

Ceramika ze względu na swoje unikalne właściwości (m. in. wysoka twardość, odporność na ścieranie, działanie wysokiej temperaturę oraz czynników chemicznych, dobre właściwości dielektryczne i izolacyjne) jest coraz częściej stosowana w przemyśle. Wykonuje się z niej zazwyczaj gotowe wyroby. Często jednak zachodzi potrzeba wykonania powłoki ceramicznej na metalowym detalu. Takie powłoki stosuje się w celu zmiany powierzchniowych właściwości materiału metalicznego, gdzie istotną rolę odgrywają powłoki aktywne. Szczególne zainteresowanie budzi m.in. dwutlenek tytanu, a zwłaszcza dwie jego formy krystaliczne: anataz i rutil. Znajdują one zastosowanie w implantach, sensorach gazu, czy też panelach słonecznych. Bardzo istotne są też własności fotokatalityczne dwutlenku tytanu, czyli zdolność aktywowania reakcji chemicznych pod wpływem światła. Umożliwia to samoczynne usuwanie różnego rodzaju zabrudzeń organicznych z powierzchni elementu. Powłoki TiO_2 o submikronowych ziarnach nanoszone są zwykle dwustopniową metodą zanurzeniową (z ang. dip coating). Jednakże konieczność wygrzewania powłok po procesie nanoszenia, jak również problemy z uzyskaniem równomiernej grubości sprawiają, że poszukiwane są nowe metody ich wytwarzania. Jedną z alternatyw stanowi grupa metod natryskiwania cieplnego. W przypadku tradycyjnych metod natryskiwania cieplnego – natryskiwanie plazmowe (APS), czy też naddźwiękowe natryskiwanie płomieniowe (HVOF) występują wysokie temperatury, powodujące wzrost wielkości ziaren proszku, jak również przemianę fazową anatazu w rutil, który jest mniej aktywny fotokatalitycznie. W rezultacie uzyskane powłoki charakteryzują się mniejszą efektywnością w usuwaniu zanieczyszczeń. Perspektywną metodą nanoszenia warstw dwutlenku tytanu wydaje się być natryskiwanie zimnym gazem. Ze względu na brak wysokich temperatur podczas natryskiwania, nie dochodzi do przetopienia materiału proszkowego, a tym samym zachowane zostają pierwotne właściwości materiału. W przypadku stosowania proszków metalicznych, do mechanizmów wiązania w tej metodzie zalicza się mechaniczne zakleszczanie się cząstek proszku, jak również mieszanie się materiału proszku oraz podłoża. Wynika to z odkształcenia plastycznego materiału proszku, jak i podłoża. W przypadku materiałów kruchych, takich jak ceramika czy szkło, plastyczne odkształcenie praktycznie nie występuje. Stąd w początkowej fazie rozwoju metody cold spray uważano, że bezpośrednie nanoszenie warstw ceramicznych nie jest w ogóle możliwe. Ostatnio podjęto próby osadzania czystych warstw ceramicznych oraz ustalenia mechanizmu formowania takiej powłoki w celu jej optymalizacji. Pierwsze próby wykazały, że osadzenie proszku ceramiki jest możliwe w wyniku plastycznego odkształcenia podłoża i mechanicznego zakleszczenia się cząstek proszku. Dalsze warstwy osadzają się w wyniku obecności cząstek metalu działających jako spoiwo, które zostały wyrwane z podłoża wskutek uderzenia. Taki mechanizm skutkuje jednak ograniczoną grubością warstwy ze względu na brak dostarczania metalu z podłoża. Brak możliwości uzyskanie warstwy całkowicie ceramicznej był prawdopodobnie spowodowany morfologią użytego proszku. Okazuje się jednak, że odpowiednie przygotowanie proszku ceramicznego umożliwi jego prawidłowe osadzenie na podłożu. Przykładem jest proszek TiO_2 wytworzony w reakcji hydrolizy siarczanu (VI) tlenku tytanu (IV) ($TiOSO_4$).

Celem naukowym projektu jest poznanie mechanizmu formowania warstwy ceramicznej z proszków wytworzonych metodą zol-żel w procesie natryskiwania zimnym gazem. Szczególnej analizie zostanie poddany wpływ kształtu, stopnia krystalizacji czy odmian polimorficznych materiału proszkowego na mechanizm formowania warstwy. Celem projektu będzie też zbadanie wpływu modyfikacji powierzchni cząstek proszku za pomocą grup funkcyjnych czy nanostruktur metalicznych. W ramach projektu przewiduje się wytworzenie warstw z użyciem dwóch typów materiałów: TiO_2 , SiO_2 , które znacząco różnią się m.in. twardością. Proszki będą otrzymywane za pomocą metody zol-żel na bazie odpowiednich prekursorów organometalicznych.

Przewiduje się badania mikroskopowe (SEM, EDX), dyfrakcyjne (XRD) oraz spektrometrią Ramanowską. Po zoptymalizowaniu materiałów wyjściowych zostaną naniesione powłoki z użyciem niskociśnieniowego urządzenia do natryskiwania zimnym gazem. Struktura warstw zostanie przebadana za pomocą mikroskopu SEM, dyfrakcji rentgenowskiej i spektrometrii Ramanowskiej. Twardość oraz moduł Younga zostaną zmierzone za pomocą nanoindentera a przyczepność za pomocą testu zarysowań. Właściwości fotokatalityczne zostaną przebadane z wykorzystaniem spektroskopii absorbcyjnej w zakresie światła widzialnego na wybranym barwniku organicznym. Dodatkowo warstwy zostaną przetestowane pod kątem korozji elektrochemiczna.