

Inżynieria nieorganicznych inicjatorów rodnikowych: szlaki azotanów i halogenków w fotopolimeryzacji polimerów i funkcjonalnych kompozytów mediuwanej przez TiO_2

Wiele produktów, z których korzysta się na co dzień, takich jak farby, lakiery, plomby dentystyczne czy elementy drukowane w 3D, powstaje z płynnych żywic, które twardnieją pod wpływem światła. Aby rozpocząć ten proces, producenci dodają specjalne substancje zwane fotoinicjatorami. Pochłaniają one światło i tworzą bardzo reaktywne cząstki, które sprawiają, że ciecz zamienia się w stałe tworzywo sztuczne. Taki system działa dobrze, ale ma poważne wady: fotoinicjatory są zazwyczaj złożonymi związkami organicznymi, zużywają się podczas utwardzania, a ich drobne fragmenty pozostają w gotowym materiale. Coraz częściej zwraca się uwagę na ich możliwą szkodliwość i trudności z bezpiecznym uregulowaniem ich stosowania. Dodatkowo słabo współpracują z wodą i tlenem, co utrudnia rozwój bezpieczniejszych, niskorozpuszczalnikowych i wodnych systemów.

Ten projekt bada zupełnie inny sposób rozpoczynania utwardzania światłem. Zamiast stosować skomplikowane fotoinicjatory organiczne, wykorzystuje się tu biały, powszechnie dostępny pigment – dwutlenek tytanu (TiO_2), znany już z farb, kremów z filtrem czy żywności, oraz proste, tanie sole nieorganiczne, takie jak azotany i halogenki (na przykład podobne do soli kuchennej). Pod wpływem światła TiO_2 może „uaktywnić” te sole i przekształcić je w reaktywne cząstki, które rozpoczynają twardnienie żywicy. Ponieważ są to sole nieorganiczne, stabilne w wodzie i niewyparowujące, a TiO_2 jest ciałem stałym, które można odfiltrować i ponownie wykorzystać, taki układ daje szansę na uzyskanie czystszych materiałów z mniejszą ilością drobnych pozostałości organicznych. Kluczową ideą jest to, aby system działał nie tylko w suchych warunkach bez tlenu, ale także w normalnym powietrzu, a nawet w mieszaninach bogatych w wodę, czyli dokładnie tam, gdzie tradycyjne systemy mają największe problemy.

W projekcie badane będzie, jak sprawić, aby nowa kombinacja „światło + TiO_2 + sól” działała niezawodnie dla różnych typów żywic, od tych stosowanych w powłokach i lakierach bezbarwnych, po żywice używane w materiałach dentystycznych, biomateriałach czy w druku 3D. Zostanie sprawdzone, jak wybór soli, forma TiO_2 i skład cieczy wpływają na szybkość twardnienia żywicy, wytrzymałość i trwałość gotowego materiału oraz czy TiO_2 pozostaje w tworzywie jako użyteczny dodatek, czy też można go usunąć i ponownie wykorzystać. Gdy TiO_2 pozostaje w plastiku, może nadawać mu dodatkowe funkcje, na przykład powierzchnię, która pod wpływem światła pomaga rozkładać zabrudzenia (samoczyszczące powłoki) lub może częściowo hamować rozwój bakterii. Gdy TiO_2 zostanie usunięty, otrzymuje się „czystszy” polimer z mniejszą ilością obcych substancji w środku.

Jeśli badania zakończą się sukcesem, projekt otworzy drogę do nowej rodziny systemów utwardzanych światłem, które opierają się na prostych składnikach nieorganicznych zamiast na złożonych fotoinicjatorach organicznych. Takie systemy mogą ułatwić projektowanie bezpieczniejszych, wodnych i niskorozpuszczalnikowych produktów, zmniejszyć ilość potencjalnie szkodliwych pozostałości w materiałach codziennego użytku oraz umożliwić tworzenie powłok i elementów drukowanych w 3D o nowych, przydatnych właściwościach, takich jak samoczyszczenie czy działanie antybakteryjne. W dłuższej perspektywie takie podejście może pomóc przemysłowi chemicznemu w przechodzeniu na bardziej przyjazne dla środowiska i zdrowia rozwiązania, bez rezygnacji z szybkości i wygody utwardzania światłem.