

C. SENDEROWSKI*, Z. BOJAR*, W. WOŁCZYŃSKI**, G. ROY***, T. CZUJKO****

RESIDUAL STRESSES DETERMINED BY THE MODIFIED SACHS METHOD WITHIN A GAS DETONATION SPRAYED COATINGS OF THE Fe-Al INTERMETALLIC

NAPRĘŻENIA WŁASNE OKREŚLONE METODĄ SACHSA W POWŁOKACH NA BAZIE FAZ METALICZNYCH TYPU Fe-Al NANIESIONYCH METODĄ DETONACYJNĄ

A modified Sachs method was applied to determine the residual surface stress in Fe-Al type intermetallic coatings deposited on a surface of carbon 1045 steel substrate by a gas detonation spray technique. The detailed theoretical model with a description of device is presented. Compressive stresses in the entire thickness of created coatings is discussed. The influence of chemical composition of powders (applied for coating deposition) on residual stress related to the structural and phase composition, as well as the degree of chemical heterogeneity of the multilayer composite coating system is analyzed. The maximum amplitude of stress on the surface of coatings is within the range of -900 to -1100 MPa for samples without boron additive and between -500 and -600 MPa for samples with boron only. The composition of the powder blend of the FeAl-intermetallic coatings deposited on the surface of the substrate affects significantly the distribution of residual stresses. The structural inhomogeneity and no repeatability of physical and chemical properties of particular structural elements are the reasons for the development of residual stresses system generation within the coating.

Keywords: Residual stress, Gas Detonation Spraying, Intermetallic coatings, Sachs method

Zastosowano zmodyfikowaną metodę Sachsa, by określić stan rozkładu naprężeń własnych w głąb kolejnych warstw strukturalnych międzymetalicznych powłok typu Fe-Al, naniesionych metodą detonacyjną na stal węglową 45. Szczegółowo przedstawiono teoretyczny model obliczeniowy z opisem urządzenia pomiarowego. Stwierdzono obecność naprężeń ściskających w całej grubości badanych powłok. Analizowano wpływ składu chemicznego proszków (zastosowanych do otrzymania powłok) na naprężenia własne wielowarstwowego kompozytowego systemu powłokowego, określając właściwości strukturalne, skład fazowy, jak również stopień niejednorodności składu chemicznego powłok. Stwierdzono, że maksymalna wartość naprężeń własnych (-900 i -1100 MPa) występuje bezpośrednio w strefie przypowierzchniowej powłok bez udziału boru i nieco mniejsze wartości z przedziału (-500 i -600 MPa) odnotowano dla powłok z dodatkiem boru. Wykazano, że skład chemiczny proszków użytych do natryskiwania detonacyjnego, wpływa na rozkład naprężeń własnych powłok międzymetalicznych typu Fe-Al natryskiwanych na podłożu stalowe. Stwierdzono, że również niejednorodność strukturalna, a w efekcie niepowtarzalność właściwości fizyko-chemicznych poszczególnych składników strukturalnych powłok, są bezpośrednią przyczyną generowania określonego układu naprężeń własnych w badanych powłokach.

* DEPARTMENT OF ADVANCED MATERIALS AND TECHNOLOGIES, MILITARY UNIVERSITY OF TECHNOLOGY, 00-908 WARSZAWA, 2 KALISKIEGO STR., POLAND

** INSTITUTE OF METALLURGY AND MATERIALS SCIENCE OF THE POLISH ACADEMY OF SCIENCES, 30-059 KRAKÓW, 25 REYMONTA STR., POLAND

*** NATURAL RESOURCES CANADA, CANMET/MTL, OTTAWA, ONTARIO, CANADA, K1A 0G1

**** DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING, UNIVERSITY OF WATERLOO, WATERLOO, ONTARIO, CANADA N2L 3G1