

Hydrożele polimerowe to klasa miękkich materiałów, które składają się z hydrofilowej sieci polimerowej wypełnionej roztworem wodnym. Duża zawartość wody i stała konsystencja nadają tym materiałom właściwości charakterystyczne dla ciał stałych i cieczy. Obecność sieci polimerowej "unieruchamia" rozpuszczalnik, powodując utratę jego płynności. Dodatkowo, sieć polimerowa magazynuje energię mechaniczną, uczestniczy w procesach deformacji oraz odpowiada za zachowanie kształtu hydrożelu. Z kolei, w mikroskali, w żelach zachodzą procesy dyfuzji małych cząsteczek, podobnie jak w cieczach. Właściwości te sprawiają, że hydrożele są materiałami o dużym potencjale, z szerokim wachlarzem zastosowań.

Bardzo ciekawym zjawisk zachodzących w hydrożelach jest objętościowe przejście fazowe (VPT). Polega ono na przemianie żelu z fazy napężonej do skurczonej i odwrotnie, a zmiany objętości mogą wynosić nawet tysiąckrotność. Zmiana fazy hydrożelu może zostać wywołana niewielkimi zmianami warunków środowiskowych, takich jak temperatura, pH, siła jonowa, obecność określonych jonów, cząsteczek czy pola elektrycznego/magnetycznego. Zdolność adaptacji tych materiałów do zmieniających się warunków otoczenia pozwala zaklasyfikować je jako materiały inteligentne.

Termo- i pH-czułe żele to najlepiej poznane i przebadane materiały w grupie inteligentnych materiałów hydrożelowych. W ostatnich latach pojawiła się nowa grupa materiałów, które reagują na bodźce elektryczne – elektroczułe hydrożele. Elektroczułe materiały polimerowe, które mogą wykazywać pęcznienie/kurczenie lub zmianę kształtu pod wpływem bodźca elektrycznego, stają się coraz bardziej interesujące. Ostatnio, pojawiła się nowa, bardzo obiecująca grupa żeli, które przechodzą zmiany objętościowe i kształtowe w odpowiedzi na procesy redoks. To otwiera nowe możliwości w budowie elektrochemicznych aktuatorów. Jednak elektroczułe żele, mimo ich obiecujących właściwości, wymagają dalszego udoskonalenia, szczególnie pod względem szybkości reakcji na bodziec elektryczny, stabilności mechanicznej i odwracalności procesu przejścia fazowego.

Celem projektu jest opracowanie nowych elektroczułych materiałów żelowych o pożądanых właściwościach oraz skonstruowanie na ich bazie aktuatorów elektrochemicznych. Struktura, skład i rozmiar materiałów żelowych zostaną zoptymalizowane, aby uzyskać żele mechanicznie trwałe, w których zmiany objętości wywołane impulsem elektrycznym będą odwracalne i szybkie.

Elektroczułe i elektroaktywne żele, które mogą przewodzić impulsy elektryczne, stanowią materiał o szczególnym potencjale. Dzięki zdolności do reagowania na bodźce elektryczne, żele te mogą pełnić rolę łączników w urządzeniach bioelektronicznych, takich jak sztuczne mięśnie, bioelektroniczne sensory, czy zaawansowane systemy dostarczania leków. Ich zdolność do reagowania na pole elektryczne czyni je bardzo obiecującymi materiałami do zastosowań w medycynie, na przykład w transdermalnym dostarczaniu leków lub w implantach wewnątrznaczyniowych, gdzie pełnią rolę mostu pomiędzy systemem elektronicznym a żywymi tkankami.

Opracowanie nowych zaawansowanych materiałów żelowych o pożądanых właściwościach doskonale wpisuje się w aktualne trendy badań materiałowych. Udana synteza nowych materiałów elektroczułych, które można łatwo kontrolować za pomocą bodźców elektrycznych, może znacząco wpłynąć na rozwój miękkich aktuatorów elektrochemicznych oraz urządzeń bioelektronicznych. Końcowym celem projektu jest stworzenie nowych i ulepszonych urządzeń elektrochemicznych opartych na właściwie zaprojektowanych i syntezowanych elektroczułych materiałach żelowych.