

## STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

„Polimerowe membrany do perwaporacyjnego wydzielania butanolu z wodnej mieszaniny butanol-etanol-aceton”.

Autor: mgr Jan Kujawski

Promotor: prof.dr hab.inż.Marek Bryjak

Produkcja butanolu metodą fermentacyjną wymaga zastosowania wydajnych technik jego separacji z rozcieńczonych roztworów. Perwaporacja próżniowa jest jedną z membranowych technik separacyjnych, która jest wykorzystywana do usuwania lotnych związków organicznych z wody. W niniejszej pracy perwaporacja została wykorzystana jako technika do usuwania produktów fermentacji ABE z modelowych mieszanin wodnych.

Membrana odgrywa zasadniczą rolę w procesie separacji, odpowiadając za właściwości transportowe i separacyjne układu.

Badania podzielono na etapy. W pierwszej kolejności dokonano doboru efektywanego polimeru do selektywnego usuwania butanolu z rozcieńczonych roztworów wodnych, dwu i wieloskładnikowych. W tym celu, wykorzystując rozważania teoretyczne oparte na parametrach rozpuszczalności Hansen'a (HSP) oraz współczynnika interakcji Flory-Huggins'a, dokonano przeglądu ponad 500 materiałów polimerowych szacując zakres oddziaływań z butanolem, acetonem, etanolem i wodą. Zastosowano warunki brzegowe zakładające interakcję materiału z butanolem i etanolem oraz słabą interakcję z acetonem. W wyniku tego przeglądu z bazy danych wybrano 2 polimery: Butvar B-98 (kopolimer poli(maślan winylu) zawierający 20% poli(alkoholu winylowego)) oraz Plastopal H (żywica mocznikowo-aldehydowa). Spośród nich wybrano Butvar B-98 przez wzgląd na występowanie grup hydroksylowych. Określono właściwości powierzchniowe uformowanych membran oraz ich właściwości selektywne w usuwaniu butanolu z wody.

Analiza właściwości powierzchniowych uformowanych membran umożliwiła określenie ich stabilności termicznej, sposobu przyłączania się związków silanowych w procesie sieciowania oraz powiązanie właściwości separacyjnych z udziałami dyspersyjnymi swobodnej energii powierzchniowej. Membrany sieciowane z wykorzystaniem 3-aminopropylotrimetoksylanu charakteryzowały się ponad 20-krotnie większą efektywnością separacji względem butanolu niż acetonu. Badanie udziałów krystalicznych

membran umożliwia wstępną ich selekcję przed przystąpieniem do badań w procesie perwaporacji.

Właściwości uformowanych membran (z zastosowaniem różnych środków sieciujących jak również dodatku nanowypełniaczy) zostały porównane z membranami komercyjnymi, przebadanymi w następnym etapie pracy. Określono efektywność komercyjnych membran z naskórkiem z PDMS (Pervatech, Pervap<sup>TM</sup>1060, Pervap<sup>TM</sup>1070, Pervap<sup>TM</sup>4060) w perwaporacyjnym procesie usuwania ABE z wody. Spośród przebadanych membran komercyjnych najwyższy Perwaporacyjny Indeks Separacji (PSI) wykazała membrana Pervap<sup>TM</sup>4060.

Uformowana membrana na bazie poli(maślanu winylu) charakteryzowała się większą o 10-12% wartością PSI niż w przypadku membran komercyjnych, dla układu zawierającego 1% butanolu w nadawie. Ponadto, membrana ta charakteryzowała się współczynnikiem selektywności ( $\beta$ )  $< 2$  względem acetonu.

Wykorzystanie parametrów HSP oraz  $\chi$  umożliwiło zaprojektowanie membran o wstępnie zakładanych właściwościach.

Niniejsza rozprawa jest jedną z nielicznych, w której wykorzystano parametry rozpuszczalności Hansen'a oraz współczynnik interakcji Flory-Huggins'a jako metodę wyboru materiału polimerowego do formowania membran o wstępnie założonych właściwościach. Jest to również jedna z pierwszych prac, w której przebadano właściwości separacyjne membran uformowanych na bazie poli(maślanu winylu) w kontakcie z modelowymi wodnymi roztworami acetonu, butanolu i etanolu.