

Tytuł polski: „Opracowanie podstaw szybkiej i taniej fizykochemicznej metody detekcji zanieczyszczeń wody, opartej na monitorowaniu dynamicznych właściwości powierzchni międzyfazowej ciecz/gaz”

Tytuł angielski: “Elaboration of swift and economic physicochemical method of detection of water pollution based on monitoring of dynamic properties of liquid/gas interface”

Kierownik projektu: dr hab. Jan Feliks Zawala

Numer projektu: 2021/43/B/ST8/00053

Zanieczyszczenie wody spowodowane chemikaliami jest obecnie szczególnie niebezpieczne w kontekście coraz częściej pojawiających się, dotkliwych okresów suszy. Według AQUASTAT Polska należy do grupy pięciu europejskich krajów z najmniejszą ilością wód powierzchniowych i gruntowych. Z tego powodu istnieje ogromna potrzeba opracowania systemów retencji, w których oczyszczanie wody oraz monitorowanie jej zanieczyszczeń będzie zadaniem o kluczowym znaczeniu. Ilości wody zużywane w procesach przemysłowych oraz w gospodarstwach domowych są ogromne. Powoduje to powstawanie bardzo dużych ilości ścieków, w których substancje powierzchniowo-aktywne (SPA) są jednym z głównych składników. SPA są podstawową grupą chemicznych substancji organicznych wykorzystywanych w praktyce – są używane na niewyobrażalną wręcz skalę w takich dziedzinach jak detergencja i procesach związanych z przemysłem włókienniczym, spożywczym, polimerowym, farmaceutycznym, papierniczym czy przeróbką kopalin.

SPA należą do największej grupy substancji chemicznych zagrażających środowisku naturalnemu. Najniebezpieczniejszą ich cechą jest możliwość akumulacji na powierzchni wody, gdzie tworzą warstwy (tzw. warstwy adsorpcyjne). Ta ważna cecha SPA, bardzo istotna z praktycznego punktu widzenia w wielu procesach przemysłowych oraz codziennym życiu człowieka, powoduje jednocześnie, że są one bardzo niebezpieczne dla ekosystemu. Tworzenie warstwy adsorpcyjnej może spowodować bowiem zaburzenia w wymianie tlenu oraz jego zawartości w wodzie i organizmach w niej żyjących. Ponadto SPA mogą kumulować się w żywych organizmach, stając się dla nich toksyczne. SPA są także toksyczne dla człowieka, ponieważ mogą wbudowywać się w ściany komórkowe, co, przy długotrwałym narażeniu na ich spożycie, prowadzi do rozwijania się chorób nowotworowych.

Obecnie wszyscy musimy zdać sobie sprawę z ogromnego ryzyka nadużywania SPA oraz bardzo negatywnego wpływu tych substancji na środowisko naturalne i spróbować ograniczyć ich zużycie w naszym codziennym życiu (pranie, mycie). Ponadto, stężenia środowiskowe SPA powinny być stale monitorowane i utrzymywane na poziomie odpowiadającym przyjętym normom ujętym w prawie. Aby tego dokonać niezbędny jest stały monitoring zawartości SPA w próbkach wód. Obecnie, metody używane do rutynowej kontroli wody na zawartość SPA są czasochłonne, wymagają bardzo często drogiego sprzętu oraz drogich i często toksycznych odczynników chemicznych. Niniejszy projekt ma na celu opracowanie podstaw nowej, alternatywnej, prostej i niedrogiej metody fizykochemicznej detekcji oraz ilościowego oznaczania zawartości SPA w naturalnych i przemysłowych wodach, w oparciu o monitorowanie prędkości pojedynczych pęcherzyków gazowych, unoszących się w cieczy.

Prędkość pęcherzyka o określonej wielkości jest największa w czystej wodzie i stopniowo obniża się, kiedy zawartość SPA w wodzie się zwiększa. Dzieje się tak dlatego, że cząsteczki SPA mogą przyczepiać się do powierzchni pęcherzyka. Obniżenie prędkości pęcherzyka może nastąpić nawet dla śladowych stężeń, kiedy jedna cząsteczka SPA jest otoczona aż przez milion cząsteczek wody. Ponadto, prędkość pęcherzyka jest zmieniana przez SPA w charakterystyczny sposób, który ściśle zależy od ilości SPA w roztworze. Ilość ta wpływa na kształt tzw. profili prędkości pęcherzyka tj. na zmiany jego prędkości lokalnych. Wszystko to czyni pęcherzyk oraz jego zachowanie w wodzie, wspaniałym narzędziem do oceny jej jakości. W niniejszym projekcie chcielibyśmy wykorzystać tę bardzo ciekawą i przydatną cechę do opracowania ekonomicznej, prostej i szybkiej metody, która stanowiłaby bardzo dobrą alternatywę dla istniejących, „klasycznych” rutynowych metod oznaczania SPA w wodach. Jak wspomniano, metoda taka musi pozwalać na bezpośredni pomiar całego profilu prędkości pęcherzyka, ponieważ określanie ilości SPA w roztworze opierać się będzie właśnie na analizie całego profilu, a nie tylko średniej prędkości pęcherzyka. Korzystając z tego pomysłu, będziemy w stanie nie tylko stwierdzić, że SPA są w wodzie obecne, ale także określić w jakiej ilości.

Aby osiągnąć ten cel, planujemy opracować dwa nowe, niezależne układy eksperymentalne do bardzo szybkiego i automatycznego pomiaru prędkości pęcherzyka w wodzie. Wyniki uzyskane za pomocą opracowanych układów będą porównywane z wynikami badań, uzyskanymi metodami tradycyjnymi w ośrodkach zajmujących się rutynową oceną jakości wód.