

Obsah

1. Aplikace teorie hydrauliky a výpočtová část

Prof. Ing. Dr. Alois Hebký

1.1	Základy hydromechaniky — pojmy a vlastnosti kapalin	15
1.1.1	Charakteristika kapalin	15
1.1.2	Měrné hodnoty	16
	Měrný objem	16
	Měrná hmotnost některých kapalin	17
	Měření měrné hmotnosti	17
1.1.3	Změny objemu a hmotnosti s teplotou	18
	Součinitel objemového roztažení teplotního	18
	Závislost součinitele objemového roztažení teplotního na hustotě minerálních olejů	18
	Délkový a objemový součinitel teplotního roztažení některých kovů	18
	Změna měrné hmotnosti s teplotou	19
1.1.4	Stlačitelnost kapalin	19
	Součinitel stlačitelnosti	19
	Vliv rozpustěného a emulgovaného (dispergovaného) plynu v kapalině na součinitel stlačitelnosti příslušných dvoufázových soustav	21
1.1.5	Viskozita (vazkost) kapalin	24
	Dynamická viskozita	24
	Kinematická viskozita	25
	Změna viskozity teplotou	25
	Měření viskozity	26
1.1.6	Povrchové napětí a kapilarita	27
1.1.7	Kavitační jevy a nárazová eroze	28
1.1.8	Koroze a inkrustace	29
1.2	Hydrostatika	29
1.2.1	Hydrostatický tlak	29
1.2.2	Rychlost šíření tlakových změn	30
1.2.3	Eulerovy rovnice hydrostatické rovnováhy	31
1.2.4	Obecná silová funkce a potenciál	32
1.2.5	Hladinové či ekvipotenciální plochy	32
1.2.6	Hydrostatický tlak za působení zemské tíže	33
1.2.7	Zákon spojených nádob, hydrostatické paradoxon	34
1.2.8	Absolutní tlak, manometrický tlak, jednotky tlaku	35
1.2.9	Energetický význam rovnice hydrostatické rovnováhy	38
	Vztlak (Archimédův zákon)	38
	Hydrostatická tlačná síla	38
	Pascalův zákon	39
	Hydraulická páka	40
	Energie hydrostatické rovnováhy stlačitelné kapaliny	41
1.3	Hydrodynamika	41
1.3.1	Nové fyzikální pojmy a veličiny	42
1.3.2	Rovnice souvislého toku, kontinuita	42
	Stacionární proud	42
	Nestacionární proud	43
	Střední průtok	43
1.3.3	Diferenciální rovnice pohybu nevazké a nestlačitelné kapaliny	44
	Eulerova diferenciální rovnice pohybu nevazké a nestlačitelné kapaliny	44
	Eulerova diferenciální rovnice potenciálního pohybu v proudové jednorozměrové trubici	45

	Bernoulliho rovnice stacionárního proudu v trubici kapaliny nevazké a nestlačitelné (ideální)	45
1.3.4	Fyzikální a matematické základy teorie stacionárního proudu v trubici kapaliny nevazké, ale stlačitelné	47
	Hydrodynamický ráz	47
	Neúplný ráz	48
	Prostředky k zmenšení hydraulického rázu	48
1.3.5	Fyzikální a matematické základy teorie tlakových rázů nestacionárních proudových jevů	49
1.3.6	Bernoulliho rovnice pro proudění skutečné kapaliny; metoda jedno-rozměrového proudového vlákna	53
1.3.7	Věta hybnosti neboli impulsová	54
	Reakce proudící kapaliny na stěny zakřiveného potrubí	55
1.3.8	Režimy (způsoby) proudů reálných kapalin. Odpor	56
	Laminární a turbulentní proudění	56
	Reynoldsovo číslo	56
	Kritické číslo Reynoldsovo	57
	Hydraulická hladkost a drsnost stěny potrubí	57
	Relativní drsnost	57
1.3.9	Výpočet ztrátových výšek (tlakových výšek) délkových odporů	57
	Součinitel λ laminárních proudů	58
	Součinitel λ turbulentních proudů	58
	Odporový součinitel λ_k potrubí mezikruhového průřezu	59
	Odporový součinitel λ_n potrubí jiných nekruhových průřezů	59
	Odporový součinitel potrubních ohybů a pružných potrubí	60
1.3.10	Místní hydraulické ztráty	63
	Ztráty v některých prvcích hydraulických obvodů	63
	Protékání kapaliny otvorem v tenké stěně	65
	Protékání kapaliny nátrubky	65
	Proudění úzkými štrbinami (kapilárními spárami)	65
	Proudění kapalin mezerou mezi rovnoběžnými rovinnými deskami	66
	Proudění kapaliny prstencovou mezerou (vůli)	67
	Skládání (superpozice) ztrát	68
	Výpočet vnitřního průměru potrubí	69
	<i>Literatura</i>	70

2. Tlakové kapaliny pro hydraulické pohony a jejich provozní vlastnosti

Ing. Josef Pivoňka

2.1	<i>Druhy tlakových kapalin</i>	71
	Oleje pro speciální účely	71
2.2	<i>Fyzikální vlastnosti tlakových kapalin</i>	72
2.2.1	Viskozita hydraulických kapalin	73
	Vliv teploty na viskozitu — index viskozity	74
	Vliv tlaku na viskozitu	74
	Viskozita směsi minerálních olejů	76
	Vliv přerušení toku oleje na viskozitu při průtoku malými otvory nebo spárami	77
	Hnětení kapalin	77
2.2.2	Stlačitelnost hydraulických kapalin	77
2.2.3	Tepelná roztažnost	78
	Tepelná vodivost	79
	Měrné teplo kapalin	79
2.2.4	Měrná hmotnost oleje	80
2.2.5	Mazací vlastnosti	80
	Pevnost na stříh	80
2.2.6	Bod tání	80
2.2.7	Bod vzplanutí	81
2.2.8	Barva oleje	81
2.2.9	Odolnost proti tvoření emulzí	81
	Odolnost proti pění	82
2.3	<i>Chemické vlastnosti tlakových kapalin</i>	82
2.3.1	Chemická stálost	82
2.3.2	Stabilita při nízkých teplotách	82
2.3.3	Radiativní stálost	83
2.3.4	Chemické působení	83
	Neutralizační číslo	83
2.3.5	Slučitelnost se standardními materiály pro těsnění a ucpávky	84
2.3.6	Působení na lidský organismus — jedovatost	85
2.3.7	Obsah popela	85
	Koksový zbytek	85
2.3.8	Usazeniny a voda	85
2.3.9	Skladovací životnost	85

2.4	<i>Kapaliny pro speciální účely</i>	86
2.5	<i>Vliv vlastností kapaliny na funkci hydraulických zařízení</i>	86
2.6	<i>Vliv provozních podmínek na vlastnosti kapaliny</i>	87
2.7	<i>Požadavky na kapaliny použité v hydraulických zařízeních</i>	87
2.8	<i>Čištění kapalin a zařízení k čištění</i>	88
	<i>Literatura</i>	89

3. Hydraulické obvody

	Ing. Josef Pivoňka	
3.1	<i>Základní hydraulické obvody</i>	90
3.1.1	<i>Hlavní funkční části hydraulických zařízení</i>	90
3.1.2	<i>Jednoduché hydraulické obvody pro přímočarý a otáčivý pohyb</i>	91
	Obvody pro pohyby přímočaré	91
	Obvody s jednočinným válcem	91
	Obvody s dvoučinným válcem	92
	Obvody pro pohyby otáčivé	92
3.1.3	<i>Hydraulické obvody otevřené a uzavřené;</i>	93
	Hydraulický obvod otevřený	93
	Hydraulický obvod uzavřený	93
	Výhody a nevýhody otevřeného a uzavřeného hydraulického obvodu	94
3.2	<i>Hydraulické obvody pro přímočaré pohyby s řízením rychlosti</i>	95
3.2.1	<i>Obvody se škrcením toku kapaliny</i>	95
	Regulace rychlosti na vtoku	96
	Regulace rychlosti na výtoku s pomocným škrticím ventilem na výtoku	97
	Regulace rychlosti na výtoku	97
	Regulace rychlosti na výtoku paralelní	97
3.2.2	<i>Stabilizace rychlosti v obvodech se škrcením</i>	97
3.2.3	<i>Obvody s regulačními čerpadly</i>	99
	Obvody otevřené	99
	Obvody uzavřené	99
3.2.4	<i>Hydraulické obvody s několika čerpadly</i>	101
	Obvody se dvěma čerpadly	101
	Regulace rychlosti ve stupních	102
3.2.5	<i>Zapojení pro rychloposuvy</i>	104
	Obvody s obtokovým ventilem	104
	System využití kapaliny odtékající z válce	105
3.3	<i>Hydraulické obvody pro otáčivé pohyby</i>	106
	Hydraulické obvody otevřené	106
	Hydraulické obvody uzavřené	107
3.4	<i>Hydraulické obvody s několika hydraulickými válci</i>	107
	Mechanická vazba	107
	Mechanická zpětná vazba	108
	Vyrovnání pohybu dvou válců použitím škrticích ventilů	108
	Děliče proudu — hydraulické můstky	109
	Zapojení několika válců v sérii	109
	Použití oddělených čerpadel pro každý válec	110
	Souběh pomoci hydromotorů	110
	Odměřovací válce	110
3.5	<i>Ostatní druhy pohonů s použitím tlakové kapaliny</i>	111
3.5.1	<i>Hydraulické obvody ovládané mechanicky</i>	111
3.5.2	<i>Hydromechanický posuvový pohon</i>	112
3.5.3	<i>Hydropneumatický pohon</i>	112
	<i>Literatura</i>	113

4. Čerpadla a rotační hydromotory

	Ing. Ivo Píkrýl — Ing. František Slavíček	
4.1	<i>Čerpadla zubová</i>	114
	Princip a funkce	114
	Síly v čerpadle	115
4.1.1	<i>Typy zubových čerpadel</i>	116
	Čerpadla s vnějším ozubením	116
	Čerpadla s vnitřním ozubením	117
	Dodávané množství	118
	Celková účinnost	119
	Konstrukční řešení zubových čerpadel z hlediska vymezení axiálních vůlí	120
	Použití zubových čerpadel	122
4.2	<i>Hydromotory zubové</i>	122

4.3	Čerpadla lamelová	123
4.3.1	Lamelová čerpadla s nevyváženým rotorem	123
4.3.2	Lamelová čerpadla s vyváženým rotorem	127
4.3.3	Lamelová čerpadla s lamelami ve statoru	128
4.4	Hydromotory lamelové	130
4.5	Čerpadla pístová	130
4.5.1	Axiální pístová čerpadla	131
	Rotující blok válců, pohon pístů ojnicemi	132
	Rotující blok válců, pohon pístů šikmou deskou	135
	Pevný blok válců, pohon pístů šikmou deskou	137
4.5.2	Radiální pístová čerpadla	139
	Rotující blok válců	139
	Pevné válce	142
4.5.3	Pístová čerpadla řadová	144
4.6	Hydromotory pístové	146
4.7	Čerpadla šroubová	146
4.8	Způsoby regulace čerpadel	149
4.8.1	Mechanické nastavení	149
4.8.2	Hydraulické nastavení	150
	Nastavení pomocí jednoho nebo dvou válců	150
	Hydraulický sledovací servomechanismus	150
	Elektrohydraulická regulace	151
4.8.3	Samočinná regulace	152
	Regulace na konstantní tlak	152
	Tlaková kompenzace	153
	Regulace na konstantní výkon	153
	Regulace na konstantní průtok	155
4.9	Způsoby řízení hydraulických motorů	156
4.9.1	Řízení s konstantním krouticím momentem	157
4.9.2	Řízení s konstantním výkonem	158
4.9.3	Řízení smíšené	159
4.9.4	Regulace na konstantní rychlost	159
4.10	Hydrostatické převody	159
4.10.1	Čerpadlo a hydromotor s konstantním pracovním objemem	160
4.10.2	Čerpadlo s proměnným a hydromotor s konstantním pracovním objemem	161
4.10.3	Čerpadlo i hydromotor s proměnným pracovním objemem	162
4.10.4	Čerpadlo s konstantním a hydromotor s proměnným pracovním objemem	163
4.10.5	Návrh převodu	163
4.10.6	Ztráty	163
	Ztráta na rychlosti (skluz)	163
	Ztráta na krouticím momentu	164
4.11	Přehled čerpadel vyráběných v ČSSR	166
4.12	Přehled hydromotorů vyráběných v ČSSR	166
	Literatura	167

5. Hydraulické akumulátory a multiplikátory

Ing. Josef Šimůnek

5.1	Hydraulické akumulátory	168
5.1.1	Účel, způsoby a účinnost akumulace hydraulické energie	168
5.2	Závažové akumulátory	170
5.3	Pružinové akumulátory	172
5.4	Plynohydraulické akumulátory	173
5.4.1	Termodynamické pochody v plynohydraulickém akumulátoru	174
5.4.2	Volba pracovních parametrů a celkový objem plynohydraulických akumulátorů	175
5.5	Plynohydraulické akumulátory s dělicí vložkou	176
5.5.1	Akumulátory s pístem	177
5.5.2	Akumulátory s diafragmou nebo vakem	180
5.5.3	Diafragmové akumulátory	181
5.5.4	Vakové akumulátory	181
5.6	Plynohydraulické akumulátory bezpístové	184
5.6.1	Rozměry vodní tlakové nádoby akumulátoru	184
5.6.2	Volba jmenovitých tlaků akumulátorových nádob	186
5.6.3	Značení akumulátorů	186
5.7	Plynohydraulické akumulátory bezpístové řízené tlakem — typ CAR	186

5.8	<i>Plynohydraulické akumulátory bezpístové řízené hladinou — typ CAS</i>	189
5.8.1	Použití akumulátorů řízených hladinou	189
5.9	<i>Stavoznaky používané k řízení akumulátorů</i>	192
5.9.1	Bezplavákový elektrodivý stavoznak	192
5.9.2	Stavoznak s plaváky a rtuťovými spínači Schloemann	195
5.9.3	Rtuťový stavoznak	195
5.10	<i>Řídicí a ovládací zařízení akumulátorů</i>	197
5.10.1	Minimální ventily	200
5.10.2	Vypínací přístroje	200
5.10.3	Dvouventilový rozvod Js 10, Jt 250	200
5.11	<i>Pneumatická část plnicího zařízení akumulátoru</i>	201
5.11.1	Výkon plnicího kompresoru akumulátoru	201
5.11.2	Rozměry spojovacího vzduchového potrubí	203
5.11.3	Vzduchové uzavírací ventily	203
5.12	<i>Vliv teploty na funkci akumulátoru</i>	203
5.13	<i>Volba výkonu čerpadel a užitečného objemu akumulátoru</i>	204
5.14	<i>Zesilovače tlaku — multiplikátory</i>	207
5.14.1	Diferenciální písty	207
5.14.2	Parohydraulické multiplikátory	209
5.14.3	Vzduchohydraulické multiplikátory	209
5.14.4	Kapalinové multiplikátory	210
5.14.5	Jednozdvihové kapalinové multiplikátory	210
5.14.6	Multiplikátory s plynulou dodávkou	212
5.14.7	Výhody použití multiplikátorů pro vysoké tlaky	215
	<i>Literatura</i>	217

6. Hydraulické motory pro pohyby přímočaré

Miroslav Prokeš

6.1	<i>Rozdělení hydraulických válců podle funkce</i>	218
6.2	<i>Hlavní druhy upevnění válců</i>	220
6.3	<i>Hlavní části a konstrukční prvky hydraulických válců</i>	220
6.3.1	Válec	220
6.3.2	Pístnice	222
6.3.3	Píst	222
6.3.4	Těsnění hydraulických válců	222
6.3.5	Spojení vík s válcem	222
6.3.6	Tlumení v koncích zdvihu	224
6.3.7	Zámky pro hydraulické válce	225
6.3.8	Stírače a krycí měchy	226
6.4	<i>Výpočet hydraulických válců</i>	227
6.5	<i>Hydraulické válce pro otáčivý vratný pohyb</i>	227
6.5.1	Hydraulický válec s ozubeným pístem zabírajícím do ozubeného pastorku	227
6.5.2	Otočný píst	228
6.5.3	Hydraulický válec s pístnicí se šroubovicovými drážkami	228
6.6	<i>Doporučené a chybné způsoby použití hydraulických pracovních válců</i>	229
6.7	<i>Přehled vyráběných válců</i>	229
6.7.1	Pracovní válce PNT 11 9151.1 a .2 (normální a zesílené)	229
6.7.2	Pracovní válce PNT 11 9151.3 (těžké)	234
6.7.3	Pracovní válce JHVJ	234
	<i>Literatura</i>	240

7. Hydrodynamické (proudové) převody

Prof. Ing. Dr. Alois Hebký

7.1	<i>Základní poznatky</i>	241
7.1.1	Účinnost převodu	242
7.1.2	Měrné otáčky	242
7.1.3	Tvary oběžných kol	243
7.2	<i>Hydrodynamické spojky</i>	244
7.2.1	Normální klasická spojka	244
7.2.2	Stupeň průchodnosti	245
7.2.3	Princip proudové spojky	245
7.3	<i>Teoretické výpočty spojky</i>	247
7.3.1	Rozměrová charakteristika	247
7.3.2	Provozní stavy	248
7.3.3	Pracovní kapalina	248

7.4	<i>Hydraulická práce čerpadla a turbíny</i>	248
7.4.1	Rovnice měrné energie	248
7.4.2	Celková hydraulická účinnost	249
7.4.3	Rovnice oběhu spojky	249
7.5	<i>Hydraulické ztráty obíhající kapaliny v pracovních prostorech čerpadla, turbíny a v přestupech proudů</i>	249
7.5.1	Ztrátová měrná energie průtočnými odpory	250
7.5.2	Ztrátová měrná energie nesprávným vstupem proudů	250
7.6	<i>Výpočtové rovnice pro parametry spojky</i>	251
7.6.1	Průtok	251
7.6.2	Hydraulické výkony čerpadla a turbíny	251
7.6.3	Hydraulická účinnost	252
7.6.4	Mechanické ztráty	252
7.6.5	Celková účinnost spojky	252
7.6.6	Kroutící momenty na vstupním a výstupním hřídeli	253
7.6.7	Výkony na vstupním a výstupním hřídeli	253
7.6.8	Hydraulické momenty turbíny a čerpadla	254
7.6.9	Vnitřní charakteristika proudové spojky	255
7.6.10	Ztrátový výkon při hydraulickém přenosu	255
7.7	<i>Výpočet rozměrů spojky</i>	257
7.7.1	Bezrozměrná charakteristika daného typu spojky	257
7.7.2	Výpočet průtoků, momentů a výkonů s použitím součinitele bezrozměrné charakteristiky — příklad	259
7.8	<i>Určení rozměrů proudové spojky z experimentálně vyšetřené charakteristiky za použití tzv. empirické podobnosti</i>	260
7.8.1	Podobnostní faktor (součinitel) — příklad	260
7.8.2	Úplná provozní charakteristika	263
7.8.3	Úplná rozběhová charakteristika	263
7.9	<i>Regulační spojky</i>	264
7.9.1	Stupeň tuhosti	265
7.9.2	Spojka rozběhová nebo též spojka se zásobníkem	266
7.9.3	Spojka regulační	267
7.9.4	Axiální síla (tah) jednoduché proudové spojky	268
7.10	<i>Proudové (hydrodynamické) měniče krouticích momentů</i>	269
7.10.1	Návrhový postup	270
7.10.2	Teoretické výpočty	271
7.10.3	Příklady provedení měničů	273
	Konstrukce automobilových měničů	273
	Lokomotivní měniče	275
	<i>Literatura</i>	277

8. Hydraulické rozvody a jejich prvky

	Doc. Ing. Jaroslav Kopáček, CSc.	
8.1	<i>Řízení směru toku kapaliny — rozváděče</i>	279
8.1.1	Šoupátkové rozváděče	280
	Základní typ šoupátkového rozváděče	280
	Propojení ve střední poloze	282
	Ovládání rozváděčů	283
	Ruční ovládání	283
	Mechanické ovládání	285
	Hydraulické ovládání rozváděčů	286
	Elektrické ovládání rozváděčů	288
	Elektrohydraulické ovládání	289
	Stavebnicové řešení rozváděčů	292
	Konstrukce rozváděčů	292
	Návrh hlavních rozměrů	295
	Síly působící na šoupátko — přestavná síla	296
	Ztrátové množství	297
	Tlaková ztráta	298
8.1.2	Ventilové rozváděče	298
	Základní součásti ventilového rozváděče	298
	Zpětné ventily	300
	Konstrukce zpětných ventilů	300
	Výpočet zpětného ventilu	301
	Příklady použití	303
	Hydraulický zámek	305
8.2	<i>Řízení pracovního tlaku kapaliny</i>	306
8.2.1	Pojistné ventily	306
	Konstrukce pojistných ventilů	306
	Výpočet pojistných ventilů	307

8.2.2	Přepouštěcí ventily	310
	Charakteristika přepouštěcích ventilů	310
	Příklady konstrukce přepouštěcích ventilů	311
	Ztracený výkon v přepouštěcím ventilu	313
	Požadavky na přepouštěcí ventily	314
8.2.3	Redukční ventily	314
	Redukční ventil pro udržování konstantního redukovaného tlaku	315
	Redukční ventil pro udržování konstantního rozdílu (poměru) tlaků	317
8.3	<i>Řízení množství kapaliny</i>	317
8.3.1	Škrťací ventily	317
	Druhy škrťacích ventilů a jejich charakteristika	318
	Výpočet škrťacích ventilů	319
	Konstrukční provedení škrťacích ventilů	321
	Škrťací ventily se stabilizací tlakového spádu	322
8.3.2	Brzdící ventil	324
8.3.3	Regulátor množství	324
8.3.4	Dělič množství	324
8.4	<i>Hydraulické prvky pro samočinné řízení pracovního cyklu</i>	327
8.4.1	Tlakové relé	327
	Výpočet tlakového relé	327
8.4.2	Časové relé	329
	Výpočet časového relé	329
8.4.3	Předepinací ventily	331
8.4.4	Trysková šoupátka	332
	<i>Literatura</i>	335

9. Samočinné řízení pracovního cyklu v hydraulických zařízeních

Ing. Josef Pivoňka

9.1	<i>Prvky pro samočinné řízení pracovního cyklu</i>	336
9.1.1	Prvky mechanické	337
9.1.2	Prvky hydraulické	337
9.1.3	Prvky elektrohydraulické	337
9.1.4	Prvky pneumatickohydraulické	340
9.2	<i>Mechanicky řízené pracovní cykly</i>	341
9.2.1	Narážkové systémy	341
9.2.2	Narážkové bubny	343
9.3	<i>Hydraulicky řízené pracovní cykly</i>	343
9.3.1	Řízení tlakovými impulsy při stoupnutí tlaku	343
9.3.2	Řízení tlakovými impulsy při poklesu tlaku	345
9.3.3	Zařízení pro krátkodobé impulsy	346
9.4	<i>Elektrohydraulicky řízené pracovní cykly</i>	347
9.4.1	Pracovní cykly s měnitelným programem	347
9.4.2	Pracovní cykly s plynulým průběhem cyklu podle záznamu	348
9.5	<i>Pneumatickohydraulicky řízené pracovní cykly</i>	349
9.5.1	Pneumatickohydraulické číslicové polohování	349
9.6	<i>Kopírovací zařízení</i>	351
9.6.1	Jednosouřadnicové kopírovací zařízení	352
9.6.2	Dvousouřadnicové kopírovací zařízení	353
9.7	<i>Servomechanismy</i>	355
9.7.1	Jednostupňové servomechanismy	356
	Zpětné působení na řídící prvek	356
9.7.2	Dvoustupňové servomechanismy	357
9.7.3	Servomechanismy s využitím systému tryska—klapka	358
9.7.4	Servomechanismy s výkyvnou tryskou	359
9.7.5	Hydraulické motory v servořízeních	361
	Regulace rychlosti hydromotorů	361
	Synchronizace několika hydromotorů	362
	Synchronizace s řidícími čerpadly poháněnými jedním elektromotorem	363
9.8	<i>Hydraulické dálkové řízení</i>	363
9.9	<i>Logické prvky a obvody</i>	364
9.9.1	Logické prvky	364
	Logické prvky s pohybem mechanické části	365
	Logické prvky s vychýlením proudu média	366
9.9.2	Základní funkce logických prvků	366
9.9.3	Jednoduché obvody s použitím logických prvků	367
	<i>Literatura</i>	372

10. Potrubí a spojovací části

Ing. Josef Pivoňka

10.1	<i>Trubky</i>	373
10.1.1	Materiál trubek	373

10.1.2	Ohýbání trubek	374
10.1.3	Uchycení volných délek trubek	375
10.2	<i>Trubkové spoje</i>	375
10.2.1	Přirubové spojení trubek	375
10.2.2	Šroubení pro tvarované konce trubek (rozválcované konce)	376
10.2.3	Šroubení pro hladké konce trubek (bez tvarování)	377
10.2.4	Šroubení s kuželkou	378
10.2.5	Závitové spoje	379
10.2.6	Pájení a svařování trubek	379
10.2.7	Fitinky	379
10.3	<i>Ohebné hadice</i>	379
10.3.1	Hadice z pružného materiálu	379
10.3.2	Poloměr ohybu hadic	380
10.3.3	Pružnost hadic	381
10.3.4	Kovové ohebné hadice	381
10.4	<i>Spojování ohebných hadic</i>	381
10.4.1	Koncovky pro ohebné hadice	381
10.4.2	Hadicové spojky	382
10.4.3	Montáž hadic	383
10.5	<i>Pohyblivé spoje</i>	383
10.5.1	Posuvné spojení	383
10.5.2	Otočné spoje	384
10.5.3	Kloubové spoje	385
10.5.4	Pružné spoje z trubek stočených ve tvaru šroubové pružiny	385
10.5.5	Samotěsnící spojky — rychlospojky	385
10.6	<i>Volba průměru potrubí a průtočných rychlostí</i>	385
10.6.1	Výpočet průměru potrubí z daného průtočného množství	385
10.6.2	Volba průtočných rychlostí	386
10.6.3	Tlakové ztráty	387
10.6.4	Výpočet tloušťky stěn trubek	387
10.7	<i>Několik pokynů pro instalaci a provoz hydraulického potrubí</i>	388
	<i>Literatura</i>	390

11. Těsnění

Ing. Josef Pivoňka

11.1	<i>Materiály pro těsnění</i>	392
11.1.1	Kůže	392
11.1.2	Přyz	392
11.1.3	Plastické hmoty	395
11.1.4	Ostatní ucpávkové materiály	396
11.1.5	Kovy	396
11.2	<i>Těsnění nepohyblivých součástí (statická těsnění)</i>	396
11.3	<i>Ucpávky</i>	397
11.4	<i>Těsnící manžety</i>	397
11.4.1	Manžety U	397
11.4.2	Manžety V (stříškové)	397
11.4.3	Manžety jazýčkové	401
11.4.4	Manžety miskové	402
11.4.5	Manžety kloboučkové	402
11.4.6	Speciální manžety	403
11.5	<i>Těsnící kroužky</i>	403
11.5.1	Těsnící kroužky kruhového tvaru (0-kroužky)	403
11.5.2	Těsnící kroužky s pravoúhlým průřezem	404
11.5.3	Speciální kroužky	405
11.5.4	Kovové těsnící kroužky s pravoúhlým průřezem (pístní kroužky)	406
11.5.5	Kovové 0-kroužky	406
11.6	<i>Těsnění pro rotační pohyby</i>	407
11.6.1	Radiální těsnění	407
11.6.2	Axiální těsnění	407
11.7	<i>Hydraulické a mechanické ztráty těsněním</i>	407
11.7.1	Hydraulické ztráty	407
11.7.2	Ztráty třením	409
11.7.3	Příčiny poruch pružných těsnění	409
11.8	<i>Membrány a měchy</i>	409
	<i>Literatura</i>	410

12. Nádrže na kapalinu, chlazení a filtrace

Ing. Zdeněk Blažek

12.1	Nádrže na tlakovou kapalinu	411
12.1.1	Tvar a velikost nádrže	411
12.1.2	Konstrukce nádrží	411
12.1.3	Olejoznaky a signální zařízení	411
12.1.4	Vysoko položené nádrže	413
12.1.5	Tlumení hluku	414
12.1.6	Použití olejovzdorného materiálu	414
12.2	Chlazení a ohřívání oleje	414
12.2.1	Chlazení oleje	415
	Vodní chladiče	415
	Vzduchové chladiče	416
12.2.2	Ohřívání oleje	416
12.3	Filtrace a filtry	416
12.3.1	Druhy filtrů	417
	Síta	417
	Štěrbinové filtry	417
	Filtry s vložkami z plsti nebo z papíru	417
	Filtry ze spékanych kovů	417
	Mikrofiltry	418
	Magnetické filtry	418
	Magnetické zátky	419
	Indikátory stavu zanesení filtrů	419
12.3.2	Uspořádání filtrů v hydraulických systémech	420
12.3.3	Hromadná filtrace	421
12.4	Kompletní zdroje tlakové energie	421
12.4.1	Konstrukční uspořádání čerpadlových agregátů	421
12.4.2	Příklad kompletního zdroje tlakové energie	422
	Literatura	423

13. Zkoušení přístrojů hydraulických soustav

Ing. Zdeněk Růzha

13.1	Zkoušení hydraulických přístrojů	424
13.1.1	Všeobecné	424
	Vývojové zkoušky	424
	Sériové zkoušky	424
	Zkoušky provozní	425
13.1.2	Zkušební hydraulických přístrojů	425
13.1.3	Zkoušky čerpadel	426
	Určování parametrů čerpadla	426
	Ztráty volumetrické	427
	Ztráty hydraulické — tlakové	427
	Ztráty mechanické	428
	Zkoušky pulsace	428
	Zkoušky spolehlivosti — dlouhodobé	429
13.1.4	Zkoušky hydromotorů	429
13.1.5	Zkoušky válců	430
	Zkoušky těsnosti vzduchem	430
	Zkoušky těsnosti olejem	431
	Plynulost chodu	431
	Zjišťování pasivních odporů a účinnosti	431
	Zkoušky pevnosti	432
	Zkoušky tlaku pro odjštění zámku	432
	Zkoušky životnosti	432
13.1.6	Zkoušky ventilů	435
13.1.7	Zkoušky rozváděčů	435
13.1.8	Zkoušky hadic	437
13.1.9	Zkoušky akumulátorů	437
	Tlakové zkoušky	437
	Zkouška na pevnost	437
	Zkoušky velikosti objemu	438
	Dlouhodobé zkoušky	438
13.1.10	Zkoušky ostatních hydraulických přístrojů	438
	Samotěsnící spojka (rychlospojka)	438
	Hydraulické zámky	438
	Dávkovače a rozdělovače proudu (synchronizátory)	438
	Čističe (filtry)	439
	Otočné spoje	439
13.1.11	Proměňování a zkoušení hydraulických soustav	439
	Dílčí zkoušky	439
	Zjištění celkové účinnosti	440
	Ověření správné funkce celé soustavy	441

13.2	<i>Měřicí přístroje</i>	441
13.2.1	<i>Tlakoměry</i>	441
	Kapalinové manometry	442
	Pružinové manometry	442
	Pístové manometry	443
	Elektrické manometry	444
	Kombinované manometry	444
13.2.2	<i>Průtokoměry</i>	447
	Volumetrické průtokoměry	448
	Plovákové průtokoměry	448
	Vrtulkové průtokoměry	449
	Jiné průtokoměry	449
13.2.3	<i>Měření příkonu a výkonu</i>	450
	Dynamometry	450
	Brzdy	451
13.2.4	<i>Otáčkoměry</i>	452
13.2.5	<i>Viskozimetry</i>	453
13.2.6	<i>Teploměry</i>	454
	Teploměry dilatační	454
	Teploměry tlakové	454
	Elektrické odporové teploměry	455
	Termoelektrické teploměry	455
13.2.7	<i>Měření mechanických kmitů — vibrací</i>	455
13.2.8	<i>Měření hluku</i>	456
	<i>Literatura</i>	457

14. Základní fyzikální veličiny a jejich jednotky, tabulky a normy

Ing. Josef Pivoňka

14.1	<i>Použitě základní fyzikální veličiny a jejich jednotky</i>	458
14.2	<i>Převodní tabulka teplot</i>	460
14.3	<i>Převod tlaku v lb/in⁻² na kp cm⁻²</i>	463
14.4	<i>Převod gallonů na litry</i>	464
14.5	<i>Převodní tabulka viskozity</i>	464
14.6	<i>Výběr ČSN nejčastěji používaných v hydraulických zařízeních</i>	465
	<i>Literatura</i>	466
	<i>Rejstřík</i>	467