz turbin. Aby umożliwić zastosowanie gazu, po zgazowaniu lub pirolizie biomasy, w silnikach, turbinach i dalszej syntezie, należy go oczyścić.

Do badania procesu rozkładu toluenu, jako imitatora smół, wykorzystano układ plazmowy i plazmowo-katalityczny z zastosowaniem plazmy wyładowania ślizgowego i katalizatorów niklowych. Zastosowano katalizatory przemysłowe i spreparowane samodzielnie. Ze względu na swoją trwałość i niską toksyczność do badań zastosowano toluen. Badania prowadzono pod ciśnieniem atmosferycznym, stosując gaz o składzie zbliżonym do powstającego w wyniku zgazowania biomasy. Stosowano mieszaninę składającą się z CO, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> i N<sub>2</sub>. Całkowite natężenie przepływu gazu wynosiło 1 i 1,5 Nm<sup>3</sup>/h. Początkowe stężenie toluenu wynosiło 2000-6000 ppm (8,8-22,6 g/Nm<sup>3</sup>).

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań stwierdzono, że możliwy jest niemal całkowity (99%) rozkład toluenu jako substancji modelowej w układzie plazmowo-katalitycznym z wykorzystaniem katalizatora niklowego G-0117. Tak oczyszczony gaz może być wykorzystany w silnikach spalinowych. W badanych układach stopień przemiany toluenu zależał zarówno od mocy wyładowania jak i od temperatury katalizatora, a reakcje zachodziły w plazmie i na katalizatorze. W zależności od stosowanego układu, proces mógł być mniej lub bardziej zależny od jednego z tych procesów. Wykazano, że dodatek wapnia w nośniku

katalizatora wpływał korzystnie na odporność katalizatora na dezaktywację. Zawartość wapnia w nośniku nie mogła być zbyt wysoka ponieważ wpływała niekorzystnie na proces rozkładu toluenu.

Na podstawie uzyskanych wyników badań wykazano, że podwyższona zawartość wodoru w gazie początkowym miała pozytywny wpływ na rozkład toluenu w układach plazmowo-katalitycznych, w których powstawały duże ilości metanu lub w takich, w których katalizator miał dużą ilość centrów aktywnych, na których mógł zachodzić rozkład toluenu.

Zbadano również wpływ zachodzących w układach plazmowym i plazmowo-katalitycznym reakcji na wartość opałową otrzymanego gazu. Za pomocą chromatografów gazowych oraz spektrometru mas oznaczano skład gazu oraz produkty rozkładu toluenu takie jak benzen, 1-metylocykloheksa-1,3-dien, alkohol benzylowy, 3-heksen-2-on oraz produkty reakcji pośrednich produktów rozkładu substancji smolistej takie jak difenylometan i 4-hydroksybenzofenon.

Na podstawie wyników analizy XRD określono formy fazy aktywnej katalizatorów przed i po procesie, a zmiany zachodzące na ich powierzchni obserwowano z zastosowaniem SEM i spektrometru EDS. Na podstawie wyników tych badań i wyników szczegółowej analizy składu gazu po procesie zaproponowano mechanizm rozkładu toluenu. W warunkach procesu katalizatory mogły ulegać redukcji do metalicznej formy niklu, a na powierzchni niektórych z nich obserwowano tworzenie depozytów węglowych i nanowłókien, które mogą powodować ich dezaktywację.

Przeprowadzone badania z wykorzystaniem katalizatorów przemysłowych i otrzymanych samodzielnie umożliwiły ocenę wpływu zawartości i formy fazy aktywnej katalizatora oraz składu i budowy nośnika na przebieg procesu rozkładu substancji modelowej oraz trwałość katalizatora. Użycie wysokich natężeń przepływu gazu i składu gazu zbliżonego do otrzymywanego w wyniku zgazowania biomasy pozwoliło na przeprowadzenie badań w warunkach bardziej zbliżonych do rzeczywistych niż stosowanych dotychczas w badaniach. Szeroki zakres mocy wyładowania ślizgowego i stosowanych stężeń toluenu pozwoliły na wykazanie zależności między tymi parametrami, a stopniami przemiany substancji smolistej.

**Słowa kluczowe:** plazma wyładowania ślizgowego, układ plazmowo-katalityczny, rozkład smół, katalizatory nikłowe