



Warszawa, 6 grudnia 2018

## **Interaktywne sterowanie rozmiarami nanocząstek katalizatora**

*5, 10, a może 15? Ile nanometrów powinny liczyć nanocząstki katalizatora, żeby reakcja przebiegała optymalnie? Odpowiedzi zwykle szuka się poprzez mozolne, wielokrotnie powtarzane testy. W Instytucie Chemii Fizycznej PAN w Warszawie opracowano technikę jakościowo usprawniającą przebieg takiej optymalizacji w układach mikrofluidycznych. Rozmiary nanocząstek katalizatora można teraz zmieniać w zależności od potrzeb, na dodatek zachowując ciągły przepływ przez złożę katalizatora.*

Działanie katalizatorów typu metal-nośnik często zależy od rozmiarów nanocząstek metalu, których wielkość na ogół ustala się w trakcie wielu kolejnych prób. Metoda jest mało elastyczna: gdy reakcje już się rozpoczną, z katalizatorem nie można zrobić w zasadzie nic. W Instytucie Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk (IChF PAN) w Warszawie, w grupie dr. hab. Jacinto Sa, zaprezentowano działanie nowej techniki, pozwalającej na optymalizowanie reakcji chemicznych podczas mikrofluidycznego przepływu mieszanin modyfikującej i reakcyjnej przez złożę katalizatora, a zatem dosłownie „w locie”. Efekt ten osiągnięto za pomocą interaktywnej kontroli rozmiarów nanocząstek samego katalizatora. Z uwagi na swą prostotę i efektywność, nowatorska technika powinna wkrótce znaleźć zastosowanie w badaniu katalizatorów istotnych m.in. w przemyśle farmaceutycznym i perfumeryjnym.

„Kataliza przepływowa staje się coraz popularniejsza, bo prowadzi do intensyfikacji procesów istotnych dla przemysłu. Nasza technika to kolejny krok w tym kierunku: skracamy czas niezbędny na dobór rozmiarów nanocząstek katalizatora pod kątem optymalizacji, a nawet kierunku przebiegu reakcji chemicznych. Nie bez znaczenia jest też fakt, że cały proces realizujemy w obrębie jednego, niewielkiego urządzenia, co redukuje nakłady sprzętowe”, mówi dr Sa.

Naukowcy z IChF PAN zademonstrowali swoje osiągnięcie za pomocą układu opartego na komercyjnie dostępnym mikroreaktorze przepływowym, wyposażonym w wymienny kartridż z odpowiednio zaprojektowanym katalizatorem metalicznym. Mikroreaktor dobrano w taki sposób, żeby dzięki hydrolizie wody był w stanie dostarczać do złoża katalizatora wodór niezbędny do przeprowadzenia reakcji uwodornienia związków chemicznych znajdujących się w przepływającym płynie. Mieszaniną reakcyjną był roztwór cytralu, organicznego związku aldehydowego o zapachu cytryny.

Użyty w doświadczeniu katalizator nikłowy NiTSNH<sub>2</sub>, w postaci drobnego czarnego proszku, został wcześniej opracowany w IChF PAN. Składa się on z ziaren żywicy polimerowej, których powierzchnie są pokryte przez nikłowe nanocząstki. Rozmiary ziaren to ok. 130 mikrometrów, a same nanocząstki mają początkowo 3-4 nanometry.

„Istota naszego osiągnięcia polega na zaprezentowaniu możliwości zmodyfikowania morfologii nanocząstek katalizatora w sekwencji z reakcją chemiczną. W efekcie po każdej zmianie wielkości nanocząstek otrzymujemy natychmiastową informację o wpływie tej zmiany na aktywność katalizatora. Łatwo więc ocenić, jaki katalizator jest optymalny dla danej reakcji chemicznej”, wyjaśnia doktorant Damian Giziński (IChF PAN).

W mikroreaktorze opisanym na łamach czasopisma „ChemCatChem” badacze w kontrolowany sposób zwiększali rozmiary nanocząstek katalizatora do 5, 9 i 12 nm. Efekt wzrostu osiągnięto, przepłukując złożę katalizatora alkoholowym roztworem zawierającym jony niklu. W obrębie złoża były one osadzane na istniejących nanocząstkach i redukowane pod wpływem wodoru. O ostatecznej wielkości nanocząstek katalizatora decydował czas przepłukiwania złoża.

W przypadku omawianej reakcji z cytralem, największą aktywność katalizatora zaobserwowano przy nanocząstkach o rozmiarze 9 nm. Zauważono także, że do wielkości 9 nm wzrost nanocząstek sprzyjał przekierowaniu reakcji w kierunku produkcji cytronellalu, podczas gdy powyżej tej wartości powstawał cytronellol (różnice wynikały z faktu, że mniejsze nanocząstki sprzyjały selektywnemu uwodornieniu tylko nienasyconego wiązania C=C, podczas gdy większe aktywowały zarówno wiązanie C=C jak i karbonyłowe wiązanie C=O obecne w cytralu). Oba otrzymane związki różnią się nieco właściwościami: cytronellal jest używany do odstraszenia owadów, zwłaszcza komarów, a także jako środek przeciwgrzybiczny; cytronellol natomiast nie tylko odstrasza owady, ale także wabi roztocza, jest również stosowany do produkcji perfum.

Dla potencjalnych zastosowań nowej techniki modyfikacji katalizatorów nie bez znaczenia jest fakt, że wprowadzane zmiany wydają się być względnie trwałe. W testowanym układzie katalizator po zmodyfikowaniu zachowywał swoje właściwości przez co najmniej pięć godzin ciągłego przepływu mieszaniny reakcyjnej.

Badania nad interaktywną modyfikacją katalizatorów sfinansowano z grantu OPUS Narodowego Centrum Nauki.

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. **Jacinto Sa**  
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie  
tel.: +48 22 3433320  
email: [jsa@ichf.edu.pl](mailto:jsa@ichf.edu.pl)

mgr **Damian Giziński**  
Instytut Chemii Fizycznej Polskiej Akademii Nauk w Warszawie  
tel.: +48 22 3433360  
email: [dgizinski@ichf.edu.pl](mailto:dgizinski@ichf.edu.pl)

#### **PUBLIKACJE NAUKOWE:**

1. „On-the-fly Catalyst Accretion and Screening in Chemoselective Flow Hydrogenation”  
D. Giziński, W. Błachucki, A. Śrębowata, M. Zienkiewicz-Machnik, I. Goszewska, K. Matus, D. Lisovytskyi, M. Pisarek, J. Szlachetko, J. Sá  
ChemCatChem 2018, 10, 3641  
DOI: 10.1002/cctc.201800581

### **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 PAN skierowana do przedsiębiorców i przemysłu.

### **MATERIAŁY GRAFICZNE:**

**ICHF181206b\_fot01s.jpg**

HR: [http://ichf.edu.pl/press/2018/12/ICHF181206b\\_fot01.jpg](http://ichf.edu.pl/press/2018/12/ICHF181206b_fot01.jpg)

Naukowcy z Instytutu Chemii Fizycznej PAN opracowali interaktywną metodę modyfikowania rozmiarów nanocząstek katalizatora w trakcie przepływu w urządzeniach mikrofluidycznych. (Źródło: IChF PAN, Grzegorz Krzyżewski, dzięki uprzejmości kolorado.com.pl)

**ICHF181206b\_fot02s.jpg**

HR: [http://ichf.edu.pl/press/2018/12/ICHF181206b\\_fot02.jpg](http://ichf.edu.pl/press/2018/12/ICHF181206b_fot02.jpg)

W urządzeniach mikroprzepływowych można interaktywnie zmieniać rozmiary nanocząstek katalizatora. (Źródło: IChF PAN, Grzegorz Krzyżewski)