

Obsah

Předmluva	9
1. Základy kapalinového řízení. Šoupátkové a tryskové řízení	11
1.1 Proč elektrohydraulická regulace	11
1.2 Způsoby řízení proudu kapaliny	13
2. Elektrohydraulické převodníky	21
2.1 Servoventil — první stupeň	22
2.2 Hydraulický předzesilovač	27
2.3 Kapalinové zesilovače stálého tvaru	32
2.4 Kmitající kapalinové zesilovače s časovou modulací	35
2.5 Mezní tlakové zesílení v systému trysky — klapka	35
3. Hydraulické motory a čerpadla	39
3.1 Namáhání válce	42
3.2 Rotační píst	42
3.3 Hydraulické motory	43
3.3.1 Radiální motory	43
3.3.2 Axiální pístové motory	46
3.3.3 Stanovení nejmenšího kroku	49
3.3.4 Kolísání průtoku kapaliny v motoru během otáčky	51
3.4 Regulační čerpadla	51
3.4.1 Čerpadla pro dodávku tlakové kapaliny	51
3.4.2 Elektricky řízená regulační čerpadla	56
4. Dynamika hydraulických vedení	59
4.1 Elektrohydraulická analogie	63
4.2 Přenos výkonu tlakovými vlnami	65
4.3 Pulsující systémy	67
5. Dvoustupňové a třístupňové zesilovače, řízení průtoku, tlaku a zrychlení	70
5.1 Statické a dynamické charakteristiky dvoustupňového ventilu	72
5.2 Síly působící na šoupátko	74
5.3 Průtočné ventily s mechanickou zpětnou vazbou	77
5.3.1 Tlakové regulační ventily se statickou zpětnou vazbou	77
5.4 Zesílení servoventilů	79
5.5 Mechanické a elektrické měření výstupního signálu	80
5.6 Třístupňové servoventily	82
5.7 Zvětšení regulačního rozsahu servoventilů	85
6. Dynamické vlastnosti typických pohonů	87
6.1 Laplaceova transformace	89
6.2 Časové konstanty	89
6.3 Diferenciální rovnice členů regulačního obvodu	90
6.3.1 Soustava prvního řádu s jednou kapacitou	90

6.3.2	Soustava druhého řádu (obr. 77)	91
6.3.3	Soustava třetího řádu	91
6.4	Servoventil	91
6.5	Spojení servoventilů s válci nezatíženými hmotou	92
6.6	Přechodová funkce téhož regulačního obvodu s účinkem hmoty a tlumení	94
6.7	Použití veličin ω_n a ζ	99
6.7.1	Řízení čerpadla	99
6.7.2	Řízení pracovního válce a hmoty škrcením	100
6.7.3	Řízení hydromotoru škrcením	102
6.8	Přechodová funkce zobrazená logaritmickou frekvenční charakteristikou	103
7.	Systémy se zpětnou vazbou	106
7.1	Klasifikace podle druhu energie	106
7.2	Odporové vysílače pro zpětnou vazbu	107
7.3	Kapacitní vysílač	109
7.4	Magnetický vysílač	110
7.5	Převodník s proměnnou permanentní jako čidlem	111
7.6	Lineární čidla rychlosti	112
7.7	Otáčkoměr založený na principu vířivých proudů	113
7.8	Vysílač tlakové diference	113
7.9	Selsyny	114
7.10	Radioaktivní čidlo	117
7.11	Fotoelektrické čidlo	118
7.12	Přesnost impulsního systému	120
7.13	Zesilovač kroutícího momentu s číslicovým řízením	120
8.	Elektronické zesilovače pro servoventily	122
8.1	Slučování a výběr signálů	122
8.2	Účinek signálů s odporovými vysílači	122
8.3	Elektronické zesilovače pro servoventily	125
8.4	Zesilovače střídavého proudu	126
8.5	Zesilovače stejnosměrného proudu s tranzistory	127
8.6	Počební operace s obvody se zesilovači	128
9.	Provozní bezpečnost a její zvyšování paralelním zapojením několika akčních systémů	131
9.1	Předpověď spolehlivosti	137
9.2	Tříkanálový systém prvního stupně	139
10.	Tlumení a stabilita	147
10.1	Úvahy o stabilitě	147
10.2	Diferencování vstupního signálu	149
10.3	Zesílení zpětné vazby	149
10.4	Tlumení	149
10.5	Přesnost napodobení výstupního signálu	150
10.6	Optimální rychlost řízení	151
10.7	Přesnost	151
10.8	Vliv potrubí na dynamické chování	151
11.	Příklady použití	155
11.1	Simulátor pro dynamické pochody zatížení	155
11.2	Proměnný řídicí tlak pro zlepšení účinnosti v regulačním obvodu	156
11.3	Použití servoventilu s časovou modulací	157
11.4	Řízení rychlosti	158
11.5	Silové regulační systémy pro mechanické způsoby zkoušení	159

11.6	Regulace vektoru tahu pro rakety	161
11.7	Jiné způsoby použití	165
11.8	Otočná křesla pro lékařský výzkum vlivu zrychlení rotačního pohybu na orgány vyšetřované osoby	165
11.9	Pohon pro rakety s vestavěnou zpětnou vazbou	169
11.10	Pohon pro regulaci čerpadla s vestavěnou mechanickou zpětnou vazbou	170
11.11	Kopírovačí přístroje s proudovým řízením	172
12.	Kapaliny a jejich filtrování	174
12.1	Potřebné plochy filtrů	178
12.2	Papírový filtr — kovový filtr	181
13.	Zdroje tlaku	182
13.1	Regulační systémy tlaku	182
13.2	Výška tlaku	183
13.3	Statické vlastnosti	183
13.4	Chování regulátoru při náhlém ($T_F = 0$) uzavření ventilu ve spotřebním vedení	185
13.5	Regulační čerpadla bez zásobníku tlaku	186
13.6	Regulační čerpadlo s akumulátorem	187
13.7	Regulační čerpadlo bez akumulátoru s urychlovacím ventilem k „odřezávání“ přetlaku	188
13.8	Optimalizace tlumení kolísání tlaku akumulátorem	189
14.	Statické a dynamické zkušební metody	190
14.1	Vyšetření průtokové charakteristiky servoventilu	190
14.2	Dynamické zkušební metody	191