

Toruń, 20.08.2024

miejsowość, data

Imię i nazwisko doktoranta: **Waldemar Jankowski**

STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

Dyscyplina naukowa: Nauki chemiczne

Tytuł rozprawy doktorskiej:

MEMBRANY Z POLI(FLUORKU WINYLIDENU) MODYFIKOWANE KWASEM CYNAMONOWYM I WYBRANYMI TLENKAMI METALI ZIEM RZADKICH W PROCESIE DESTYLACJI MEMBRANOWEJ

Streszczenie rozprawy doktorskiej (wersja PL):

Szybki rozwój przemysłu oraz wzrost liczby ludności na świecie motywują do poszukiwania nowych źródeł wody słodkiej. Jednym z dynamicznie rozwijających się obszarów badań i technologii jest proces odsalania wód morskich i solanek oraz oczyszczanie wód ściekowych z wykorzystaniem technik membranowych. Celem pracy doktorskiej było wytworzenie nowych membran hydrofobowych do destylacji membranowej na bazie poli(fluorku winylidenu) z wykorzystaniem dwóch rodzajów modyfikatorów – (i) biomodyfikatora, kwasu cynamonowego oraz (ii) modyfikatorów o naturalnej hydrofobowości, trzech różnych tlenków metali ziem rzadkich (tlenek prazeodymu (Pr₆O₁₁), tlenek samaru (Sm₂O₃), tlenek holmu (Ho₂O₃)). Modyfikowane membrany komercyjne z poli(fluorku winylidenu) oraz membrany elektroprzędzone analizowano następnie za pomocą: dyfrakcji promieni rentgenowskich (XRD), widma w podczerwieni z transformacją Fouriera (FTIR), skaningowej mikroskopii elektronowej o wysokiej rozdzielczości (HR-SEM), transmisyjnej mikroskopii elektronowej o wysokiej rozdzielczości (HR-TEM), mikroskopii sił atomowych (AFM), pomiarów goniometrycznych, analizie termogravimetrycznej (TGA/DTG), potencjału zeta, porowatości, wielkość cząstek proszków REMO oraz odporności na zwilżanie. Wytworzone membrany testowano następnie w procesie destylacji membranowej z przerwą powietrzną. Oceniono również ryzyko bioakumulacji wytworzonych membran. Najważniejsze rezultaty przeprowadzonych badań pozwalają stwierdzić, że membrany modyfikowane kwasem cynamonowym wykazały doskonały współczynnik odrzucenia soli, a w procesie odsalania (blisko 100%) przy jednoczesnym wzroście średniej wielkości porów; w procesie destylacji właściwości



przeciw zwilżające membran uległy poprawie. Co więcej, analiza potencjału bioakumulacyjnego wskazała na brak toksyczności modyfikatora. W związku z tym kwas cynamonowy jest doskonałym związkiem w przypadku rozwiązań przyjaznym środowisku. W drugiej części pracy wytworzono membrany z aktywną nanoszczotką, dzięki kowalencyjnemu przyłączeniu cząstek tlenków metali ziem rzadkich do powierzchni membrany. Jednakże, tylko membrana zmodyfikowana tlenkiem holmu wykazała bardzo wysoki współczynnik odrzucenia soli w procesie odsalania (99,5%) oraz bardzo wysoki strumień permeatu, które to właściwości mogą być wykorzystane w udoskonaleniu procesu destylacji membranowej. Wyniki niniejszej dysertacji stanowią krok w rozwoju technik membranowych przyjaznych środowisku.

Streszczenie rozprawy doktorskiej (wersja ENG):

The rapid development of industry and the increase in the world's population motivate the search for new sources of freshwater. One of the dynamically developing areas of research and technology is the desalination of seawater and brines, as well as the purification of wastewater using membrane techniques. The aim of the doctoral dissertation was to create new hydrophobic membranes for membrane distillation based on poly(vinylidene fluoride) using two types of modifiers: (i) a biomodifier, cinnamic acid, and (ii) modifiers with natural hydrophobicity, i.e., three different rare earth metal oxides (praseodymium oxide (Pr₆O₁₁), samarium oxide (Sm₂O₃), holmium oxide (Ho₂O₃)). The modified commercial poly(vinylidene fluoride) membranes and electrospun membranes were generated and analyzed using: X-ray diffraction (XRD), Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR), high-resolution scanning electron microscopy (HR-SEM), high-resolution transmission electron microscopy (HR-TEM), atomic force microscopy (AFM), goniometric measurements, thermogravimetric analysis (TGA/DTG), zeta potential, porosity, REMO powder particle size, and wettability resistance. The produced membranes were tested in the air-gap membrane distillation process. The risk of bioaccumulation of the produced membranes was also assessed. The most important results of the conducted research indicate that membranes modified with cinnamic acid exhibited an excellent salt rejection coefficient in the desalination process (close to 100%) while simultaneously increasing the average pore size; in the distillation process, the anti-wetting properties of the membranes improved. Moreover, bioaccumulation potential analysis indicates the non-toxicity of the modifier. Therefore, cinnamic acid is an excellent compound for environmentally friendly membrane modification. In the second part of the work, it was shown that rare earth metal oxides were connected to the membrane surface fully via covalent connections, generating a smart surface with active nanobrush. However, only the membrane modified with holmium oxide exhibited a very high salt rejection coefficient in the desalination process (99.5%) and a very high permeate flux, which can be utilized to improve the membrane distillation process. The results of this dissertation constitute a step forward in the development of environmentally friendly membrane techniques.

.....
podpis doktoranta