

mgr inż. Mateusz Wnukowski

Tytuł przygotowanej rozprawy doktorskiej

**KONDYCJONOWANIE GAZU GENERATOROWEGO OTRZYMANEGO ZE
ZGAZOWANIA BIOMASY PLAZMĄ MIKROFALOWĄ**

Promotor: **prof. dr hab. inż. Włodzimierz Kordylewski**

Streszczenie pracy

Proces zgazowania biomasy w niedalekiej przyszłości może okazać się kluczową technologią w wielu dziedzinach związanych z energetyką, przemysłem chemicznym i paliwowym. Technologia ta cieszy się niesłabnącym zainteresowaniem od blisko trzydziestu lat. Jej znaczenie wynika z faktu nieubłagania uszczuplających się zasobów paliw kopalnych, jej odnawialnego charakteru i neutralności w kontekście emisji CO₂, ale przede wszystkim z szerokiego spektrum zastosowania produktu zgazowania, czyli gazu generatorowego (zwanego również syngazem). W istocie, gaz generatorowy może być utylizowany w urządzeniach cieplnych, ale może również służyć syntezie związków organicznych oraz produkcji wodoru.

Pomimo tych zalet, zgazowanie biomasy związane jest z wieloma trudnościami, które stanowią istotną barierę w szerokiej komercjalizacji tej technologii. Jednym z ważniejszych czynników, który wpływa na taki stan rzeczy jest obecność smół w gazie generatorowym. Są to szkodliwe związki chemiczne (węglowodory) o dużej lepkości, które łatwo kondensują i mogą prowadzić do poważnych awarii pracującej instalacji. Znaczenie tego problemu skutkuje badaniami i rozwojem wielu metod redukcji zawartości smół w gazie generatorowym. Do takich metod należy zastosowanie plazmy, która wykazuje wysoką skuteczność w konwersji związków smół.

Plazma mikrofalowa wydaje się szczególnie obiecująca do tego celu, gdyż zapewnia zarówno obecność reaktywnych cząstek, takich jak rodniki i elektrony, jak i wysoką temperaturę. Obydwa te czynniki odgrywają znaczącą rolę w konwersji związków smół.

Głównym celem pracy było określenie skuteczności plazmy mikrofalowej w konwersji związków smół oraz analiza wpływu podstawowych składników gazu generatorowego, tj. CO, CO₂, CH₄, H₂O i N₂, na ten proces. Do ważnych celów należało również wykazanie interakcji pomiędzy podstawowymi składnikami syngazu, identyfikacja produktów kondycjonowania gazu plazmą, a także charakterystyka wyładowania plazmy mikrofalowej w obecności podstawowych składników syngazu.

W pracy postawiono następująco brzmiącą tezę: „Zastosowanie plazmy mikrofalowej umożliwi osiągnięcie wysokiego stopnia konwersji związków smół, przy czym decydującą rolę w tym procesie będzie odgrywała wysoka temperatura plazmy oraz rodniki pochodzące z podstawowych składników gazu generatorowego.”

Zakres pracy obejmował szerokie spektrum badań z wykorzystaniem plazmy azotowej, plazmy wytworzonej w sztucznym gazie generatorowym oraz w rzeczywistym gazie otrzymanym ze zgazowania osadów ściekowych. Badania uwzględniały wyznaczenie stopnia konwersji związków smół w zależności od składu gazu, jego przepływu objętościowego, mocy mikrofal oraz stężenia i rodzaju konwertowanych związków smół. Dużo uwagi poświęcono analizie jakościowej i ilościowej produktów w gazie po-procesowym. W analizach tych znaczącą rolę odgrywały techniki chromatografii gazowej (GC). Dodatkowo, zakres pracy obejmował również diagnostykę wyładowania plazmy mikrofalowej, głównie z wykorzystaniem optycznej spektroskopii emisyjnej (OES).

Przeprowadzone badania wykazały, że w odpowiednich warunkach plazma mikrofalowa umożliwi osiągnięcie stopnia konwersji związków smół sięgającego ok. 98%. Co więcej, związki smół konwertowane są do cennych produktów, takich jak lekkie węglowodory, CO i H₂. W pracy wykazano również, że w obecności rodników O, OH i H proces konwersji związków smół był efektywniejszy. Rodniki te, pochodzące od CO₂, H₂ i H₂O zawartych w gazie generatorowym, mogą powstawać w wyniku oddziaływania wysokiej temperatury, ale proces ten może być również intensyfikowany poprzez wzbudzone cząstki obecne w plazmie. Wysoka temperatura plazmy zapewnia nie tylko wysoką populację rodników, ale również przyspiesza proces termicznego rozkładu

związków smół i ich interakcji z rodniami. O ile dodatek H_2O , CO_2 i H_2 skutkowało zwiększeniem stopnia konwersji związków smół, o tyle obecność CH_4 (i rodników oraz produktów powstałych z jego rozkładu) skutkowało jego zmniejszeniem. Podsumowując, otrzymane wyniki potwierdziły tezę pracy.

Bazując na wynikach pracy, można stwierdzić, że plazma mikrofalowa ma wysoki potencjał w kondycjonowaniu gazu generatorowego. Jednakże przeprowadzone badanie wykazały dużą energochłonność procesu oraz inne problematyczne kwestie, takie jak np. powstawanie związków azotu. Rozwiązanie tych problemów wymaga dalszych badań i optymalizacji procesu, które zasugerowano w pracy. Jednocześnie, wyniki otrzymane w pracy sugerują, że najlepsze wykorzystanie metody plazmowego usuwania smół wystąpi przy wytwarzaniu syngazu niezbędnego do produkcji wodoru lub węglowodorowych frakcji paliwowych. Procesy te wymagają gazu o dużej zawartości wodoru i wyjątkowo niskim stężeniu związków smół oraz źródła ciepła niezbędnego w procesach technologicznych. Czynniki te są zapewnione w procesie plazmowego kondycjonowania gazu generatorowego, a cena uzyskiwanych tą drogą produktów może usprawiedliwiać energochłonność metody.

Mateusz Unklesler