

Kamprath-Reihe

Obering. Walter Wagner

Kreiselpunipen und Kreiselpumpenanlagen

Vogel Buchverlag

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
1 Einleitung	11
1.1 Allgemeines	11
1.2 Aufbau und Wirkungsweise	11
1.3 Einsatzbereiche	13
1.4 Betriebsbedingungen	13
1.4.1 Eigenschaften des Fördermediums	13
1.4.2 Förderaufgabe	14
1.5 Bildzeichen	14
2 Strömungstechnische Grundlagen	15
2.1 Kontinuitätsgleichung	15
2.2 Energiegleichung	15
2.2.1 Kinetische Energie	15
2.2.2 Potentielle Energie	16
2.2.3 Druckenergie	17
2.2.4 Innere Energie	17
2.2.5 Bernoullische Gleichung	17
2.3 Definition von Druck in einer Strömung	19
2.3.1 Gesamtdruck p_{ges}	19
2.3.2 Kinetischer Druck (dynamischer Druck) p_{dyn}	19
2.4 Impulsgleichung	19
2.4.1 Impulsstrommoment (Drehimpuls)	20
2.5 Pumpenhauptgleichung	20
2.6 Drosselkurve	22
2.7 Spezifische Drehzahl	24
2.8 Festlegung des Laufradaußendurchmessers	24
2.8.1 Laufradformen	25
2.9 Ähnlichkeitsbeziehungen	28
2.9.1 Förderstrom Q	28
2.9.2 Förderhöhen	28
2.9.3 Leistung P	28
Kenndaten von Kreiselpumpen	31
Förderstrom Q	31
Förderhöhe H	32
Festlegung der Förderhöhe durch Pumpendaten	32
Festlegung der Förderhöhe durch Anlagendaten	33
Leistung P	35
Förderleistung P_Q	35
Leistungsbedarf P	35
Ermittlung der Motorleistung P_M	35
Wirkungsgrad η	36
Drehzahl n	36
Auswahl der Pumpengröße	38
4 Kennfelder und Regelung	43
4.1 Grundkennlinien	43
4.2 Änderung der Drehzahl	47

Änderung des Laufraddurchmessers.	47
Zuschärfen der Schaufelenden.	50
Vordrallregelung.	52
Laufschaufelverstellung.	52
Beeinflussung der Steigung der Kennlinie $H(Q)$ durch den Einbau einer Blendenscheibe zwischen Druckstutzen und Druckleitung.	52
Bypass-Regelung.	56
Leistungsvergleich der verschiedenen Regelarten.	56
Mindestförderstrom.	57
Zulässiger Temperaturanstieg.	57
Serienschaltung und Parallelschaltung.	59
Serienschaltung.	59
Parallelschaltung.	59

Förderung von Flüssigkeiten, deren Eigenschaften von Wasser abweichen.	61
Förderung viskoser Flüssigkeiten.	61
Förderung von Flüssigkeits-Gas-Gemischen.	64
Förderung von Stoffsuspensionen.	66
Förderung von Feststoffen.	68

Saugverhalten.	73
Einleitung.	73
Hahndruckhöhe (<i>NPSH</i> -Wert).	73
<i>NPSH</i> -Wert der Anlage (<i>NPSHA</i>).	73
<i>NPSH</i> -Wert der Pumpe (<i>NPSHR</i>).	76
Gebrauchsgleichungen für den <i>NPSH</i> -Wert der Anlage bei kaltem Wasser und horizontal aufgestellten Normpumpen.	77
Abschätzen des <i>NPSH</i> -wertes der Pumpe.	79
Maximale zulässige Aufstellungshöhe $H_{sge0,max}$	80
Gasausscheidung.	80
Werkstofffragen.	80
Kavitationsversuche.	81
Maßnahmen zur Vermeidung von Kavitation.	82
Anordnung der Saugleitung.	83
Gestaltung des Pumpensumpfes.	86
Auslegung der Entlüftungspumpen.	86

7 Anlagenkennlinie und Betriebspunkt.	93
7.1 Einleitung.	93
7.2 Bestimmung der Rohrleitungskennlinie.	96
7.3 Verlusthöhenberechnung.	96
7.3.1 Druckverlust in geraden Rohrleitungen.	96
7.3.2 Vereinfachte Druckverlustberechnung.	97
7.3.3 Beachtungspunkte zur Druckverlustberechnung in Rohren.	100
7.3.4 Druckverlust in Rohreinbauelementen (Einzelwiderstände).	103
7.4 Parallel- und Hintereinanderschaltung von Rohrleitungen.	110
7.4.1 Parallelschaltung.	110
7.4.2 Hintereinanderschaltung (Reihenschaltung).	111
7.5 Betrieb von Kreiselpumpen in verzweigten Rohrleitungen.	112
7.5.1 Verzweigte Druckleitung und eine Kreiselpumpe.	112
7.5.2 Parallelbetrieb von Kreiselpumpen mit gemeinsamer Rohrleitung.	112
7.5.3 Parallelbetrieb von Kreiselpumpen mit getrennten und gemeinsamen Rohrleitungsabschnitten.	114
7.5.4 Reihenbetrieb von Kreiselpumpen mit gemeinsamer Rohrleitung.	115
7.5.5 Reihenbetrieb von Kreiselpumpen mit verzweigter Rohrleitung.	115

8	Antriebe	121
8.1	Elektromotoren	121
8.1.1	Eigenschaften von verschiedenen Elektromotoren	121
8.1.2	3-Phasen-Motoren	121
8.1.3	Anlaufkennlinien	122
8.1.4	Merkmale, die bei der Wahl von Drehstrommotoren zum Antrieb von Kreiselpumpen zu beachten sind	124
8.1.5	Leistungsaufnahme und Nennstrom	126
8.1.6	Drehmoment	130
8.1.7	Anfahrzeit von Kreiselpumpen	131
8.1.7.1	Anfahren bei verschiedenen Anlagengegebenheiten	132
8.1.8	Auslaufzeit von Kreiselpumpen	134
8.2	Dieselmotoren	134
9	Bauteile	139
9.1	Wellendichtungen und Lagerungen	139
9.1.1	Wellendurchbiegung	139
9.1.2	Axialschub	139
9.2	Wellenkupplungen	142
10	Montage	145
10.1	Rohrleitungskräfte	145
10.2	Stutzenbelastung (Kräfte und Momente) nach DIN ISO 5199	147
10.3	Pumpenaufstellung	147
10.4	Inbetriebnahme	153
10.5	Wartung, vorbeugende Instandhaltung	153
11	Normpumpen	155
11.1	Kreiselpumpen nach DIN 24 255, PN 10/DIN 24 256, PN 16	155
11.2	Konstruktive Merkmale	158
11.3	Leistungsprüfung	163
11.4	Ausführungsformen	163
12	Wellendichtungslose Pumpen	165
12.1	Spaltrohrmotorpumpen	165
12.1.1	Aufbau und Funktionsweise	165
12.1.2	Kennlinien und Einsatzbereiche	167
12.1.3	Radiallager und ihre Entlastung	168
12.1.4	Der Spaltrohrmotor	168
12.1.5	Spaltrohrmotorpumpen mit fremdgekühlten Motoren	168
12.1.6	Spaltrohrmotorpumpen mit eigengekühlten Motoren	170
12.1.7	Explosionsschutz	170
12.1.8	Geräuschemission	173
12.2	Magnetkupplungspumpen	173
12.2.1	Aufbau und Funktionsweise	173
12.2.2	Funktion der Magnetkupplung	174
12.2.3	Leistungsbilanz	176
12.2.4	Temperatureinfluß	177
12.2.5	Startverhalten	178
12.2.6	Werkstoffe und funktionsgerechte Konstruktion	179
12.2.7	Magnetkupplungspumpe für hohe Temperaturen	181
12.2.8	Geräuschemissionen	181
12.3	Betriebssicherheit, Funktionssicherheit	181
12.4	Einsatzbereiche	184

13	Geräuschemissionen von Kreiselpumpenanlagen	187
13.1	Allgemeine Begriffe	187
13.2	Geräuschquellen	188
13.2.1	Antriebsmotoren	188
13.2.2	Pumpen	189
13.3	Schallschutzmaßnahmen	189
14	Meßgeräte zur Überwachung von Kreiselpumpenanlagen	191
14.1	Druckmessung	191
14.2	Messung des Förderstromes	191
14.3	Leistungsmessung	192
14.4	Drehzahlmessung	192
14.5	Temperaturmessung	193
14.6	Sonstige Meßeinrichtungen	193
15	Abnahmeversuche an Kreiselpumpen	195
16	Vorschriften und Normen	199
17	Stoffdaten von Flüssigkeiten	203
	Bedeutung der wichtigsten Formelzeichen	209
	Literaturverzeichnis	213
	Stichwortverzeichnis	215