

Ciągle istnieje zapotrzebowanie na wytwarzanie nowych materiałów polimerowych i zwykle otrzymuje się je poprzez syntezę polimerów albo w wyniku chemicznej lub fizycznej modyfikacji już znanych polimerów. Drugie podejście jest najbardziej obiecujące z punktu widzenia masowej produkcji przemysłowej. Podczas fizycznej (strukturalnej) modyfikacji polimerów następuje specyficzna zmiana struktury supramolekularnej pod wpływem czynników fizycznych, chociaż struktura chemiczna makrocząsteczek nie ulega zmianie.

Celem modyfikacji struktury jest dostosowanie właściwości do konkretnych zastosowań. Na przykład, mocno zorientowane struktury są pożądane w celu uzyskania bardzo wysokich wartości modułu i odporności na pękanie, jak również w celu zwiększenia odporności na rozpuszczalniki polimerów amorficznych i częściowo krystalicznych. Natomiast przejścia fazowe w materiale są potrzebne do poprawy jego plastyczności (np. przejście z fazy α do fazy γ w polipropylenie i poliamidzie-6) lub zmanifestowania efektu piezoelektrycznego (przejście z fazy α do fazy β w poli(fluorku winylidenu)). Z kolei wytwarzanie ciągłej fazy krystalicznej w polimerze wykorzystywane jest do uzyskania bardzo małego współczynnika rozszerzalności cieplnej, rzędu $(1-10) \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$, zbliżonego do tego jaki występuje w stopach inwaru.

Zmiany strukturalne w materiale mogą też być uzyskiwane poprzez jego odkształcanie. Zmiany strukturalne i fazowe polimerów powodowane odkształceniem zachodzą na etapie odkształcania plastycznego. Jednak wiele pożądanych stanów strukturalnych, takich jak struktury o wysokiej doskonałości lub bardzo duże uporządkowanie molekularne, nie jest osiągniętych w większości polimerów, ponieważ przedwcześnie ulegają one mechanicznemu uszkodzeniu.

Projekt proponuje zwrócenie uwagi na obszar bardzo dużych odkształceń plastycznych (megaplastycznych) (MPD). Proponuje się osiągnięcie tego zakresu poprzez zwiększenie energii odkształcenia sprężystego. W projekcie postawiono hipotezę, że znaczna energia sprężysta, która otrzyma polimer podczas odkształcania umożliwi aktywację/otwarcie dodatkowych kanałów rozpraszania energii, opóźniając w ten sposób fazę zniszczenia i umożliwiając głębszą przemianę strukturalną i fazową. Takimi kanałami są: dynamiczna rekrytalizacja, przemiany fazowe, przegrupowania dyslokacji i uwalnianie ciepła podczas odkształcenia. Początek pojawienia się tych procesów pozwoli na wyznaczenie wartości odkształcenia plastycznego przejścia do zakresu MPD (tj. granicy między odkształceniami makroplastycznymi i megaplastycznymi). Na koniec postaramy się podać ścisłą definicję MPD. W projekcie określony zostanie mechanizm fizyczny procesów zachodzących w materiałach polimerowych przy ultrawysokich odkształceniach plastycznych. Zostanie on zbadany na przykładzie szeregu materiałów polimerowych (amorficznych, częściowo krystalicznych, mieszanin polimerów), o różnej morfologii (liniowej budowie łańcuchów, lub z rozgałęzieniami, z możliwym występowaniem polimorfizmu kryształów pod wpływem odkształcenia plastycznego lub obróbki termicznej). Badania zostaną przeprowadzone w szerokim zakresie temperatur i ciśnień oraz przy różnych szybkościach odkształcania. Nasze eksperymenty pilotażowe wykazały, że w obszarze odkształcenia megaplastycznego występuje wiele interesujących zjawisk, których nie obserwuje się w obszarze odkształcenia plastycznego. Są to procesy dyfuzji wywołanej odkształceniem, mieszanie się niemieszalnych zwykle polimerów, polimeryzacja związków, które w innych warunkach nie uzyskują dużej masy cząsteczkowej w stanie stałym (bezwodnik maleinowy), albo też z trudem polimeryzują (pochodne acetyleny) i tylko w szczególnych warunkach, np. w wysokich temperaturach. Wykorzystanie tych zjawisk pozwoli na uzyskanie całkiem nowych stanów strukturalnych, które można będzie zastosować podczas przetwarzania polimerów, na przykład podczas mechanicznego recyklingu zmieszanych odpadów z tworzyw sztucznych, konsolidacji polimerów proszkowych w stanie stałym oraz polimeryzacji w stanie stałym. Wynikiem projektu będzie znaczny postęp w teorii wytrzymałości i plastyczności materiałów polimerowych, dzięki odkryciu właściwości polimerów w nowym obszarze odkształceń plastycznych — ultrawysokich (megaplastycznych) odkształceń. Takie odkształcenia wydają się oferować większe możliwości uzyskania w polimerach istotnych przemian strukturalnych i fazowych, a tym samym umożliwiają nowe podejście do tworzenia materiałów o ulepszonych właściwościach fizycznych i mechanicznych.