

Nanorurki węglowe (CNTs) – jako formy indywidualne w skali ‘nano’ – mogą być postrzegane okiem chemika po prostu jako wydłużone makrocząsteczki pełne miejsc nienasycenia, czyli w pewnych warunkach reaktywne. CNTs – jako względnie nowa odmiana alotropowa węgla – są niezwykle istotne nie tylko dla środowiska naukowego. Charakteryzują się bowiem wyjątkową kombinacją doskonałych właściwości fizykochemicznych i biologicznych. Na przykład, wykazują ‘zerową stratę’ podczas przewodzenia prądu elektrycznego, mają doskonałą przewodność cieplną, a także niezwykłą wytrzymałość mechaniczną oraz modulowane właściwości optyczne – mogą *de facto* przybierać barwę od doskonałej czerni poprzez całą feerię barw aż po zupełną przejrzystość. Ich „ponowne odkrycie” w 1991 roku (bo jak się okazało są one z człowiekiem przynajmniej od starożytności...) przez Sumio Iijimę zainicjowało lawinę interdyscyplinarnych badań. I tak, już od 1991 r., CNTs obiecują zrealizować za pomocą swoich właściwości dyktowanych budową chemiczną liczne zastosowania. Ta obietnica jest umotywowana tzw. podejściem osiągania „właściwości poprzez zaprojektowanie” (*ang.* ‘properties-by-design’). Niemniej jednak, wiele dziedzin – od elektroniki poprzez medycynę aż po wielofunkcyjne kompozyty – wciąż czeka na spełnienie tych obietnic ze względu na niekorzystne zjawiska „na styku” nanorurek w ich agregatach. Jednym z najtrudniejszych problemów „przeniesienia” niezwykłych właściwości CNTs od skali „nano” poprzez „mikro” aż do „makro” jest kontrola ich powierzchniowej reaktywności chemicznej. Z jednej strony istotną rolę odgrywa „indywidualizacja” CNTs (czyli ich jednorodne rozproszenie) jako kluczowych składników tzw. „wartości dodanej” w złożonych układach – takich jak dyspersje lub materiały hybrydowe. Jest to szczególnie prawdziwe w przypadku wytwarzania kompozytów na bazie CNTs o polepszonych własnościach mechanicznych, termicznych i/lub elektrycznych, w których wymagane byłyby bardzo niskie stężenia CNTs. Również „rozplątanie” naturalnie tworzących się aglomeratów CNTs ma kluczowe znaczenie w ich dalszych zastosowaniach biomedycznych, takich jak systemy dostarczania leków/genów czy też tzw. „teranostyki”. Tam „złożone” nanopojazdy muszą swobodnie podróżować do miejsc docelowych w ciele. Z drugiej strony, „montaż” CNTs do pożądaných form i geometrii o doskonałych właściwościach elektrycznych, termicznych i mechanicznych wymagałby „nieskończenie” długich CNTs. Ta funkcja byłaby możliwa do osiągnięcia, np. poprzez usieciowanie CNTs (nazwane w tytule projektu „networkingiem” jako przeciwieństwo „indywidualizacji”). Co istotne, obydwa te aspekty mogą być spełnione w inspirowanej chemią organiczną powierzchniowej funkcjonalizacji CNTs. W tym miejscu należy podkreślić, że inaczej niż związki aromatyczne o niskiej masie cząsteczkowej, CNTs istnieją w wariantach o odmiennym „skręceniu” ścianki grafenowej (zwanej „chiralnością”). Chiralność z kolei reguluje ich właściwości metaliczne i półprzewodnikowe, a także ich reaktywność chemiczną. CNT różni się liczebnością niedoskonałości ścianek (co czyniąc CNTs mniej metalicznymi), stosunkiem długości do średnicy, liczbą ścian, krzywizną itd. Można powiedzieć, że CNTs – jako substancje – różni się jako płatki śniegu ... W rzeczywistości praktycznie nie ma dwóch identycznych CNTs i, parafrazując być może najślynniejsze zdanie Richarda Feynmana, „tam na dole jest dużo miejsca...” na pytania o chemię CNTs. Próby podbicia Ziemi Obiecanej, realizowane prawie już od dwóch dekad, choć nadal nie pozwoliły na pełne poznanie, są wciąż przedmiotem intensywnych badań na całym świecie.

W tym projekcie – a co istotne pod kątem przyszłych właściwości elektrycznych, termicznych i mechanicznych – modyfikacje chemiczne CNTs powinny umożliwić ich indywidualizację, a jednocześnie utrzymanie oryginalnego szkieletu „metalicznego”. Tym samym realizacja projektu stanowiłaby potężne narzędzie z punktu widzenia zastosowań CNTs. Zainspirowani metodami chemii organicznej zamierzamy rozszerzyć zakres możliwych modyfikacji chemicznych CNTs, które umożliwią odzyskanie ich pierwotnego szkieletu poprzez m.in. „obróbkę” termiczną. Po pierwszych etapach traktowania CNTs odpowiednio zaprojektowanymi substancjami i ich „wiązania” do ścian CNTs, zmodyfikowane CNTs powinny wrócić do swojego pierwotnego charakteru umożliwiającego wysokie przewodnictwo elektryczne. Modyfikowane CNTs zostaną zastosowane w elektroprzewodzących powłokach tekstyliów i płynów grzewczych celem weryfikacji w/w hipotezy. Co ważne, sprawdzimy także, czy jesteśmy w stanie trwale połączyć CNTs, aby utworzyć trójwymiarowe sieci elektroprzewodzące. Projekt ten ma zatem za zadanie stworzenie nowych modyfikacji chemicznych, za pomocą których można będzie wytwarzać lekkie i wielofunkcyjne materiały XXI wieku charakteryzujące się także lepszym od dotychczas stosowanych przewodnictwem elektrycznym i cieplnym.