

Erzeugung keramischer Schutzschichten mittels Pyrolyse auf Precursoren basierender Beschichtungssysteme

Generation of protective ceramic coatings by pyrolysis of precursor based coating systems

Projektträger | Fördermittelgeber: Bayerische Forschungsförderung (Forschungsverbund ForNextGen – TP4)
Executing Organisation: Bavarian Research Foundation (Research association ForNextGen – SP 4)

Aufgabenstellung

Forschungsziel ist die Entwicklung maßgeschneiderter keramischer Schichten auf Basis gefüllter Precursorsysteme, die durch die Pyrolyse im Ofen bzw. mittels Laserstrahlung erzeugt werden. Die Schichten sollen zur Verbesserung des Korrosions- und Oxidationsverhaltens beitragen. Vorteil der Laserpyrolyse ist insbesondere die Möglichkeit zur Erzeugung scharf begrenzter Bereiche bzw. komplexer Strukturen bis hin zu einzelnen Strukturlinien. Zudem wird die thermische Einflusszone im Substrat auf ein Minimum begrenzt.

Vorgehensweise

Laser- und ofenpyrolysierte, mit ZrO_2 und hochschmelzendem Glas gefüllte Polysilazan-Schichten wurden hinsichtlich ihrer Oxidations- und Korrosionsbeständigkeit getestet. Das Oxidationsverhalten der Schichten wurde bei einer Temperatur von $700^\circ C$ untersucht. Die Korrosionsbeständigkeit gegen eine 5 % ige Salzlauge wurde bei $35^\circ C$ über 168 h geprüft.

Ergebnisse

Mit einem Nd:YAG-Laser konnten dichte Schichten mit Schichtdicken von 10 - 20 μm erzeugt werden. Die laserpyrolysierten Schichten weisen nach einem 50-stündigen Oxidationstest keine Abplatzungen oder Delaminationen auf, im Gegensatz zu den ofenpyrolysierten Schichten. Die Elementverteilung von Eisen, Chrom und Sauerstoff spricht für die Bildung einer ca. 1 μm dicken Fe/Cr-reichen Oxidschicht. Die laserpyrolysierten Schichten weisen sowohl im Ausgangszustand als auch nach den Korrosionstests keine Porosität auf, im Gegensatz zu den ofenpyrolysierten Schichten (siehe Abb.). Zudem unterliegen die laserpyrolysierten Schichten einem wesentlich geringeren Masseverlust als die ofenpyrolysierten Schichten und können mit einer Flächenkorrosion von $< 0,03 \text{ g/hm}^2$ als korrosionsbeständig eingestuft werden (Gruppe 0: $< 0,1 \text{ g/hm}^2$).

Task

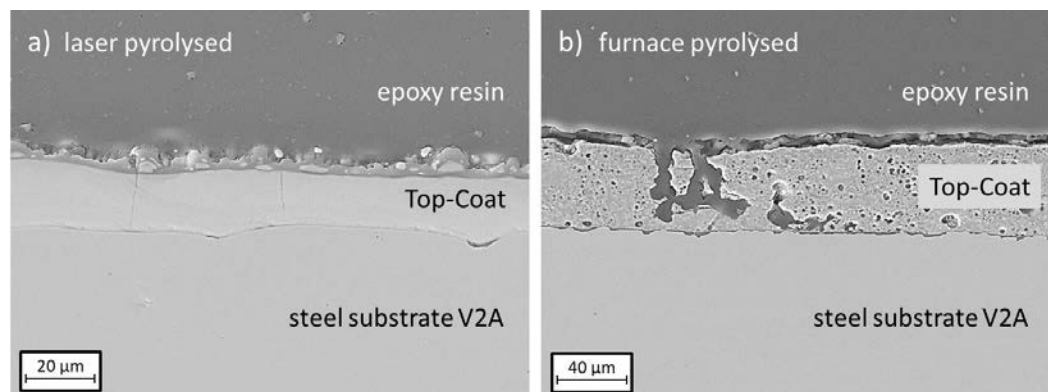
The task of the research project is the development of tailor-made ceramic coatings based on filled precursor-systems obtained by pyrolysis in oven or by laser radiation. The selected coating system is intended to improve the corrosion and oxidation resistance. The laser based pyrolysis is particularly suitable for coatings within sharply defined areas, from complex structures to single lines. Furthermore, the thermal zone of interaction within the substrate can be reduced to a minimum.

Approach

Laser and furnace pyrolysed layers with ZrO_2 and high melting glass fillers have been investigated with regard to their resistance to oxidation and corrosion. The oxidation behavior was tested at a temperature of $700^\circ C$. The corrosion resistance against brine (5 % NaCl) was investigated over a time period of 168 h at $35^\circ C$.

Results

Using a Nd:YAG-laser dense coatings with thicknesses between 10 and 20 μm were generated. Laser pyrolysed coatings showed no spalling or delamination after 50 hours of oxidation at $700^\circ C$, in contrast to furnace pyrolysed coatings. The element distribution of iron, chromium and oxygen indicates the formation of an approx. 1 μm thin Fe/Cr oxide layer. Laser pyrolysed coatings possess no porosity before as well as after the corrosion test, contrary to the furnace pyrolysed coatings (see Fig.). Furthermore, laser pyrolysed coatings are subject to a significant lower weight loss than furnace pyrolysed coatings. With a surface corrosion less than 0.03 g/hm^2 laser pyrolysed coatings can be considered as corrosion-resistant (group 0: $< 0.1 \text{ g/hm}^2$).



REM-Aufnahme einer mit Glas und ZrO_2 gefüllten Polysilazanschicht nach dem Korrosionstest ($35^\circ C$, 5 % NaCl, 168 h): a) laserpyrolysiert und b) ofenpyrolysiert
SEM image of a polysilazane based layer filled with glass and ZrO_2 after corrosion test ($35^\circ C$, 5 % NaCl, 168 h): a) laser pyrolyzed and b) furnace pyrolysed