

Einsatz eines randzonenaufgekohlten Wolframschmelzkarbids zum schweißtechnischen Panzern hochverschleißbeanspruchter Oberflächen

Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Ingenieurwissenschaften

vorgelegt von
Dipl.-Ing. Lukas Lau
aus Göttingen

genehmigt von der
Fakultät für Mathematik/Informatik und Maschinenbau
der Technischen Universität Clausthal

Tag der mündlichen Prüfung
12.06.2015

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	iii
Abbildungsverzeichnis	vi
Tabellenverzeichnis	x
1 Einleitung	1
2 Aufgabenstellung, Ziel und Weg	2
3 Verschleiß, Tribosystem und Verschleißschutz	4
4 Verschleißschutz durch Auftragschweißen	7
4.1 Schweißtechnische Panzerungsverfahren	8
4.1.1 Plasma-Pulver-Auftragschweißen	12
4.2 Hartlegierungskonzepte zum schweißtechnischen Panzern	14
4.2.1 Kobaltbasishartlegierungen	16
4.2.2 Eisenbasishartlegierungen	17
4.2.3 Nickelbasishartlegierungen	23
4.2.4 Metallische Hartstoffe in schweißtechnischen Hartlegierungen	26
4.2.5 Wolframkarbide	29
4.2.6 Schweißtechnische Verarbeitung WSC-haltiger Hartlegierungen	38
5 Versuchstechnik, -strukturierung und -umfang	43
5.1 Schweißtechnische Versuchsanlage	43
5.2 Metallographische Qualifikation	45
5.3 Dichtebestimmung	45
5.4 Verschleißuntersuchungen	46
5.5 Eingesetzte Versuchsmaterialien	50
5.5.1 Matrixwerkstoffe	50
5.5.2 Hartstoffe	52
5.5.3 Fülldrähte	53
6 Vergleichende Untersuchungen zum Verhalten cWSC-verstärkter Hartlegierungen	54
6.1 Einfluss von Schweißprozessen und Prozessbedingungen	54
6.1.1 Stromstärketoleranz und Schutzgaseinfluss	59
6.1.2 Karbidzerfall im Nahtüberlapp	68
6.2 Matrix- und Hartstoffeinfluss	72

6.2.1	Einfluss der Matrixhärte	72
6.2.2	Einfluss des Chromgehalts der Matrix	76
6.2.3	Eisengehalteinfluss	79
6.2.4	Saumdicke cWSC	85
6.3	Vergleichswerkstoffe und deren Verschleißverhalten.....	87
7	Diskussion der Versuchsergebnisse	93
7.1	Auflösungsverhalten von cWSC	93
7.2	Verschleißverhalten cWSC-verstärkter Schichten	99
8	Zusammenfassung und Schlussfolgerung.....	104
	Literaturverzeichnis	107
	Lebenslauf.....	129