

INHALTSVERZEICHNIS

1.	EINLEITUNG	1
2.	LITERATURÜBERSICHT	3
2.1	Nickelbasis-ODS-Superlegierungen	3
2.1.1	Versuche in Longitudinalrichtung	3
2.1.2	Mechanische Eigenschaften in Transversalrichtung	8
2.1.2.1	Zugkriechverhalten	8
2.1.2.2	Ermüdungsverhalten in Transversalrichtung	10
2.2.	Eisenbasis-ODS-Legierungen	13
2.2.1	Eigenschaften unter monotoner Belastung	13
2.2.2	Hochtemperatur-Ermüdungsverhalten	15
2.3	Korngrenzenverfestigung	17
3.	WERKSTOFFE	24
3.1	Eisenbasis-ODS-Legierung PM 2000	24
3.2	Nickelbasis ODS-Superlegierungen	30
3.2.1	Untersuchte Legierungen	30
3.2.2	Bestimmung der Gefügeparameter	32
3.2.3	Erzeugung von Modellgefügen	37
4.	EXPERIMENTELLE METHODEN	38
4.1	Versuchsproben	38
4.2	Prüfmaschinen	39
4.2.1	Datenerfassung und Signalverarbeitung	39
4.2.2	Kraft- und Dehnungsmessung	41
4.2.3	Temperaturmessung	42
4.2.4	Biegemomente	44
4.3	Metallographische Methoden	45
4.3.1	Probenpräparation	45
4.3.2	Mikroskopische Untersuchungsmethoden	45
4.3.2	Mikroskopische Untersuchungsmethoden	46
4.3.3	Bestimmung von Korngrößen und Kornstreckungsverhältnis	47
4.4	Versuchstypen	47
4.4.1	E-Modulbestimmung	47
4.4.2	Eisenbasis-Legierung PM 2000	48
4.4.3	Nickelbasis-Superlegierungen	48
4.5	Definition der zyklischen Lebensdauer	49

5.	ERGEBNISSE LEGIERUNG PM 2000	50
5.1.	E-Modul	50
5.2	Ergebnisse symmetrischer LCF-Versuche	51
5.2.1	LCF-Lebensdauern als Funktion der Kornstruktur	51
5.2.2	Zyklische Ver-/Entfestigung	55
5.2.3	Untersuchung der Versetzungsstrukturen	58
5.2.4	Metallographische Untersuchungen	61
5.3	Ergebnisse asymmetrischer Versuche	68
5.3.1	Zyklische Lebensdauern	68
5.3.2	Metallographische Untersuchungen	73
5.4	Zusammenfassung der Ergebnisse für PM 2000	79
6.	ERGEBNISSE NICKELBASIS-LEGIERUNGEN	80
6.1	E-Modul	80
6.2	Versuche in Longitudinalrichtung	82
6.2.1	Symmetrische Fast-Fast Versuche in Longitudinalrichtung	82
6.2.2	Versuche mit Haltezeiten in Longitudinalrichtung	96
6.3	Versuche in Transversalrichtung	106
6.3.1	Symmetrische Fast-Fast Versuche in Transversalrichtung	106
6.3.1.1	Zyklische Lebensdauern und Ver-/Entfestigung	106
6.3.1.2	Metallographische Untersuchungen für symmetrische Versuche in Transversalrichtung	112
6.3.2	Versuche in Transversalrichtung mit Haltezeiten	122
6.3.2.1	Zyklische Lebensdauern und Ver-/Entfestigung	122
6.3.3.2	Metallographische Untersuchungen für Versuche mit Haltezeiten in Transversalrichtung	127
6.4	Versuche mit diffusionsgeschweißten Proben	131
6.5	Zusammenfassung für die Nickelbasis-Legierungen	135
6.5.1	Versuche in Longitudinalrichtung	135
6.5.2	Versuche in Transversalrichtung	136

7.	DISKUSSION	139
7.1	Legierung PM 2000	139
7.1.1	Zyklisches Ent-/Verfestigungsverhalten	139
7.1.2	Schädigungsmechanismen	144
7.1.2.1	Symmetrische LCF-Versuche	144
7.1.2.2	Kriechermüdungsversuche	147
7.2	Nickelbasis-Superlegierungen	150
7.2.1	Zyklisches Ent-/Verfestigungsverhalten	150
7.2.2	Schädigung und zyklische Lebensdauer	152
7.2.2.1	Ermüdungsschädigung im symmetrischen LCF-Versuch	152
7.2.2.2	Versuche mit Haltezeiten	156
7.2.2.3	Einfluß von korngrenzaktiven Elementen auf die LCF-Eigenschaften in Transversalrichtung	161
7.3	Vergleich verschiedener ODS-Legierungen	163
7.3.1	Zusammenfassung der Schädigungsmechanismen der untersuchten Eisenbasis- und Nickelbasiswerkstoffe	163
7.3.2	Zyklische Lebensdauern	166
7.3.3	Zyklisches Verfestigungsverhalten	170
8.	KORRELATION DER LEBENSDAUERN	173
8.1	PM 2000	173
8.1.1	Schädigungsparameter nach Smith, Watson und Topper	173
8.1.2	Lebensdauerkorrelation auf Basis des elastischen Moduls	176
8.2	Nickelbasis-Legierungen	183
8.2.1	Einfluß von Texturen	183
8.2.2	Korrelation der zyklischen Lebensdauern	185
8.3	Vergleich der Eisen- und Nickelbasislegierungen	192
9.	ZUSAMMENFASSUNG	195
	Anhang A: Versuchsdaten PM 2000	199
	Anhang B: Versuchsdaten Nickelbasis-Legierungen	202
	Anhang C: Gefügedaten Nickelbasis-Legierungen	207
	Anhang D: Übersicht der durchgeführten Versuchstypen	209
	LITERATUR	210