

Kurzfassung

Eine große Bandbreite tribologisch belasteter Bauteile kann durch Verwendung einer Oberflächenbeschichtung verbessert werden. Mit Beschichtungswerkstoffen aus Hochleistungspolymeren und funktionellen Füllstoffen lassen sich in tribologischen Systemen niedrige Reib- und Verschleißwerte realisieren.

Diese Arbeit zielt auf die Entwicklung von PBI (Polybenzimidazol)-Hochleistungsbeschichtungen für den Einsatz in tribologisch beanspruchten Systemen ab. Die gewonnenen Erkenntnisse ergänzen die bislang unzureichend beschriebenen bzw. erforschten Prozesse zur Herstellung von PBI-basierten Beschichtungen. Als Matrixmaterialien werden PBI sowie PAI (Polyamidimid) als Referenzsystem untersucht. Eine systematische Entwicklung von Lösungsprozessen bildet dabei das erste Prozessfenster zur Herstellung von gelöstem und flüssig verarbeitbarem PBI.

Die Entwicklung der Temperprozesse, basierend auf thermischen Analysen mittels dynamischen Differenzkalorimetrie (DSC), stellt in dieser Arbeit ein weiteres Prozessfenster der Beschichtungsherstellung dar. Die daraus resultierenden ungefüllten PBI-Schichten (ohne Füllstoffe) werden systematischen Untersuchungen unterzogen. Thermische Untersuchungen, wie Thermogravimetrie (TGA), die dynamisch-mechanisch-thermische Analyse (DMTA) sowie DSC-Messungen, veranschaulichen die hohe Temperaturbeständigkeit und damit ein breites Temperatureinsatzfenster der PBI-Beschichtungen.

Tribologische Untersuchungsergebnisse, insbesondere der Gleitverschleißprüfungen an ungefüllten PBI-Beschichtungen, stellen dessen hervorragende tribologische Leistungsfähigkeit im Vergleich zu den am Markt etablierten PAI-Systemen dar. Begleitend zu tribologischen Analysen werden mechanische, thermische und strukturelle Untersuchungen durchgeführt und miteinander in Korrelation gebracht.

Die Herstellung von PBI-PAI-Blends und die anschließenden tribologischen, mechanischen, thermischen und strukturellen Untersuchungen zeigen das Verbesserungspotential eines PAI-Systems durch die Zugabe von PBI-Anteilen. Die

Kurzfassung

Ergebnisse zeigten, dass es möglich ist, ein PAI-System durch die Zugabe von PBI-Anteilen den speziellen Anwendungen entsprechend anzupassen.

Die Modifizierung der PBI-Beschichtungen mit Füllstoffen wie Graphit, PTFE usw. sowie deren Bewertung anhand von Gleitverschleißuntersuchungen, bei Variation der Prüfparameter, ermöglichen einen direkten Vergleich mit marktetablierten PAI-Beschichtungscompound und einem kommerziell erhältlichen PBI-Halbzeug. Die ermittelten Messwerte verdeutlichen hierbei das Potential (Verschleißwiderstand, thermische Stabilität) von PBI-Beschichtungen in tribologisch hoch belasteten Systemen.

Zur Verbesserung der Abrasivbeständigkeit werden die PBI-Beschichtungen mit harten Titancarbid-Partikeln verstärkt. Eine systematische Untersuchung der Abrasion sowie ein Modell zur Vorhersage des Abrasivverschleißes werden erarbeitet.

Abstract

A wide range of tribologically stressed components can be improved by using a surface coating. Coatings based on high-performance polymers and functional fillers lead to low friction and wear in tribological systems.

The objective of this work is the development of high performance coatings based on polybenzimidazole for tribologically stressed systems. The investigations should complete the inadequately described or researched processes for the production of PBI-based coatings. The matrix materials investigated are PBI and PAI (reference system). The systematic development of solution processes represents the first process window for the production of dissolved and liquid processable PBI.

The development of annealing processes, based on thermal analyzes (DSC), represents an additional process window of coating production in this work. The resulting pure PBI coatings (without fillers) are subjected to systematic investigations. Thermal characterizations such as Thermogravimetry (TGA), Dynamic Mechanical Thermal Analysis (DMTA) and Differential Scanning Calorimetry (DSC) measurements demonstrate the high temperature resistance and a wide temperature range of PBI coatings.

Tribological test results, in particular the sliding wear tests on pure PBI coatings, show their outstanding tribological performance in comparison to the PAI systems established on the market. Accompanying to tribological analyzes, mechanical, thermal and structural investigations are carried out and correlated with each other.

The preparation of PBI-PAI blends and the subsequent tribological, mechanical, thermal and structural investigations show the potential for improvement of a PAI system by the addition of PBI fractions. The possibility of adapting a PAI system to the relevant applications by adding PBI fractions to reduce the high material costs of the PBI polymer is presented in this work.

The modification of the PBI coatings with fillers such as graphite, PTFE, etc. as well as the subsequent sliding wear tests, with variation of the test parameters (pressure and

Abstract

velocity-variation), allow a direct comparison with the market-established PAI coating compound and a commercially available PBI bulk material. The measured values illustrate the suitability of PBI coatings for tribologically highly loaded systems.

To improve the abrasion resistance, the PBI coatings are reinforced with hard titanium carbide particles. Systematic investigations on the abrasion wear as well as a model for the prediction of the abrasive wear are developed.