

O B S A H

	<u>Strana</u>
Ú v o d	1
1. <u>Světové zdroje a zásoby energie</u>	2
2. <u>Základní energetické a elektrárenské pojmy</u>	3
3. <u>Uhelná elektrárna</u>	9
3.1 Popis jednotlivých výrobních okruhů	9
3.2 Stanovení velikosti vlastní spotřeby uhelné elektrárny	11
3.3 Zásobování elektrárny palivem	17
3.4 Zásobování uhelné elektrárny vodou	17
3.5 Přehled základních parametrů některých uhelných elektráren	17
4. <u>Vodní elektrárny</u>	19
4.1 Vodní turbíny	22
4.2 Kavitace vodních turbin	26
4.3 Prátočné vodní elektrárny	28
4.4 Regulační vodní elektrárny	32
4.4.1 Stanovení užitečného objemu akumulární nádrže vodní elektrárny	34
4.5 Přečerpávací vodní elektrárny	38
5. <u>Jaderné elektrárny</u>	48
5.1 Neutrony	50
5.1.1 Tepelné neutrony	51
5.2 Neutronové účinné průřezy	52
5.2.1 Mikroskopický účinný průřez σ	52
5.2.2 Makroskopický účinný průřez Σ	52
5.2.3 Střední volná dráha, střední doba života neutronu	53
5.3 Hustota počtu neutronů a neutronové toky	53
5.3.1 Četnost jaderných reakcí	54
5.4 Interakce neutronů s jádry atomů	54
5.4.1 Pružný rozptyl	55
5.4.2 Nepružný rozptyl	55
5.4.3 Radiační zachycení	55
5.4.4 Zachycení neutronu s vysláním částice α nebo protonu	55
5.5 Štěpení těžkých jader	56
5.5.1 Vazbová energie jádra	56
5.5.2 Mechanismus štěpení jader	57

5.5.3	Neutrony uvolněné při štěpení	58
5.5.4	Produkty štěpení	58
5.5.5	Energie uvolněné při štěpení	59
5.6	Štěpná řetězová reakce	61
5.6.1	Multiplikační faktor	61
5.6.2	Štěpná řetězová reakce s moderátorem	62
5.7	Rovnováha neutronů v soustavě s moderátorem	64
5.8	Funkce jednotlivých částí reaktoru a jejich konstrukční řešení	69
5.8.1	Palivové články	70
5.8.2	Aktivní zóna	71
5.8.3	Reaktorová nádoba	73
5.8.4	Ochranná obálka (kontejment)	75
5.9	Typy energetických reaktorů	76
5.10	Vývoj a perspektiva jaderné energetiky reaktorů	77
5.11	Lehkovodní reaktory	79
5.12	Tlakovodní reaktory	80
5.13	Zařízení na udržování tlaku	82
5.14	Dochlazovací systém	83
5.15	Úprava vody v primárním okruhu tlakovodních reaktorů	83
5.16	Palivový článek	86
5.17	Formy jaderného paliva	87
5.18	Obohacování paliva jaderných reaktorů	88
5.19	Reaktorová nádoba	89
5.20	Tlakovodní reaktory novovoronežského typu (VVER)	90
5.21	Varné reaktory	91
5.22	Reaktory těžkovodní	94
5.23	Vysokoteplotní reaktory (HTGR)	94
5.23.1	Základní koncepce vysokoteplotních reaktorů	94
5.23.2	Palivové články vysokoteplotních reaktorů	96
5.24	Rychlé množivé reaktory	100
5.24.1	Základní koncepce množivého reaktoru	100
5.24.2	Palivo	101
5.24.3	Sovětské rychlé reaktory	102
5.24.4	Výhody FBR	104
5.25	Palivové cykly jaderných reaktorů	107
5.26	Štěpené a plodivé materiály	107
5.27	Palivo pro jaderné reaktory	107
5.28	Typy palivových cyklů	109
5.29	Výroba palivových článků	110
5.30	Využití paliva v reaktoru	111
5.31	Přepřacování vyhořelého paliva	111
5.32	Tepelná schemata jaderných elektráren	111
5.32.1	Tepelná schemata jaderných elektráren s reaktory chlazenými plynem	112
5.32.2	Tepelná schemata jaderných elektráren s reaktory chlazenými vodou	115

5.32.3	Jaderné elektrárny s dodatečným přehříváním páry	117
5.32.4	Tepelná schémata jaderných elektráren s rychlými reaktory chlazenými tekutými kovy	118
5.32.5	Tepelná schémata jaderných elektráren s reaktory chlazenými jinými chladivými	119
5.33	Stručný popis ča. druhé jaderné elektrárny V-1	121
5.33.1	Koncepce elektrárny V-1	121
5.33.2	Tepelné schéma elektrárny V-1	122
5.33.3	Elektrické schéma	123
5.33.4	Řízení elektrárny	124
5.33.5	Havarijní ochrana elektrárny	124
5.33.6	Reaktor	124
5.33.7	Parní generátor	126
5.33.8	Parní turbína	126
5.34	Vliv provozu na okolí jaderné elektrárny	127
5.34.1	Vypouštění radioaktivních odpadů do okolí	128
5.34.2	Uškladnění radioaktivních odpadů	129
6.	<u>Navrhování elektrické části elektráren</u>	130
6.1	Hlavní elektrické schéma elektrárny	130
6.2	Operativnost schématu	131
6.3	Hospodárnost schématu	131
6.4	Schéma napájení vlastní spotřeby elektrárny	136
6.5	Transformátory pro napájení vlastní spotřeby elektráren	139
6.6	Volba rezervních zdrojů vlastní spotřeby	144
7.	<u>Alternátory</u>	
7.1	Hlavní parametry alternátorů	147
7.2	Výroba turboalternátorů v ČSSR	148
7.2.1	Turboalternátory chlazené vodíkem	148
7.2.2	Turboalternátory chlazené vodíkem a vodou	149
7.3	Provozní vlastnosti turboalternátorů	150
7.4	Konstrukční řešení hlavních částí turboalternátorů	151
7.5	Vývojové směry turboalternátorů	151
7.5.1	Budicí systémy	152
7.5.2	Perspektivní vývoj turboalternátorů	153
7.6	Volba jalového výkonu alternátoru	153
7.6.1	Zkratový poměr alternátoru	153
7.7	Výpočtové vztahy pro napětí, činný a jalový výkon alternátoru připojeného k elektrizační soustavě	154
7.7.1	Alternátor s hladkým rotorem	154
7.7.2	Alternátor s vyjádřenými póly	155
7.7.3	Výkon alternátoru při regulaci buzení	157

7.8	Vývody alternátorů	160
7.9	Budicí soustavy alternátorů	164
	7.9.1 Hlavní požadavky na zdroje buzení	164
	7.9.2 Hlavní požadavky na regulátory buzení	164
7.10	Zdroje buzení	164
	7.10.1 Budicí soustavy s rotačním budičem	165
	7.10.2 Statické budicí systémy s kroužky na hřídeli	167
	7.10.3 Statické budicí systémy bezkroužkové	168
7.11	Budicí soustavy našich alternátorů	170
7.12	Řešení přechodných jevů při odbuzování a nebuzování alternátoru	175
7.13	Odbuzování alternátoru	181
	7.13.1 Odbuzovač s paralelním zřáhsecím odporem	181
	7.13.2 Odbuzovač se zřáhsecí komorou	187
	7.13.3 Odbuzení v budicích soustavách s tyristorovými systémy buzení	190
7.14	Fázování alternátoru	190
	7.14.1 Přesné fázování	191
	7.14.2 Fázování s odchylkou napětí	191
	7.14.3 Fázování s chybou fáze	192
	7.14.4 Fázování při rozdílu kmitočtu alternátoru a sítě	194
	7.14.5 Samosynchronizace	196
	7.14.6 Mezní zatížení alternátoru - provozní diagram alternátoru	197
	7.14.7 Stanovení pracovního diagramu alternátoru	201
	7.14.8 Stanovení hranice podbuzení	203
7.15	Pracovní diagram synchronního alternátoru s vyjádřenými póly	206
	7.15.1 Stanovení meze statické stability synchronního stroje a vyjádřenými póly	208
7.16	Asynchronní chod alternátoru	210
	7.16.1 Proudů a momentů při asynchronním chodu turbo- alternátoru	211
8.	<u>Transformátory</u>	213
	8.1 Hlavní transformátory	213
	8.2 Transformátory pro vlastní spotřebu	215
9.	<u>Elektromotory</u>	216
	9.1 Rozběh elektromotoru	217
	9.2 Kritické napětí a semonajíždění elektromotorů	225

10. <u>Systém ochrany elektrických zařízení v elektrárně</u>	230
10.1 Základní pojmy	230
10.1.1 Definice ochrany	230
10.1.2 Rozdělení ochrany	231
10.1.3 Požadavky kladené na ochrany	232
10.1.4 Elektromechanické ochrany	233
10.1.5 Tranzistorové ochrany	236
10.2 Přístrojové transformátory	242
10.2.1 Přístrojové transformátory napětí	242
10.2.2 Přístrojové transformátory proudu	243
10.2.3 Měření složkových proudů a napětí	252
10.3 Ochrany alternátorů	256
10.3.1 Ochrany zachycující zkratky a zemní spojení alternátorů	256
10.4 Rozdílové ochrany s proudovým a napěťovým porovnáním	259
10.4.1 Velkoimpedenční rozdílová ochrana	260
10.4.2 Blokovaná rozdílová ochrana při zapínacím rázu	261
10.4.3 Ochrany proti abnormálním provozním stavům	271
10.5 Ochrany transformátoru	276
10.5.1 Rozdílová ochrana transformátoru	277
10.5.2 Zemní kostrová (nádobová) ochrana transformátoru	281
10.5.3 Plynové relé	281
10.6 Distanční ochrany	282
10.6.1 Distanční měřicí členy se dvěma vstupy u_k a i_k	282
10.6.2 Křivání alternátorů, stanovení kyvové impedance	286
10.6.3 Provedení stupňů distanční ochrany	291
10.7 Ochrany motorů	297
10.7.1 Asynchronní motory	297
10.7.2 Synchronní motory	299
10.7.3 Stejnoseměrné motory	300
10.7.4 Reaktory	300
10.7.5 Kondenzátorová baterie	300
11. <u>Provoz elektrizačních souprav</u>	
11.1 Regulace kmitočtu a předávaných výkonů	
11.1.1 Neregulovaná elektrizační soustava	
11.1.2 Regulovaná elektrizační soustava	30
11.2 Regulace napětí a budicí soustavy alternátorů	313
11.2.1 Napěťové statické charakteristiky	313
11.2.2 Způsoby regulace napětí	315
11.3 Kompaundace a stabilizace regulátoru buzení	317
<u>Příloha</u> : 1. Stanovení hranice statické stability turboalternátoru v podbuzeném stavu	322
2. Přehled parametrů turboalternátorů ČSSR	324
L i t e r a t u r a	325