

# Praca dyplomowa inżynierska

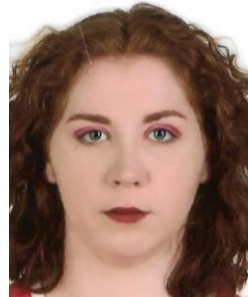
## Badanie kinetyki kondensacji aerożeli metodą spektroskopii fourierowskiej w podczerwieni (FTIR)

**Autor: Dominika Wróblewska**

Nr albumu: 306894

Promotor: prof. uczelni dr. hab. inż. Jakub Gac  
Opiekun pomocniczy: mgr. inż. Bartosz Nowak

Rok akademicki: 2022/2023



### Wprowadzenie

Aerożele, czyli żele, w których porach ciecz została zastąpiona poprzez gaz, znane są ze swoich nadzwyczajnych właściwości m.in. porowatości sięgającej 99,8% i wynikającej z tego bardzo niskiej gęstości. Stosunek reagentów użytych do syntezy wpływa nie tylko na właściwości i strukturę aerożeli, ale również na szybkość zachodzenia reakcji hydrolizy i kondensacji. Zbadanie kinetyki tych reakcji umożliwia metoda FTIR.

### Cel i zakres pracy

Celem pracy było wyznaczenie dynamiki hydrolizy i kondensacji metylotrimetoksylanu dla różnych stężeń reagentów. Kinetykę badano w oparciu o metodę spektroskopii fourierowskiej w podczerwieni (FTIR), która pozwoliła określić rodzaj i względną ilość wiązań w związkach chemicznych i tym samym prześledzić kinetykę powstawania produktów pośrednich oraz końcowych struktur na poziomie molekularnym.

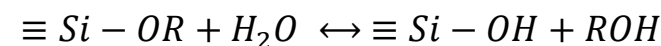
Zakres pracy obejmuje:

- Przegląd literatury dotyczący właściwości, zastosowań i syntezy aerożeli oraz zastosowania metody FTIR do badań nad aerożelami
- Przeprowadzenie badań nad kinetyką reakcji hydrolizy i kondensacji przy użyciu metody spektroskopii fourierowskiej w podczerwieni (FTIR)
- Analizę otrzymanych danych doświadczalnych i przeprowadzenie obliczeń w celu określenia parametrów wpływających na kinetykę syntezy aerożeli
- Sformułowanie wniosków na podstawie wykonanych obliczeń

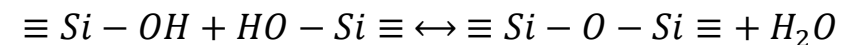
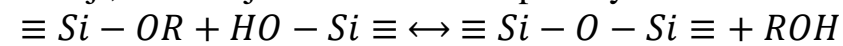
### Część teoretyczna

W części teoretycznej wykonano przegląd literatury dotyczącej metody FTIR oraz aerożeli, a przede wszystkim ich syntezy, której najważniejszymi etapami są:

- Reakcja hydrolizy:

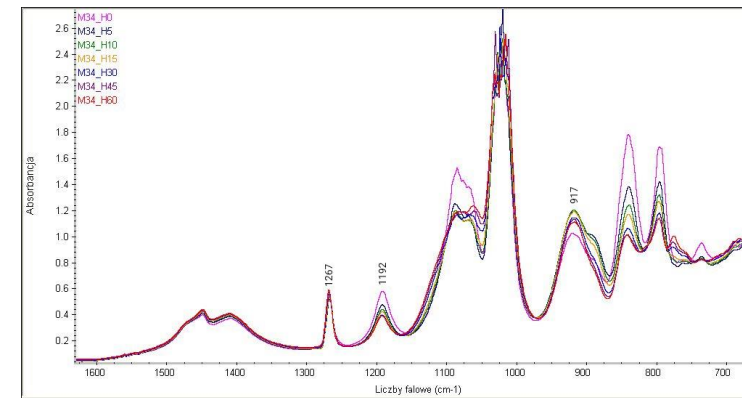


- Reakcja kondensacji, która zajść może na dwa sposoby:

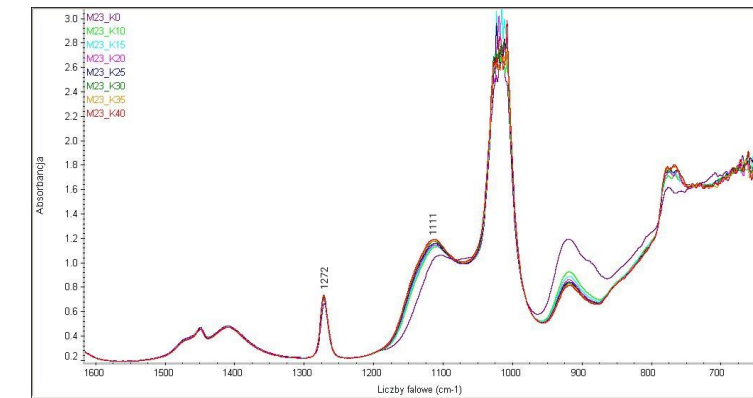


### Wyniki

W wyniku przeprowadzonych badań otrzymano widma ukazujące odpowiednio zanik wiązań –Si-O-CH<sub>3</sub> i przyrost wiązań –Si-OH w przypadku reakcji hydrolizy oraz przyrost wiązań –Si-O-Si w przypadku reakcji kondensacji.

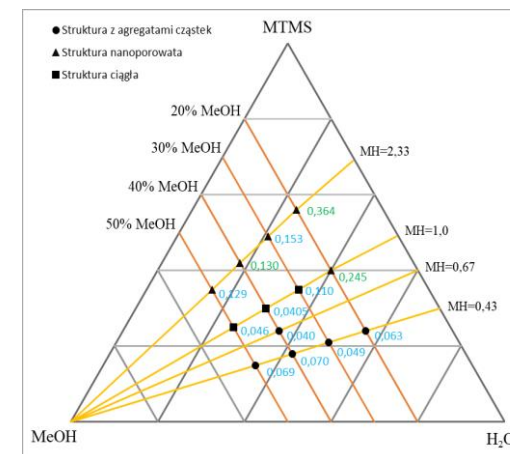


Rys.1. Przebieg reakcji hydrolizy

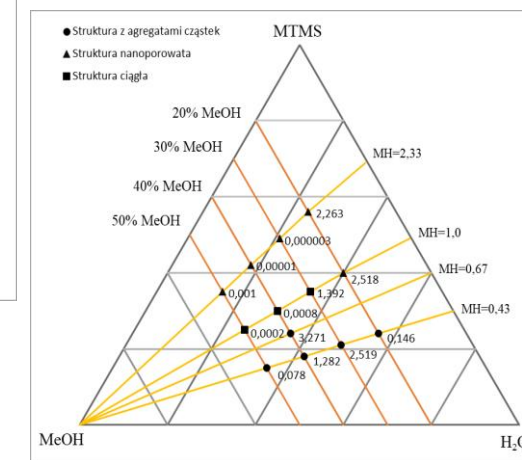


Rys.2. Przebieg reakcji kondensacji

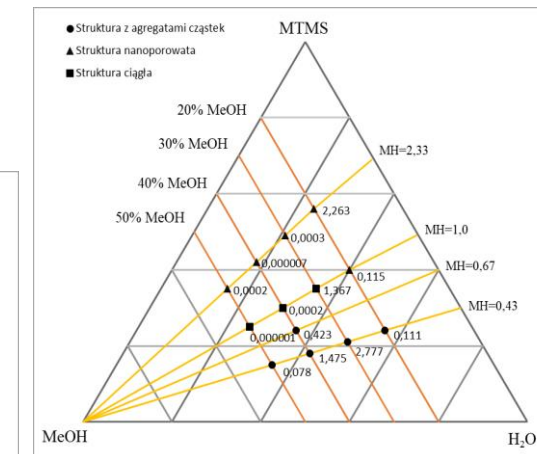
Po wykonaniu obliczeń z wykorzystaniem uzyskanych widm otrzymano odpowiednio współczynnik zaniku wiązań alkoholowych dla reakcji hydrolizy oraz współczynnik przyrostu wiązań siloksanowych dla reakcji kondensacji.



Rys.3. Wartości współczynnika zaniku wiązań dla reakcji hydrolizy



Rys.4. Wartości powierzchniowego współczynnika przyrostu wiązań dla reakcji kondensacji



Rys.5. Wartości wysokiego współczynnika przyrostu wiązań dla reakcji kondensacji

### Wnioski

Stwierdzono, że próbki, dla których hydroliza zachodziła szczególnie szybko, w późniejszym etapie przekształcały się w aerożele o morfologii nanoporowatej. Dodatkowo, wykazano również, że wzrost zawartości prekursora oraz wzrost stosunku MTMS/H<sub>2</sub>O przyspiesza hydrolizę. Analiza kinetyki kondensacji pozwoliła określić, że wzrost ilości rozpuszczalnika w próbce spowalnia tę reakcję.