



Warszawa, 22 lutego 2018

Mikrofluidyka: Leki, perfumy i... astronauta skorzystają z fotoreaktorów jak włos

Urządzenia wielkości smartfona zdolne przy udziale światła słonecznego oczyszczają wodę dla jednej osoby, biurkowe moduły produkujące z chemicznych odpadów cenne substancje dla farmacji. Budowa tak nowatorskich przyrządów, dostarczających produkt nie porcjami, lecz w sposób ciągły, staje się możliwa dzięki ultradźwiękowej technologii nanoszenia warstw ditlenku tytanu na wewnętrzne ścianki rurek o średnicach liczonych zaledwie w mikrometrach.

Ultradźwięki kojarzą się z obrazowaniem narządów wewnętrznych, echolokacją czy obróbką powierzchniową materiałów, za ich pomocą usuwa się też powłoki zanieczyszczeń. W Instytucie Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (IChF PAN) w Warszawie zamiast do niszczenia warstw, ultradźwięki wykorzystano w dokładnie przeciwnym celu: do precyzyjnie kontrolowanego nanoszenia powłok ditlenku tytanu (TiO_2), związku znanego z właściwościami fotokatalitycznymi i samoczyszczącymi. W artykule w czasopiśmie „Ultrasonics – Sonochemistry” naukowcy z IChF PAN jako pierwsi opisali technikę osadzania nanocząstek TiO_2 na wewnętrznych ściankach rurek o średnicach mikrometrowych, a więc zbliżonych do rozmiarów włosa. Tak przygotowane polimerowe przewody stają się mikroprzepływowymi fotoreaktorami. Wystawione na działanie światła słonecznego, urządzenia te stają się ciągłym źródłem czystej wody, mogą też służyć do pozyskiwania cennych półproduktów dla przemysłów farmaceutycznego czy perfumeryjnego.

„Ditlenek tytanu osadzony na wewnętrznej ściance mikrorurek to kluczowy, zgłoszony do opatentowania element naszej technologii. Odpowiednio używając ultradźwięków, potrafimy wytwarzać w rurkach jednorodne warstwy fotokatalizatora o precyzyjnie kontrolowanej grubości, zoptymalizowane pod kątem konkretnych procesów chemicznych”, mówi dr hab. inż. Juan Carlos Colmenares, prof. IChF PAN, i zauważa: „Dzięki rurkom pokrytym od wewnątrz fotokatalizatorem jesteśmy w stanie prowadzić reakcje non stop, przy ciągłym przepływie cieczy przez układ. To nowatorskie podejście. W dotychczasowych fotoreaktorach ciecz trzeba było oczyszczać porcjami, na dodatek zwykle zawierającymi hektolitry płynu”.

W praktyce mikrofluidyczny fotoreaktor to rurka polimerowa długości ok. pół metra i zewnętrznej średnicy zbliżonej do milimetra, pokryta od wewnątrz warstwą ditlenku tytanu i nawinięta na szklaną bagietkę. Poddawana przetworzeniu ciecz jest wtłaczana do wnętrza rurki za pomocą zewnętrznej, niewielkiej pompy dozującej i wchodzi w reakcję z fotokatalizatorem uaktywnionym światłem. Dobierając grubość warstwy nanocząstek TiO_2 (na etapie jej osadzania w obecności

ultradźwięków), a także modyfikując długość rurek czy szybkość przepływu, można wpływać na skład chemiczny cieczy wypływającej z mikroreaktora.

Możliwości mikrofotoreaktorów na pozór nie są duże: dziennie pojedynczy układ jest w stanie wytwarzać zaawansowane produkty chemiczne w ilościach rzędu miligramów. Na szczęście poszczególne urządzenia mają niewielkie rozmiary. Na powierzchni biurka można więc umieścić setki, jeśli nie tysiące takich aparatów, skalując wydajność produkcji adekwatnie do potrzeb. Trzeba jedynie pamiętać, żeby każdemu mikrofotoreaktorowi zapewnić oświetlenie o odpowiedniej długości fali i wystarczająco intensywne, by zainicjować reakcje fotokatalityczne. W praktyce w objętości zajmowanej przez nieco większy smartfon można umieścić kilkanaście pojedynczych fotoreaktorów. Gdyby ich zadaniem było na przykład oczyszczanie wody, mogłyby dziennie dostarczyć ją w ilości nawet kilku litrów.

„W naszej najnowszej publikacji pokazaliśmy, że w mikrofotoreaktorach można w warunkach przepływowych skutecznie oczyszczać wodę z zanieczyszczeń fenolami. Ale w laboratorium mamy już zrealizowane eksperymenty, w trakcie których używaliśmy roztworów zawierających modelowe związki składników ligniny, substancji bardzo bogatej chemicznie, lecz będącej jednym z bardziej uciążliwych odpadów przemysłu papierniczego. Tu rezultatem pracy mikrofotoreaktorów były związki chemiczne o dużej wartości dodanej: półprodukty, z których można syntetyzować cenne leki czy substancje zapachowe”, mówi dr Vaishakh Nair, przebywający w IChF PAN na stażu podoktorskim.

W trakcie testów w IChF PAN wykazano, że wewnętrzne pokrycia ditlenkiem tytanu są trwałe. Co prawda mogą ulegać zabrudzeniu, lecz nie jest to problem z uwagi na właściwości TiO_2 : w razie potrzeby oczyszczenia, rurkę wystarczy po prostu wystawić na pewien czas na działanie światła.

Niewielkie rozmiary, zdolność do ciągłej pracy w warunkach przepływu i możliwość łatwego rozbudowywania instalacji czynią nowe fotoreaktory świetnymi kandydatami na układy regenerujące do systemów z obiegiem zamkniętym, takich jak statki kosmiczne. Dodatkowym argumentem na rzecz ich wykorzystania w technologiach kosmicznych jest fakt, że poza atmosferą światło słoneczne jest znacznie bardziej intensywne. Oznacza to, że reakcje fotokatalityczne w kosmosie będą mogły przebiegać wydajniej niż na Ziemi.

Szersze omówienie zagadnień i perspektyw związanych z mikrofotoreaktorami przepływowymi grupa dr. Colmenaresa zamieściła ostatnio w obszernym przeglądzie, opublikowanym w jednym z najbardziej prestiżowych czasopism naukowych: „Chemical Society Reviews” brytyjskiego Królewskiego Towarzystwa Chemicznego.

Opisywane badania sfinansowano z grantu SONATA BIS (projekt 2015/18/E/ST5/00306) Narodowego Centrum Nauki. Informacja prasowa zrealizowana ze środków europejskiego grantu ERA Chairs w ramach programu Horizon 2020.

Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (<http://www.ichf.edu.pl/>) został powołany w 1955 roku jako jeden z pierwszych instytutów chemicznych PAN. Profil naukowy Instytutu jest silnie powiązany z najnowszymi światowymi kierunkami rozwoju chemii fizycznej i fizyki chemicznej. Badania naukowe są prowadzone w dziewięciu zakładach naukowych. Działający w ramach Instytutu Zakład Doświadczalny CHEMIPAN wdraża, produkuje i komercjalizuje specjalistyczne związki chemiczne do zastosowań m.in. w rolnictwie i farmacji. Instytut publikuje około 200 oryginalnych prac badawczych rocznie.

KONTAKT:

dr hab. inż. **Juan Carlos Colmenares**
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie
tel.: +48 22 3433215
email: jcarloscolmenares@ichf.edu.pl

PUBLIKACJE NAUKOWE:

1. „Development of photocatalyst coated fluoropolymer based microreactor using ultrasound for water remediation”
J. C. Colmenares, V. Nair, E. Kuna, D. Łomot
Ultrasonics Sonochemistry, vol. 41, March 2018, pp. 297-302
DOI: 10.1016/j.ultsonch.2017.09.053
2. „Selective photocatalysis of lignin-inspired chemicals by integrating hybrid nanocatalysis in microfluidic reactors”
J. C. Colmenares, R. S. Varma, V. Nair
Chemical Society Reviews, Issue 22, Vol. 46, 2017, 6675-6686
DOI: 10.1039/c7cs00257b

POWIĄZANE STRONY WWW:

<http://www.ichf.edu.pl/>

Strona Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk.

<http://www.ichf.edu.pl/press/>

Serwis prasowy Instytutu Chemii Fizycznej PAN.

<http://www.ichfdlafirm.pl/>

Oferta Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk skierowana do przedsiębiorców i przemysłu.

MATERIAŁY GRAFICZNE:

IChF180222b_fot01s.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2018/02/IChF180222b_fot01.jpg

Mikroprzepływowe fotoreaktory wielkości karty kredytowej zbudowano osadzając nanocząstki TiO₂ na wewnętrznych ściankach polimerowych rurek o średnicach liczonych w mikrometrach. (Źródło: IChF PAN, Grzegorz Krzyżewski)

IChF180222b_fot02s.jpg

HR: http://ichf.edu.pl/press/2018/02/IChF180222b_fot02.jpg

Przepływowy mikrofotoreaktor skonstruowany przez naukowców z Instytutu Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie. (Źródło: IChF PAN, Grzegorz Krzyżewski)