

Tematyką obecnego projektu jest zbadanie fizykochemicznego charakteru oddziaływania plazmy niskotemperaturowej, generowanej podczas zjawiska wyładowania magnetronowego z heterogeniczną mieszaniną w formie proszku. Wykorzystując plazmowe techniki inżynierii powierzchni, określony zostanie wpływ energii cząstek plazmy na możliwość skutecznego zagęszczania ciała stałego w formie proszku. Przypuszczam, iż energia zgromadzona w niskotemperaturowej plazmie nierównowagowej, w trakcie akcji magnetronowej pozwoli **uformować in situ powierzchniowo zagęszczoną substancję chemiczną, występującą wyjściowo w formie proszku**, bez udziału jakiegokolwiek zewnętrznej energii mechanicznej. Prezentowany w projekcie i nierozpoznany dotąd w literaturze naukowej koncept dotyczy powierzchniowego zagęszczania proszkowego materiału w oparciu o mechanizm wymiany energii elektrycznie wzbudzonych cząstek plazmy z powierzchnią swobodną konsolidowanego proszku. Swoisty „transport energii” ze źródła plazmy (źródła energii elektromagnetycznej) do eksponowanej na działanie plazmy powierzchni proszku skorelowany jest z dwoma niezależnymi mechanizmami dyssypacji owej energii. Pierwszy z nich zakłada interakcję składników plazmy z materiałem proszkowym na drodze **wymiany pędu** podczas nieelastycznych zderzeń, prowadząc do rozpylania materiału proszkowego poprzez zerwanie wiązań atomowych. Drugi, równie istotny mechanizm dyssypacji energii plazmy uwzględnia **wzbudzenia drgań fononowych**, które rozprzestrzeniają się w sieci krystalicznej materiału eksponowanego na działanie plazmy, powodując jego stopniowe nagrzewanie się. We wspomnianych mechanizmach, istotny jest wkład energii kinetycznej oraz potencjalnej cząstek gazu plazmotwórczego, który stanowi niejako substytut energii cieplnej, będący siłą napędową przemian fazowych zachodzących w trakcie procesu powierzchniowego zagęszczania. Podstawowym argumentem przemawiającym za obraną ścieżką badawczą jest wykorzystanie siły napędowej reakcji plazmo-chemicznej jaką dostarcza zjonizowany gaz pod obniżonym ciśnieniem, jako **niekonwencjonalne narzędzie powierzchniowego spiekania i jednoczesnej syntezy warstw materiałowych**. Należy wspomnieć, iż wykorzystując zalety techniki proszkowej na etapie przygotowania układu proszkowego, istnieje możliwość utworzenia materiału o potencjalnie dowolnym składzie chemicznym. Ponieważ zaproponowana ścieżka badawcza nie została jeszcze rozpoznana w literaturze, to zdaje się potwierdzać swój potencjał naukowy, który w odczuciu kierownika projektu powinien zostać podjęty na tle syntezy materiałów wysokotepłiwych (wolfram i jego związki), ponieważ otrzymanie ich metodami konwencjonalnymi z termodynamicznego punktu widzenia jest silnie ograniczone.

Wykonana w ramach projektu badawczego powierzchniowa konsolidacja proszku wolframu zostanie wykorzystana jako punkt wyjściowy syntezy materiału supertwardego, jakim bez wątpienia jest azotek wolframu. Na etapie syntezy par: gazu reaktywnego (azotu) i spieczonego powierzchniowo wolframu, istotnym będzie uzyskanie odpowiedniego składu stechiometrycznego kondensatu. Fizykochemiczna postać formowanej warstwy zostanie zdefiniowana na drodze dyssypacji energii cieplnej cząstek plazmy i reakcji plazmochemicznych zachodzących w trakcie wyładowania elektrycznego. Z punktu widzenia budowy fazowo-strukturalnej, najbardziej pożądanym wydaje się uzyskanie gęstej i nanokrystalicznej postaci W_2N , którą cechują znakomite właściwości mechaniczne. W aspekcie użytkowym, właściwości wytrzymałościowe i optyczne azotku wolframu (W_2N) tj. wysoka twardość ($>40\text{GPa}$), doskonała adhezja do podłoża, wysoka temperatura topnienia i zadowalająca transmitancja światła podczerwonego winny stanowić o jakości uzyskanych w procesie magnetronowym warstw. Jako, że wytworzenie termodynamicznie stabilnej fazy W_2N wymaga pokonania bariery zarodkowania poziomie - 72 kJ/mol , to według kierownika projektu istnieje zasadna konieczność wytworzenia w układzie wyładowania magnetronowego silnie zjonizowanej plazmy (bodźca energetycznego) niezbędnego do przeprowadzenia procesu syntezy.

W celu weryfikacji hipotezy badawczej planuj się wykonać eksperymenty z wykorzystaniem plazmy magnetronowej. Na etapie analizy badawczej wykonane zostaną badania strukturalne powierzchniowo spieczonego proszku (SEM, XRD). Ponadto, powierzchniowo zagęszczony target materiałowy poddany zostanie pomiarowi dyfuzyjności termicznej, co pozwoli określić wpływ zjonizowanego środowiska plazmy na procesy transportu masy w obszarze przypowierzchniowym materiału modelowego (Laser Flash Analysis). Również konieczna będzie charakteryzacja środowiska plazmy – gęstość i temperatura cząstek plazmy przy pomocy optycznej spektroskopii plazmy OES oraz próby Langmuira. Następnie dokonana zostanie identyfikacja uwarunkowań strukturalno – fazowych warstw osadzanych poprzez rozpylenie i/lub parowanie atomów uprzednio zagęszczonych powierzchniowo targetu. Do tego celu planuje się zaangażować spektroskopię Ramana i spektroskopię elipsometryczną, metody mikroskopii elektronowej SEM/TEM, a także metodę dyfrakcyjną XRD.