

	str.
1. ÚVOD . . . . .	3
1.1. Aspekty rozvoje jaderné energetiky . . . . .	3
1.2. Apologetika energetiky jaderné . . . . .	5
2. OBECNÁ TECHNOLOGIE JADERNÉ ENERGETIKY . . . . .	7
2.1. Jaderná reakce jaderných paliv . . . . .	7
2.2. Zařízení k uvolňování vazebné energie . . . . .	10
2.3. Jaderná paliva . . . . .	12
2.3.1. Výroba uranu . . . . .	12
2.3.2. Obohacování uranu . . . . .	15
2.3.3. Přepřacování jaderného paliva, výroba plutonia . . . . .	17
2.4. Cyklus jaderného paliva (palivový systém) . . . . .	19
2.4.1. "Spalování" U 238 v systémech s tepelnými neutrony . . . . .	19
2.4.2. "Spalování" U 235 v systémech s tepelnými neutrony . . . . .	21
2.4.3. "Spalování" přírodního uranu v systémech s tepelnými neutrony . . . . .	21
2.4.4. Spalování" U 238 v systémech s rychlými neutrony . . . . .	22
2.5. Hospodářství radioaktivních odpadů . . . . .	22
3. CHARAKTERISTIKY A RESUDIA ŠTĚPENÍ A PLOZENÍ JADERNÉHO PALIVA . . . . .	25
3.1. Geneze neutronů . . . . .	25
3.1.1. Počet sekundárních neutronů . . . . .	26
3.1.2. Zpožděné neutrony . . . . .	27
3.2. Pohlcování a rozptyl neutronů . . . . .	28
3.3. Energetická výtěžnost jaderných reakcí jaderného paliva . . . . .	31
3.4. Charakter štěpných produktů . . . . .	32
3.5. Kritická velikost neutrony reprodukcující soustavy . . . . .	33
4. KLASIFIKACE, TYPY A STAVBA JADERNÝCH REAKTORŮ . . . . .	34
4.1. Klasifikace jaderných reaktorů . . . . .	36
4.1.1. Klasifikace reaktorů podle složek aktivní zóny . . . . .	36
4.1.2. Klasifikace reaktorů podle uspořádání aktivní zóny . . . . .	36
4.1.3. Klasifikace reaktorů podle uspořádání primárního okruhu . . . . .	37
4.1.4. Klasifikace reaktorů podle účelu . . . . .	38
4.2. Typy jaderných reaktorů . . . . .	40
4.2.1. Reaktory chlazené vodou . . . . .	40
4.2.1.1. Tlakovodní reaktory . . . . .	40
4.2.1.2. Varné reaktory . . . . .	50
4.2.2. Plynem chlazené reaktory . . . . .	54
4.2.3. Rychlé (množivé) reaktory chlazené tekutými kovy (LMFBR) . . . . .	59
5. ZÁKLADY TEORIE A VÝPOČTU JADERNÉHO REAKTORU . . . . .	61
5.1. Difuze neutronů v aktivní zóně reaktoru . . . . .	62
5.1.1. Analýza skladby transportní rovnice . . . . .	62
5.1.1.1. Interakce neutronů s jádry atomů aktivní zóny (člen A) . . . . .	62
5.1.1.2. Zdroj neutronů (člen V) v objemové jednotce aktivní zóny . . . . .	63
5.1.1.3. Únik při transportu neutronů elementem aktivní zóny (člen U). . . . .	64
5.1.2. Rovnice difuze neutronů . . . . .	65
5.1.3. Zpětný odraz neboli reflexe neutronů . . . . .	67
5.2. Moderace neutronů v aktivní zóně . . . . .	68
5.2.1. Moderace neutronů v neutrony neabsorbující a nekonečně velikém prostředí . . . . .	70

	str.
5.2.2 Moderace neutronů v neutrony absorbujícím a nekonečně velkém prostředí . . . . .	71
5.3 Rozložení polyenergetických neutronů v prostoru aktivní zóny reaktoru . . . . .	71
5.4 Výpočet kritické velikosti a kritického složení reaktoru . . . . .	74
5.4.1 Kritická rovnice homogenního reaktoru . . . . .	75
5.4.2 Kritická rovnice heterogenního reaktoru . . . . .	78
5.5 Tepelný a hydraulický výpočet reaktoru . . . . .	82
5.5.1 Hydraulické poměry reaktoru typu PWR . . . . .	84
5.5.2 Přenos tepla v aktivní zóně reaktoru . . . . .	88
5.6 Některé zvláštnosti pevnostního výpočtu reaktoru . . . . .	92
5.7 Základní aspekty výpočtu dynamických jevů reaktoru . . . . .	93
5.7.1 Krátkodobé jevy časového chodu reaktoru . . . . .	93
5.7.2 Dlouhodobé jevy časového chodu reaktoru . . . . .	96
6. REGULACE, MĚŘENÍ A STÍNĚNÍ JADERNÉHO REAKTORU . . . . .	97
6.1 Regulace jaderného reaktoru . . . . .	97
6.2 Měřicí systém jaderného reaktoru . . . . .	99
6.3 Stínění jaderných reaktorů . . . . .	102
7. JADERNÉ ELEKTRÁRNY . . . . .	103
7.1 Tepelná a technologická schémata jaderných centrál . . . . .	109
7.1.1 Tepelná a technologická schémata jaderných elektráren s vodovodními reaktory . . . . .	111
7.1.2 Tepelné a technologické schéma jaderné elektrárny s varným reaktorem . . . . .	112
7.1.3 Tepelné a technologické schéma jaderné elektrárny s rychlým reaktorem . . . . .	112
7.2 Technologická schémata pomocných systémů napojených na hlavní systém chlazení jaderného reaktoru . . . . .	116
7.2.1 Systém doplňování chladiva do primárního okruhu vodo-vodního reaktoru . . . . .	116
7.2.2 Systém čištění primární vody . . . . .	117
7.2.3 Systém čištění odpadních radioaktivních plynů . . . . .	117
7.2.4 Ventilační systémy jaderné elektrárny . . . . .	118
7.2.5 Systém zásobování jaderné centrály technickou vodou . . . . .	118
7.2.6 Systém kompenzace tepelného objemového rozšíření chladiva reaktoru . . . . .	118
7.2.7 Systém havarijního chlazení aktivní zóny reaktoru . . . . .	120
7.3 Územní a dispoziční řešení jaderné centrály . . . . .	121
7.4 Bezpečnost jaderných elektráren . . . . .	127
7.4.1 Ochrana jaderné elektrárny proti vnějším vlivům . . . . .	128
7.4.2 Zabezpečení jaderné elektrárny proti vnitřním havarijním vlivům (maximální projektová havarie) . . . . .	129
7.5 Tepelný cyklus jaderné elektrárny . . . . .	133
7.5.1 Tepelná účinnost jaderné centrály (dvouokruhové) . . . . .	135
7.5.2 Spotřeba jaderného paliva jadernou centrálou . . . . .	136
8. HOSPODÁŘSTVÍ VYHOŘELÉHO PALIVA NA JADERNÉ ELEKTRÁRNĚ . . . . .	138
8.1 Manipulace s ozářeným palivem . . . . .	138
8.2 Skladovací bazény čerstvě vyhořelých palivových souborů . . . . .	140

	str.
8.3 Meziisklady vyhořelého paliva . . . . .	141
9. STROJNÍ ENERGETICKÁ ZAŘÍZENÍ JADERNÝCH CENTRÁL . . . . .	144
9.1 Potrubí na jaderné elektrárně . . . . .	144
9.1.1 Tvarovky . . . . .	146
9.1.2 Spojování potrubí . . . . .	146
9.1.3 Uložení a upevnění potrubí . . . . .	147
9.1.4 Kompensace tepelné roztažnosti potrubí . . . . .	150
9.1.5 Zařízení pomocná na potrubních systémech jaderné elektrárny .	152
9.1.6 Tepelná izolace potrubí . . . . .	154
9.2 Armatury jaderněenergetických zařízení . . . . .	155
9.3 Reaktorová čerpadla . . . . .	158
9.3.1 Hlavní oběhová odstředivá čerpadla . . . . .	159
9.3.2 Čerpadla okruhů čištění a doplňování reaktoru . . . . .	164
9.3.3 Elektromagnetická čerpadla . . . . .	165
9.4 Výměníky tepla na jaderné elektrárně . . . . .	166
9.4.1 Výpočet teplosměnné plochy výměníku tepla . . . . .	169
9.5 Parní generátory jaderných elektráren . . . . .	173
9.5.1 Parní generátory tlakovodních reaktorů . . . . .	175
9.5.2 Parní generátory jaderných elektráren s LMFBR . . . . .	180
9.5.3 Zásady pro návrh a realizaci optimální koncepce s konstrukce parního generátoru . . . . .	185
9.6 Turbíny na admisní sytou páru . . . . .	187
9.6.1 Parní turbína ŠKODA 1000 MW na admisní sytou páru . . . . .	188
9.6.2 Přihříváky - separátory páry turbín na admisní sytou páru . .	193
9.6.3 Vnější těsnost turbíny napojené na varný reaktor . . . . .	194
10. ZÁVĚR . . . . .	195
LITERATURA . . . . .	201
OBSAH . . . . .	207
TABULKY JADERNÝCH KONSTANT . . . . .	210

Konstanty převzaty z knihy konst.  
 Tabulka č.33 Abagjam a kol.:Skupinové konstan-  
 ty pro výpočet reaktorů a stínění,  
 Tabulka č.35 ENERGOIZDAT, Moskva, 1981  
 Tabulka č.36