

Dipl.-Ing. Henrik Dossall, Sindelfingen

**Simulation und Unter-
suchung des stationären
und instationären
Betriebsverhaltens der
Heißgasschraubenmaschine**

Reihe **6**: Energietechnik

Nr. **365**

Inhaltsverzeichnis

Seite

Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen, Indizes und Abkürzungen		VIII
1.	Einleitung	1
1.1	Stand der Technik	2
1.2	Ziel der Arbeit	4
2.	Das Konzept der Heißgasschraubenmaschine	6
2.1	Anlagenschaltung und thermodynamischer Kreislauf	6
2.2	Funktionsweise der Schraubenmaschine	7
2.3	Arbeitsraumspalte	11
3.	Beschreibung der Einzelkomponenten	14
3.1	Der Schraubenkompressor	14
3.1.1	Das Kammermodell	14
3.1.2	Berechnung der Spaltmassenströme	16
3.1.3	Berechnung der Zustandsgrößen in einer Zahnücke des Schraubenkompressors	18
3.2	Der Schraubenmotor	23
3.2.1	Berechnung der Zustandsgrößen in einer Zahnücke des Schraubenmotors	24
3.3	Der Wärmetauscher	26
3.4	Die Brennkammer	31
3.5	Der Flüssigkeitsabscheider	33
3.6	Regelung der Zusammenarbeit	34
4.	Struktur des Programmsystems zur Simulation des stationären Betriebsverhaltens der Heißgasschraubenmaschine	36
5.	Auslegungsverfahren	39

6.	Untersuchung der Heißgasschraubenmaschine bei stationärer Betriebsweise	43
6.1	Einfluß des Motoreintrittsdruckes	45
6.2	Einfluß der Motoreintrittstemperatur	50
6.3	Einfluß des mittleren Polytropenexponenten der Verdichtung	52
6.4	Einfluß des Wärmetauschergütegrades	54
6.5	Einfluß der Druckverluste	57
6.6	Einfluß der Motorspalthöhen	59
6.7	Einfluß der mechanischen Kompressor- und Motorwirkungsgrade	61
6.8	Vergleich der Regelungskonzepte	63
6.9	Untersuchung des Teillastverhaltens	66
7.	Die Simulation des instationären Betriebsverhaltens der Heißgasschraubenmaschine	71
7.1	Die Erhaltungsgleichungen für den Wärmetauscher	72
7.1.1	Aufstellung der Erhaltungsgleichungen	72
7.1.2	Die Ortsdiskretisierung der Erhaltungsgleichungen	77
7.2	Die Erhaltungsgleichungen für Brennkammer und Abscheider	81
7.3	Energiegleichung der bewegten Massen	81
7.4	Funktionen zur Berechnung von Beiwerten und Koeffizienten	83
7.4.1	Wärmeübergangskoeffizienten	83
7.4.2	Druckverlustbeiwerte	85
7.5	Das numerische Integrationsverfahren	85
8.	Struktur des Programmsystems zur Simulation des instationären Betriebsverhaltens der Heißgasschraubenmaschine	88
8.1	Verfahren zur Kontrolle und Berechnung der externen Zeitschrittweite	93
9.	Untersuchung der Heißgasschraubenmaschine bei instationärer Betriebsweise	95
9.1	Untersuchung des Generatorbetriebes	97
9.1.1	Einfluß der Drehzahl	100
9.1.2	Einfluß der Bauteilvolumina	101
9.1.3	Einfluß der Vorauslaßverfahrzeit	102
9.1.4	Einfluß des Verhältnisses von Kompressor- zu Motorleistung	104
9.1.5	Einfluß der Vorauslaßverfahrrichtung	106

VII

9.2	Untersuchung des Fahrzeugbetriebes	107
9.2.1	Einfluß der Bauteilvolumina	109
9.2.2	Einfluß der gewählten Getriebeübersetzung	111
9.2.3	Einfluß der unterschiedlichen Getriebekonzepte	114
10.	Vergleich der Heißgasschraubenmaschine mit der Fahrzeuggasturbine	117
10.1	Vergleich des stationären Betriebsverhaltens der beiden Antriebskonzepte	118
10.2	Vergleich des instationären Betriebsverhaltens der beiden Antriebskonzepte	122
11.	Zusammenfassung	126
12.	Literaturverzeichnis	129