

Das Abdichtverhalten von Gleitringdichtungen aus Siliziumkarbid

Von der Fakultät Konstruktions- und Fertigungstechnik
der Universität Stuttgart
zur Erlangung der Würde eines
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)
genehmigte Abhandlung

Vorgelegt von
Dipl.-Ing. Günter Stefan Müller
geboren in Uhingen

Hauptberichter: Prof. Dr.-Ing. habil. H. K. Müller

Mitberichter: Prof. Dr.-Ing. K. Langenbeck

Tag der Einreichung: 09. 12. 1992

Tag der mündlichen Prüfung: 06. 05. 1993

Inhaltsverzeichnis

	Liste der Abkürzungen und Formelzeichen.....	10
1	Einleitung.....	12
1.1	Problemstellung.....	12
1.2	Stand von Forschung und Technik.....	14
1.2.1	Gleitwerkstoffe.....	14
1.2.2	Hydrostatische und hydrodynamische Spaltdruckerzeugung.....	14
1.2.3	Gleitringdichtungen mit Rückförderwirkung.....	17
1.2.4	Rückförderstrukturen für schmale Gleitflächen.....	19
1.2.5	Reibungsverluste in der mitgeschleppten Flüssigkeit..	20
1.2.6	Der Wärmetransport in der mitgeschleppten Flüssigkeit.....	21
1.2.7	Die Reibkraft an der Nebenabdichtung.....	21
2	Themen der Arbeit.....	22
3	Versuchseinrichtungen und Versuchsobjekte.....	24
3.1	Prüfeinrichtungen, Meßmethoden, Versuchsbedingungen...	24
3.1.1	Messung von Leakage und Reibmoment.....	24
3.1.2	Messung der Reibungsverluste durch Verwirbelung..	27
3.1.3	Messung der Reibkraft an der Nebenabdichtung.....	29
3.2	Untersuchte Dichtungen.....	30
3.2.1	Gleitflächenstrukturen zur Spaltdruckbildung und Rückförderung.....	31
4	Ergebnisse.....	36
4.1	Reibungsverluste in der mitgeschleppten Flüssigkeit.....	36
4.1.1	Theoretische Grundlagen.....	36
4.1.2	Reibmomentbeiwerte bei Zylindern mit glatter Oberfläche.....	38
4.1.3	Reibmomentbeiwerte bei Gleitringdichtungen und Zylindern mit Längsnuten.....	39

4.1.4	Die Berechnung der Verwirbelungsleistung	42
4.1.5	Gestaltungsrichtlinien zur Minimierung der Verwirbelungsverluste.....	43
4.2	Der Wärmetransport zwischen den Dichtringen und der mitgeschleppten Flüssigkeit.....	44
4.2.1	Der Wärmeübergang an koaxialen Zylindern	44
4.2.2	Der Wärmeübergang bei Gleitringdichtungen.....	46
4.2.3	Die Wärmeleitung in den Dichtringen.....	48
4.2.4	Der Einfluß des Werkstoffs und der Geometrie des Dichtrings auf die Temperaturverteilung.....	49
4.2.5	Experimentelle Untersuchungen.....	52
4.2.6	Gestaltungsrichtlinien zur Optimierung des Wärmetransports.....	56
4.3	Die Reibkraft an der Nebenabdichtung.....	56
4.3.1	Der Dichtmechanismus elastischer Dichtungen.....	56
4.3.2	Untersuchte Nebenabdichtungen, Nutformen, Versuchsbedingungen.....	57
4.3.3	Der Einfluß des Dichtungswerkstoffs.....	59
4.3.4	Der Einfluß der Schnurdicke und der Nutform.....	62
4.3.5	Der Einfluß der axialen Anpreßkraft	65
4.3.6	Der Einfluß der Richtung der Wellenverschiebung	66
4.3.7	Bewertung der Versuchsergebnisse und Gestaltungsvorschläge	66
4.4	Reibung und Leckage von Serien-Gleitringdichtungen	68
4.4.1	Charakteristisches Betriebsverhalten.....	68
4.4.2	Der Einfluß der Werkstoffkombination der Gleitflächen.....	70
4.4.3	Der Einfluß der Breite der Gleitflächen	72
4.4.4	Gleitringdichtungen mit der Werkstoffkombination SiC/SiC.....	76
4.4.5	Richtlinien zur Auswahl und Gestaltung von Gleitringdichtungen.....	82

4.5	Leckage und Reibung von SiC-Gleitringdichtungen mit Strukturen zur hydrodynamischen Spaltdruckbildung und Rückförderung	84
4.5.1	Die Wirksamkeit der Einförderstrukturen	84
4.5.2	Die Wirksamkeit der Rückförderstrukturen	87
4.5.3	Die Förderwirkung von asymmetrisch versetzten RF-Strukturen	87
4.5.4	Der Einfluß des Randabstands der RF-Strukturen auf die Förderwirkung	90
4.5.5	Der Einfluß des Abstands der RF-Struktur vom niederdruckseitigen Spaltrand	92
4.5.6	Das Betriebsverhalten bei unterschiedlichen Belastungsfaktoren	94
4.5.7	Gestaltungsempfehlungen für hydrodynamisch wirksame Gleitflächen-Strukturen nach [66]	96
5	Zusammenfassung	98
	Literatur	100