

Herstellung und tribologische Charakterisierung randschichtmodifizierter Oxidkeramiken im ungeschmierten Gleitkontakt mit metallischen Gegenkörpern

Zur Erlangung des akademischen Grades eines
Doktors der Ingenieurwissenschaften

von der Fakultät für Maschinenbau der
Universität Karlsruhe (TH)

genehmigte

Dissertation

von

Dipl.-Ing.
Katja Poser
aus Heidelberg

Tag der mündlichen Prüfung: 19.12.2005

Hauptreferent: o. Prof. Dr.-Ing. K.-H. Zum Gahr

Koreferent: o. Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. A. Albers

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Hochleistungskeramiken	2
1.1.1	Aluminiumoxid	2
1.1.1.1	Monolithisches Aluminiumoxid	2
1.1.1.2	Mehrphasiges Aluminiumoxid.....	4
1.1.2	Siliziumcarbid	6
1.2	Oberflächenmodifikation von Oxidkeramik mit Laserstrahlung.....	7
1.3	Metallische Werkstoffe.....	10
1.4	Tribologische Eigenschaften	11
1.4.1	Grundlagen der Tribologie.....	11
1.4.2	Tribologisches Verhalten von trockenlaufenden Friktionssystemen	15
1.4.3	Tribologisches Verhalten von Keramik/Metall-Paarungen	17
1.5	Zielsetzung.....	19
2	Versuchsmaterialien und -methoden	22
2.1	Versuchsmaterialien	22
2.1.1	Keramische Werkstoffe	22
2.1.2	Pulver und Legierungszusätze	23
2.1.3	Metallische Werkstoffe	24
2.2	Lasergestützte Randschichtmodifizierung	25
2.3	Gefüge und Oberflächencharakterisierung	29
2.4	Bestimmung von Materialkennwerten.....	30
2.5	Tribologische Untersuchungen	35
2.5.1	Probengeometrie und Probenvorbereitung	35
2.5.2	Haftreibungsprüfung	36
2.5.3	Gleitreibungsuntersuchung.....	38

3	Versuchsergebnisse	42
3.1	Einzelphasenuntersuchungen	42
3.2	Gefüge	47
3.2.1	Lasernodifizierte Keramiken	47
3.2.1.1	Mehrphasige Randschichten der Al ₂ O ₃ -Keramik	48
3.2.1.2	Mehrphasige Randschichten der SN80-Keramik	53
3.2.1.3	Modifikation der Pelletgeometrie mit breiten Spuren	55
3.2.2	Referenzmaterialien	57
3.3	Mechanische und thermische Eigenschaften	59
3.4	Tribologische Eigenschaften	62
3.4.1	Oberflächenqualität der Proben	62
3.4.2	Haftreibung	64
3.4.2.1	Variation der Materialpaarung	64
3.4.2.2	Variation der Abzugsgeschwindigkeit	66
3.4.2.3	Variation der Temperatur	67
3.4.3	Einsinnige Gleitreibung	69
3.4.3.1	Variation der Materialpaarung	74
3.4.3.2	Variation des Energieeintrags	87
3.4.3.3	Variation der relativen Luftfeuchte	91
3.4.3.4	Variation der Temperatur	94
4	Diskussion	100
4.1	Herstellungstechnologie, Gefüge und Eigenschaften	100
4.2	Tribologie	112
4.3	Bewertung der Ergebnisse in Hinblick auf einen Einsatz in technischen Anwendungen	134
5	Zusammenfassung	137
6	Literatur	140