

O B S A H

Úvod	3
1. Přechodové procesy v reaktoru nulového výkonu	14
1.1 Rovnice kinetiky reaktoru	14
X 1.1.1 Rovnice kinetiky bez zpožděných neutronů	14
1.1.2 Perioda reaktoru a vliv zpožděných neutronů	16
1.1.3 Rovnice kinetiky se zpožděnými neutrony ("destrukční" formule)	17
1.1.4 "Produkční" formulace kinetických rovnic	18
1.1.5 Rovnice kinetiky v integrálním tvaru	19
1.1.6 Parametry zpožděných neutronů	22
1.2 Analytické řešení kinetických rovnic	25
1.2.1 Odezva na impulsní změnu reaktivity	25
1.2.2 Odezva na skokovou změnu reaktivity	26
1.2.3 Skoková změna reaktivity - jedna skupina zpožděných neutronů	31
1.2.4 Odezva na lineární průběh reaktivity	32
1.3 Zjednodušená forma kinetických rovnic	35
1.3.1 Konstantní produkce zpožděných neutronů	35
1.3.2 Přiblížení "okamžitý skok"	36
1.4 Numerické řešení kinetických rovnic	40
1.4.1 Keepinova metoda	40
1.4.2 Metody založené na integrálních tvarech rovnic bodové kinetiky	41
1.4.3 Adlerova metoda	43
1.4.4 Zhodnocení integrálních numerických metod	45
1.4.5 Metoda konstantních zdrojů zpožděných neutronů	46
1.5 Přenosová funkce nulového reaktoru	49
1.5.1 Linearizace kinetických rovnic a přenosová funkce nulového reaktoru	49
1.5.2 Frekvenční charakteristika	51
1.5.3 Přibližné modely	54
1.5.4 Stabilita nulového reaktoru	57
1.6 Zbytkový vývin tepla po odstavení reaktoru	57
1.6.1 Dobíhající štěpná řetězová reakce	57
1.6.2 Radioaktivní rozpad produktů štěpení	59
1.6.3 Radioaktivní rozpad izotopů vzniklých radiačním záchytem neutronů	61
1.6.4 Zbytkový vývin tepla	61
2. Vliv teplotních změn na reaktivitu reaktoru - koeficienty reaktivity ...	63
2.1 Teplotní koeficienty reaktivity	64
2.2 Teplotní koeficienty reaktivity velkého tepelného reaktoru	65
2.3 Dopplerův efekt	66
2.4 Teplotní koeficienty reaktivity tlakovodních reaktorů	68
2.4.1 Teplotní koeficient reaktivity	68
2.4.2 Vážení teplotních koeficientů reaktivity	71

2.5	Teplotní koeficienty reaktivity rychlých reaktorů	73
2.5.1	Dopplerův efekt	73
2.5.2	Změna geometrických rozměrů reaktoru	74
2.5.3	Změna koncentrace atomů materiálů aktivní zóny	75
2.5.4	Tepelný ohyb palivové tyče	76
2.5.5	Tepelný ohyb palivových kazet	77
2.6	Reaktorové koeficienty reaktivity	78
2.6.1	Koeficient reaktivity vstupní teploty chladiva	79
2.6.2	Výkonový koeficient reaktivity	79
2.6.3	Koeficient reaktivity průtoku chladiva	80
3.	<u>Nestacionární vedení tepla v palivových elementech</u>	83
3.1	Analytické řešení nestacionární rovnice vedení tepla	83
3.1.1	Nekonečný válec bez teplotních zdrojů, hraniční podmínky prvního druhu	84
3.1.2	Nekonečný válec bez teplotních zdrojů, hraniční podmínky třetího druhu	97
3.1.3	Regulární teplotní režim	102
3.1.4	Nekonečný válec s teplotními zdroji, hraniční podmínky třetího druhu	104
3.1.5	Aproximace přenosové funkce palivové tyče přenosem prvního a druhého řádu	106
3.1.6	Třívrstvý palivový element	111
3.2	Diferenční přiblížení	116
3.2.1	Výchozí předpoklady a princip metody	116
3.2.2	Dělení palivové tyče na radiální vrstvy	117
3.2.3	Časový průběh teplot v palivových vrstvách	118
3.2.4	Časový průběh střední teploty povlaku	119
4.	<u>Vedení tepla s fázovou změnou</u>	122
4.1	Rovinná geometrie, poloohraničené prostředí	122
4.1.1	Tuhnutí v poloohraničeném prostředí (Stefanova úloha)	122
4.1.2	Tavení v poloohraničeném prostředí	129
4.1.3	Tuhnutí na rozhraní dvou prostředí	129
4.1.4	Tavení na rozhraní dvou tuhých těles	131
4.1.5	Současné tuhnutí a tavení na rozhraní dvou prostředí	131
4.2	Válcová geometrie	138
4.2.1	Podchlazená tavenina	138
4.2.2	Tuhnutí taveniny v okolí záporného přímkového zdroje tepla ..	138
4.3	Zjednodušená analytická řešení	139
4.3.1	Tuhnutí v poloohraničeném prostředí, $T_2 = T_t = \text{konst.}$	140
4.3.2	Tuhnutí v poloohraničeném prostředí, $T_2(x, t)$	140
4.3.3	Tuhnutí válce, $T_2 = T_t = \text{konst.}$	141
4.4	Diferenční model tavení paliva	142
4.4.1	Diferenční model tavení paliva v palivovém elementu	143
4.4.2	Výsledky řešení modelové úlohy	144
5.	<u>Nestacionární přenos tepla v palivovém kanále</u>	147
5.1	Energetická rovnice proudícího chladiva	147
5.2	Teplotní zpoždění palivového kanálu	148
5.2.1	Vnitřní teplotní zpoždění	149
5.2.2	Vnější teplotní zpoždění	150

5.2.3	Transportní zpoždění	150
5.3	Analytické řešení energetické rovnice chladiwa	152
5.3.1	Rovnice tepelné vlny	155
5.3.2	Aproximace teplotního pole v palivovém článku kvazistacionárním průběhem	156
5.3.3	Aproximace N-tého řádu	160
5.4	Diferenční přiblížení	161
5.5	Zobecněné kvazistacionární přiblížení	162
5.5.1	Řešení nestacionárních rovnic dvousložkového palivového kanálu v kvazistacionárním přiblížení	163
5.5.2	Zobecnění kvazistacionární metody	172
6.	<u>Matematické modely k řešení přechodových procesů v jaderných energetických reaktorech</u>	176
6.1	Matematický model reaktoru se zpětnou teplotní vazbou	178
6.1.1	Klasifikace modelů	178
6.1.2	Matematický popis dynamiky reaktoru se zpětnou vazbou	179
6.2	Analytické modely	182
6.2.1	Model Nordheima - Fuchse	183
6.2.2	Oscilující reaktor	187
6.2.3	Oscilující reaktor s tlumením	190
6.2.4	Model založený na přiblížení "okamžitý skok"	191
6.3	Integrální modely	192
6.3.1	Adiabatický model	192
6.3.2	Integrální model s tepelnými ztrátami	194
6.4	Lineární modely	195
6.4.1	Přenos linearizovaného reaktoru se zpětnou vazbou	195
6.4.2	Lineární model se soustředěnými parametry	197
6.5	Kvazistacionární model	199
6.6	Diferenční modely	201
	Literatura	205