



Poznań, dn. 18.02.2016 r.

mgr Justyna Weronika Kaźmierczak-Rażna
Pracownia Chemii Stosowanej
e-mail: justykaz@amu.edu.pl

Streszczenie rozprawy doktorskiej pt. „Właściwości fizykochemiczne i zdolności sorpcyjne adsorbentów węglowych otrzymanych z zastosowaniem promieniowania mikrofalowego”

Termin węgle aktywne oznacza amorficzne materiały węglowe charakteryzujące się wysokim stopniem porowatości i rozwiniętą powierzchnią wewnętrzną. Ich preparatyka opierają się na jednym z dwóch mechanizmów tj. aktywacji fizycznej lub chemicznej. Aktywacja fizyczna obejmuje zazwyczaj dwa etapy: karbonizację (pirolizę) materiału wyjściowego w podwyższonej temperaturze, w atmosferze gazu obojętnego, a następnie aktywację otrzymanego karbonizatu. Innym wariantem aktywacji fizycznej, podczas którego obydwie etapy zachodzą w tym samym czasie, jest aktywacja bezpośrednia. Kolejnym sposobem otrzymywania węgla aktywnych jest proces aktywacji chemicznej. Jest to zazwyczaj proces jednoetapowy, polegający na zaimpregnowaniu lub wymieszaniu fizycznym czynnika aktywującego z prekursorem, który poddawany jest następnie obróbce termicznej w atmosferze gazu obojętnego. Na właściwości fizykochemiczne uzyskanego w ten sposób produktu wpływa kilka parametrów, spośród których należy wymienić przede wszystkim: rodzaj prekursora i czynnika aktywującego oraz warunki prowadzenia procesów karbonizacji i aktywacji.

Prekursorami, czyli surowcami do otrzymywania węgla aktywnych mogą być dowolne materiały zawierające węgiel w połączeniach organicznych. Najczęściej używanymi do produkcji węgla aktywnych prekursorami są obecnie: torf, drewno oraz węgle kopalne. Jednak rosnące zapotrzebowanie na węgle aktywne i jednocześnie zaostrzenie wymagań odnośnie ochrony środowiska powodują, iż poszukuje się nowych surowców oraz technologii do ich wytwarzania. Duże znaczenie ekonomiczne i ekologiczne ma wykorzystanie do tego celu wszelkiego rodzaju surowców odpadowych zarówno przemysłowych, jak i rolniczych. Zastosowanie tego typu surowców stanowi nie tylko doskonały sposób ich utylizacji, ale



przede wszystkim pozwala na otrzymanie tanich adsorbentów o ciekawych właściwościach fizykochemicznych i szerokim potencjale wykorzystania.

Przemysłowe metody produkcji adsorbentów węglowych oparte są na ogrzewaniu konwencjonalnym. Charakteryzują się one jednak wieloma wadami m.in. nierównomiernym ogrzewaniem próbki, czy też prowadzeniem procesów pirolizy i aktywacji w stosunkowo wysokich temperaturach. Wady te wymuszają konieczność poszukiwania nowych sposobów wytwarzania materiałów węglowych. Jedną z takich metod jest wykorzystanie energii promieniowania mikrofalowego. Ogrzewanie za pomocą promieniowania mikrofalowego charakteryzuje się wieloma zaletami w porównaniu z ogrzewaniem konwencjonalnym, do których zaliczyć można: selektywność, bezkontaktowość oraz fakt, że zachodzi ono równomiernie w całej objętości materiału. Tego typu ogrzewanie opiera się na konwersji energii elektromagnetycznej w energię cieplną, w przeciwieństwie do przenoszenia ciepła według klasycznego mechanizmu konwekcji, polegającego na przewodzeniu i promieniowaniu. Różnica ta pozwala przede wszystkim na skrócenie czasu ogrzewania oraz oszczędność energii.

Celem naukowym mojej rozprawy doktorskiej była preparatyka i fizykochemiczna charakterystyka sorbentów węglowych otrzymanych z poprodukcyjnych i poprzemysłowych materiałów odpadowych z wykorzystaniem promieniowania mikrofalowego oraz zbadanie ich pod kątem możliwości wykorzystania w procesie usuwania zanieczyszczeń z fazy gazowej. Dodatkowo podjęłam próbę wyznaczenia optymalnych parametrów otrzymywania tego typu adsorbentów oraz ich modyfikacji, w celu poprawy właściwości fizykochemicznych i zdolności sorpcyjnych.

W ramach realizowanej pracy doktorskiej przeprowadziłam cykl badań związanych z wykorzystaniem promieniowania mikrofalowego do otrzymywania adsorbentów węglowych z materiałów odpadowych, takich jak: trociny drzew iglastych oraz niskiej jakości siano. W pierwszej kolejności przeprowadziłam proces karbonizacji surowców odpadowych w różnych wariantach temperaturowych. Następnie otrzymane karbonizaty, jak również część materiałów wyjściowych poddałam procesowi aktywacji fizycznej za pomocą tlenu



węgla(IV) w różnych wariantach temperaturowych i czasowych. Wszystkie otrzymane materiały poddałam ocenie zdolności sorpcyjnym wobec NO_2 oraz H_2S .

W celu dokładnej charakterystyki uzyskanych materiałów węglowych wykonałam analizę elementarną prekursorów, karbonizatów i węgla aktywnych, pomiar pH karbonizatów oraz węgla aktywnych (przed i po procesie adsorpcji), pomiary teksturalne dla węgla aktywnych, oznaczenie rodzaju i ilości powierzchniowych tlenowych grup funkcyjnych oraz badanie stabilności termicznej.

Z badań przeprowadzonych na węglach aktywnych otrzymanych z materiałów odpadowych wynika, iż zastosowanie promieniowania mikrofalowego jest skuteczną metodą ich preparatyki. Otrzymane materiały charakteryzują się mikroporowatym charakterem struktury i powierzchnią wewnętrzną mieszczącą się w przedziale od 84 do 426 m^2/g .

W toku przeprowadzonych badań nad adsorbentami otrzymanymi z zastosowaniem ogrzewania mikrofalowego zaobserwowałam, że w zależności od rodzaju użytego surowca wyjściowego można otrzymać węgle aktywne o zróżnicowanym charakterze kwasowo-zasadowym powierzchni. Sorbenty węglowe otrzymane poprzez aktywację bezpośrednią i fizyczną niskiej jakości siana wykazują zasadowy charakter powierzchni, podczas gdy węgle otrzymane z trociny posiadają powierzchnię o pośrednim charakterze kwasowo-zasadowym.

Większość z otrzymanych węgla aktywnych charakteryzuje się dobrymi zdolnościami adsorpcyjnymi wobec tlenu azotu(IV) i siarkowodoru. Pojemność sorpcyjna wobec NO_2 w zależności od wariantu prowadzonej adsorpcji mieści się w przedziale od 10 do 55 $\text{mg}/\text{g}_{\text{ads}}$. Z kolei w przypadku H_2S ilość zaadsorbowanego gazu w przeliczeniu na gram adsorbenta waha się w przedziale od 1 do 40 mg/g .

Uzyskane w trakcie badań wyniki potwierdzają, że wykorzystanie promieniowania mikrofalowego do produkcji adsorbentów węglowych może stanowić ciekawą alternatywę dla dotychczasowych metod ich wytwarzania, pozwalającą zarówno na obniżenie kosztów ich produkcji, jak i osiągnięcie podobnych lub wyższych pojemności sorpcyjnych wobec zanieczyszczeń gazowych, w porównaniu z dostępnymi obecnie na rynku adsorbentami komercyjnymi.