

Streszczenie rozprawy doktorskiej pt. „Rola budowy wewnętrznej warstwy ceramicznej w kreowaniu właściwości użytkowych powłokowych barier cieplnych”

mgr inż. Sebastian Jucha

Głównym celem usprawnień w przemyśle lotniczym, jak również energetycznym, jest zwiększenie sprawności cieplnej pracy turbin gazowych. Zwiększając temperaturę, turbina wygeneruje większą moc w stosunku do swojej wielkości przy jednoczesnym obniżeniu zapotrzebowania na paliwo. Największą przeszkodę w osiągnięciu tego celu stanowią materiały żarowytrzymałe stosowane na gorące części silnika o niewystarczających właściwościach użytkowych, wymagające dodatkowo odpowiedniej ochrony oraz chłodzenia. Krokiem ku zwiększeniu sprawności turbiny było zastosowanie powłokowych barier ochronnych (TBC – ang. Thermal Barrier Coatings), które obecnie są szeroko stosowane tak w przemyśle lotniczym jak i w przemysłowych turbinach gazowych. Choć sama technologia jest dobrze znana i chętnie stosowana to nadal istnieją liczne przeszkody na drodze do szerokiego wykorzystania powłok TBC.

Niniejsza rozprawa doktorska w części teoretycznej skupia się na usystematyzowaniu aktualnej wiedzy na temat powłokowych barier cieplnych, wykorzystywanych materiałów, podstawowych technologiach wytwarzania, jak również obecnych trendach i kierunkach rozwoju. Ponadto przeanalizowane oraz opisane zostały główne mechanizmy degradacji powłok w warunkach pracy, a także to jaki wpływ na owe mechanizmy ma zastosowany materiał ceramiczny czy morfologia budowy warstwy izolacyjnej.

W części badawczej zaprezentowano wyniki badań własnych, których celem było określenie roli budowy wewnętrznej warstwy ceramicznej w kreowaniu własności użytkowych powłok TBC. Wskutek przeprowadzonych analiz zaproponowana została nowa koncepcja powłoki TBC charakteryzującej się właściwościami lepszymi, a jeżeli obecnie stosowane powłoki na bazie 8YSZ. Zastosowane w badaniach materiały wchodzące w skład warstwy ceramicznej to $\text{Sm}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ oraz 8YSZ. Wybór tej pary miał związek z wzajemnym uzupełnianiem się pod kątem wymaganych właściwości użytkowych, jak również z brakiem występowania gwałtownych i niekorzystnych reakcji między oboma związkami w zakresie temperatury pracy. Badania skupiły się na trzech obszarach tj. określeniu własności cieplnych uzyskanych powłok, ich odporności na utlenianie wysokotemperaturowe oraz na zjawiskach korozji w ciekłych solach Na_2SO_4 oraz $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{V}_2\text{O}_5$. W każdym z obszarów wskazano mechanizmy wpływające na obserwowane zachowanie się materiału oraz zaproponowano najkorzystniejsze rozwiązanie z punktu widzenia budowy warstwy ceramicznej na jej trwałość.

Summary of doctoral dissertation “*The role of the internal ceramic layer construction in creating functional properties of thermal barrier coatings*”

M.Sc., Eng. Sebastian Oliwer Jucha

The main goal of improvements in the aviation and energy industries is to increase the thermal efficiency of gas turbines. By increasing the temperature, the turbine will generate more power compared to its size while reducing the need for fuel. The biggest obstacle to achieving this goal are heat resistant materials used for hot engine parts with insufficient properties, requiring additional protection and cooling. A step towards increasing the turbine's efficiency was the use TBC - Thermal Barrier Coatings, which are currently widely used in the aviation industry as well as in industrial gas turbines. Although the technology itself is well known and willingly used, there are still many obstacles to the extensive use of TBC coatings.

This dissertation, in the theoretical part, focuses on systematizing current knowledge about TBC's, materials, manufacturing technologies, as well as current trends and development directions. The main mechanisms of coating degradation in working conditions were analysed and described, and also the influence of the internal construction of the ceramic layer on those mechanisms.

The research part presents the results of own investigations, which aimed to determine the role of building the inner ceramic layer in creating the functional properties of TBC coatings. The new concept of TBC coating has been proposed, characterized by better properties than currently used 8YSZ. The materials used in the research included $\text{Sm}_2\text{Zr}_2\text{O}_7$ and 8YSZ. The choice of this pair was related to mutual complementation in terms of the required performance properties, as well as the absence of violent and adverse reactions between them in the range of operating temperature. The research focused on three areas, i.e. thermal properties, resistance to high-temperature oxidation and corrosion phenomena in liquid salts of Na_2SO_4 and $\text{Na}_2\text{SO}_4+\text{V}_2\text{O}_5$. In each of the areas, mechanisms affecting the observed behaviour of the material were indicated, and the most advantageous solution from the point of view of ceramic layer construction for its durability was proposed.