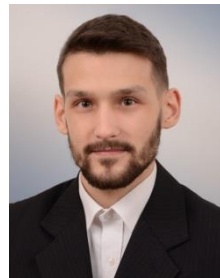


# Praca dyplomowa inżynierska

## Zastosowanie emulsyjnych membran ciekłych w procesie ekstrakcji metali ciężkich



**Autor: Tomasz Kuna**

Nr albumu: 244537

Promotor: dr inż. Agnieszka Markowska-Radomska

Rok akademicki: 2016/2017

### Wprowadzenie

Pierwiastki ziem rzadkich są niezbędne do produkcji różnego rodzaju nowoczesnych urządzeń komputerowych, elektronicznych, laserowych, znajdujących zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu. W ramach pracy przedstawiono metodę separacji i pozyskiwania metali ciężkich z grupy pierwiastków ziem rzadkich z wykorzystaniem emulsyjnych membran ciekłych.

### Cel i zakres pracy

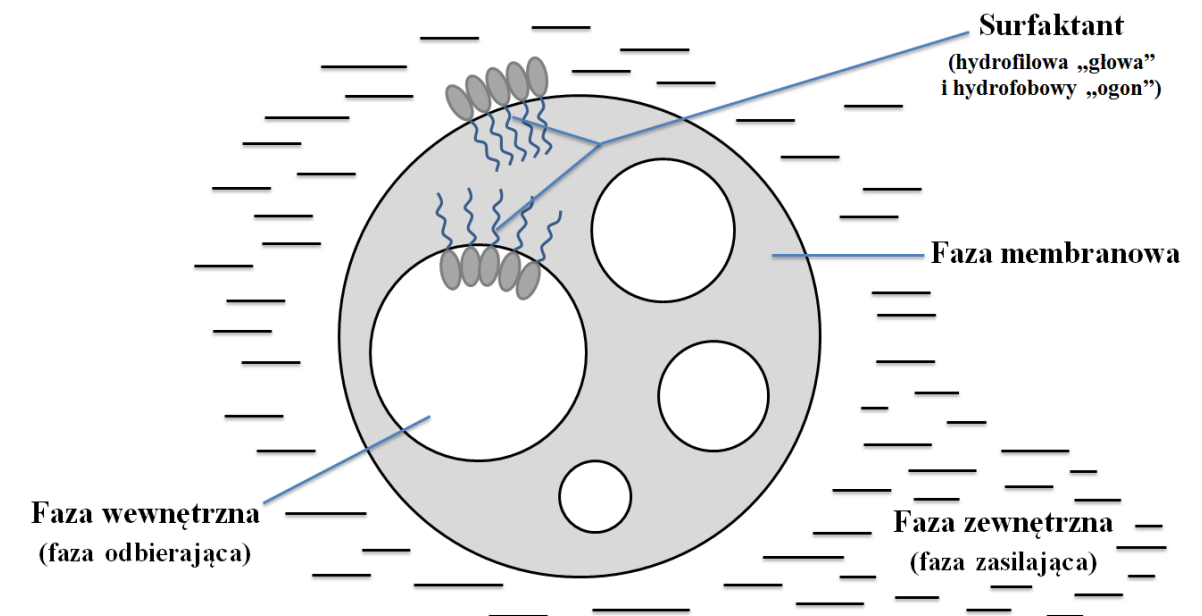
Celem pracy było przedstawienie ekstrakcji emulsyjnej jako alternatywnej metody pozyskiwania metali ciężkich ziem rzadkich z surowców odpadowych i wtórnych.

Zakres pracy obejmuje:

- przeprowadzenie charakterystyki emulsyjnych membran ciekłych (ELM);
- wskazanie etapów i mechanizmów transportu w układach membran ciekłych;
- dyskusję parametrów transportu metali ciężkich w procesie ekstrakcji emulsyjnej dla wybranych przykładów;
- porównanie ekstrakcji emulsyjnej z innymi metodami wydzielenia metali ciężkich;
- przedstawienie propozycji zintegrowanego procesu ekstrakcji metali ciężkich.

### Budowa emulsyjnych membran ciekłych

Emulsyjną membranę ciekłą (*Emulsion Liquid Membrane*) zazwyczaj stanowi emulsja podwójna A/B/C (Rys. 1). Jest to układ, w którym małe krople fazy odbierającej (A) są rozproszone w większych kroplach fazy stanowiącej membranę (B). Natomiast krople membranowe zawieszono są w ciągłej fazie zasilającej (faza zewnętrzna, C). Najczęściej jako układy ELM stosowane są emulsje typu W1/O/W2 (*water-in-oil-in-water*) lub rzadziej O1/W/O2 (*oil-in-water-in-oil*). Oznaczenia W, W1 i W2 odnoszą się do faz wodnych emulsji, natomiast O, O1 i O2 do faz organicznych.



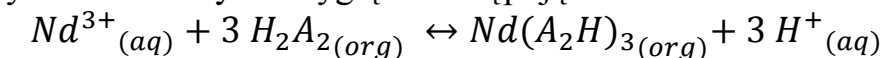
Rys.1. Schemat emulsji podwójnej

### Rozdział składników z wykorzystaniem emulsyjnych membran ciekłych

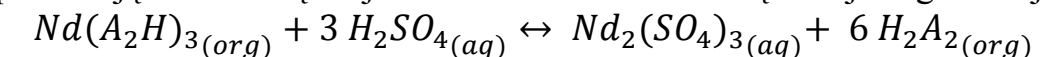
Na proces separacji cząsteczek/jonów składają się następujące etapy:

- 1) dobór składu emulsyjnych membran ciekłych,
- 2) wytwarzanie emulsji podwójnej (emulsyfikacja),
- 3) transport cząsteczek/jonów przez membranę emulsyjną – kontaktowanie faz w ELM,
- 4) separacja emulsji i fazy zewnętrznej (ciągłej) po procesie ekstrakcji,
- 5) deemulsyfikacja – niszczenie struktury emulsji prowadzące do rozdziału faz w celu odzyskania fazy membranowej i substancji ekstrahowanej.

Reakcja przenoszenia jonów metalu do fazy membranowej w transporcie z udziałem nośnika na przykładzie neodymu wygląda następująco:



Reakcja powodująca zamknięcie jonów  $Nd^{3+}$  w fazie wewnętrznej i regenerację nośnika:



gdzie '(org)' i '(aq)' oznaczają fazę występowania składnika – organiczną lub wodną.

### Wnioski

Jak wynika z dokonanego przeglądu prac naukowych wykorzystanie ELM w procesie ekstrakcji jonów Nd(III) z roztworów jest obiecującą metodą ich odzysku na tle innych stosowanych metod. Nieliczne badania nad ELM dla modelowych roztworów jonów Nd(III) wykazały możliwość ich separacji z dużą wydajnością, nawet powyżej 97%. Prace te pozwalają wnioskować, że ELM umożliwią prowadzenie w sposób wydajny i efektywny procesu separacji także innych pierwiastków metali ciężkich ziem rzadkich.