

Materialy funkcjonalne – laboratorium
Wydział Chemiczny, Studia Stacjonarne II stopnia (magisterskie),
rok 1, semestr 2

kierunek: **INŻYNIERIA CHEMICZNA I PROCESOWA**

specjalność: **Inżynieria procesów chemicznych**

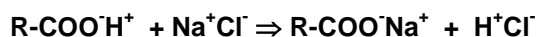
Instrukcję do wykonania ćwiczenia opracowała:

*dr hab. inż. Dorota Jermakowicz-Bartkowiak,
prof. Politechniki Wrocławskiej*

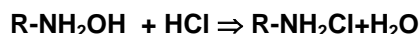
Ćwiczenie – 3

Wymiana jonowa w podstawowych procesach technologicznych

Wymieniacze jonowe lub jak je się często nazywa jonity to stałe, nierozpuszczalne polielektrolity charakteryzujące się zdolnością wymiany jonów przyłączonych do ich grup funkcyjnych na jony znajdujące się w roztworze zewnętrznym. Polimer, w którym grupy funkcyjne-jonowymienne są zdolne do wiązania anionów nazywamy anionitem (np. polimer z grupami aminowymi), a zdolne do wiązania kationów kationitem (polimer z grupami karboksylowymi lub sulfonowymi). W czasie procesu wymiany jonowej kationit znajdujący się początkowo w formie kwasowej przechodzi w odpowiednią sól:



A anionit przyłącza HCl



Kationit przeprowadzony w formę soli może być całkowicie zregenerowany przy użyciu kwasu, a anionit przy użyciu wodorotlenku. Proces wymiany jonów jest procesem równowagowym, a zjawiska zachodzące w trakcie wymiany mają miejsce na granicy pomiędzy stałym jonitem a fazą wodną.

Procesy wymiany jonowej wykorzystywane są w procesach oczyszczania wody: do uzdatniania wody pitnej, odsalania wody i jej zmiękczenia, do oczyszczania wód technologicznych np. w elektrociepłowniach, w procesach hydrometalurgicznych do odzysku metali m.in. metali szlachetnych i ich zatężania .

Regeneracja jonitów

Pierwszą operacją, jaką należy wykonać jest regeneracja jonitów. Jonity pracują w cyklu wodorowo - wodorotlenowym. Do regeneracji kationitu używa się 5% roztworu kwasu solnego, a do anionitu 5% roztworu wodorotlenku sodu. Regeneracja polega na przetłaczaniu odpowiednich roztworów przez złoża jonitów znajdujących się w kolumnach przepompowywanych pompą perystaltyczną (podczas ćwiczenia przepływ regulowany będzie odpowiednim ustawieniem kranika w kolumnie

jonowymiennej). Eluat- wyciek z kolumny kontrolowany jest konduktometrem. Pojawienie się w eluacie mocnego elektrolitu jakim są roztwory regenerujące świadczy o zakończeniu procesu regeneracji. Następnie należy odmywać nadmiar roztworów regenerujących pozostających w złożu za pomocą podgrzanej wody destylowanej. O zakończeniu odmywania świadczy obojętny odczyn eluatu i zanik przewodnictwa elektrycznego. Konduktometr umożliwia dokładną ocenę tego stanu i zatrzymujemy operację gdy przewodnictwo eluatu osiągnie wartość ok. 5 mikroS/cm.

Celem ćwiczenia jest wykazanie zdolności wymiany jonów w roztworze wodnym NaCl w układzie kaskadowym dwóch jonitów (anionitu i kationitu). W tym celu należy:

1. Zmontować układ dwóch kolumn jonowymiennych w układzie kaskadowym tzn. wyciek z jednej kolumny jest strumieniem zasilającym drugą kolumnę.
2. Umieścić spęcznione jonity w nuczach do wirowania, zrównoważyć je i wirować przez 5 minut przy 3000 obrotów/min.
3. Odważyć podane przez prowadzącego ilości jonitów
4. Jonit nr1 umieścić w kolumnie 1, a jonit nr 2 w kolumnie 2 i przemyć je 100 ml wody destylowanej
5. Przygotować roztwór 0,1 N NaCl w wodzie
6. Wlać roztwór zasilający tzn. roztwór 0,1 N NaCl w wodzie do kolumny 1 i przepuścić, przez złożo 1 jonitu z prędkością 1 kropla na sek
7. Wyciek tzn. eluet z kolumny 1 jest roztworem zasilającym dla kolumny 2 z jonitem 2. Prędkość przepływu j.w.
8. Wyciek zbierać do cylindrów miarowych o poj. 50 ml
9. Oznaczać pH wycieków z kolumn 1 i 2 podczas procesu oraz sprawdzać przewodnictwo przy pomocy konduktometru
10. Proces uznać za zakończony gdy przewodnictwo i stężenie chlorków wycieku osiągnie wartość zbliżoną do wartości wody destylowanej.

- A) **Obliczenie suchej masy jonitu:** masa mokrej odwirowanej naważki pomnożona przez procentową zawartość polimeru w spęcznionym żelu
- B) **Obliczenie maksymalnych zdolności wymiennych jonitów** (maksymalnego obciążenia jonitów w danych warunkach procesu): z objętości przepuszczonego chlorku sodu
- C) **Wyniki podać w** mmol/g mokrego i suchego złoża, w mmol/ml spęcznianego złoża
- D) Narysować wykresy
- E) Napisać zachodzące reakcje

Mak. Obciążenie = ilość NaCl w gramach podzieloną przez masę suchą jonitu, masę mokrego jonitu, przeliczone na 1 mL spęcznionego złoża jonitu

Sprawozdanie w wersji drukowanej musi być dostarczone w ciągu 7 dni i ma zawierać:

1. Wyniki pomiarów (pH i przewodnictwo) w tabeli w zależności od objętości NaCl
2. Obliczone maksymalne obciążenie jonitów

3. Krótki opis procesu
4. Obserwacje, Wnioski, przykładowe obliczenia, wypełnioną tabel 1 i 2 oraz uwagi do ćwiczenia.

Zakres wiadomości wymaganych do zaliczenia przed przystąpieniem do wykonania ćwiczenia,

- 1.. Definicja jonitów, wymiana jonowa, jonity, podział jonitów:
Ze względu na pochodzenie i Ze względu na rodzaj grup funkcyjnych
2. Zasada wymiany jonowej
3. Klasyfikacja wymienniczy jonowych: rodzaje, budowa, właściwości
4. Czynniki wpływające na przebieg wymiany jonowej
5. Charakterystyka procesu wymiany jonowej
6. Pojęcie i rodzaje zdolności wymiennej jonitów
7. Krzywa wymiany jonowej
8. Punkt przebicia kolumny jonitowej
9. Całkowite wyczerpanie kolumny jonitowej
10. Zastosowanie jonitów
11. Handlowe jonity ,

Literatura zalecana

- B. Tremillon, JONITY W PROCESACH ROZDZIELCZYCH, PWN, Warszawa 1970
- B. i E Gomółkowie, Ćwiczenia laboratoryjne z chemii wody, Wyd. Polit. Wrocławska 1992
- A. L. Kowal, M. Świdorska - Bróż, Oczyszczanie wody, PWN, Warszawa 1996
- D. Muraviev, V. Gorshkov, A. Warshawsky, ION EXCHANGE, Marcel Dekker, New York Basel, 2000

TABELA 1. CHARAKTERYSTYKA JONITÓW

JONIT	WYSOKOŚĆ ZŁOŻA,	OBJĘTOŚĆ ZŁOŻA,	POJEMNOŚĆ JONOWYMIENNA, KATALOGOWA		ZAWARTOŚĆ GRUP JONOWYMIENN YCH	ZAWARTOŚĆ POLIMERU W SPĘCZNIONYM ŻELU KATALOGOWA	CHŁONNOŚĆ POLIMERU, W	NAWAŻKA POLIMERU,		POJEMNOŚĆ JONOWYMIENNA W STOSUNKU DO NaCl		
			mokry	suchy				mokry	suchy	złoże		
	cm	ml	mmol/ml	mmol/g	mmol	%	g/g	g	g	mmol/g	mmol/g	mmol/ml
A400 Anionit silnie zasadowy IV rzędowe grupy amoniowe			1,3			48-54	0,92					
C104 Kationit słabo kwasowy, poliakrylowa matryca -COOH			4,2			45-55	1,00					

Chłonność wody, W, wyznaczono z zależności:

$$W = \frac{m_{mokra} - m_{sucha}}{m_{sucha}} = \frac{m_{mokra}}{m_{sucha}} - 1, \quad \left[\frac{gH_2O}{g} \right]$$

gdzie:

W – chłonność wody [g H₂O/g polimeru]

m_{mokra} – masa mokrego, spęcznionego polimeru po odwirowaniu [g]

m_{sucha} – masa suchego polimeru [g]

Zawartość polimeru w spęcznionym żelu: $\% = \frac{m_{sucha}}{m_{mokra}} \times 100\%$

Tabela 2. do ćwiczenia

LP		WYCIEK 1(JONIT A400)		WYCIEK 2 (JONIT C104)	
		PRZEWODNICTWO (JEDNOSTKA)....	pH	PRZEWODNICTWO (JEDNOSTKA)....	pH
	Woda po odmyciu kolumny				
	NaCl, 0,1M				
	H ₂ O				
	HCl, 0,1M				
	OBJĘTOŚĆ SUMARYCZNA 0,1M NaCl, ml				
1	50				
2	100				
3	150				
4	200				
5	250				
6	300				
7	350				
8	400				
9	450				
10	500				