

Tytuł projektu: Deformacja plastyczna polimerów częściowo krystalicznych - rola topologii fazy amorficznej i morfologii fazy krystalicznej

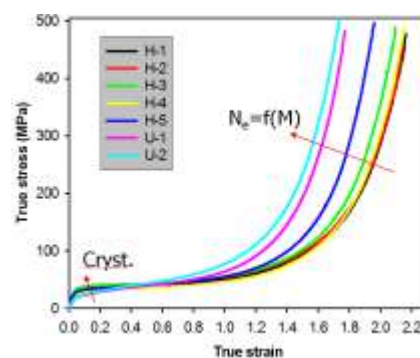
Czas realizacji: 36 miesięcy (08.2015 – 07.2018)

Miejsce realizacji: CBMiM PAN w Łodzi

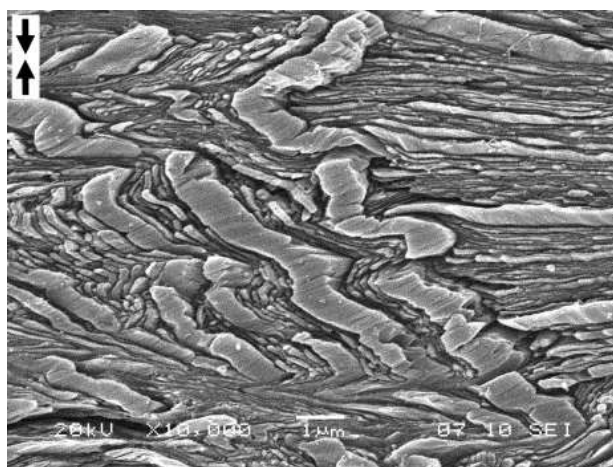
Kierownik: [prof. dr hab. Zbigniew Bartczak](#)

Celem naukowym projektu jest zbadanie wpływu fazy amorficznej polimeru częściowo krystalicznego, w tym jej topologii, ilości i stanu, na przebieg deformacji plastycznej i wpływu na odkształcenie krystalitów. W szczególności zamierzamy zbadać jak topologia i stan fazy amorficznej wpływa na stabilność procesu, zwłaszcza na pojawienie się dwóch ważnych niestabilności w postaci transformacji morfologicznych fazy krystalicznej: łamanie lamel, związanego z ich ograniczoną fragmentacją oraz występującej przy większych odkształceniach masowej fragmentacji lamel skutkującej całkowitym przekształceniem struktury lamelarniej do tzw. mikrofibrylarniej. Trzecim ważnym przedmiotem badań będzie efekt samowzmacniania i wynikające z niego zjawisko stopniowego niszczenia sieci molekularnej przy dużych odkształceniach. Pomimo bardzo dużego, niemal kluczowego znaczenia tych zjawisk dla procesu deformacji polimerów oraz ich ogromnego wpływu na końcową strukturę i właściwości polimerów orientowanych i wykonanych z nich wyrobów, zjawiska te były dotąd badane w bardzo ograniczonym zakresie.

Materiały do badań zostaną wybrane z grupy typowych polimerów częściowo krystalicznych, takich jak PE, iPP iPB-1, PET, PLA i ich kopolimerów. Zawartość fazy amorficznej i jej właściwości, w tym gęstość sieci molekularnej i liczba łańcuchów łączących sąsiednich kryształy, będą modyfikowane przez dobór próbek polimerów i dodatkowo warunków zestalania i obróbki cieplnej - zastosowane zostaną różne protokoły krystalizacji izotermicznej i/lub nieizotermicznej, w tym krystalizacji i wygrzewania pod wysokim ciśnieniem, sieciowanie radiacyjne oraz selektywne spęcznianie fazy amorficznej cieczami małowcząsteczkowymi lub usuwanie już obecnych dodatków.



Próbki zdeformowane, głównie przez ściskanie, do ustalonych wartości odkształcenia w zakresie oczekiwanych niestabilności deformacji zostaną poddane szczegółowym badaniom strukturalnym i fizykochemicznym za pomocą szerokiego wachlarza metod (m.in. mikroskopia TEM, SEM i AFM, rentgenografia, analiza termiczna, mechaniczna i reologiczna, spektroskopia FTiR i Ramana) w celu zidentyfikowania i scharakteryzowania aktywnych mechanizmów deformacji oraz poznania szczególnych cech struktury odpowiedzialnych za zjawiska niestabilności deformacji, głównie ograniczonej fragmentacji podczas łamania lamel i późniejszej masowej fragmentacji lamel prowadzącej do przebudowy struktury nadcząsteczkowej do struktury mikrofibrylarnej. Analizowana będzie m.in. rola defektów struktury krystalicznej, łańcuchów wiążących sąsiednie krystality (*tie-molecules*) i splątań łańcuchów tworzących sieć molekularną w warstwach amorficznych. Zaplanowano również badania mające na celu wyjaśnienie mechanizmu stopniowego niszczenia tej sieci przy dużych odkształceniach.



SEM: struktura lamelarna zdeformowanej próbki CE-PE

Niektóre z aspektów niestabilności deformacji plastycznej oprócz badań doświadczalnych będą badane dodatkowo za pomocą modelowania komputerowego. W jego ramach planujemy przeprowadzić badania lokalizacji poślizgów krystalograficznych i fragmentacji lamel w strukturach modelowych, w zależności od morfologii i defektów struktury krystalicznej oraz topologii sąsiednich warstw amorficznych.

Na podstawie uzyskanych wyników doświadczalnych i modelowania komputerowego podjęta zostanie próba opracowania teoretycznego opisu łączącego szczegóły struktury polimeru częściowo krystalicznego, w tym topologii fazy amorficznej, z jego odpowiedzią mechaniczną i deformacją.

Realizacja badań dostarczy wiedzy na temat przebiegu zjawiska deformacji i wyjaśni mikromechanizmy aktywne w polimerach częściowo krystalicznych, produkowanych w skali milionów ton. Niestabilności podczas procesu deformacji wpływają znacząco na dalszy przebieg odkształcania polimeru i jego końcową strukturę. Tym samym wpływają na makroskopowe właściwości mechaniczne materiału zorientowanego wskutek deformacji, które z kolei warunkują zakres zastosowań polimerów, w tym wyrobów zorientowanych. Dlatego też poznanie relacji pomiędzy przyczynami niestabilności deformacji, wywołanymi zmianami w strukturze polimeru a jego właściwościami pomoże przewidywać zachowanie materiałów polimerowych pod obciążeniem i drogi jego modyfikacji dla uzyskania pożądanych, lepszych właściwości.