

Prezentowany projekt badawczy o tytule „Rola odnawialnych przeciwutleniaczy w termicznej i termo-oksydacyjnej stabilności termoplastycznych bio-poliuretanów poddanych wielokrotnym cyklom recyklingu” to swoista odpowiedź na aktualne zapotrzebowanie rynku tworzyw sztucznych na materiały o korzystnych właściwościach, a przy tym o zmniejszonym wpływie na środowisko i dostosowane do gospodarki o obiegu zamkniętym. Temat ten jest wysoce istotny zarówno pod kątem wyzwań związanych z gospodarką odpadami, jak i poszukiwania nowych, zrównoważonych rozwiązań przemysłowych. Celem projektu jest opracowanie bio-pochodnego termoplastycznego poliuretanu (bio-TPU) o wysokiej zawartości bio-komponentów, który będzie również możliwy do poddania wielokrotnemu recyklingowi mechanicznemu. Badania prowadzone w ramach projektu koncentrują się na zastosowaniu bio-pochodnego dodatku przetwórczego – odnawialnych przeciwutleniaczy, których zadaniem jest ochrona materiału przed degradacją w trakcie przetwórstwa.

Projekt jest odpowiedzią na rosnące problemy związane z odpadami tworzyw sztucznych i ich wpływem na środowisko. Tworzywa sztuczne, mimo że odgrywają istotną rolę w gospodarce – ze względu na ich szeroki zakres zastosowań w budownictwie, motoryzacji, medycynie, elektronice czy w sprzęcie sportowym – są również wysoce odporne i trwałe, co może być zarówno zaletą, jak i wadą. Przy braku odpowiedniego recyklingu stają się one obciążeniem dla środowiska. To powoduje, że coraz większą uwagę poświęca się materiałom o niższym śladzie węglowym oraz potwierdzonej możliwości ich ponownego wykorzystania w drodze metod recyklingu. Wprowadzenie na rynek bio-tworzyw sztucznych pozwala na zmniejszenie emisji gazów cieplarnianych i ograniczenie zużycia surowców kopalnych. Wykorzystanie w ich produkcji biomasy i roślin pozwala również na wzrost znaczenia rolnictwa w gospodarce.

W projekcie założono trzy główne ścieżki badawcze. Pierwsza z nich to synteza bio-TPU z wykorzystaniem bio-komponentów: bio-polioli, bio-diizocyjanianów i bio-przedłużaczy łańcucha, aby osiągnąć wysoką zawartość komponentów pochodzenia roślinnego, przekraczającą 75%. Druga ścieżka obejmuje wielokrotne przetwarzanie materiału w procesie recyklingu mechanicznego, który nie wymaga stosowania dodatkowych reagentów i wykorzystuje unikalną cechę tworzyw termoplastycznych – możliwość ich topnienia i ponownego formowania. Trzeci obszar badawczy to wykorzystanie naturalnych i zrównoważonych przeciwutleniaczy, takich jak kwas ferulowy, witamina E, kwas kawowy czy wanilina. Dodatek tych związków ma na celu zapobieganie degradacji bio-TPU w trakcie cykli recyklingu. Dla celów porównawczych recykling zostanie przeprowadzony również dla bio-TPU bez dodatków oraz z dodatkiem syntetycznych przeciwutleniaczy (takich jak butylowany hydroksytoluen – BHT).

Podejmowana w projekcie tematyka jest innowacyjna, ponieważ pomimo bardzo dobrego poznania procesów recyklingu mechanicznego dla tworzyw olefinowych, takich jak polietylen czy polipropylen, nie została ona szeroko zbadana dla termoplastycznych poliuretanów. Tymczasem TPU to materiały o wielu zastosowaniach przemysłowych – tworzy się z nich m.in. podeszwy butów, paski do spodni, torebki, etui na elektronikę itd. W trakcie recyklingu mechanicznego TPU narażony jest na szereg czynników, takich jak podwyższona temperatura, działanie tlenu i sił ścinających, co może prowadzić do utleniania i pogorszenia właściwości materiału. Dodatek przeciwutleniaczy na etapie przetwórstwa może ograniczyć procesy degradacyjne i wydłużyć cykl życia materiału, a także podnieść efektywność recyklingu.

Najważniejszym spodziewanym efektem projektu jest potwierdzenie, że możliwe jest zaprojektowanie i wytworzenie bio-pochodnego termoplastycznego poliuretanu oraz jego wielokrotne przetwarzanie bez wyraźnej utraty kluczowych właściwości mechanicznych i termicznych, a zastosowanie odnawialnych bio-pochodnych przeciwutleniaczy chroni go przed degradacją termiczną i termo-oksydacyjną. Otrzymane wyniki mogą wypełnić istniejącą lukę wśród doniesień naukowych dotyczących recyklingu tworzyw sztucznych, a także rzucić nowe światło na ekologiczną i efektywną alternatywę dla komercyjnych, syntetycznych TPU. Wykorzystanie komponentów roślinnych oraz naturalnych przeciwutleniaczy jest zgodne z zasadami zielonej chemii i może otworzyć nowe perspektywy przemysłowe i gospodarcze w kontekście nowoczesnych materiałów. Projekt wpisuje się w krajowe, europejskie i globalne dążenia do ograniczenia ilości odpadów i ochrony środowiska naturalnego.