

Grafen od czasu jego wtórnego odkrycia w 2004 r. zapoczątkował intensywne badania nowej kategorii materiałów, tak zwanych materiałów 2D. Stało się to przede wszystkim ze względu na jego fascynujące właściwości, głównie elektroniczne, ale także mechaniczne i optyczne. Obecnie wyizolowano i zbadano dziesiątki materiałów 2D, co w efekcie doprowadziło do odkrycia nowych zjawisk fizycznych. W przyszłości mogą one zostać wykorzystane do produkcji zupełnie nowych rodzajów urządzeń o niespotykanych osiągnięciach. Spośród nowych materiałów jednymi z najbardziej intensywnie badanych są dichalkogenki metali przejściowych (TMDCs, z ang. *transition metal dichalcogenides*, na przykład MoS_2 lub WS_2), głównie ze względu na obecność przerwy energetycznej. Nie tylko pojedyncze warstwy TMDC przyciągają uwagę naukowców z całego świata, ale także złożone z ich warstw oraz np. grafenu „kanapki”, zwane heterostrukturami. Zakres ich możliwych zastosowań jest bardzo szeroki, na przykład jako fotodetektory i tranzystory lub jako katalizatory do produkcji wodoru.

Istnieją dwie główne metody wytwarzania heterostruktur 2D – eksfoliacja mechaniczna, czyli metoda taśmy klejącej, oraz chemiczne osadzanie z fazy gazowej (CVD, z ang. *chemical vapour deposition*). Mimo, że pierwsza metoda pozwala na wytwarzanie warstw wysokiej jakości, otrzymane kryształy są małe, a proces nie jest skalowalny i powtarzalny. Dlatego do produkcji na skalę przemysłową konieczna jest inna metoda produkcji, którą jest CVD. Metoda ta umożliwi hodowanie materiałów 2D i ich heterostruktur w kontrolowany sposób na masową skalę, stąd jest bardziej pożądana przez przemysł.

Jednakże, badania nad wzrostem CVD heterostruktur 2D są dopiero na początkowym etapie. Wstępne wyniki przedstawiające wzrost heterostruktur są albo niekompletne, albo pokazują warstwy o gorszej jakości i niezbędne są dalsze eksperymenty w celu poprawy właściwości uzyskanych materiałów. Co więcej, szczegółowe badania wpływu parametrów wzrostu, zwłaszcza rodzaju podłoża, na otrzymane materiały nie zostały jeszcze opublikowane. Dodatkowo, wzrost bardziej złożonych heterostruktur nie został jak dotąd zaprezentowany.

W tym projekcie planujemy zbadać wpływ parametrów wzrostu na właściwości wyhodowanych heterostruktur. Wzrost będzie prowadzony w zmodyfikowanym reaktorze rurowym CVD, a wyhodowane warstwy zostaną scharakteryzowane między innymi za pomocą mikroskopii sond skanujących, mikroskopii elektronowej czy spektroskopii Ramana. W trakcie projektu najważniejszą i najbardziej dogłębnie zbadaną zmienną będzie podłoże. Proponujemy, aby jako podłoże do wzrostu heterostruktur stosować grafen (również uzyskany metodą CVD), a następnie uzyskane na nim warstwy porównywać z materiałami otrzymanymi na innych podłożach, takich jak SiO_2 . Jest to także główna hipoteza badawcza projektu, którą można sformułować następująco:

Grafen jest doskonałą platformą wzrostu dla heterostruktur 2D.

Planujemy wytwarzać nie tylko proste heterostruktury, czyli MoS_2 lub WS_2 na grafenie, ale także zamierzamy zbadać wzrost struktur stopowanych ($\text{Mo}_x\text{W}_{1-x}\text{S}_2$) oraz struktur przekładanych ($\text{MoS}_2/\text{WS}_2/\text{grafen}$ lub $\text{WS}_2/\text{MoS}_2/\text{grafen}$), czego jeszcze nie dokonano. Jako główne rezultaty projektu chcemy przedstawić wzrost tych typów heterostruktur oraz zamierzamy zaproponować uproszczony model wzrostu dla TMDC, który obejmie wpływ podłoża. Wiedzę zdobytą podczas tego projektu można będzie przetransferować do innych dziedzin badań, a także do przemysłu.