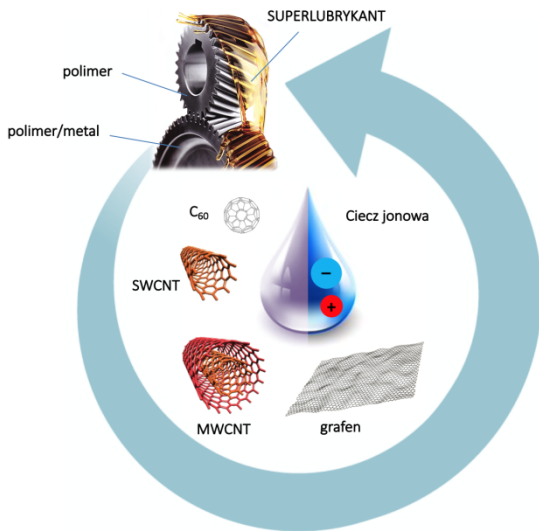


Nanomateriały węglowe (CNs), takie jak nanorurki węglowe (CNTs) czy też grafen, wykazują wyjątkowe właściwości fizyczne i chemiczne – pod wieloma względami przewyższając wiele konwencjonalnych materiałów i tym samym przyciągając ogólnoświatowe zainteresowanie naukowe. Jedną z najbardziej znaczących właściwości CNs jest tzw. **nadsmarowność** (ang. 'superlubricity'), tj. stan, w którym tarcie między dwiema powierzchniami ślizgowymi jest praktycznie zaniedbywalne. Do tej pory efekt ten był potwierdzony w kilku badaniach, jednak zdecydowana większość pomiarów była przeprowadzana w nanoskali za pomocą mikroskopów elektronowych – i dla bardzo małych powierzchni, czyli niewidocznych dla nieuzbrojonego oka.



W przeciwieństwie do powyższych kosztownych i czasochłonnych badań, nasze wstępne testy tribometryczne, w układzie stal-tworzywa sztuczne, potwierdziły doskonałe właściwości smarne (bliskie zjawisku nadsmarowności) układów 'CN-płyn' na powierzchniach makroskopowych (czyli takich, jak w przypadku typowych części maszyn wirujących i ślizgowych). I tak, wprowadzając wstępnie opracowany smar zawierający CNTs pomiędzy blok z tworzywa sztucznego a ślizgający się po nim stalowy pierścień, zaobserwowaliśmy **tarcie nieporównywalnie niższe niż w przypadku jakiegokolwiek innego, ale wysokiej jakości komercyjnego smaru**. Co tutaj niezmiernie ważne, należy zauważyć, że elementy z tworzyw sztucznych są obecnie coraz szerzej stosowane w samochodach, samolotach, drukarkach domowych i wielu innych zastosowaniach.

Elementy przesuwne z tworzyw sztucznych są stosowane zarówno w niedrogich i prostych mechanizmach, ale często pełnią także krytyczną rolę w zastosowaniach związanych z bezpieczeństwem, takich jak kluczowe elementy układów kierowniczych samochodu. W przyszłości **nowa klasa smarów** zmniejszających tarcie i zużycie powierzchni z tworzyw sztucznych sprawi, że zakres zastosowań CNs będzie jeszcze szerszy, i ostatecznie uczyni produkty z ich udziałem ogólnie dostępnymi, tańszymi, ale przede wszystkim bardziej efektywnymi.

W trakcie naszych badań zauważyliśmy również, że tarcie silnie zależało od czystości CNTs, rodzaju tworzywa bloku ślizgającego się po metalowym pierścieniu, a także rodzaju cieczy, w której CNTs zostały rozproszone. W związku z tym postanowiliśmy, że celem naszego projektu będzie opracowanie i produkcja w skali laboratoryjnej środków smarnych zawierających CN **przewyższających konwencjonalne smary pod względem redukcji tarcia na powierzchniach polimerowych**. Aby osiągnąć ten cel, zastosujemy cieczy jonowe i ich roztwory, co pozwoli nam, z jednej strony, uzyskać dyspersje stabilne w czasie i pracy oraz zwiększyć powinowactwo smaru do powierzchni ślizgowej, a z drugiej strony zachować nieszkodliwy charakter smarów (zarówno dla samych powierzchni jak i dla środowiska naturalnego). Z tego samego powodu planujemy zmodyfikować powierzchnię CNs i zsyntetyzować bardziej złożone, hierarchiczne struktury oparte na nanomateriałach węglowych, celowo zaprojektowane w celu zmniejszenia tarcia.

W naszych badaniach zastosujemy symulacje atomistyczne, które mają zapewnić interpretacyjne wsparcie badań eksperymentalnych. Symulacje te mają dać wgląd w obraz molekularny procesów smarowania i tarcia. Takie podejście pozwoli nam zidentyfikować i lepiej zrozumieć zjawiska fizykochemiczne występujące w projektowanych smarach. Tak zaprojektowane CNs zostaną wyprodukowane w naszych laboratoriach, a zaproponowane syntezy powinny również umożliwić dalszą **samoorganizację** atomów węgla w gotowych smarach. Trójwymiarowo zorganizowane układy CNs zostaną oczyszczone i zmodyfikowane głównie przy użyciu tzw. „mokrej chemii”. Wreszcie funkcjonalizowane CNs zostaną zmieszane z wcześniej zaprojektowanymi cieczami i przetestowane w badaniach tribologicznych. Zużyte powierzchnie (po badaniach na tribometrze) z tworzyw sztucznych i stali zostaną poddane kompleksowej ocenie m.in. z użyciem skaningowego mikroskopu elektronowego oraz interferometru optycznego, co pozwoli zrozumieć szczegóły zjawisk zachodzących na powierzchniach ślizgowych. Jednym z potencjalnych mechanizmów działania tribologicznego będzie trwałe „łączenie” CNs dostarczanych smarami formułacji smaru na powierzchnię z tworzywa sztucznego, co uczyni ją mniej podatnymi na zużycie. **Zdobyta wiedza na temat oddziaływań smaru i tworzyw zamknie całość badań, ustanawiając w jaki sposób zoptymalizować budowę CNs w celu dalszego obniżenia tarcia do poziomu nadsmarowności włącznie.**