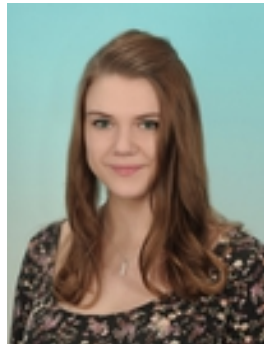


# Praca dyplomowa inżynierska

## Analiza wpływu obecności nanocząstek w strukturze membrany na właściwości separacyjne w rozdziale składników gazowych.



**Autor: Klaudia Sałata**

Nr albumu: 227265

Promotor: Dr inż. Maciej Szwałt

Rok akademicki: 2014/2015

### Wprowadzenie

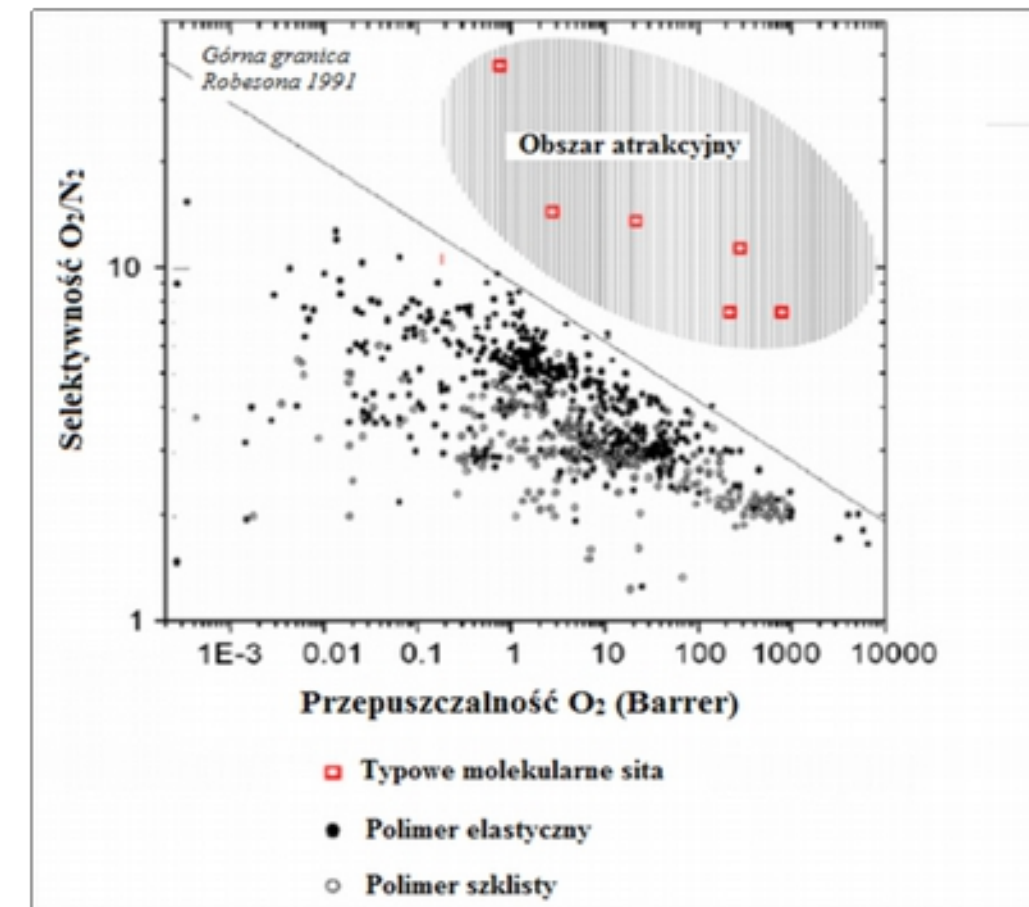
Separacja gazów jest jedną z podstawowych technik pozyskiwania czystych gazów, które są niezbędne do realizacji wielu procesów przemysłowych. Do rozdziału składników gazowych mogą być stosowane różne metody. Szeroko stosowanymi są metody absorpcyjne, adsorpcja zmiennociśnieniowa (PSA) lub metody kriogeniczne, jednak związane one są ze stosunkowo dużym nakładem energii i konsumpcją sorbentów. Bardzo obiecującą metodą jest rozdział składników mieszaniny gazowej na błonie półprzepuszczalnej, czyli membranie. Innowacją w dziedzinie technologii membranowej są membrany nanokompozytowe typu mixed matrix, które pozwalają na lepszy rozdział składników gazowych.

### Cel i zakres pracy

Celem niniejszej pracy było przeprowadzenie krytycznej analizy literaturowej wpływu obecności nanocząstek w strukturze membrany polimerowej na właściwości separacyjne tej membrany. Przeanalizowano takie nanocząstki wchodzące w skład membran mixed matrix jak: zeolity, krzemionka, węglowe sита molekularne, tlenki metali, struktury MOF czy nanorurki węglowe.

### Koncepcja membran typu mixed matrix

Separacyjne właściwości polimerów dla danej pary gazów zazwyczaj przedstawia się na odpowiednim wykresie w skali dwulogarytmicznej (rysunek obok), wspólnym dla wszystkich polimerów. Wykres taki przedstawia zależność współczynnika separacji danej pary gazów ( $\alpha$ ) od współczynnika przepuszczalności ( $P$ ) gazu szybciej permeującego. Każdy znak na rysunku dotyczy innego polimeru. Kiedy pojawiały się nowe polimery obszar przesunął się w górę aż do osiągnięcia górnej granicy, tzw. linii Robesona. Linia ta pokazuje ograniczenie w membranowej separacji gazów. Z punktu widzenia zastosowań przemysłowych atrakcyjny jest obszar tej granicy, gdzie selektywność i przepuszczalność są bardzo wysokie. Dlatego też, osiągnięcie tego obszaru jest bardzo pożądane w technologii membranowej.



### Przykładowy wpływ obecności nanorurek węglowych na właściwości separacyjne membran

Rodzaj polimeru	Modyfikacja	Optymalna zawartość nanocząstek CNT	Pary gazu	Czysty polimer	CNT-polimer
PES	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /HNO <sub>3</sub>	5 % MWCNTs	CO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>	$\alpha = 22,5$ $P_{CO_2} = 0,12$ Barrer	$\alpha = 22,5$ $P_{CO_2} = 0,2$ Barrer
PEI	Triton-X100	1 % MWCNTs	O <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>	$\alpha = 21,8$ $P_{O_2} = 0,12$ Barrer	$\alpha = 21,8$ $P_{O_2} = 0,12$ Barrer
PBNPI	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /HNO <sub>3</sub>	15 % MWCNTs	H <sub>2</sub> /CH <sub>4</sub>	$\alpha = 6,7$	$\alpha = 6,7$
			CO <sub>2</sub> /CH <sub>4</sub>	$P_{CO_2} = 4,7$ Barrer $\alpha = 3,7$ $P_{CO_2} = 2,6$ Barrer	$P_{CO_2} = 8,0$ Barrer $\alpha = 3,7$ $P_{CO_2} = 3,4$ Barrer
BPPO	HNO <sub>3</sub>	5 % MWCNTs	CO <sub>2</sub> /N <sub>2</sub>	$\alpha = 30$ $P_{CO_2} = 2,6$ Barrer	$\alpha = 31$ $P_{CO_2} = 4,7$ Barrer

### Wnioski

Membrany mixed matrix dają dużo większe możliwości separacyjne w porównaniu do czystych membran polimerowych. Dodanie nieorganicznych nanocząstek takich jak zeolity, krzemionka, struktury MOF czy nanorurki węglowe do polimerowej matrycy znacznie polepszają selektywność i przepuszczalność gazów. A więc dzięki nim możliwe stało się przekroczenie górnej granicy Robesona.