

Zjawisko adsorpcji odkryto i opisano w 1771 r. przez Scheelego. W swoich badaniach zaobserwował on, że węgiel drzewny ma zdolność do pochłaniania niektórych gazów, niemniej jednak dopiero nieco ponad 100 lat temu zjawisko to doczekało się pierwszego matematycznego opisu. Jednym z pierwszych modeli matematycznych zaproponował Freundlich[1].

Kolejnym krokiem milowym w opisie zjawisk adsorpcji była praca Irvinga Langmuira z 1918 roku poświęcona adsorpcji gazów na powierzchni ciał stałych[2]. Wyniki tych prac miały ogromne znaczenie militarne, w obliczu trwającej I Wojny Światowej. W pamięci wszystkich były świeże doniesienia o bitwie pod Ypres (22 kwietnia 1915), gdzie po raz pierwszy na placu bitewnym użyto broni chemicznej. Dotychczas nieznaną, śmiertelnie niebezpieczną, barbarzyńską bronią opartą o gazowy chlor. Jak wiadomo, gazowy chlor, jest gazem silnie żrącym o barwie żółtej, wywołującym obrzęk śluzówek oraz uszkodzenia tkanek miękkich. Żołnierze narażeni na kontakt z tym gazem, umierali w okropnych agoniach, walcząc o każdy oddech.

W efekcie, tych doniesień w laboratoriach na całym świecie rozpoczęto prace dotyczące możliwości ochrony żołnierzy przed działaniem broni chemicznej. Na efekty nie trzeba było długo czekać. Już w 1915 roku chemik Nikołaj Zieliński (prof. Politechniki Petersburskiej) opracował pierwszą maskę opartą o filtr węglowy. Niemniej jednak zasada działania oraz efektywność maski, nie była w pełni znana. Znaczącym kamieniem milowym w tej kwestii były właśnie prace Irvinga Langmuira, który zajmował się ilościowym opisem zjawisk adsorpcji na granicy gaz-ciało stałe. Warto tu zaznaczyć, iż za osiągnięcia te został on nagrodzony nagrodą Nobla w 1932 roku. W uzasadnieniu podano, iż dotyczyła ona osiągnięć z zakresu chemii powierzchni.

Celem projektu jest potwierdzenie zaproponowanego modelu matematycznego izotermy adsorpcji opartego o model matematyczny kinetyki tych zjawisk. W efekcie powstanie model ogólny, który już teraz na poziomie matematycznym, może być zarówno sprowadzony do postaci izotermy Langmuira jak i Freundlicha.

Do weryfikacji modelu, zostaną użyte jony metali. Wybór nie jest przypadkowy, gdyż właściwości fizykochemiczne jonów większości metali są znakomicie poznane i powszechnie dostępne w literaturze. Do oznaczania stężenia jonów metali w roztworach wodnych będą wykorzystywane takie metody jak, spektrofotometria UV-VIS, spektrometria emisyjna MP-AES.

W badaniach będą wykorzystywane jony metali tworzące zarówno kompleksy w roztworach wodnych (np. PdCl_4^{2-}) jak i ich sole proste. Z związku z tym, uwzględniany będzie również wpływ pH, temperatury oraz stężenia początkowego na szybkość zachodzących reakcji. W badaniach będą wykorzystywane węgle aktywne dostępne komercyjnie na rynku. Dzięki temu możliwym będzie ich powtórzenie przez innych badaczy na świecie. Ponadto przewidziano wykonanie badań z węglami modyfikowanymi chemicznie, tj. powierzchnia węgla będzie utleniona przy użyciu silnych kwasów mineralnych i utleniaczy, oraz powierzchnia będzie zredukowana gazowym wodorem w podwyższonej temperaturze. W próbach statycznych zostaną wyznaczone izotermy adsorpcji wg. uproszczonego modelu:

$$\frac{[A_{ads,x} \cdot C_{org,y}]_r}{[C]_{org,0}^y} = \frac{k_{1,obs}}{k_{2,obs}} \cdot [A]_{soln}^x$$

gdzie:

$\frac{k_{1,obs}}{k_{2,obs}} = K$ stała równowagi, $[A_{ads,x} \cdot C_{org,y}]_r$ produkt adsorpcji – wyliczany na podstawie bilansu masy,

$[C]_{org,0}^y$ stężenie grup funkcyjnych na powierzchni węgla aktywnego odpowiedzialnych za reakcję, x – wykładnik potęgowy odpowiadający stechiometrii reakcji.

Stężenie poszczególnych grup funkcyjnych będzie wyznaczane metodą Boehma. Zaproponowana postać izotermy, może być zarówno sprowadzona do postaci izotermy adsorpcji Freundlicha jak i Langmuira.

W przypadku osiągnięcia pełnego sukcesu, tj. wykazaniu słuszności uogólnionej postaci izotermy adsorpcji, możliwym będzie zrewolucjonizowanie dotychczasowych technik badań tego zjawiska. Na podstawie badań kinetycznych możliwym będzie wnioskowanie o stanie równowagi, bez konieczności osiągania faktycznego stanu równowagi w układzie, co w znaczącym stopniu skróci czas prowadzenia takich badań jak również obniży ich koszt. Ponadto w ramach projektu zostanie napisana książka, która stanowić będzie podstawę dorobku przy składaniu wniosku o nadanie habilitacji dla kierownika projektu jak również kompendium wiedzy z zakresu adsorpcji na granicy faz ciało stałe-ciecz.