

1. Cel projektu

Aktualne trendy pokazują, że postęp w zakresie zwiększania trwałości elementów konstrukcyjnych dokonuje się w ostatnim czasie w dużej mierze dzięki rozwojowi metod nanoszenia powłok. Zastosowanie powłok niesie wiele korzyści, m.in. zwiększenie wytrzymałości, odporności na zużywanie ściernie, żaroodporności, odporności korozyjnej, przewodności elektrycznej i wielu innych. Odpowiedzią na rosnące wymagania są technologie natryskiwania cieplnego, w tym natryskiwanie plazmowego, które polega na rozpyleniu oraz stopieniu substancji powłokotwórczych (proszków) w strumieniu plazmy oraz osadzeniu ich na podłożu. Największy potencjał rozwojowy w tej dziedzinie wykazuje obecnie metoda natryskiwania plazmowego z zawiesin (ang. SPS – Suspension Plasma Spraying), gdzie materiał wejściowy (zawiesina) jest w postaci ciekłej. Zawiesina jest mieszaniną drobnociarnistego (nawet nanometrycznego) proszku, rozpuszczalnika oraz pomocniczych środków chemicznych. Użycie zawiesiny zamiast konwencjonalnego, grubociarnistego proszku pozwala na wytworzenie drobnociarnistych powłok o kontrolowanej grubości.

Użycie zawiesiny zamiast proszku zmienia istotnie charakterystykę procesu natryskiwania. Na podstawie dotychczasowych badań wnioskuje się, że przygotowanie zawiesiny oraz jej odpowiednie wstrzelenie w strumień plazmy znacząco determinuje przebieg procesu natryskiwania oraz budowę i właściwości naniesionych powłok. W projekcie przeanalizowane zostaną: proces rozpadu zawiesiny podczas jej wstrzeliwania do strumienia gazów plazmowych (w zależności od jej przygotowania i parametrów natryskiwania), a także interakcja cząsteczek proszku z podłożem oraz wpływ tych zjawisk na sposób budowania powłok i ich podstawowe właściwości mechaniczne.

2. Badania w projekcie

Analiza wymienionych wyżej zjawisk zachodzących w strumieniu plazmy jest zagadnieniem złożonym, dlatego konieczne jest przeprowadzenie różnokierunkowych badań, obejmujących: (i) charakteryzację proszków i zawiesiny przed wstrzeliwaniem, (ii) przeprowadzanie prób wstrzeliwania zawiesin o różnych parametrach roboczych, (iii) przeprowadzenia symulacji numerycznej zachowania się cząsteczek proszku w kontakcie z podłożem połączonych z obserwacją w czasie rzeczywistym, (iv) przeprowadzenie uproszczonych prób natryskiwania powłok, (v) teksturowanie laserowe i natryskiwanie powłokowych barier cieplnych oraz (vi) badania i ocenę finalnie uzyskanych powłok.

Pierwszy etap badań, obejmie charakteryzację proszków przy użyciu skaningowego mikroskopu elektronowego (SEM), określenie rozkładu wielkości proszków (granulometria) oraz ich składu fazowego (XRD). Zawiesiny natomiast zostaną określone pod kątem szybkości sedymentacji, potencjału Zeta, lepkości oraz napięcia powierzchniowego. Następnie przeprowadzone zostaną badania dotyczące mikrotekstutowania laserowego celem przygotowania różnych wzorów na powierzchni podłoża do natryskiwania. Głównym celem drugiej części badań będzie przeprowadzenie procesów natryskiwania oraz ich obserwacji przy pomocy dedykowanego systemu wizyjnego. Planowana jest rejestracja zachowania się gazów plazmowych i cząsteczek proszku z podłożem. Analiza ta zostanie zestawiona z danymi uzyskanymi z symulacji numerycznych (MES). Ta część badań zostanie zakończona eksperymentem natryskiwania typu „single-scan”, gdzie możliwa będzie analiza rozmiaru, grubości i kształtu pojedynczych cząsteczek proszku naniesionych na podłoże. W wyniku powiązania właściwości zawiesiny, charakterystyki rozpadu na krople i zachowania pojedynczych cząstek w kontakcie z podłożem, przeprowadzony zostanie pełen proces natryskiwania powłokowych barier cieplnych. W ostatnim etapie natryskane powłoki zostaną poddane zaawansowanym badaniom mikrostruktury oraz wybranym badaniom właściwości termomechanicznych.

3. Motywacja podjętego tematu

Natryskiwanie plazmowe jest wybierane przez technologów zajmujących się powłokami jako proces oferujący bardzo szeroki zakres możliwych materiałów powłokowych. Zaproponowana w projekcie odmiana natryskiwania plazmowego – natryskiwanie plazmowe z zawiesin, jest jedną z najnowszych metod (opatentowaną w 1997 roku). Z jednej strony dowodzi to zasadności przeprowadzania badań (tematyka aktualna, innowacyjna, silnie rozwijająca się), z drugiej natomiast skutkuje koniecznością określenia wielu parametrów, które jeszcze nie są w pełni poznane. Jedną z kluczowych zmiennych zachowanie się cząsteczek proszku w kontakcie z podłożem, co decyduje o charakterystyce przebiegu całego procesu natryskiwania oraz wynikających stąd finalnych właściwościach powłok. Na podstawie dotychczasowych badań wnioskuje się, że odpowiednie przygotowanie podłoża do natryskiwania zwiększy powtarzalność i dokładność kontroli procesu. W ten sposób, wdrożenie metody przekraczającej ograniczenia konwencjonalnego natryskiwania plazmowego z proszków grubociarnistych, możliwe będzie w jeszcze szerszym spektrum zastosowań.