

## Modyfikacja własności powierzchniowych włókien w elementach koalescencyjnych i separacyjnych.

Autor: Bartosz Nowak

Promotor: dr inż. Andrzej Krasiński

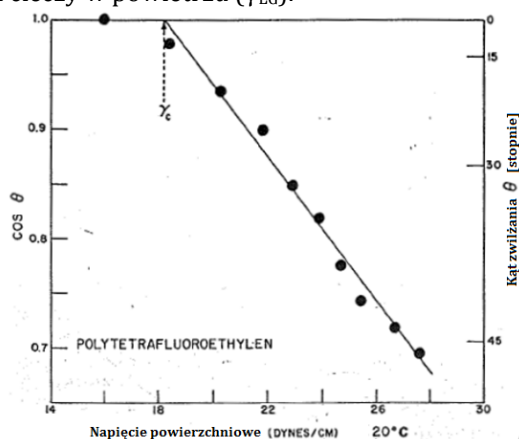
### 1. Cele i zakres pracy:

Celem niniejszej pracy był przegląd i analiza informacji na temat dostępnych możliwości zmian własności powierzchniowych włóknistych materiałów filtracyjnych stosowanych do budowy koalescerów w celu uzyskania charakterystyki hydrofobowej. Poszczególne etapy pracy obejmowały:

- Opis własności powierzchniowych materiałów stosowanych do budowy koalescerów;
- Przedstawienie sposobów opisu zwilżalności materiałów;
- Analiza metod pomiaru własności powierzchniowych;
- Przegląd, opis i analiza metod modyfikacji powierzchni materiałów pod kątem składu chemicznego powierzchni i jej morfologii.

### 2. Właściwości powierzchniowe materiałów

Istnieje kilka metod ilościowego opisu własności powierzchniowych, a tym samym zwilżalności przez daną ciecz, którymi są energia powierzchniowa, napięcie powierzchniowe krytyczne lub kąt zwilżania. Wysokie wartości energii powierzchniowej i napięcia powierzchniowego krytycznego materiałów determinują tworzenie cienkiej warstwy cieczy i wówczas (gdy kąt zwilżania jest równy zero) mówimy o powierzchni dobrze zwilżanej. Ilościowo miarą zwilżalności powierzchni stałej przez ciecz jest napięcie powierzchniowe krytyczne, uzyskiwane z wykresu Zismana [12] (rys. 1). Wartość ta jest wyznaczana z badań kąta zwilżania wykonanych dla różnego rodzaju cieczy w powietrzu ( $\gamma_{LG}$ ).



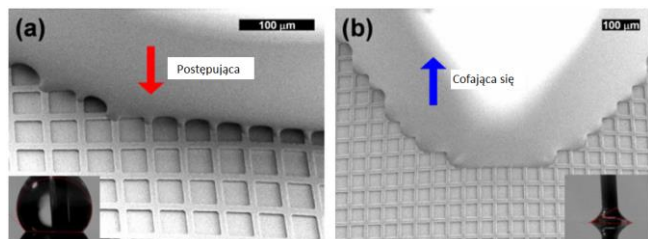
Rysunek 1. Przykładowy wykres Zismana dla politetrafluoroetyleny (przy użyciu n-alkanów) [25].

Własnością materiału, którą najłatwiej zauważyć, a przez to i łatwo zmierzyć, jest kąt zwilżania ( $\theta$ ). Definiowany jest on geometrycznie, jako kąt powstający pomiędzy płaszczyzną powierzchni ciała stałego, a płaszczyzną styczną do powierzchni cieczy w punkcie kontaktu z ciałem stałym lub do powierzchni rozdziału dwóch stykających się cieczy. Do opisu położenia kropli zdeponowanej na stałej powierzchni służą nam modele: Young'a, Wendela i Cassie-Baxter'a.



Rysunek 2. Kropla opisana modelem Wendela i Cassie-Baxter'a [18]

Czynnikiem, który komplikuje zrozumienie zagadnienia zwilżalności jest występowanie histerezy kąta zwilżania. Definiuje się ją jako różnicę między kątem zwilżania dla kropli postępującej ( $\theta_A$  - wartość maksymalna) i kątem zwilżania dla kropli cofającej się ( $\theta_R$  - wartość minimalna).



Rysunek 3. Kropla postępująca (a) i cofająca się (b) na powierzchni chropowatej [16]

### 5. Podsumowanie i wnioski

Niniejsza praca stanowi opis własności powierzchniowych materiałów z naciskiem na materiały porowate, mogące znaleźć zastosowania do konstrukcji elementów filtracyjnych, koalescencyjnych i separacyjnych. Przedstawiono parametry, które pozwalają na ilościową ocenę własności powierzchni materiałów, na podstawie których wnioskować można o sposobie zachowania się kropli cieczy podczas kontakt z powierzchnią. Właściwości takie jak: energia powierzchniowa, napięcie powierzchniowe krytyczne, kąt zwilżania powierzchni przez daną ciecz, zostały scharakteryzowane wraz z opisem metod ich wyznaczania. Przedstawiono modele stosowane do opisu położenia kropli na powierzchniach o różnej morfologii. Omówiono także przyczyny powstawania histerezy kąta zwilżania.

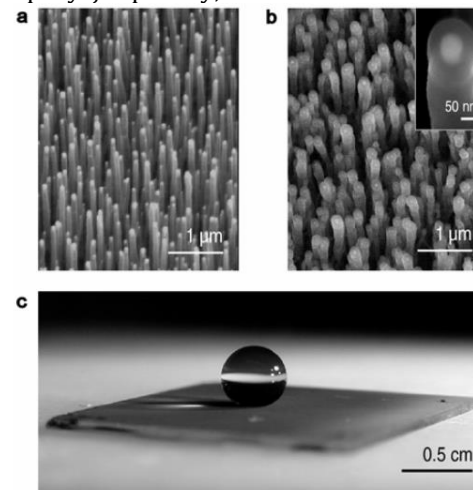
W drugiej zasadniczej części praca zawiera przegląd metod służących do zmiany własności powierzchniowych materiałów opisanych w literaturze naukowo-badawczej. Modyfikacje obejmują zarówno wpływ na morfologię (chropowatość) powierzchni, jak i energię powierzchniową. Oba te czynniki mają decydujący wpływ na zwilżalność materiałów, w tym na hydrofobowość powierzchni, która jest przedmiotem zainteresowania z punktu widzenia potencjalnych zastosowań w procesach filtracyjnych i separacyjnych. W związku z powyższym przegląd skupił się przede wszystkim na metodach otrzymywania powierzchni o właściwościach superhydrofobowych dla różnorodnych rodzajów materiałów.

### 3. Metody pomiaru własności powierzchniowych:

- Pomiar kąta zwilżania (metoda nachylenia płytki, goniometryczna)
- Pomiar napięcia powierzchniowego krytycznego (wykres Zismana)
- Test wzniesienia kapilarnego
- Pomiar swobodnej energii powierzchniowej (metoda Fowkesa, metoda Owensa i Wendta, metoda van Oss-Chauhury'ego-Gooda, metoda Neumanna)

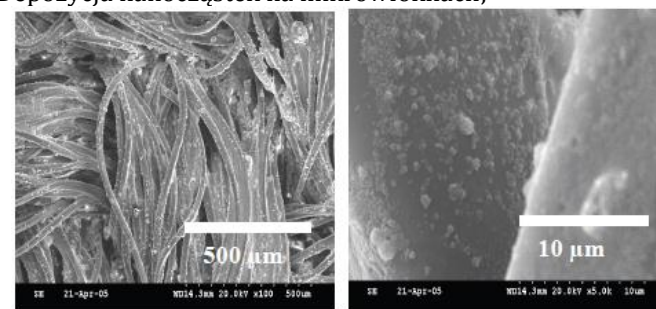
### 4. Modyfikacja powierzchni włókien:

- Chemiczna modyfikacja włókien szklanych
- Modyfikacja powierzchni polimerów
  - Modyfikacja poliamidu (Nylonu);
  - Pokrywanie powierzchni polielektrolitami;
  - Modyfikacja powierzchni z wykorzystaniem depozycji z plazmy;



Rysunek 4. a) Niepokryte nanorurki węglowe, b) Nanorurki węglowe po pokryciu PTFE, c) Sferyczna kropla wody na pokrytych PTFE nanorurkach węglowych [52].

- Domieszki do polimerów;
- Depozycja nanocząstek na mikrowłóknach;



Rysunek 5. Nanocząsteczki  $\text{CaCO}_3$  (100-200nm) naniesione na powierzchnię płytki krzemowej [54]

- Kontrolowany wzrost ZnO na powierzchni.

