



dr inż. Krzysztof Grabowski

Rozmowa z autorem pracy:

„Design and development of the sensors for structural health monitoring (SHM) based on the carbon nanomaterials”.

Skąd u Pana zainteresowanie nowymi materiałami?

Tutaj muszę powiedzieć, że to zasługa promotora, który zaczął mnie kierunkować już podczas pracy magisterskiej. Powstał wtedy pomysł, żeby stworzyć inteligentną strukturę powierzchni, która mogłaby mierzyć odkształcenia, oraz żeby uzbroić maszyny w taką skórę, za pomocą której one też mogłyby „czuć”.

Profesor Uhl chciał w tym celu wykorzystać grafen, natomiast kiedy wykonywałem wstępną analizę możliwych do wykorzystania materiałów, natrafiłem na nanorurki węglowe.

Mówiąc o powierzchniach, jakie ich rodzaje ma Pan na myśli?

Mówimy o konstrukcjach mechanicznych, w szczególności takich jak poszycia kadłubów statków, samolotów. Pojawiły się zapytania ze strony przemysłu, na przykład od producenta jachtów z Niemiec, który szuka sposobu na monitorowanie łodzi w czasie transportu, żeby ocenić, czy jacht został uderzony. Były też pomysły monitorowania odkształceń mostów.

Jak przybliżyłby Pan swoje badania osobie niezwiązanej z dziedziną?

Cała idea jest taka, że nanorurki są zatopione w żywicy epoksydowej. Nanorurki przewodzą prąd, a żywica nie. Stąd otrzymujemy taką sieć, którą po prostu odkształcamy. Kiedy to robimy, zmienia się rezystancja. Tam jest oczywiście więcej czynników, ale teraz upraszczam dla zrozumienia. Nie jest sztuką wytworzyć eksperymentalnie takie struktury. Znacznie trudniej przewidzieć, jakie jest faktyczne odchylenie przy zarejestrowanej zmianie rezystancji.

Tutaj ze sfery eksperymentalnej wchodzimy na etap obliczeniowy. W jaki sposób zasoby Cyfronetu okazały się w tym zakresie przydatne?

Czujniki to skala makroskopowa. Interesowała mnie skala, przyjmijmy 10x10 mm. W tej powierzchni trudno nawet oszacować liczbę nanorurek, które mają od 6 do 9 nanometrów średnicy. Wykonanie obliczeń bez Prometheusa byłoby możliwe, ale przy założeniu, że mój doktorat skończyłby się za kolejne pięć lat. Zakładając również, że czegoś złe nie wprowadziłem i nie musiałbym powtarzać tych obliczeń.

A jakie inne wyzwania lub trudności Pan napotkał?

W samym eksperymencie było mnóstwo niejasności, również nieścisłości z literaturą naukową. Rozbieżności były diametralne, bo jednak chodzi o podstawowe założenia, jedne publikacje mówiły tak, a drugie inaczej. Trzeba było to sprawdzić, a to pochłaniało czas.

Druga rzecz, jaką proporcję nanorurek przyjąć? 5%? 0,5%? W pierwszych eksperymentach, w których w skali makro zacząłem mieszać nanorurki z epoksydem, zaczęły się tworzyć aglomeraty, takie struktury jak fusy z kawy. Musieliśmy obrać jedną linię i bazować na niej, startując od najmniejszych wartości, aż do bardzo wysokich, żeby naukowo określić warunki brzegowe, ekstrema.

Kolejne wyzwanie: producent deklarował, że średnica nanorurek to 6-9 nanometrów. Natomiast pierwsze moje pomiary na mikroskopie skaningowym pokazały, że nanorurki mają 69-70 nanometrów, co było niezgodnością o rząd wielkości. Dopiero po kilku miesiącach symulacji, kiedy wciąż szukałem błędów lub nieuwzględnionych czynników, zrobiłem zdjęcia na mikroskopie transmisyjnym. Okazało się, że wielkości nanorurek są zgodne z deklaracją producenta, ale mikroskop skaningowy był źle skalibrowany. Kontynuowałem badania na innym sprzęcie.

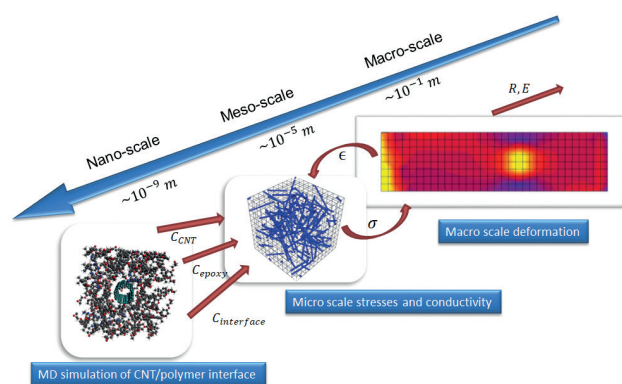
Doktorat zamknięty i tym samym zamknął Pan pewien etap pracy naukowej. Czy mógłby Pan przedstawić dalsze plany?

Pod koniec doktoratu powiedziałem promotorowi, że więcej rzeczy nie wiem, niż wiedziałem na początku. Dopiero wtedy zobaczyłem, jak wiele jest potencjalnych ścieżek, dodatkowych tematów badawczych. Od tamtej pory podjąłem kilka poważnych prób stworzenia inteligentnych struktur sensorycznych, które mogłyby być pożądane w przemyśle. Na przykład we współpracy z koleżanką stworzyliśmy czujniki do wykrywania metanu. W kopalni możemy pomalować przesła taką strukturą i nie tylko będziemy wiedzieli, jakie jest odkształcenie, ale też możemy mierzyć stężenie metanu, który jest bardzo niebezpieczny dla górników.

Wspominał Pan, że dopiero kończąc pracę doktorską dostrzegł Pan wiele nowych ścieżek. A co mógłby Pan poradzić młodszym kolegom i koleżankom, którzy są na początku tej drogi?

Na pewno radziłbym, żeby się skupić na jednej konkretnej rzeczy i nie przejmować się niepowodzeniami. Bo jednak dobry doktorat według mnie jest usłany niepowodzeniami. Taka jest praca naukowca. To jest pewne ryzyko. Praca doktorska nie musi się zakończyć sukcesem, ma pokazać drogę.

I to też jest moja taka rada, żeby młode osoby się nie zrażały, gdy widzą jakieś podobne prace. Według mnie, nawet gdy zorientują się, że badania są zbliżone, warto napisać e-maila, przedstawić swoje uwagi innemu autorowi, aby jakoś pomóc. Na początku bałem się tego, a teraz już kontaktuję się bez żadnych oporów. A z tego tworzą się bardzo wartościowe kontakty. Nauka jest takim startupem. Dostajemy granty, a inwestowanie w granty jest jak inwestowanie w startupy. Część dofinansowanych projektów przyniesie efekty, część nie. Ale czasem sam proces, ta droga, może pokazać coś nowego – dlatego warto angażować się w pracę naukową, nawet jeśli nie możemy przewidzieć jej efektów.



Wieloskalowy model sensorów (pokryć) bazujących na CNT/polimer – graficzna reprezentacja