

Głównymi obszarami zastosowań złożeń porowatych, wykonanych z usypanych cząstek, struktur monolitycznych, siatek dzianych czy też, od niedawna, stałych pian otwartokomórkowych, są bez wątpienia przemysł chemiczny, petrochemiczny i samochodowy, przy czym prawdopodobnie najbardziej rozpowszechnione jest ich zastosowanie w reakcjach katalitycznych typu gaz-ciało stałe. Coraz surowsze i wymagające przepisy dotyczące ochrony środowiska, wraz z kwestiami natury ekonomicznej i potrzebą lepszego gospodarowania surowcami, otwierają nowe cele i wyzwania przed współczesną inżynierią chemiczną. Zamiast projektów „uniwersalnych”, nadszedł obecnie czas na opracowywanie projektów dedykowanych, tj. „szytych na miarę” dla konkretnego procesu. Sztuczne materiały komórkowe i pianowe zostały po raz pierwszy opracowane po II wojnie światowej, jednak masowa produkcja pian polimerowych rozpoczęła się w późnych latach 50-tych. Już na długo przed tym, w czasach prehistorycznych, ludzie wykorzystywali atrakcyjne właściwości naturalnych materiałów komórkowych, takich jak drewno czy kości, do budowy i polowania, a także do wytwarzania różnych narzędzi, wykorzystując ich dużą wytrzymałość właściwą (wytrzymałość/gęstość) oraz właściwości termoizolacyjne. W przypadku (bio-)procesów, doskonałym i niemal niezawodnym przykładem systemu wykorzystującego nieregularną pianę stałą stworzoną przez naturę jest hematopoeza, która u ptaków i ssaków zachodzi głównie w szpiku kostnym, półpłynnej tkance znajdującej się w gąbczastych częściach kości.

Wypełnienia ustrukturyzowane są wciąż rozwijającą się koncepcją i tematem wymagającym intensywnych badań, ze względu na szerokie spektrum możliwych ulepszeń w projektowaniu procesów, które takie układy mogą umożliwić, zwłaszcza dzięki rozwojowi technik druku 3D. Możliwości projektowania struktury złoża są praktycznie nieograniczone. To, w połączeniu z dużą różnorodnością materiałów, powoduje, że znalezienie optymalnego rozwiązania dla konkretnego procesu chemicznego czy nawet fizycznego, jakim jest np. adsorpcja, jest niezwykle trudne. Warunkiem koniecznym do podjęcia prac projektowych zmierzających do opracowania przyszłych specyficznych rozwiązań aparaturowych jest więc dokładne przeanalizowanie i zrozumienie podstawowych zjawisk transportu energii, masy i pędu w różnego rodzaju „szytych na miarę” wypełnieniach. To z kolei wymaga synergicznych badań łączących metody eksperymentalne i modelowanie matematyczne.

Celem niniejszego projektu jest pogłębienie, poprzez szeroko zakrojone badania eksperymentalne, fundamentalnej wiedzy o mechanizmach transportu energii, masy i pędu w różnorodnych wypełnieniach charakteryzujących się określoną strukturą, zarówno o charakterze regularnym, jak i nieregularnym, które mogą być wykorzystane do realizacji fizycznych i chemicznych procesów gaz-ciało stałe, oraz opracowanie koncepcji modelowania i metodologii obliczeniowej, która umożliwiłaby efektywną symulację właściwości transportowych dla różnych struktur i ich perspektywiczne projektowanie.

Metodologia zastosowana w projekcie będzie łączyć badania eksperymentalne prowadzone w skali laboratoryjnej z gruntowną analizą wyników, które następnie zostaną połączone z kompleksowym modelowaniem matematycznym wykonanym za pomocą różnych ujęć. Zakres możliwych zastosowań wiedzy uzyskanej w ramach projektu oraz opracowanej metodologii nie będzie ograniczał się do katalitycznych lub adsorpcyjnych reaktorów chemicznych oraz ich bardziej efektywnego i optymalnego projektowania. W rzeczywistości „szyte na miarę” złoża stałe, w tym złoża hybrydowe wykonane z materiałów o różnych właściwościach, mogą znaleźć zastosowanie w wielu innych dziedzinach, w tym m.in. w nowatorskich technologiach chłodniczych i akumulacji ciepła. Ponadto, biorąc pod uwagę, że układy wielofazowe zawierające mniej lub bardziej nieregularne porowate struktury stałe są wszechobecne w przyrodzie, niektóre z wyników i narzędzi mogą być w przyszłości przeniesione do innych dziedzin daleko wykraczających poza inżynierię chemiczną, np. do inżynierii biomedycznej.