



**KAPITAŁ LUDZKI**  
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



**UNIA EUROPEJSKA**  
EUROPEJSKI  
FUNDUSZ SPOŁECZNY



**Mateusz Barczewski**  
**Politechnika Poznańska**  
**Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania**  
**Instytut Technologii Materiałów**  
**Zakład Tworzyw Sztucznych**

Stypendysta / Stypendystka projektu pt. „Wsparcie stypendialne dla doktorantów na kierunkach uznanych za strategiczne z punktu widzenia rozwoju Wielkopolski”,  
Poddziałanie 8.2.2 Programu Operacyjnego Kapitał Ludzki

## **Analiza niestabilności przepływu stopionego polimeru w trakcie wyłaczania**

Tematyka i cel pracy doktorskiej obejmuje określenie przyczyn powstawania niestabilności przepływu występujących w trakcie wyłaczania stopionego polietylenu prowadzących do uszkodzenia gotowego wyrobu oraz opracowanie systemu kontrolno-pomiarowego umożliwiającego ich wczesne wykrywanie. Występowanie niestabilności przepływu stanowi poważny problem technologiczny powodujący znaczne ograniczenia wydajności procesu wyłaczania. W dotychczasowej praktyce przemysłowej nie odnotowano zastosowania skutecznej metody oceny i wykrywania powstających niestabilności. Stosowane metody opierają się jedynie na ocenie wizualnej gotowego wyrobu. Przykład wytłoczyny wykonanej z liniowego polietylenu małej gęstości (LLDPE) wytłoczonego w trakcie stabilnego przepływu oraz w trakcie występowania niestabilności przepływu typu *skóra rekina* przedstawiono na rys 1.

Głównym założeniem pracy doktorskiej jest opracowanie systemu kontrolno-pomiarowego mogącego w przyszłości posłużyć jako element automatycznej kontroli procesu wyłaczania. W pracy doktorskiej skupiono się na ocenie oraz próbie opisanie nowoczesnymi metodami pomiarowymi pierwszej z niestabilności przepływu (*skóra rekina*) pojawiającej się w trakcie wyłaczania polietylenów liniowych, tj. liniowego polietylenu małej gęstości (LLDPE) oraz polietylenu dużej gęstości (HDPE). System wczesnej detekcji niestabilności przepływu pierwszego rodzaju występującej w trakcie wyłaczania stopionego polimeru oparty został na analizie sygnału odwzorowującego dynamiczne zmiany ciśnienia w końcowym odcinku dyszy wyłaczarskiej. Pęknięcia obserwowane na powierzchni wyrobu



**Rys. 1.** Przykład wytłoczyny z polietylenu w trakcie przepływu stabilnego (a) oraz w zakresie występowania niestabilności przepływu typu skóra rekina (b) [opracowanie własne]

spowodowane są lokalnym, znacznym wzrostem prędkości liniowej stopionego tworzywa polimerowego w warstwach wierzchnich wytłoczyny po opuszczeniu głowicy wylączarskiej, prowadzącym do utraty spójności materiału oraz jego uszkodzeniu objawiającego się w postaci regularnych pęknięć na powierzchni. Założeniem stanowiącym podstawę do podjęcia prac było stwierdzenie, że mikropęknięciom obserwowanym na powierzchni wytłoczyny towarzyszą cykliczne fluktuacje ciśnienia w końcowym odcinku dyszy wylączarskiej. Dzięki zastosowaniu odpowiednio skonfigurowanego systemu pomiarowego możliwe było zarejestrowanie niewielkich zmian ciśnienia powodowanych występowaniem zjawiska *skóry rekina*. Sygnał poddano obróbce cyfrowej z zastosowaniem analizy funkcji autokorelacji oraz szybkiej transformaty Fouriera (FFT). Pierwsza metoda analizy sygnału umożliwiła wczesną detekcję powstającego zjawiska, natomiast zastosowanie analizy FFT pozwoliło na dokonanie opisu niestabilności oraz ocenę skali jego występowania. Aplikacja obydwóch metod pozwoliła zatem nie tylko wykryć powstające zakłócenie jedynie na podstawie obserwacji odpowiednio mierzonych zmian wartości ciśnienia, ale również stanowi narzędzie do jego oceny w ujęciu zarówno ilościowym jak i jakościowym. W pracy doktorskiej osobny rozdział poświęcony jest zastosowaniu wyżej opisanej analizy niestabilności typu *skóra rekina* jako metody oceny stanowiącej doskonałe narzędzie badawcze.

Realizowana praca ma charakter interdyscyplinarny ze względu na konieczność zastosowania nowych technik pomiarowych do oceny zjawisk wynikających z budowy makrocząsteczek przetwarzanych polimerów. Aspekt materiałowy pracy związany jest z

poznaniem i zrozumieniem wpływu budowy strukturalnej polietylenu na jego reologiczne właściwości oraz niestabilności występujące w trakcie przetwórstwa metodą wytłaczania. Druga część pracy związana jest z opracowaniem oraz wykonaniem stanowiska pomiarowego, wymagającego opanowania technik cyfrowego przetwarzania sygnałów oraz zagadnień związanych z projektowaniem oprzyrządowania technologicznego stosowanego w trakcie przetwórstwa tworzyw polimerowych.

Po zakończeniu prac związanych z realizacją części naukowej doktoratu planowana jest aplikacja opracowanej metody oceny niestabilności jako systemu kontrolno-pomiarowego w warunkach przemysłowych w celu usprawnienia procesu technologicznego. Kontrolowana produkcja folii wylewanych oraz rękawowych może przyczynić się do istotnego ograniczenia start materiałowych wynikających z występujących w trakcie przetwórstwa niestabilności przepływu i podwyższenia wydajności oraz konkurencyjności przedsiębiorstw. Stanowiąc będzie to doskonały przykład komercjalizacji wyników badań oraz transferu wiedzy z ośrodków naukowych do wielkopolskich przedsiębiorstw, zwiększając zarówno innowacyjność zakładu produkcyjnego, jak i potencjał wdrożeniowo-aplikacyjny jednostki naukowej jaką jest Zakład Tworzyw Sztucznych Politechniki Poznańskiej, w którym praca doktorska jest realizowana.