

OBSAH

1	Úvod	5
2	Fyzikální výpočet reaktoru	7
2.1	Jednogrupová rovnice reaktoru	7
2.2	Rozložení hustoty toku neutronů ve válcovém reaktoru.....	10
2.3	Vývin tepla a funkce vývinu tepla	13
2.4	Reaktor s axiálním symetrickým reflektorem	16
2.5	Absorpční elementy, kritická rovnice, vývin tepla	18
2.5.1	Zjednodušený případ jako příklad vlivu absorpčních tyčí na vývin tepla. ...	18
2.5.2	Efektivita či účinnost regulační tyče.....	19
2.5.3	Částečně zasunuté regulační tyče v pravidelné mříži aktivní zóny	20
2.5.4	Vliv nerovnoměrného vyhoření paliva.....	20
2.5.5	Dutiny (bublinky) a vývin tepla	21
2.6	Nestacionární vývin tepla v aktivní zóně a rovnice kinetiky.....	21
2.6.1	Rovnice kinetiky bez zpožděných neutronů	21
2.6.2	Rovnice kinetiky se zpožděnými neutrony	23
2.7	Nestacionární vývin tepla po odstavení reaktoru a dochlazování reaktoru.....	27
3	Přenos tepla z paliva s pokrytím do chladiva	29
3.1	Palivový element (proutek)	29
3.2	Integrální tepelná vodivost a lineární tepelný výkon.....	31
3.3	Některé fyzikální vlastnosti palivových elementů (paliva s povlakem).....	32
3.4	Vedení tepla v povlaku palivového proutku	33
3.5	Sdílení tepla v mezeře	34
3.6	Přestup tepla z povlaku do chladiva	35
3.7	Maximální přípustný tepelný výkon reaktorů VVER.....	37
3.8	Přestup tepla z povlaku do kapalného kovu jako chladiva.....	37
3.9	Přestup tepla z chladiva s vnitřními zdroji tepla	38
4	Hydrodynamika aktivní zóny a chladicího okruhu	41
4.1	Tlaková ztráta	41
4.2	Tlaková ztráta třením.....	41
4.3	Tlaková ztráta, místní odpory	42
4.4	Hydraulické charakteristiky okruhu, pracovní bod cirkulačního čerpadla a problematika stanovení výkonu bloku VVER	43
4.5	Poznámky k hydraulice reaktorů PWR (VVER).....	44
5	Přenos tepla z chladiva do vody a vodní páry a tepelné a hydraulické výpočty parních generátorů	45
5.1	Sdílení tepla konvekcí při proudění kapaliny v trubkách	45
5.2	Přestup tepla při varu kapaliny	46
5.3	Výpočet kritického tepelného zatížení při varu kapalin.....	48
5.4	Tepelný a hydraulický výpočet parních generátorů a výměníků tepla	49
5.4.1	Tepelná bilance a výpočet PG s ekonomizérem	50
5.4.2	Výběr základních veličin pro výpočet	51
5.4.3	Postup tepelného výpočtu	52
5.4.4	Výpočet prostupu tepla ve výhřevné ploše a logaritmického teplotního rozdílu	52
5.4.5	Hydraulický výpočet parního generátoru	54
5.4.6	Třírozměrný tepelný a hydraulický výpočet vertikálního PG	56

6	Přechodové děje a jejich modelování.....	57
6.1	Hmotnostní a energetická bilance a pohybová rovnice	57
6.2	Bilance neutronů.....	58
6.3	Schéma struktury modelu.....	59
6.4	Verifikace modelu a aplikace výpočtového modelu	59
7	Přeměna tepelné energie nosiče na mechanickou a elektrickou energii	63
7.1	Přeměny energií, energetická účinnost	63
7.2	Přenos tepla ve výměníku	63
7.3	Přenos tepla v parním generátoru	64
7.4	Přeměna vázané energie na látku na mechanickou práci	64
7.4.1	Parní turbíny na sytou páru	64
7.4.2	Parní turbíny na přehřátou páru.....	67
8	Projekční a konstrukční řešení reaktorů	68
8.1	Zvláštní požadavky kladené na řešení a konstrukci jaderně energetických zařízení	68
8.2	Řešení reaktorů VVER 440 a reaktorů VVER 1000	70
8.2.1	Tlaková nádoba reaktoru	71
8.2.2	Šachta reaktoru	73
8.2.3	Dno šachty	74
8.2.4	Koš aktivní zóny	74
8.2.5	Blok ochranných trubek.....	75
8.2.6	Horní blok	76
8.3	Reaktor VVER 1000	78
8.3.1	Těleso tlakové nádoby.....	80
8.3.2	Spoj tělesa a víka tlakové nádoby	81
8.4	Ocelové tlakové nádoby tlakovodních a rychlých reaktorů	81
8.4.1	Materiál nádob.....	81
8.4.2	Konstrukční řešení a výroba	82
8.4.3	Pevnostně exponovaná místa tlakové nádoby PWR.....	85
9	Parní generátory	86
9.1	Parní generátor bloku VVER 440.....	86
9.1.1	Tlaková nádoba PG VVER 440	87
9.1.2	Primární kolektory	88
9.1.3	Trubkový svazek	88
9.1.4	Rozvod napájecí vody.....	89
9.1.5	Systém odlučování vlhkosti z generované mokré páry	89
9.2	Parní generátor bloku VVER 1000.....	89
9.2.1	Tlaková nádoba PG VVER 1000	90
9.2.2	Provedení primárních kolektorů	90
9.2.3	Trubkový svazek a systém distančních mříží	94
9.2.4	Systém napájení vodou v PG	94
9.3	Svislé parní generátory bloků s PWR	95
9.3.1	Svislé PG německé koncepce	95
9.3.2	Svislé PG francouzské koncepce.....	97
9.3.3	Některé charakteristiky PG fy Westinghouse	98
9.4	Parní generátory pro jaderné elektrárny s LMFBR.....	99
9.4.1	Konstrukční řešení druhého čs. článkového parního generátoru pro BOR 60	100
9.4.2	Konstrukce čs. článkového parního generátoru pro jadernou elektrárnu BN 350	106