

| | |
|--|----|
| PŘEDMLUVA | 3 |
| OBSAH | 5 |
| SEZNAM PŘÍLOH | 6 |
| SEZNAM SYMBOLŮ | 7 |
| 1. ÚVOD | 11 |
| 1.1 Zařízení na výměnu tepla používaná v chemickém průmyslu | 13 |
| 1.2 Přenos tepla a výměna tepla | 15 |
| 1.2.1 Celkový přenos tepla, prostup tepla | 17 |
| 1.2.2 Přenos hybnosti a jeho souvislost s přenosem tepla | 18 |
| 1.3 Základní výpočtové vztahy pro navrhování výměníků | 18 |
| 1.3.1 Předpoklad jednofázové výměny tepla | 18 |
| 1.3.2 Základní rovnice výměny tepla | 18 |
| 1.3.3 Střední teplotní rozdíl | 19 |
| 1.3.4 Součinitel prostupu tepla a plocha výměny tepla | 22 |
| 1.4 Základní rovnice transportu hmoty | 24 |
| 1.4.1 Rovnice kontinuity a Bernoulliho rovnice | 24 |
| 1.4.2 Výpočet rychlostí | 24 |
| 1.4.3 Výpočet tlakových ztrát | 24 |
| 1.5 Závislosti mezi kritérii podobnosti | 25 |
| 2. NAVRHOVÁNÍ ZAŘÍZENÍ PRO VÝMĚNU TEPLA | 27 |
| 2.1 Volba základního typu | 27 |
| 2.2 Výměníky tepla se svazkem trubek v plášti | 27 |
| 2.2.1 Základní konstrukční skupiny a základní konstrukční části, řazení výměníků | 31 |
| 2.2.2 Základní konstrukční rozměry a parametry | 32 |
| 2.2.3 Označování v dokumentaci | 33 |
| 2.2.4 Způsoby objednávání, údajový list | 33 |
| 2.2.5 Materiál a výpočet pevnosti | 34 |
| 2.2.6 Hlavní charakteristiky geometrie výměníků | 34 |
| 2.2.7 Části k zintenzivnění přestupu tepla | 34 |
| 2.3 Navrhování výměníků se svazkem trubek v plášti | 37 |
| 2.3.1 Kritéria úspěšného návrhu výměníku | 37 |
| 2.3.2 Výběr, kontrolní a návrhový výpočet výměníku | 39 |
| 2.3.3 Postup při kontrolním výpočtu | 41 |
| 2.3.4 Postup při návrhovém výpočtu | 43 |
| 2.4 Vstupní údaje pro projekční navrhování výměníků | 44 |
| 2.4.1 Základní technologické údaje | 44 |
| 2.4.2 Základní konstrukční údaje | 45 |
| 2.4.3 Termofyzikální vlastnosti pracovních látek | 49 |
| 2.5 Požadované výstupní údaje | 50 |
| 3. DOPORUČENÉ VZTAHY PRO VÝPOČET SOUČINITELE PŘESTUPU TEPLA | 52 |
| 3.1 Součinitel přestupu tepla v trubkovém prostoru | 52 |
| 3.1.1 Součinitel přestupu tepla při laminárním proudění | 53 |
| 3.1.2 Součinitel přestupu tepla při přechodovém a turbulentním proudění | 53 |
| 3.2 Součinitel přestupu tepla v mezitrubkovém prostoru | 54 |
| 3.2.1 Součinitel přestupu tepla u segmentových přepážkových systémů | 55 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.2.2 | Součinitel přestupu tepla při šikmém resp. šroubovicovém obtékání trubek | 60 |
| 4. | DOPORUČENÉ VZTAHY PRO VÝPOČET TLAKOVÝCH ZTRÁT | 66 |
| 4.1 | Tlakové ztráty v trubkovém prostoru | 66 |
| 4.1.1 | Tlakové ztráty třením | 66 |
| 4.1.2 | Tlakové ztráty místní | 67 |
| 4.2 | Tlakové ztráty v mezitrubkovém prostoru | 67 |
| 4.2.1 | Tlakové ztráty při příčném obtékání trubek | 68 |
| 4.2.2 | Tlakové ztráty při šikmém resp. šroubovicovém obtékání trubek | 72 |
| 5. | OPTIMALIZACE TRUBKOVÝCH VÝMĚNÍKŮ TEPLA | 75 |
| 5.1 | Základní předpoklady optimálního návrhu | 75 |
| 5.2 | Postup při optimálním navrhování TVT | 77 |
| 5.3 | Příklad optimálního návrhu TVT | 77 |
| 6. | KONTROLA FUNKCE VÝMĚNÍKŮ A OVĚŘOVÁNÍ VÝPOČTOVÝCH VZTAHŮ | 86 |
| 7. | PRÁCE VE VÝUCE | 92 |
| 7.1 | Doporučené hodnoty | 92 |
| 7.2 | Možné varianty zadání | 93 |
| 7.3 | Zpracování výsledků | 93 |
| 7.4 | Práce s přílohami | 94 |
| | LITERATURA | 95 |
| | PŘÍLOHY | 96 |

SEZNAM PŘÍLOH

| příloha | název | strana |
|---------|---|--------|
| 1 | ÚDAJOVÝ LIST S NÁČRTKEM | 96 |
| 2 | VÝPOČTOVÉ PROCEDURY | 100 |
| 2.1 | Seznam identifikátorů | 100 |
| 2.2a | Procedura geomsgnav | 105 |
| 2.2b | Procedura geomsgkon | 105 |
| 2.3a | Procedura geomrnav | 106 |
| 2.3b | Procedura geomrkon | 106 |
| 2.4 | Procedura tepRetp | 107 |
| 2.5 | Procedura teptp | 107 |
| 2.6 | Procedura tepsgmp | 108 |
| 2.7 | Procedura tepsrmp | 109 |
| 2.8 | Procedura dptp | 110 |
| 2.9 | Procedura dpsgmp | 111 |
| 2.10 | Procedura dpsrmp | 112 |
| 2.11 | Procedura lam22 | 113 |
| 2.12 | Procedura mocnina | 113 |
| 2.13 | Datový soubor geom1.dat | 113 |
| 2.14 | Zdrojové texty procedur (Turbo Pascal) | 114 |
| 3 | KONSTRUKČNÍ ÚDAJE | 123 |
| 3.1 | Doporučené vnější průměry trubek a minimální dovolená rozteč trubek | 123 |
| 3.2 | Průměry plášťů pro výměníky se svazkem trubek v plášti | |

| | | |
|------|--|-----|
| | a průměry trubkových svazků | 123 |
| 3.3 | Maximální tloušťky stěn plášťů | 124 |
| 3.4 | Maximální neopřepážkovaná délka | 124 |
| 3.5 | Maximální dovolená nepodepřená vzdálenost trubek svazku | 125 |
| 3.6 | Minimální tloušťky přepážek | 125 |
| 3.7 | Minimální tloušťky přepážek chodů | 125 |
| 3.8 | Standardní mezery mezi segmentovými přepážkami a pláštěm | 126 |
| 3.9 | Počet a průměr rozpěrných tyčí | 126 |
| 3.10 | Počet těsnících lišt resp. počet párů těsnících lišt umístěných v MP výměníku | 126 |
| 4 | SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK | 127 |