

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| Symboly | 11 |
| Předmluva | 19 |
| 1. KONTINUUM A LOKÁLNÍ BILANCE | 23 |
| 1.1. Pojem kontinua | 23 |
| 1.1.1. Ideální a reálná tekutina | 24 |
| 1.1.2. Pole měrných veličin | 25 |
| 1.1.3. Pole rychlosti | 26 |
| 1.2. Lokální bilance | 28 |
| U 1. Úlohy | 30 |
| 2. ANALYTICKÉ ŘEŠENÍ ROVNICE VEDENÍ TEPLA | 32 |
| 2.1. Jednosměrné vedení tepla | 34 |
| 2.1.1. Ustálené jednosměrné vedení tepla | 35 |
| 2.1.2. Neustálené jednosměrné vedení tepla | 35 |
| 2.1.2.1. Ochlazování desky konečné tloušťky | 35 |
| 2.1.2.2. Exponenciální tvar řešení | 41 |
| 2.1.2.2.1. Rozbor obecného řešení | 41 |
| 2.1.2.2.2. Diskuse získaných rovnic | 44 |
| 2.1.2.3. Řešení integrálem pravděpodobnosti | 46 |
| 2.1.2.3.1. Obecné řešení | 46 |
| 2.1.2.3.2. Fyzikální význam řešení | 48 |
| 2.1.2.4. Řešení v podobě frekvenční funkce Gaussova rozdělení | 51 |
| 2.2. Prostorové nestacionární vedení tepla | 55 |
| U 2. Úlohy | 57 |
| P 2. Příklady | 59 |
| 3. PŘIBLIŽNÉ ŘEŠENÍ ÚLOH Z VEDENÍ TEPLA | 61 |
| 3.1. Relaxační metoda pro dvousměrné stacionární vedení tepla | 62 |
| 3.1.1. Okrajová podmínka 3. druhu | 70 |
| 3.2. Numerické řešení jednosměrného neustáleného vedení tepla | 71 |
| 3.2.1. Náhlá změna teploty na okraji tělesa | 74 |
| 3.2.2. Okrajová podmínka 3. druhu | 77 |
| 3.3. Numerické řešení dvousměrného neustáleného vedení tepla | 78 |
| 3.4. Schmidtova grafická metoda pro řešení neustáleného vedení tepla | 79 |
| U 3. Úlohy | 82 |
| P 3. Příklady | 85 |

| | |
|--|-----|
| 4. O POHYBU TEKUTINY | 90 |
| 4.1. Síly působící v proudicím prostředí | 90 |
| 4.2. Tenzor napětí | 92 |
| 4.3. Rovnice toku | 94 |
| 4.3.1. Zrychlení tekutiny | 95 |
| 4.4. Rovnice laminárního toku vazké nestlačitelné tekutiny | 97 |
| 4.4.1. O významu tenzoru napětí | 97 |
| 4.4.2. Navierova - Stokesova rovnice | 101 |
| 4.5. Disipace mechanické energie při laminárním vazkém toku nestlačitelného prostředí | 102 |
| U 4. Úlohy | 106 |
| P 4. Příklady | 108 |
| | |
| 5. ŘEŠENÍ ROVNICE TOKU | 110 |
| 5.1. Tekutina v klidu (hydrostatika) | 111 |
| 5.2. Stacionární potenciální tok nestlačitelné tekutiny | 112 |
| 5.2.1. Proudová funkce | 113 |
| 5.3. Stacionární vírový tok ideální nestlačitelné tekutiny | 114 |
| 5.4. Stacionární laminární proudění reálné nestlačitelné tekutiny | 115 |
| 5.4.1. Stacionární nesetrvačné obtékání koule vazkou nestlačitelnou tekutinou | 115 |
| 5.4.2. Stacionární přímkové proudění vazké nestlačitelné tekutiny | 122 |
| 5.4.3. Stacionární rovinné proudění vazké nestlačitelné tekutiny | 126 |
| U 5. Úlohy | 133 |
| P 5. Příklady | 135 |
| | |
| 6. TURBULENTNÍ TOK | 138 |
| 6.1. Turbulentní fluktuace | 139 |
| 6.1.1. Vyhlazování a středování; kvazistacionární děj | 140 |
| 6.1.2. Hustota rozložení a rozptyl fluktuací; stacionární a ergodický děj | 145 |
| 6.1.3. Zpracování spojitého záznamu náhodného procesu | 148 |
| 6.1.4. Homogenní a izotropní turbulence | 150 |
| 6.2. Vzájemná souvislost průmětů turbulentních fluktuací rychlosti v prostoru a čase | 152 |
| 6.2.1. Fyzikální představa o vzájemné souvislosti fluktuací rychlosti | 152 |
| 6.2.2. Korelační součinitel | 153 |
| 6.2.3. Korelační koeficient a korelační tenzor fluktuací rychlosti | 154 |
| 6.2.4. Korelační funkce | 156 |
| 6.2.5. Integrální měřítka turbulence | 160 |
| 6.3. Rovnice turbulentního toku nestlačitelné vazké tekutiny a turbulentní viskozita | 161 |
| 6.3.1. Reynoldsova rovnice | 161 |
| 6.3.2. Turbulentní viskozita | 165 |
| 6.4. Řešení rovnice středního pohybu při turbulentním toku nestlačitelné tekutiny | 166 |
| 6.4.1. Prandtlůva teorie směšovací délky | 167 |
| 6.4.2. Kármánova teorie | 171 |
| 6.5. Univerzální rozdělení rychlosti středního pohybu při turbulentním toku trubkou a součinitel tření | 173 |
| 6.5.1. Uplatnění poloempirické Kármánovy teorie pro vyjádření rychlostního profilu v případě hladkých stěn | 174 |

| | |
|--|------------|
| 6.5.2. Prandtlovo rozšíření Kármánova vztahu pro hladkou a drsnou trubku | 180 |
| 6.5.3. Pokusné doplnění poloempirické teorie | 183 |
| 6.5.4. Součinitel tření a empirické mocninové závislosti rozdělení rychlosti tekutiny | 185 |
| U 6. Úlohy | 189 |
| P 6. Příklady | 192 |
| 7. MEZNÍ VRSTVA | 195 |
| 7.1. Kvalitativní popis mezní vrstvy | 196 |
| 7.2. Prandtlovy rovnice toku nestlačitelné tekutiny v laminární mezní vrstvě | 202 |
| 7.3. Řešení rovnic toku nestlačitelné tekutiny a bilance hybnosti v laminární mezní vrstvě | 208 |
| 7.3.1. Exaktní Blasiovo řešení při stacionárním obtékání rovinné stěny | 209 |
| 7.3.2. Přibližné řešení rovnic toku laminární mezní vrstvy | 213 |
| 7.3.3. Bilance hybnosti v mezní vrstvě | 216 |
| 7.4. Teoretické vztahy pro výpočet tloušťky mezní vrstvy, pošinovací tloušťky a součinitele tření při laminárním režimu v mezní vrstvě | 221 |
| 7.4.1. Tloušťka mezní vrstvy | 221 |
| 7.4.1.1. Exaktní řešení | 221 |
| 7.4.1.2. Přibližné řešení | 223 |
| 7.4.2. Pošinovací tloušťka mezní vrstvy | 226 |
| 7.4.2.1. Exaktní řešení | 226 |
| 7.4.2.2. Přibližné řešení | 227 |
| 7.4.3. Součinitel tření | 227 |
| 7.4.3.1. Exaktní řešení | 228 |
| 7.4.3.2. Přibližné řešení | 229 |
| 7.5. Turbulentní mezní vrstva | 229 |
| 7.5.1. Rovnice toku nestlačitelné tekutiny v turbulentní mezní vrstvě a její řešení | 230 |
| 7.5.1.1. Obtékání hladké stěny | 232 |
| 7.5.1.2. Obtékání drsné stěny | 234 |
| U 7. Úlohy | 235 |
| P 7. Příklady | 237 |
| 8. KONVEKTIVNÍ SDÍLENÍ TEPLA | 239 |
| 8.1. Sdílení tepla při toku kapaliny | 240 |
| 8.1.1. Sdílení tepla při vyvinutém laminárním toku kolem rovinné desky | 240 |
| 8.1.2. Nucená konvekce při laminárním toku trubkou s vyvinutým rychlostním profilem | 245 |
| 8.1.3. Sdílení tepla mezi tělesem a proudem, který je obtéká | 249 |
| 8.1.3.1. Nepřímá integrace diferenciální rovnice pro tepelnou mezní vrstvu | 251 |
| 8.1.3.2. Přímé řešení diferenciální rovnice pro tepelnou mezní vrstvu | 255 |
| 8.2. Filmová kondenzace v soustavě o jedné složce | 257 |
| 8.2.1. Kondenzace nasycené páry na svislé rovinné stěně | 257 |
| 8.2.2. Kondenzace přehřáté páry na svislé rovinné stěně | 261 |
| 8.2.3. Kondenzace na vnějším povrchu vodorovné trubky | 262 |
| U 8. Úlohy | 265 |
| P 8. Příklady | 266 |

| | |
|---|-----|
| 9. ANALOGIE MEZI SDÍLENÍM HYBNOSTI A SDÍLENÍM TEPLA ČI HMOTY | 268 |
| 9.1. Prandtlova starší analogie | 268 |
| 9.2. Reynoldsova analogie | 271 |
| 9.3. Prandtlova novější analogie | 274 |
| 9.4. Kármánova analogie | 277 |
| 9.5. Jiné analogie | 281 |
| U 9. Úlohy | 281 |
| P 9. Příklady | 282 |

Dodatky

| | |
|--|-----|
| D 1. Opakování tenzorového počtu | 283 |
| U D 1. Úlohy | 284 |
| D 2. O integraci diferenciálních rovnic | 286 |
| D 2.1. Obyčejné diferenciální rovnice | 286 |
| D 2.1.1. Počáteční (okrajové) podmínky obyčejných diferenciálních rovnic | 287 |
| D 2.2. Parciální diferenciální rovnice | 288 |
| D 2.3. Vztah mezi obyčejnými a parciálními diferenciálními rovnicemi | 290 |
| U D 2. Úlohy | 292 |

Řešení úloh

| | |
|--------------|-----|
| Kapitola 1. | 293 |
| Kapitola 2. | 301 |
| Kapitola 3. | 314 |
| Kapitola 4. | 338 |
| Kapitola 5. | 347 |
| Kapitola 6. | 358 |
| Kapitola 7. | 389 |
| Kapitola 8. | 420 |
| Kapitola 9. | 428 |
| Dodatek D 1. | 431 |
| Dodatek D 2. | 440 |

Výsledky příkladů

| | |
|-------------|-----|
| Kapitola 2. | 443 |
| Kapitola 3. | 445 |
| Kapitola 4. | 455 |
| Kapitola 5. | 458 |
| Kapitola 6. | 461 |
| Kapitola 7. | 463 |
| Kapitola 8. | 464 |
| Kapitola 9. | 465 |

Tabulky

| | |
|--|-----|
| Tab. I. Hodnoty integrálu pravděpodobnosti | 468 |
| Tab. II. Tabulka hodnot kořenů rovnice (2-10a) | 469 |

| | | |
|------------|---|-----|
| Tab. III. | Hodnoty Φ , Φ' , Φ'' a v_1/v_{inf} v závislosti na ξ pro Blasiovo řešení rovnice toku v laminární mezní vrstvě | 471 |
| Tab. IV. | Hodnoty integrálu $\int_0^X \exp(-X^3) dX$ | 472 |
| Tab. V. | Tabulka k rovnici (8-20) | 473 |
| Tab. VI. | Hodnoty R_m v rovnici (8-20a) | 473 |
| Tab. VII. | Tabulka k řešení rovnic (8-30) a (8-31) | 474 |
| Tab. VIII. | Tabulka hodnot integrálu k řešení rovnice (8-37a) | 474 |
| Literatura | | 475 |
| Rejstřík | | 478 |