

Warszawa, 23.06.2023

mgr inż. Bartosz Nowak

Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej

Politechnika Warszawska

## STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

**pt: „Filtry włókninowe modyfikowane strukturą aerożelu w celu poprawy filtracji mgły olejowej.”**

promotor: dr hab. inż. Jakub M. Gac, profesor uczelni

opiekun pomocniczy: dr inż. Marta Bonora

Niniejsza rozprawa doktorska poświęcona jest nowej metodzie poprawy parametrów filtracyjnych filtrów włókninowych do separacji aerozolu olejowego (mgły olejowej), który jest problemem spotykanym w wielu gałęziach przemysłu. Zaproponowana metoda polega na poprodukcyjnej modyfikacji włókniny polipropylenowej techniką zol-żel, która do momentu rozpoczęcia badań odgrywała marginalną rolę w tym zastosowaniu. Praca obejmuje trzy kluczowe etapy: modyfikację w układzie statycznym (okresowym, batch), dynamicznym (przepływowym półciągłym), oraz ocenę wpływu modyfikacji na dynamikę filtracji mgły olejowej.

W pierwszym etapie pracy, dokonano wyboru prekursora zastosowanego w metodzie zol-żel oraz przeprowadzono serię badań mających na celu zdefiniowanie parametrów modyfikacji i wynikających z nich najlepszego sposobu zdeponowania struktury aerożelu na modyfikowanym materiale. Opracowana metoda, wykorzystując suszenie pod ciśnieniem atmosferycznym, osiąga korzyści z występowania zjawisk tradycyjnie uznanych w syntezie aerożeli za negatywne, takich jak makroskopowe rozdzielenie faz oraz skurcz objętościowy żelu. Uzyskany materiał kompozytowy charakteryzuje się trwałą - pomimo braku bezpośredniego wiązania chemicznego pomiędzy żelem a polimerem - depozycją struktury aerożelu na powierzchni włókien w całej objętości filtra oraz hierarchiczną porowatością. Ta ostatnia wykorzystana jest do osiągnięcia nawet pięciokrotnej poprawy sprawności separacji - poprzez rozwinięcie powierzchni kolektora i intensyfikację zjawisk powierzchniowych - przy jednoczesnym zapewnieniu stosunkowo niskich oporów przepływu.

Wytocznie opracowane dla układu statycznego posłużyły do zaproponowania układu modyfikacyjnego w systemie przepływowym. W pracy określono korzystniejszą metodę modyfikacji (jedno- vs dwu-etapowa metoda zol-żel) najlepsze w przebadanym zakresie wartości przepływu reagentów, oraz kolejność dozowania roztworów składowych. Uzyskane w tej metodzie materiały charakteryzowały się niższą masą zdeponowanego materiału niż to miało miejsce dla modyfikacji statycznej, przy zapewnieniu równomiernego pokrycia włókien w całej objętości filtra. Skutkowało to nie tak znaczącą jak dla metody statycznej, poprawą sprawności separacji kropelek oleju, jednakże znacząco zredukowało spadek ciśnienia generowany przy przepływie przez materiał.

Trzecia część pracy dotyczy opisu wpływu depozycji struktury aerożelowej, wprowadzającej jednocześnie zmianę zwilżalności, porowatości oraz rozwinięcia powierzchni kolektora w jednym procesie modyfikującym, na dynamikę filtracji. W tej części badań przedyskutowano zmiany w

Nowak

dynamice sprawności frakcyjnej, oporach przepływu, jak i transportu oleju na materiałach zmodyfikowanych i natywnych. Filtr zmodyfikowany metodą statyczną, który charakteryzował się grubszą warstwą struktury zdeponowaną na powierzchniach włókien, wykazał zdecydowaną poprawę jeśli chodzi o sprawność początkową oraz chłonność oleju, wydajnie zwiększając saturację filtra. Jednakże modyfikacja ta wykazała wyższe wartości oporów przepływu filtrowanego powietrza. Niższa ilość zdeponowanej struktury aerożelu, uzyskana w modyfikacji przepływowej, skutkowała uzyskaniem podobnych parametrów filtracyjnych w stanie równowagi dynamicznej (przy obładowaniu filtra). Jednocześnie czas potrzebny do uzyskania maksymalnego obładowania był zbliżony do czasu uzyskanego dla materiału natywnego.

Praca wpisuje się w paradygmat inżynierii chemicznej, poprzez opracowanie nowatorskiej metody wytworzenia materiałów kompozytowych do zastosowań separacyjnych mgły olejowej, która jest powszechnie spotykanym problemem w wielu procesach przetwórczych. W pracy przebadano wpływ szeregu zmiennych procesowych na morfologię uzyskanych struktur oraz właściwości filtracyjne. W pracy przedyskutowano ograniczenia wynikające z założeń modyfikacji oraz zastosowanej formulacji mieszaniny zol-żel, jak również potencjalne możliwości rozwoju zaproponowanej techniki pokrywania materiałów włóknistych. Do uzyskanych wyników opracowano również modele numeryczne, pozwalające na lepsze zrozumienie mechanizmów separacji oraz przewidywanie zmian sprawności wraz z modyfikacją i rosnącym obładowaniem filtra, które zostały dokładnie przedstawione w dołączonych publikacjach.

**Słowa kluczowe:** modyfikacja filtrów, filtracja aerozoli; techniki zol-żel; aerożel na bazie MTMS; modyfikacja powierzchniowa

*Barbara Nawak*