

Maciej Giżyński
Doktorant
Wydział Inżynierii Materiałowej
Politechniki Warszawskiej

Streszczenie rozprawy doktorskiej

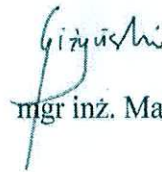
W ciągu ostatnich kilkunastu lat jedną z intensywnie rozwijanych technik natryskiwania cieplnego było natryskiwanie plazmowe zawiesiny SPS (ang. Suspension Plasma Spray). W metodzie tej zamiast proszku o rozmiarze rzędu kilkudziesięciu mikrometrów wykorzystuje się zawiesinę nanometrycznego proszku w wodzie lub organicznym rozpuszczalniku. Dzięki takiej formie materiału wytwarzane powłoki mają rozdrobnioną mikrostrukturę. Mała masa cząstek ceramicznych powoduje, że na ich tor lotu wpływa przepływ plazmy w pobliżu podłoża, co z kolei umożliwia tworzenie powłok o strukturze kolumnowej. Ta cecha powłok SPS jest uważana za bardzo korzystną dla właściwości barier cieplnych TBC (ang. Thermal Barrier Coating), ponieważ zwiększa ona zdolność do odkształcania i zmniejsza naprężenia cieplne podczas cykli cieplnych. Kolumnowa mikrostruktura powłok uzyskiwana w procesie SPS pozwala oczekiwać, że przy zastosowaniu tej techniki do wytwarzania powłok TBC możliwe będzie uzyskanie pokryć łączących zalety powłok uzyskiwanych konwencjonalnym natryskiwaniem plazmowym (niski koszt, prosta technologia, niska przewodność cieplna) z powłokami nanoszonym metodą osadzania z fazy gazowej EB-PVD (doskonała odporność na szoki cieplne). Jednak analiza dostępnych publikacji dotyczących powłok SPS i wyniki badań wstępnych, wskazują, że ich odporność na szoki cieplne często jest niższa niż typowych powłok natryskiwanych plazmowo. Zwykle wskazywane mechanizmy prowadzące do zniszczenia powłok TBC podczas eksploatacji w warunkach działających zmiennych obciążeń cieplnych, tj. zwiększanie sztywności wywołane spiekaniem i wzrost warstwy tlenków TGO (ang. Thermal Growth Oxides) wydają się nie odgrywać decydującej roli podczas degradacji powłok SPS.

Celem tej pracy było określenie odporności na cykliczne obciążenia cieplne (cykle cieplne) powłok SPS naniesionych przy zastosowaniu różnych parametrów procesu natryskiwania (odległość działo plazmowe-podłoże, skład plazmy, rodzaj zawiesiny), a następnie zbadanie zmian mikrostrukturalnych i właściwości mechanicznych oraz mechanizmów odpowiedzialnych za niszczenie powłok SPS. Większość z tych powłok uległo zniszczeniu po około 40-60% liczby cykli, po której zniszczeniu uległy referencyjne powłoki naniesione konwencjonalnym natryskiwaniem plazmowym. Zaledwie jedna powłoka SPS uzyskała rezultat porównywalny z konwencjonalną powłoką. Dla powłok SPS ulegającym szybkiemu

zniszczeniu zaobserwowano nietypową zmianę właściwości mechanicznych podczas działania wysokiej temperatury. Zmiany te polegają na obniżeniu sztywności i odporności na pękanie ceramiki, natomiast powłoka SPS o wysokiej odporności na cykle cieplne oraz referencyjna powłoka natryskiwana plazmowo ulegają spiekaniu, wzroście sztywności i odporności na pękania. Nietypowa zmiana właściwości mechanicznych została powiązana ze zmianami w mikrostrukturze powłoki, polegających na powstaniu gęstego układu bardzo drobnych porów o rozmiarze rzędu kilkuset nanometrów. Przyczyna, dla której w jednych powłokach SPS powstaje układ drobnych porów, a w innych nie pozostaje niejasna. Niemniej, istnieją przesłanki, że może to być związane z przepływem ciepła z gorącej plazmy do cząstek ceramicznych oraz stopnia jej przegrzania podczas uderzenia o podłoże. Związek pomiędzy parametrami nanoszenia a ewolucją powłok SPS w wysokiej temperaturze wymaga dalszych badań.



dr hab. inż. Zbigniew Pakieła, prof. PW



mgr inż. Maciej Giżyński