

ACADEMIA

ROZMOWA



JESTEM TAKI SAM

O kształtach tworzyw polimerowych, komunikacji z przemysłem i 10 litrach miodu mówi **prof. Andrzej Gałęski** z Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN w Łodzi, laureat tegorocznej Nagrody Fundacji na rzecz Nauki Polskiej.

ACADEMIA: Został pan laureatem tegorocznej nagrody Fundacji na rzecz Nauki Polskiej za wyjaśnianie mechanizmów odkształcania plastycznego tworzyw polimerowych. Zaczniemy może od tego, czym są tworzywa polimerowe? Dlaczego są istotne?

ANDRZEJ GAŁĘSKI: Tworzywa polimerowe to znane, popularne plastiki – tworzywa sztuczne. Istnieje ogromna liczba różnych ich gatunków. Plastiki wytwarza się dziś masowo, ich produkcja przekracza już w tej chwili objętościowo produkcję wszystkich metali. W Polsce zużywa się 3 mln ton rocznie tworzyw polimerowych. Ogromnie dużo. W naszym otoczeniu – w domu, w samochodzie – wszędzie mamy do czynienia z tworzywami. A bardzo wiele technologii produkcji używa odkształcenia plastycznego, żeby zmodyfikować to tworzywo w taki sposób, żeby pasowało do konkretnego zastosowania. I tym właśnie zajmuję się w swojej pracy.

Czym w przypadku polimerów jest kawitacja?

Sama kawitacja jest znana w cieczach. Ja odkryłem to zjawisko w polimerach. Wiąże się z odkształceniem plastycznym. Polimery krystaliczne są zbudowane z kryształów, lecz także z fazy amorficznej, bezpostaciowej, która te kryształy wiąże. Jeśli odkształcamy polimer, to kryształy deformują się plastycznie, a między kryształami odkształca się też faza amorficzna. Gdy przekroczy pewne naprężenie, to ta amorficzna faza traci spistość i powstają w niej puste obszary – „dziurki”. Na tym właśnie polega kawitacja, która zwykle jest obserwowana jako zbielenie tworzywa.

Jakie są konsekwencje pańskiego odkrycia?

Wydaje się, że prawie we wszystkich przypadkach kawitacja jest zjawiskiem niepożądanym, bo wytworzenie takiej „dziurki” powoduje, że może się od niej rozwinąć pęknięcie. Prowadziliśmy eksperymenty, w których zapobiegaliśmy kawitacji poprzez przyłożenie ciśnienia. Właściwości materiału ściśniętego pod podwyższonym ciśnieniem są zupełnie inne: inaczej się odkształca, ma większą wytrzymałość, inaczej się zachowuje w takim odkształceniu bezkawitacyjnym.

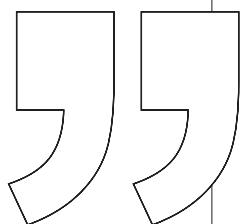
A więc chodzi o uzyskanie materiału odpornego na uszkodzenia?

Tak. I to się nam udało osiągnąć. Opracowaliśmy różne sposoby odkształcenia, w którym dzięki składowej ciśnienia kawitacja się nie pojawi.

Polimery przez nas badane i modyfikowane są teraz powszechnie używane w produkcji wszelkiego rodzaju taśm czy innych wyrobów, które muszą spełniać wysokie wymagania jakościowe. Materiały polimerowe otrzymane dzięki naszej metodzie mają wytrzymałość na rozciąganie zbliżoną do stali. Odporność mechaniczna zależy bowiem wyłącznie od struktury materiału: w zależności od niej plastik potrafi się zachowywać w naprawdę najróżniejszy sposób, może być bardzo giętki, ale też bardzo kruchy. Wybór pożądanых cech zależy oczywiście od celów, do jakich materiał ma być wykorzystany. Z reguły procesy w przemyśle projektuje się tak, żeby otrzymywać materiały o założonych właściwościach.

Przyglądał się pan też zjawisku splątania makrocząstek.

Wszystkie tworzywa, tzw. wielkotonażowe, czyli produkowane w dużych ilościach, zaraz po wyjściu z fabryki mają makrocząsteczki splątane. Mechanizm doprowadzający do splątania wiąże się z tym, że polimerizacja zachodzi zwykle w dość wysokiej temperaturze. Makrocząsteczka rośnie z jednego albo z obu końców, jest giętka. Znajdując się w ciekłym środowisku, czy to monomeru, czy nawet stopionego polimeru, spotyka się z sąsiednimi cząsteczkami, sąsiednimi łańcuchami. Wtedy te łańcuchy się splątują i z fabryki wychodzi



Interesujemy się problemami przedsiębiorstw i często pomagamy je rozwiązywać. Współpracujemy z 15 zakładami przemysłowymi, które albo produkują tworzywa, albo ich używają.

Dlaczego zajął się pan akurat polimerami?

Moja kariera naukowa rozpoczęła się w Łodzi, a Łódź od mniej więcej 40 lat jest bardzo silnym ośrodkiem polimerowym w Polsce. Wywodzę się z tego środowiska, zainteresowałem się tworzywami tutaj, w Łodzi, dawno temu. Już w swojej pracy magisterskiej badałem tworzywa i ich strukturę z wykorzystaniem światła laserowego. Te zainteresowania ewoluowały; zajmowałem się różnymi aspektami struktury i właściwościami polimerów. Chciałbym podkreślić, że w całym łódzkim ośrodku, szczególnie w tej instytucji, w której pracuję, czyli w Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN w Łodzi, tworzywami zajmuje się około 60 pracowników naukowych. Moja nagroda nie jest tutaj pierwszą w obszarze polimerów. Przedemną nagrodę Fundacji na rzecz Nauki Polskiej otrzymał w roku 2015 prof. Stanisław Penczek, a wcześniej, w roku 2004, prof. Krzysztof Matyjaszewski, który wywodzi się z naszego instytutu, obecnie pracuje w Carnegie Mellon University w USA, ale nadal pozostaje na części etatu u nas.

PROF. ANDRZEJ GAŁĘSKI

polimer, który ma makrocząsteczki splątane. Są przypadki, kiedy produkcja przebiega w niskiej temperaturze i wtedy otrzymujemy polimer, który nie jest splątany. Splątaniu zapobiega w tym wypadku krystalizacja. Ale w praktyce najczęściej mamy do czynienia z makrocząsteczkami splątanymi. Te splątania przy scalaniu się tworzywa wypychane są z kryształu do fazy bezpostaciowej, amorficznej, i ta faza amorficzna jest splątana. Gdy próbujemy odkształcać materiał, ta sieć splątania nie pozwala na silne odkształcenia. Wpadliśmy na pomysł, że jeśli splątania będzie mniej, to będziemy mieli większe możliwości deformacji materiału. Ten pomysł okazał się skuteczny. Nauczyliśmy się rozplątywać różne polimery, które wychodzą z fabryk w stanie splątanym – i teraz, bez tych splątania, odkształcają się już bardzo łatwo.

A jakie są sposoby na zredukowanie splątania polimeru, który wychodzi z fabryki?

Jest kilka sposobów. Najprostszy to rozpuszczenie w rozpuszczalniku. Mamy wtedy rozcieńczony roztwór

polimeru i splątania oddalają się od siebie, przy czym część się rozplątuje. Kiedy już makrocząsteczki oddalają się od siebie, ochładzamy roztwór w taki sposób, że powstaje żel, który ma o wiele mniej splątania. Nie pozbywamy się ich całkiem, ale jest ich zwykle o połowę mniej. Taki materiał zupełnie inaczej się zachowuje niż jego pierwowzór. Na tyle łatwo jest go zdeformować, że proszek, który otrzymujemy po strąceniu tego roztworu, możemy zmieszać z innym polimerem w maszynie do przetwórstwa. Tam działają siły ścinające, które powodują, że proszek się rozwłóknia – właśnie dlatego, że łatwo się deformuje. Mogą wtedy powstawać bardzo długie włókna. Są one dość wytrzymałe, bo decyduje o tym wytrzymałość wiązań chemicznych węgiel-węgiel, które z reguły mamy w makrocząsteczkach polimerów. Aby przerwać takie wyprostowane włókienko, trzeba pozrywać te wiązania węgiel-węgiel, a one są bardzo wytrzymałe. Jeśli zmieszamy nasz materiał z innym polimerem, siły ścinające podczas mieszania powodują, że oba proszki się rozwłókniają i nasze włókienka wzmacniają polimer, do którego dosypaliśmy



Prof. Andrzej Gałęski

Jest absolwentem Wydziału Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Łódzkiego. Pracę doktorską w dziedzinie nauk technicznych obronił na Wydziale Chemii Politechniki Łódzkiej, tam również uzyskał habilitację. Odbył staż podoktorski na Uniwersytecie Case Western Reserve w Cleveland. Tytuł profesora nauk chemicznych otrzymał w 1993 r. Przez 2,5 roku pracował w Massachusetts Institute of Technology. Jako profesor wizytujący pracował również na prestiżowej francuskiej politechnice École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers w Paryżu oraz w Institute of Technology and Rheology of Polymers, CNR w Neapolu i Pizie we Włoszech. Obecnie kieruje grupą badawczą w Centrum Badań Molekularnych i Makromolekularnych PAN w Łodzi.

Wcześniej był kierownikiem Zakładu Fizyki Polimerów.

Prof. Gałęski ma na koncie wiele wyróżnień i nagród. W 2010 r. otrzymał medal i prestiżową nagrodę „The Paul J. Flory Polymer Research Prize” przyznaną przez Komitet Naukowy World Forum on Advanced Materials za oryginalny wszechstronny wkład w naukę o polimerach.

Opublikował około 200 artykułów naukowych w prestiżowych czasopismach, takich jak „Nature”, „Science”, „Macromolecules”, „Progress in Polymer Science”, „Polymer” i in. Były one cytowane około 6000 razy.

proszek. Otrzymujemy w ten sposób nanokompozyt zawierający dwa różne polimery.

A gdzie się stosuje takie kompozyty z rozplątanymi włóknami?

To są dość świeże sprawy. Nanowłóki zmieniają właściwości reologiczne, czyli predyspozycje do płynięcia. Dodatek nanowłókien wzmacnia materiał, kiedy znajduje się on w stanie stopionym, ponieważ nasze włókienka się nie topią razem z nim. Dzięki temu można wytwarzać z tego materiału – nanokompozytu cieńsze folie. Proces jest najefektywniejszy, gdy spieniamy polimer. Pianki są powszechnie używane w różnych dziedzinach przemysłu. Gdy spieniamy nanokompozyt, ścianki bąbelków są wzmacniane naszymi włóknami i nie pękają. Dzięki temu możemy mieć piankę sztywną, o pożądanych właściwościach. Pojawiły się pomysły, żeby takie pianki służyły do budowy kadłubów jachtów, motorówek, ale również w komunikacji, w transporcie kołowym, do wytwarzania ścianek wagonów kolejowych, bo materiał jest bardzo lekki, a jednocześnie wytrzymały. Tych zastosowań jeszcze nie ma, ale myślę, że pojawią się w niedługim czasie.

mi, które albo produkują tworzywa, albo ich używają. W grę wchodzi najróżniejsze produkty, począwszy od rur do transportu gorącej wody czy pary wodnej, a skończywszy na telekomunikacji.

A współpraca naukowa? Czy studenci garną się do tych badań?

Jeśli chodzi o studentów polskich, to sytuacja jest trudna, a nawet bardzo trudna. W zeszłym roku otrzymałem grant, w którym były przewidziane pieniądze na stypendia dla doktorantów – 3 tys. zł miesięcznie bez podatku. Ogłosiłem konkurs; zgłosiło się 9 osób, ale nie było wśród nich Polaka. Było to ogłoszenie europejskie, zgodnie z przepisami pojawiło się na stronie Komisji Europejskiej, na stronie Narodowego Centrum Badań i Rozwoju i na stronie naszego instytutu. Zgłosili się kandydaci z Iranu, Indii, Chin, był Palestyńczyk. Ale w Polsce młodzi ludzie nie są zainteresowani pracą naukową; znajdują pracę w przemyśle, lepiej płatną niż miesięczne stypendium, które w dodatku nie zapewnia ubezpieczenia.

Czy zatrudnił pan kogoś?

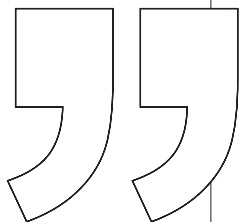
Tak, mam obecnie w zespole trzy osoby z Iranu: jednego postdoca, bardzo dobrego, wykształconego w Malezji, i dwóch doktorantów, z dobrymi rekomendacjami, bo jeden jest wychowankiem znanego mi Irańczyka, który pracował w Eindhoven Technical University. Więc właściwie mam międzynarodowy zespół. 3000 zł pensji to nie jest może tak mało, ale gdzie indziej można zarobić więcej, więc ta stawka zupełnie nie jest konkurencyjna. I tych polskich studentów po prostu nie ma. Jeśli nawet chcą robić doktorat, to nie robią go w Polsce, tylko w Niemczech, w Anglii, we Francji, gdzie stypendium jest na poziomie 1,5-2 tys. euro. A już szczególnie chętnie w Szwajcarii, gdzie stypendia sięgają 3 tys. franków. Ci najlepsi tam właśnie odpływają. W zachodniej Europie i USA na różnych uniwersytetach są całe społeczności polskich studentów.

Nad czym pan profesor pracuje obecnie? Jakie wyzwania na przyszłość widzi pan, jeśli chodzi o pana dziedzinę?

W tej chwili zajmuję się kawitacją w kompozytach. Jeśli mamy kompozyt, to z reguły jest tam jakiś napełniacz, ziarenka czy włókienka. One stanowią zaczyn powstawania kawitacji. My badamy, jakie warunki muszą zaistnieć, żeby kawitacja zachodziła, a jakie, żeby nie zachodziła.

Rozumiem, że lepiej, jak nic nie kawituje?

Zazwyczaj tak. Ale między zwykłymi polimerami, zwykłymi kompozytami i nanokompozytami jest duża różnica. Wydaje nam się, że kawitacja w nanokompozytach z bardzo małymi „dziurkami” przypominałaby nanopiankę. Taki materiał być może też by znalazł ja-



W Polsce młodzi ludzie nie są zainteresowani pracą naukową; znajdują pracę w przemyśle, lepiej płatną niż miesięczne stypendium, które w dodatku nie zapewnia ubezpieczenia.

Czy patentujecie wyniki swoich badań?

Tak. Z reguły najpierw patentujemy, a potem publikujemy. Na przykład mamy patent polski i europejski na wytwarzanie takich nanokompozytów.

Czy współpracuje pan z firmami, które wdrażają pana odkrycia? Jeśli tak, to jak ta współpraca wygląda?

Współpracujemy z różnymi zakładami przemysłowymi w różnych sprawach, które interesują przemysł. Bardzo trudno jest zainteresować firmy tym, co my akurat robimy. Natomiast w drugą stronę komunikacja działa dobrze – my interesujemy się problemami przedsiębiorstw i często pomagamy je rozwiązywać. Współpracujemy z ok. 15 zakładami przemysłowymi.

PROF. ANDRZEJ GAŁĘSKI

kieś zastosowanie. W tym wypadku kawitacja mogłaby być pozytywnym zjawiskiem. Otóż w nanokompozytach ziarenka są nanometrowe i ewentualna kawitacja zachodziłaby na ich brzegach, w międzyfazie. Tam działa napięcie powierzchniowe, które wywiera ciśnienie tym większe, im większe jest zakrzywienie. Dla małych obszarów wokół takich wtrąceń ciśnienie niezbędne, żeby zamknąć ewentualną „dziurkę” kawitacyjną, jest bardzo duże. Badamy, czy uda nam się zapobiec jej powstaniu albo sprawić, żeby się pojawiła – na życzenie. Nie zawsze się to udaje, z reguły mamy do czynienia z odkształceniem jednoosiowym, gdzie jest też generowane ciśnienie. Te wymagane ciśnienia są jednak dość duże i nie zawsze nasze obserwacje da się przełożyć na praktyczne zastosowania. Tu jesteśmy na razie w fazie eksperymentalnej.

Czy nagroda fundacji coś zmieni w pana życiu?

Na pewno. To jest prestiżowa nagroda, ogromnie ważna, i muszę ją wykorzystać w jak najlepszy sposób. Potrzebujemy np. nowej aparatury; ta, na której pracujemy, ma około czterdzieści lat. Być może uda się teraz wywalczyć jakieś pieniądze na wymianę transmisyjnego mikroskopu elektronowego. Ale przede wszystkim stosunek kolegów w instytucie, i to

nie tylko w grupie polimerowej, uległ pewnej zmianie. To od razu widać i to zmienia warunki pracy – oczywiście na lepsze. Trochę to śmieszne, gdyż poprzednio byłem taki sam, jak jestem teraz, ale obecnie jestem nieco inaczej traktowany. Na pewno we wszystkich rozmowach z kontrahentami nagroda będzie stanowiła bardzo istotny argument.

Czy zostaje panu czas wolny na jakieś zainteresowania?

Tak, mam swoje prywatne życie, mam swoje hobby. Jestem pszczelarzem amatorem. Mam działkę, bo nie odważyłbym się trzymać pszczół w mieście. Na działce hoduję drzewa i różne gatunki krzewów iglastych i mam sześć uli.

Czy dużo miodu w tym roku udało się zebrać?

Niedużo – może 10 litrów. W tym roku było za gorąco, żeby się ubierać w kapelusz pszczelarski, nie miałem na to ani czasu, ani ochoty. Zaopatrzyłem tylko moje ule na zimę.

Z PROF. DR. HAB. ANDRZEJEM GAŁĘSKIM
 ROZMAWIAŁA ANNA ZAWADZKA
 ZDJĘCIA JAKUB OSTAŁOWSKI

REKLAMA



Naukaonline.pl

portal magazynu Polskiej Akademii Nauk **ACADEMIA**

Trzymamy stronę nauki