

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Das hydrodynamische Gleitlager und seine Vorteile	3
2.1	Die Funktion des hydrodynamischen Gleitlagers	5
2.1.1	Radial-Gleitlager	6
2.1.2	Radial-Mehrflächengleitlager	8
2.1.3	Axial-Gleitlager	10
2.1.4	Hydrostatische Unterstützung	15
3	Stützkörperwerkstoffe	17
3.1	Stützkörper aus Stahl	17
3.2	Stützkörper aus Grauguss	18
3.3	Kupferwerkstoffe für Gleitlager	19
3.4	Wärmebehandlung der Stützkörper	20
3.4.1	Normalglühen	20
3.4.2	Spannungsarm Glühen	21
3.4.3	Wasserstoffreduktion	22
4	Beschichtungswerkstoffe	25
4.1	Beschichtungswerkstoffe in der Vergangenheit	25
4.2	Beschichtungswerkstoffe der Gegenwart	25
4.3	Die Randbedingungen für Zinn-Gleitlagerlegierungen	26
4.3.1	Herstellbarkeit der Legierung	26
4.3.2	Beschichtungsqualität	29
4.3.3	Funktionsfähigkeit unter Betriebsbedingungen	30
4.4	Die Systematik bei der Entwicklung einer neuen Gleitlagerlegierung	30
4.5	Der internationale Datenvergleich	37
4.6	Beschichtungswerkstoffe der Zukunft	37
5	Der Verbundwerkstoff, die große Unbekannte	39
5.1	Der Informationsgrad der Werkstoffdaten	39
5.1.1	Die technischen Daten der Beschichtungswerkstoffe	39
5.2	Die Versagenskriterien bei der Werkstoffprüfung	45
5.3	Die Versagenskriterien am Gleitlager	46
6	Untersuchungen auf Prüfständen	47
6.1	Ein Rückblick auf die Entwicklung von Gleitlagerprüfständen	47
6.2	Das neue Prüfverfahren für Verbundwerkstoffe	49
6.2.1	Prüfschwerpunkte	53
7	Neue Erkenntnisse mit Verbundwerkstoffen	55
7.1	Rangfolge der Verbundwerkstoffe	55
7.2	Dauerfestigkeit in Abhängigkeit von der Beschichtungsstärke	57
7.3	Beobachtungen an dünnen Schichten aus Zinn-Legierungen	57

7.4	Einflüsse der Gleitgeschwindigkeit und der Lastwechselzfrequenz	57
7.5	Die Grenzen der prüfbaren Dauerfestigkeit	58
7.6	Dauerfestigkeit des Verbundwerkstoffs in Abhängigkeit der Steifigkeit des Gleitlagers	58
7.7	Die Verformungen am Gleitlager	59
7.8	Beschichtungsfehler	63
7.9	Schmierspaltemperatur und Werkstofftemperatur	63
8	Voraussetzungen für das Beschichten	65
8.1	Gießereiausrüstung	65
8.2	Ausführungsvarianten der Bindeoerfläche	69
8.2.1	Schwalbenschwanznuten	69
8.2.2	Vergroßerte Bindeoerfläche	72
8.2.3	Ebene Bindeoerfläche	73
8.3	Vorbereitung des Stützkörpers	73
8.3.1	Wärmebehandlung	73
8.3.2	Strahlen	73
8.3.3	Aktivieren	74
8.3.4	Verzinnen	74
8.4	Der richtige Umgang mit der Legierungsschmelze	76
9	Das Beschichten der Gleitlager	79
9.1	Standguss	80
9.2	Schleuderguss	83
9.3	Löten	89
9.4	Thermisches Spritzen	94
9.5	Kaltgasspritzen	100
9.6	WIG Verfahren	101
9.7	Die verwendeten Verfahren mit ihren Vor- und Nachteilen	101
9.8	Das Beschichtungsverfahren der Zukunft	102
10	Die Qualitätsanforderungen an die Gleitlager	111
10.1	Qualifizierung des Gleitlager-Herstellers	111
10.2	Qualität der Gleitlagerlegierung	113
10.2.1	Spezifikation der Gleitlagerlegierung	113
10.2.2	Analyseverfahren	115
10.2.3	Rezeptur	119
10.2.4	Die Wiederverwendbarkeit von Lagermetallspänen	120
10.3	Qualitätsprüfung am Gleitlager	125
10.3.1	Prüfung der Geometrie	125
10.3.2	Bindeprüfung	125
10.3.2.1	Zerstörende Prüfverfahren	126
10.3.2.2	Zerstörungsfreie Prüfverfahren	131
10.3.3	Die Kundenspezifikation	141
10.3.4	Die Qualität der Normen	143
11	Gleitlager-Montage, Gleitlager im Betrieb	145
11.1	Zwängungsfreie Montage	145
11.2	Der Lagersitz	147

11.3	Beschädigung und Verunreinigung	147
11.4	Fluchtungsfehler	148
11.5	Die Schmierstoffversorgung	149
11.6	Das Schaben	149
11.7	Die Überwachung während des Betriebs	153
12	Der Gleitlagerschaden	155
12.1	Voraussetzung für lange Verfügbarkeit	155
12.2	Die Notwendigkeit der Terminologie	157
12.2.1	Begriffe	157
12.2.2	Die Schadensstruktur	159
12.2.3	Schadensbilder	162
12.2.4	Schadenstypen	175
12.3	Analyse mit der Schadensmatrix	185
12.3.1	Beispiele zur Anwendung der Schadensmatrix	186
12.4	Der Schadensbericht	189
13	Die Zukunft der Gleitlager	191
14	Literaturverzeichnis	193
15	Nachweis der Urheberrechte	195
16	Stichwortverzeichnis	197