

Celem projektu jest zwiększenie wytrzymałości połączenia pomiędzy osnową a wzmocnieniem w materiale kompozytowym.

Wynikowe właściwości materiału kompozytowego nie są sumą cech osnowy i wzmocnienia. Jednym z podstawowych zjawisk, jakie należy wziąć pod uwagę w przewidywaniu lub ocenianiu właściwości kompozytu jest wytrzymałość w miejscu styku osnowy i wzmocnienia. Można to sobie wyobrazić sprowadzając sytuację do skrajności – jeśli wytrzymałość tego połączenia byłaby zerowa, to cząstki wzmocnienia po prostu by wypadły z osnowy i wytrzymałość na rozciąganie takiego materiału byłaby mniejsza, tak jak nacięta próbka do rozciągania będzie słabsza od nienaciętej, z kolei dla nieskończonej wytrzymałości takiego połączenia wytrzymałość próbki byłaby zbliżona do wytrzymałości słabszego składnika kompozytu. Oznacza to, że zwiększanie wytrzymałości tego połączenia będzie wymiennie wpływało na wytrzymałość całego kompozytu w rozumieniu jego cech mechanicznych. Podobnie sytuacja zarysowuje się dla właściwości trybologicznych, czyli związanych z tarcieniem i zużyciem. Zazwyczaj jako wzmocnienie w kompozycie stosuje się twarde, ceramiczne cząstki (np. węgiel krzemu SiC lub tlenek glinu Al_2O_3 – czyli popularny szafir). Gdy siła związania cząstki do osnowy jest niska, to w trakcie tworzenia pary trącej cząstki są z łatwością wyrwane z osnowy i tworzą produkt zużycia. W związku z tym, że te cząstki są twarde, to mogą ponownie się wbić w osnowę i wykonywać mikroskrawanie na mniej twardym materiale osnowy, co zwiększa zarówno tarcie, jak i zużycie. Z kolei dla nieskończonej wytrzymałości cząstki nie zostaną wyrwane, tarcie będzie zbliżone do tarcia dla samego wzmocnienia, z kolei zużycie będzie zmniejszone względem próbki z materiału osnowy, ponieważ niewyrwane, twarde cząstki będą to utrudniać. Badania polegają na określeniu wytrzymałości połączenia osnowy ze wzmocnieniem, ustaleniu jak sposób produkcji kompozytu wpływa na tę wytrzymałość oraz jak te cechy przekładają się na właściwości trybologiczne i mechaniczne. Dodatkowo, zostanie zbadane tarcie między materiałem osnowy i wzmocnieniem w mikroskali, co umożliwi zamodelowanie zjawisk zachodzących po pęknięciu połączenia w czasie badania rozciągania. Badania tarcia w mikroskali odbędą się przy pomocy mikroskopu sił atomowych. Jest to standardowe urządzenie do przeprowadzania tego typu badań, jednakże zazwyczaj pomiary odbywają się przy pomocy krzemowego ostrza, które tworzy parę trącą z badanym materiałem. W opisywanym badaniu potrzeba określić tarcie pomiędzy nikiem a węglikiem krzemu. W tym celu zastosujemy innowacyjną metodę wytwarzania sond do mikroskopów sił atomowych opracowywaną w naszym zespole działającym w IPPT PAN. Badanie wytrzymałości połączenia będzie przeprowadzone również przy pomocy mikroskopii sił atomowych, jednakże tutaj zostanie zastosowana procedura umożliwiająca użycie jednej cząstki węgla krzemu w miejsce krzemowego ostrza. Następnie zostanie wytworzone za pomocą elektro-osadzania połączenie nikiel – węgiel krzemu, a odpowiednie wysterowanie części ruchomej mikroskopu umożliwi oderwanie cząstki od niklu przy jednoczesnym pomiarze siły. Im większa będzie potrzebna do tego siła, tym większa wytrzymałość połączenia. Zakres zjawisk zachodzących w trakcie osadzania jest duży. Jednym z nich jest utlenianie się powierzchni cząstek węgla krzemu. Ma to prawdopodobnie niekorzystny wpływ na wytrzymałość rozważanego połączenia cząstka-osnowa, gdyż de facto mamy do czynienia z połączeniami cząstka-warstwa utleniona oraz warstwa utleniona-osnowa, która jest słabsza. W celu uniknięcia utleniania oraz zwiększenia wytrzymałości połączenia cząstka-osnowa zaproponowano pokrycie cząstek warstwą ochronną. Parametry tej warstwy (technologia wytwarzania, grubość, prędkość wytwarzania) będą badane pod kątem wytrzymałości połączenia.

Podsumowując, celem projektu jest wytworzenie kompozytów o zwiększonej odporności na zużycie oraz większej wytrzymałości na rozciąganie poprzez zwiększenie wytrzymałości połączenia osnowa-wzmocnienie w tym kompozycie poprzez uniknięcie utleniania na powierzchni cząstek poprzez zastosowanie warstw ochronnych.