

SPIS TREŚCI

| | |
|--|-----------|
| WSTĘP | 6 |
| NANOKOMPOZYTY POLIMEROWE I WŁÓKNA Z NANOKOMPOZYTÓW Z UDZIAŁEM MONTMORYLONITU | 8 |
| 1. STRUKTURA I WŁAŚCIWOŚCI WARSTWOWYCH GLINOKRZEMIANÓW ORAZ OPARTYCH NA ICH BAZIE NANOKOMPOZYTÓW | 10 |
| 1.1. Typy nanokompozytów..... | 14 |
| 1.2. Metody stosowane do charakterystyki nanokompozytów..... | 14 |
| 2. METODY OTRZYMYWANIA NANOKOMPOZYTÓW..... | 17 |
| 2.1. Otrzymywanie nanokompozytu podczas syntezy polimeru (in situ)..... | 17 |
| 2.2. Otrzymywanie nanokompozytów z roztworu polimeru | 22 |
| 2.3. Otrzymywanie nanokompozytów ze stopionego polimeru | 23 |
| 2.4. Nanokompozyty z udziałem poliakrylonitrylu..... | 25 |
| 2.5. Wnioski dotyczące otrzymywania nanokompozytów | 26 |
| 3. WŁAŚCIWOŚCI NANOKOMPOZYTÓW | 27 |
| 3.1. Właściwości reologiczne stopionych nanokompozytów..... | 27 |
| 3.2. Właściwości reologiczne roztworów nanokompozytów | 27 |
| 3.3. Właściwości użytkowe nanokompozytów | 32 |
| 3.3.1. Właściwości wytrzymałościowe | 32 |
| 3.3.2. Właściwości termiczne | 33 |
| 3.3.3. Palność nanokompozytów..... | 35 |
| 3.3.4. Przepuszczalność gazów przez nanokompozyty | 36 |
| 3.3.5. Właściwości biologiczne nanokompozytów | 37 |
| 4. PRZERÓB I ZASTOSOWANIE NANOKOMPOZYTÓW | 38 |
| 4.1. Ogólne prawidłowości procesu formowania włókien metodą z roztworu na mokro w aspekcie wytwarzania włókien z nanokompozytów..... | 39 |
| 5. WŁÓKNA Z NANOKOMPOZYTU PIA | 50 |
| 5.1. Włókna z nanokompozytu PIA z udziałem MMT - Nanomer PGW..... | 52 |
| 5.2. Włókna z nanokompozytu PIA zawierające MMT modyfikowany kwasem aminododekanowym | 63 |
| 5.2.1. Wpływ rozkładu rozciągów w dwuetapowym procesie rozciągania na strukturę i właściwości włókien z nanokompozytu poliimidoamidowego zawierających MMT modyfikowany kwasem aminododekanowym | 69 |
| 5.3. Włókna z nanokompozytu PIA zawierające MMT modyfikowany oktadecyloaminą | 75 |
| 6. ANALIZA PORÓWNAWCZA WPŁYWU ILOŚCI I RODZAJU MONTMORYLONITU NA STRUKTURĘ NADMOLEKULARNĄ, POROWATOŚĆ I WŁAŚCIWOŚCI WŁÓKNIEN Z NANOKOMPOZYTU POLIIMIDOAMIDOWEGO | 80 |

| | |
|---|------------|
| 7. WŁAŚCIWOŚCI TERMICZNE I ZAPALNOŚĆ WŁÓKIEN Z NANOKOMPOZYTU PIA | 93 |
| 8. OPTYMALIZACJA PROCESU FORMOWANIA WŁÓKIEN Z NANOKOMPOZYTU PIA | 100 |
| 9. PODSUMOWANIE BADAŃ NAD OTRZYMYWANIEM WŁÓKIEN Z NANOKOMPOZYTU PIA | 101 |
| 10. WŁÓKNA Z NANOKOMPOZYTU PAN Z UDZIAŁEM MMT..... | 105 |
| 10.1. Wpływ ultradźwiękowego rozpraszania aglomeratów MMT na strukturę i właściwości włókien z nanokompozytu PAN | 113 |
| 11. OPTYMALIZACJA PROCESU WYTWARZANIA WŁÓKIEN Z NANOKOMPOZYTU PAN..... | 119 |
| 12. PODSUMOWANIE BADAŃ DOTYCZĄCYCH OTRZYMYWANIA WŁÓKIEN Z NANOKOMPOZYTU PAN Z UDZIAŁEM MMT | 120 |
| 13. OCENA OBECNOŚCI I RÓWNOMIERNOŚCI ROZŁOŻENIA MMT NA POWIERZCHNI NANOKOMPOZYTOWYCH WŁÓKIEN POLIAKRYLONITRYLOWYCH ORAZ POLIIMIDOAMIDOWYCH | 122 |
| ZAKOŃCZENIE..... | 127 |
| CYTOWANA LITERATURA..... | 128 |
| STRESZCZENIE..... | 132 |
| ABSTRACT..... | 133 |

WSTĘP

Zastosowanie nanotechnologii w wytwarzaniu włókien chemicznych stwarza szerokie możliwości modyfikacji ich właściwości oraz nadania im nowych cech niespotykanych dotąd u włókien klasycznych. Ta modyfikacja i poprawa właściwości obejmuje ich szeroką gamę, począwszy od właściwości mechanicznych, termicznych, elektrycznych, optycznych, magnetycznych, a także zmniejszenia palności bądź wzrostu biodegradowalności w przypadku polimerów ulegających temu procesowi. Uzależnione jest to od budowy chemicznej i rodzaju wprowadzanego do tworzywa nanododatku. Podstawowe znaczenie ma przy tym fakt, iż modyfikację właściwości uzyskuje się już w wyniku wprowadzenia niewielkich ilości w granicach 1-7% nanozwiązków, czyli takich, w których co najmniej jeden z wymiarów zawiera się w granicach do 100 nm.

Włókna, wykazujące obecność rozproszonych w swym tworzywie nanododatków nazywane są ogólnie włóknami z nanokompozytów polimerowych. Zalicza się je do rozwijającej się dynamicznie w ostatnich latach najnowszej generacji włókien chemicznych, mających coraz większe zastosowania w praktyce. Dotyczy to włókien przeznaczonych zarówno do zastosowań tekstylnych, medycznych, jak i technicznych.

Odrębną grupę włókien nowej generacji stanowią nanowłókna, otrzymane techniką elektroprzędzenia, których średnica jest mniejsza od 1000 nm i zawiera się przeważnie w granicach od kilku do 800 nm. Nie będą one jednak przedmiotem rozważań objętych niniejszym opracowaniem. Szerokie omówienie podstawowych problemów związanych z otrzymywaniem nanowłókien zawarte jest w pracy [1] opartej zarówno o literaturę źródłową, jak i o badania własne autorów, dotyczące otrzymywania nanowłókien celulozowych przy użyciu jako rozpuszczalnika NMMO.

Zastosowanie nanotechnologii w wytwarzaniu włókien chemicznych, będące przedmiotem niniejszego opracowania, dotyczyć będzie głównie sposobów wytwarzania włókien nanokompozytowych z różnych tworzyw włóknotwórczych. Oprócz ogólnych wiadomości dotyczących wytwarzania i właściwości nanokompozytów, szczególna uwaga zwrócona będzie na tworzywa, z których włókna formowane są metodą z roztworu na mokro. Specyfika tej metody wymaga w większym stopniu, niż np. w przypadku formowania ze stopu, uwzględnienia wpływu obecności w tworzywie niewłóknotwórczego nanododatku, na mechanizm i przebieg procesu zestalania, wytworzoną po tym etapie strukturę oraz jej podatność na procesy deformacyjne podczas rozciągu plastyfikacyjnego. Od kompleksu zjawisk zachodzących w tych kolejno po sobie następujących procesach uzależniona jest bowiem struktura i końcowe właściwości włókien. Możliwość modyfikacji tych właściwości daje zarówno odpowiednio ukierunkowany dobór parametrów procesowych obu etapów wytwarzania włókien, jak też obecność w tworzywie nanododatków o specyficznych właściwościach i określonych oddziaływaniach z matrycą polimerową. Efektem tego jest uzyskanie często unikatowego połączenia niektórych właściwości, jak np. podwyższonych właściwości sorpcyjnych (wynikających z dużej porowatości) z barierowością na działanie strumienia cieplnego i płomienia – w przypadku włókien z nanokompozytu poliimidoamidowego. Warunkuje to wysoki komfort

użytkowania odzieży ochronnej, wykonanej z takich włókien w warunkach jej pierwszego kontaktu z płomieniem.

Z wytwarzaniem struktury porowatej w prekursorowych włóknach poliakrylonitrylowych, w połączeniu z obecnością odpowiednich nanododatków, związana jest natomiast nie tylko właściwa (ze względu na zastosowania medyczne) struktura włókien węglowych, ale także ich działanie osteoproduktywne i osteokonduktywne, uwarunkowane obecnością takich pierwiastków, jak krzem, wapń, fosfor, pochodzących od wprowadzanych nanododatków. Połączenie możliwości sterowania w szerokim zakresie parametrami technologicznymi procesu wytwarzania włókien (jakie daje metoda formowania z roztworu na mokro) z wykorzystaniem wszystkich walorów nanotechnologii (rodzaju nanopoleceń, ich budowy chemicznej i fizycznej) otwiera nową drogę rozwoju włókien chemicznych najnowszych generacji. Kierunek ten realizowany jest w Zespole Formowania Katedry Włókien Sztucznych PŁ, a wyniki prowadzonych badań są przedmiotem niniejszej monografii, którą podzielono na dwa obszary tematyczne. Pierwsza część dotyczy otrzymywania włókien z nanokompozytów z udziałem montmorylonitu, zaś w drugiej przedstawione zostaną zagadnienia związane z wytwarzaniem włókien zawierających inne ceramiczne nanododatki, bądź metale i ich tlenki oraz nanorurki węglowe.