

**OBSAH**

|  |            |
|--|------------|
| <b>PREDHOVOR</b>   | <b>13</b>  |
| <b>1 ÚVOD</b>  | <b>15</b>  |
| 1.1 Ciele a metódy pevnostných výpočtov a overenie podmienok spoľahlivosti                       | 22         |
| 1.2 Výpočtové modely v pevnostných výpočtoch pri zohľadnení medzných stavov                      | 28         |
| <b>2 PRUŽNOSTNÉ, PEVNOSTNÉ, LOMOVÉ A DEFORMAČNÉ VLASTNOSTI MATERIÁLOV</b>                        | <b>31</b>  |
| 2.1 Statické skúšky  | 32         |
| 2.1.1 Mechanické vlastnosti pri skúške ťahom   | 32         |
| 2.1.2 Diagram skutočnej závislosti napätie-deformácia  | 46         |
| 2.2 Deformačné charakteristiky   | 49         |
| 2.3 Lom pri skúške ťahom   | 57         |
| 2.4 Mechanické vlastnosti pri namáhaní jednoosovým tlakom  | 60         |
| 2.5 Mechanizmus lomu v reálnych kovoch   | 64         |
| 2.6 Odolnosť proti krehkému porušeniu  | 65         |
| 2.6.1 Skúška vrubovej húževnatosti   | 68         |
| 2.6.2 Skúška teploty nulovej húževnatosti - NDT  | 72         |
| 2.6.3 Skúška veľkých telies na ohyb pri ráze - DWTT  | 72         |
| 2.6.4 Skúška teploty zastavenia trhliny podľa Robertsona   | 73         |
| 2.6.5 Diagram analýzy porušenia  | 75         |
| 2.6.6 Význam kritérií založených na prechodovej teplote  | 76         |
| 2.6.7 Kritériá lomovej mechaniky   | 77         |
| 2.7 Skúšky únavovej pevnosti   | 78         |
| 2.8 Smithov diagram únavy  | 88         |
| 2.9 Zmeny mechanických vlastností  | 90         |
| 2.9.1 Závislosť niektorých mechanických vlastností od teploty                                    | 90         |
| 2.9.2 Tečenie materiálu pri vysokých teplotách   | 91         |
| 2.9.3 Vplyv deformačného spevnenia a starnutia   | 91         |
| 2.9.4 Vplyv deformačnej rýchlosti  | 93         |
| 2.9.5 Vplyv hrúbky steny a veľkosti súčiastky  | 94         |
| 2.10 Nové označenia ocelí, ich mechanických charakteristík a požiadavky na konštrukčné materiály | 95         |
| <b>3 GEOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY PRIEREZOVÝCH PLÔCH</b>  | <b>101</b> |
| 3.1 Statické momenty plochy, súradnice ťažiska plochy  | 101        |
| 3.2 Kvadratické momenty plochy   | 102        |
| 3.3 Kvadratické momenty plochy k rovnobežným osiam   | 103        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| 3.4      | Kvadratické momenty plochy k pootočeným osiam   | 104        |
| 3.5      | Určenie smerov a veľkosti hlavných osových kvadratických momentov plochy                        | 105        |
| 3.6      | Grafické určenie kvadratických momentov plôch k pootočeným osiam                                | 106        |
| 3.7      | Polomery a elipsa osových kvadratických momentov plochy   | 107        |
| 3.8      | Prierezové moduly   | 108        |
| 3.9      | Geometrické veličiny analogické polárnemu kvadratickému momentu a prierezovému modulu v krútení | 147        |
| 3.10     | Sektoriálne charakteristiky tenkostenných prútov  | 147        |
| 3.10.1   | Sektoriálna plocha  | 147        |
| 3.10.2   | Zmena sektoriálnej plochy posunutím počiatku a pólu   | 148        |
| 3.10.3   | Sektoriálne charakteristiky vyšších rádov   | 148        |
| 3.10.4   | Použitie Vereščaginovej metódy pri výpočte integrálov   | 150        |
| 3.11     | Postup výpočtu geometrických charakteristík   | 150        |
| <b>4</b> | <b>ZÁKLADNÉ ROVNICE MATEMATICKEJ TEÓRIE PRUŽNOSTI</b>   | <b>155</b> |
| 4.1      | Napätosť  | 155        |
| 4.2      | Posuvy a deformácie   | 162        |
| 4.3      | Podmienky kompatibility – spojitosť telesa  | 168        |
| 4.4      | Statické diferenciálne rovnice rovnováhy  | 170        |
| 4.4.1    | Diferenciálne rovnice rovnováhy v pravouhlých súradniciach                                      | 170        |
| 4.4.2    | Diferenciálne rovnice rovnováhy vo valcových súradniciach                                       | 172        |
| 4.4.3    | Diferenciálne rovnice rovnováhy vo guľových súradniciach  | 173        |
| 4.4.4    | Statické diferenciálne rovnice rovnováhy pre rovinnú napätosť                                   | 173        |
| 4.5      | Fyzikálne rovnice   | 174        |
| 4.5.1    | Zohľadnenie vplyvu teploty  | 176        |
| 4.5.2    | Hookeov zákon pre rovinnú napätosť  | 177        |
| 4.5.3    | Hookeov zákon pre rovinnú deformáciu  | 179        |
| 4.6      | Základné metódy riešenia úloh matematickej teórie pružnosti                                     | 179        |
| 4.6.1    | Okrajové podmienky  | 180        |
| 4.6.1.1  | Statické okrajové podmienky   | 180        |
| 4.6.1.2  | Geometrické okrajové podmienky  | 181        |
| 4.6.2    | Postupy riešenia úloh matematickej teórie pružnosti   | 181        |
| 4.6.2.1  | Riešenie prostredníctvom zložiek posuvov  | 182        |
| 4.6.2.2  | Riešenie prostredníctvom zložiek tenzora napätosti  | 183        |
| 4.6.2.3  | Riešenie využitím funkcie napätia   | 185        |
| 4.7      | Rovinné úlohy teórie pružnosti  | 186        |
| 4.7.1    | Riešenie v zložkách napätia   | 187        |
| 4.7.2    | Riešenie v zložkách posuvov   | 187        |
| 4.7.3    | Riešenie rovinatej úlohy pomocou funkcie napätia  | 189        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>5 ENERGETICKÉ PRINCÍPY</b>  | <b>195</b> |
| 5.1 Potenciálna energia pre jednoosovú napätosť  | 195        |
| 5.2 Potenciálna energia napätosti pre čistý šmyk   | 196        |
| 5.3 Merná energia napätosti pre trojosovú napätosť   | 196        |
| 5.4 Merná energia napätosti pre zmenu objemu a tvaru   | 197        |
| 5.5 Zovšeobecnené súradnice a princíp virtuálnych prác                                       | 198        |
| 5.6 Castiglianove vety   | 202        |
| 5.7 Veta o minime celkovej potenciálnej energie  | 202        |
| 5.8 Princíp superpozície, Bettiho veta a Maxwelllove vety                                    | 204        |
| 5.9 Veta o jednotkovom posuve a o jednotkovej sile   | 206        |
| 5.10 Metóda kánonických rovníc   | 211        |
| <b>6 HYPOTÉZY PEVNOSTI – MEDZNÉ PODMIENKY</b>  | <b>213</b> |
| 6.1 Hypotézy pre posúdenie vzniku krehkého porušenia   | 215        |
| 6.1.1 Medzná podmienka $\sigma_{\max}$ - Rankinova hypotéza                                  | 215        |
| 6.1.2 Medzná podmienka $\varepsilon_{\max}$ - Saint Vénantova hypotéza                       | 216        |
| 6.1.3 Medzná podmienka – Mohrova hypotéza  | 218        |
| 6.2 Hypotézy pre posúdenie vzniku plastických deformácií                                     | 220        |
| 6.2.1 Medzná podmienka $\tau_{\max}$ - Trescova - Guestova hypotéza                          | 220        |
| 6.2.2 Medzná podmienka celkovej energie napätosti – Beltramiho hypotéza                      | 222        |
| 6.2.3 Medzná podmienka energie napätosti pre zmenu tvaru – HMM (Huber-Mises-Hencky) hypotéza | 224        |
| 6.3 Univerzálne hypotézy   | 225        |
| 6.4 Hodnotenie medzných podmienok porušenia a plastickej deformácie                          | 226        |
| 6.5 Využitie podmienok pevnosti pre zvláštny prípad rovinnej napätosti                       | 227        |
| 6.5.1 Podmienka pevnosti pre húževnaté materiály   | 227        |
| 6.5.2 Podmienky pevnosti pre krehké materiály  | 228        |
| 6.6 Použitie hypotézy pevnosti pri výpočtoch   | 228        |
| <b>7 PRIAME PRÚTY A PRÚTOVÉ SÚSTAVY</b>  | <b>229</b> |
| 7.1 Priame prúty zaťažené silami pôsobiacimi v ich osi                                       | 232        |
| 7.1.1 Namáhanie ťahom, resp. tlakom, so zreteľom na sily vlastnej tiaže                      | 233        |
| 7.2 Priame prúty namáhané momentom v rovine kolmej na os prúta – hriadele                    | 235        |
| 7.2.1 Napätosť a deformácia pri krútení  | 235        |
| 7.2.2 Krútenie prútov nekruhového prierezu   | 237        |
| 7.3 Ohýbané priame prúty – nosníky   | 243        |
| 7.3.1 Vnútorne silové veličiny pri ohybe a diferenciálne závislosti medzi nimi               | 243        |
| 7.3.2 Normálové napätie pri rovinnom ohybe   | 245        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 7.3.3    | Šmykové napätia pri rovinnom ohybe   | 264        |
| 7.3.4    | Úplná pevnostná kontrola   | 266        |
| 7.3.5    | Diferenciálna rovnica priehybovej čiary  | 269        |
| 7.3.6    | Určenie deformácie nosníkov metódou počiatočných parametrov                              | 271        |
| 7.3.7    | Výpočet deformácií nosníkov metódou statickej analógie – Mohrova metóda                  | 283        |
| 7.3.8    | Výpočet deformácií nosníkov premenného prierezu  | 285        |
| 7.3.9    | Využitie Mohrovho integrálu pri výpočte deformácií                                       | 287        |
| 7.3.10   | Vplyv posúvajúcej sily na deformáciu nosníkov pri ohybe                                  | 288        |
| 7.3.11   | Stred ohybu  | 290        |
| 7.3.12   | Riešenie staticky neurčitých priamych nosníkov   | 297        |
| 7.3.12.1 | Výpočet staticky neurčitých systémov metódou porovnania deformácie                       | 297        |
| 7.3.12.2 | Spojité nosníky na viacerých podperách. Trojmomentová - Clapeyronova rovnica             | 301        |
| 7.3.13   | Nosníky na pružnom podklade  | 310        |
| 7.4      | Zložené namáhanie priamych prútov  | 313        |
| 7.4.1    | Priestorový (šikmý) ohyb   | 313        |
| 7.4.2    | Kombinované namáhanie ťah (tlak) a ohyb  | 317        |
| 7.5      | Krútenie a ohyb prútov kruhového a medzikruhového prierezu                               | 321        |
| 7.6      | Stiesnené krútenie a ohyb tenkostenných prútov otvoreného prierezu                       | 324        |
| 7.6.1    | Výpočet napätí a deformácií pri stiesnenom krútení tenkostenných prútov                  | 324        |
| 7.6.2    | Všeobecný prípad zaťaženia tenkostenných prútov  | 329        |
| <b>8</b> | <b>ZAKRIVENÉ A ZALOMENÉ PRÚTY A RÁMY</b>   | <b>337</b> |
| 8.1      | Zakrivené a zalomené rovinné prúty a rámy  | 337        |
| 8.1.1    | Vnútorne silové veličiny v staticky určitých zakrivených a zalomených prútoch            | 337        |
| 8.1.2    | Vnútorne silové veličiny v staticky neurčitých zakrivených a zalomených prútoch a rámoch | 339        |
| 8.1.3    | Veľmi zakrivené prúty  | 359        |
| 8.1.3.1  | Napätia vo veľmi zakrivených prútoch   | 359        |
| 8.1.3.2  | Deformácia veľmi zakrivených prútov  | 364        |
| 8.1.4    | Napätia a deformácie v málo zakrivených a zalomených prútoch a rámoch                    | 366        |
| 8.2      | Zakrivené a zalomené priestorové prúty a rámy  | 377        |
| 8.3      | Vinuté pružiny   | 386        |
| 8.3.1    | Skrutkovicová valcová pružina s kruhovým prierezom                                       | 386        |
| 8.3.2    | Kužeľová skrutkovicová pružina s kruhovým prierezom                                      | 388        |
| 8.3.3    | Špirálová pružina  | 389        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>9 DOSKOVÉ A ŠKRUPINOVÉ KONŠTRUKČNÉ PRVKY</b>   | <b>391</b> |
| 9.1 Dosky   | 391        |
| 9.1.1 Kirchhoffove obdĺžnikové dosky  | 392        |
| 9.1.2 Kruhové Kirchoffove dosky   | 409        |
| 9.1.3 Výpočet tenkých dosiek  | 435        |
| 9.2 Tenkostenné škrupiny  | 437        |
| 9.2.1 Bezmomentová teória rotačných škrupín   | 440        |
| 9.2.2 Výpočet deformácií pri bezmomentovej teórii rotačných škrupín   | 448        |
| 9.2.3 Momentová teória rotačných škrupín  | 449        |
| 9.2.4 Namáhanie a deformácia valcovej rotačnej škrupiny s konštantnou hrúbkou steny $h$ , osovo symetricky zaťaženej, pri aplikácii momentovej teórie | 454        |
| <b>10 HRUBOSTENNÉ VALCOVÉ NÁDOBY</b>  | <b>461</b> |
| 10.1 Napätosť v hrubostenných valcových nádobách  | 461        |
| 10.2 Podmienky pevnosti hrubostenných valcových nádob   | 465        |
| 10.3 Deformácia plášťa valcovej nádoby  | 467        |
| 10.4 Nalisované nádoby  | 467        |
| <b>11 ROTUJÚCE KOTÚČE</b>   | <b>475</b> |
| 11.1 Rotujúci kotúč konštantnej hrúbky  | 475        |
| 11.2 Kotúč stálej pevnosti  | 480        |
| 11.3 Kotúč s nespojitou zmenou hrúbky   | 481        |
| 11.4 Uvoľňovacie otáčky kotúča bez zaťaženia nalisovaného na plnom hriadeli   | 481        |
| <b>12 STABILITA NOSNÝCH PRVKOV</b>  | <b>483</b> |
| 12.1 Stabilita prútov   | 485        |
| 12.1.1 Určenie kritickej vzpernej sily prútov namáhaných osovou silou   | 485        |
| 12.1.2 Výpočet na vzper podľa STN 73 1401 „Navrhovanie oceľových konštrukcií“   | 495        |
| 12.1.3 Prúty zaťažené priečnymi a osovými silami  | 508        |
| 12.1.3.1 Riešenie integráciou diferenciálnej rovnice  | 508        |
| 12.1.3.2 Energetická metóda   | 512        |
| 12.1.3.3 Metóda Howardova-Čencevova   | 515        |
| 12.1.3.4 Prút zaťažený priečnymi a osovými silami – Riešenie pomocou diferenciálnej rovnice 4. radu   | 519        |
| 12.1.3.5 Nosníky na pružnom podklade zaťažené kombinovaným ťahom (resp. tlakom) a ohybom  | 524        |
| 12.1.4 Určenie straty stability prstenca  | 526        |
| 12.2 Stabilita dosiek   | 527        |
| 12.2.1 Obdĺžnikové dosky konštantnej hrúbky   | 527        |
| 12.2.2 Kruhové a medzikruhové dosky konštantnej hrúbky  | 545        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 12.3      | Stabilita škrupín  | 547        |
| 12.3.1    | Rotačné valcové škrupiny   | 548        |
| 12.3.2    | Rotačné kužeľové škrupiny  | 555        |
| 12.3.3    | Guľové škrupiny  | 556        |
| <b>13</b> | <b>KMITANIE MECHANICKÝCH SÚSTAV</b>                                | <b>557</b> |
| 13.1      | Klasifikácia mechanických kmitov                                   | 559        |
| 13.2      | Kmitanie sústav s jedným stupňom voľnosti                          | 559        |
| 13.2.1    | Voľné kmitanie sústav bez uváženia vlastnej tiaže pružných prvkov  | 559        |
| 13.2.2    | Voľné kmitanie sústav s uvážením vlastnej tiaže pružných prvkov    | 567        |
| 13.2.3    | Voľné kmitanie sústav s viskóznym tlmením                          | 570        |
| 13.2.4    | Vynútené kmitanie bez tlmenia                                      | 572        |
| 13.2.5    | Vynútené kmitanie s tlmením  | 576        |
| 13.2.6    | Krúživé kmitanie hriadeľa s osamelou hmotou                        | 577        |
| 13.3      | Voľné kmitanie mechanických sústav s viacerými stupňami voľnosti   | 579        |
| 13.4      | Voľné kmitanie mechanických sústav so spojitou rozloženou hmotou   | 585        |
| 13.4.1    | Pozdĺžne kmitanie prútov   | 585        |
| 13.4.2    | Torzne kmitanie hriadeľov  | 587        |
| 13.4.3    | Ohybové kmitanie prizmatických nosníkov                            | 588        |
| 13.4.4    | Krúživé kmitanie hriadeľov so spojitou rozloženou hmotou           | 593        |
| 13.5      | Niektoré približné metódy určovania voľných kmitov pružných sústav | 594        |
| 13.5.1    | Zákon zachovania energie pri kmitaní                               | 594        |
| 13.5.2    | Rayleighova metóda   | 595        |
| 13.5.3    | Ritzova metóda   | 596        |
| 13.5.4    | Galerkinova metóda   | 597        |
| <b>14</b> | <b>NAMÁHANIE PRI RÁZE</b>  | <b>599</b> |
| 14.1      | Základné pojmy o ráze  | 599        |
| 14.2      | Rázové namáhanie pružnej sústavy s jedným stupňom voľnosti         | 600        |
| 14.2.1    | Pružná sústava bez osamelej hmoty                                  | 600        |
| 14.2.2    | Ráz pružnej sústavy s osamelou hmotou                              | 607        |
| 14.3      | Rázové namáhanie pružnej sústavy s viacerými stupňami voľnosti     | 615        |
| 14.4      | Rázové namáhanie pružnej sústavy so spojitou rozloženou hmotou     | 618        |
| 14.4.1    | Pozdĺžny ráz prútov  | 618        |
| 14.4.2    | Priečny ráz pri ohybe nosníkov                                     | 625        |
| 14.5      | Spresnené metódy výpočtu pri ráze                                  | 630        |
| <b>15</b> | <b>TVAROVÁ A ÚNAVOVÁ PEVNOSŤ</b>                                   | <b>639</b> |
| 15.1      | Pojem a definícia únavy  | 639        |
| 15.2      | Faktory ovplyvňujúce únavovú životnosť                             | 642        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 15.3      | Nízkocyklová únava   | 647        |
| 15.4      | Odhad únavového života   | 652        |
| 15.5      | Únava súčiastok s vrubom   | 654        |
| 15.6      | Odhad únavovej pevnosti pre dlhú dobu života                               | 663        |
| 15.7      | Odhad kriviek $\sigma - N$   | 667        |
| 15.8      | Šírenie únavovej trhliny   | 672        |
| 15.8.1    | Mechanizmus šírenia únavových trhlín                                       | 674        |
| 15.9      | Posúdenie konštrukcií na únavu podľa STN 73 1401                           | 676        |
| 15.9.1    | Prípady nevyžadujúce posúdenie na únavu                                    | 677        |
| 15.9.2    | Predpoklady výpočtu na únavu   | 678        |
| 15.9.3    | Parciálne súčinitele spoľahlivosti pri výpočte na únavu                    | 678        |
| 15.9.4    | Únavové namáhanie  | 679        |
| 15.9.5    | Únavová pevnosť  | 680        |
| 15.9.6    | Posúdenie na únavu   | 684        |
| 15.9.6.1  | Namáhanie s konštantným rozkmitom napätí                                   | 684        |
| 15.9.6.2  | Namáhanie s premenným rozkmitom napätí                                     | 685        |
| 15.9.6.3  | Ekvivalentný rozkmit napätia   | 686        |
| 15.9.6.4  | Hodnotenie konštrukčných detailov s defektmi                               | 687        |
| 15.9.6.5  | Zvýšenie únavovej pevnosti konštrukčného detailu                           | 687        |
| 15.10     | Koncentrácia napätia v konkrétnej súčiastke                                | 688        |
| 15.11     | Medza únavy skutočnej súčiastky a miera bezpečnosti pri cyklickom namáhaní | 751        |
| 15.12     | Miera bezpečnosti při zloženom namáhaní na únavu                           | 752        |
| <b>16</b> | <b>KREHKÉ PORUŠENIE</b>  | <b>759</b> |
| 16.1      | Základy lomovej mechaniky  | 767        |
| 16.2      | Krehký lom konštrukcií podľa STN 73 1401                                   | 774        |
| 16.2.1    | Navrhovanie podľa prechodových teplôt materiálov                           | 776        |
| 16.2.2    | Navrhovanie podľa lomovej húževnatosti materiálov                          | 777        |
| 16.2.2.1  | Úroveň namáhania pri krehkom lome  | 778        |
| 16.2.2.2  | Spôsoby namáhania prvku  | 778        |
| 16.2.2.3  | Dôsledky porušenia konštrukcie   | 779        |
| 16.2.2.4  | Dĺžka fiktívnej trhliny  | 779        |
| 16.2.2.5  | Kontrola konštrukcie podľa lomovej húževnatosti                            | 779        |
| 16.2.3    | Navrhovanie podľa zaručenej vrubovej húževnatosti materiálov               | 782        |
| <b>17</b> | <b>NAMÁHANIE PRI TEČENÍ</b>  | <b>789</b> |
| 17.1      | Základy reológie hmôt  | 789        |
| 17.1.1    | Základné reologické látky  | 789        |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 17.1.2    | Pružnetvárne (pružneplastické) hmoty   | 792        |
| 17.1.3    | Pružnevískózne a pružnevláčne hmoty. Relaxácia a dopružovanie                | 792        |
| 17.2      | Vplyv teploty na mechanické vlastnosti kovov                                 | 796        |
| 17.3      | Vplyv faktoru času na deformáciu   | 797        |
| 17.4      | Postup výpočtu na tečenie  | 803        |
| 17.4.1    | Výpočty na tečenie pri základných spôsoboch namáhania                        | 804        |
| 17.5      | Poškodzovanie prvkov tečením za tepla  | 809        |
| 17.6      | Teplotná a nízkocyklová únava telies   | 812        |
| <b>18</b> | <b>ZÁKLADY TERMOELASTICITY</b>   | <b>815</b> |
| 18.1      | Základné vzťahy pre termoelasticitu  | 815        |
| 18.2      | Základné rovnice vedenia tepla   | 816        |
| 18.3      | Teplotné napätie v rovinných úlohách   | 818        |
| 18.4      | Teplotné napätia v nosníkoch   | 823        |
| <b>19</b> | <b>ZÁKLADY TEÓRIE PLASTICITY A ICH APLIKÁCIA V TECHNOLOGICKÝCH PROCESOCH</b> | <b>827</b> |
| 19.1      | Kritické šmykové napätie pri sklze   | 830        |
| 19.2      | Aproximácia ťahových diagramov   | 832        |
| 19.3      | Doplňky k rozboru napätosti a deformácií                                     | 836        |
| 19.3.1    | Guľový tenzor a deviátor tenzora napätia                                     | 836        |
| 19.3.2    | Začiatok vzniku plastickej deformácie  | 837        |
| 19.3.3    | Intenzita napätia  | 837        |
| 19.3.4    | Merná energia napätosti  | 838        |
| 19.3.5    | Guľový tenzor a deviátor tenzora deformácie                                  | 839        |
| 19.3.6    | Intenzita deformácie   | 839        |
| 19.3.7    | Rýchlosť deformácie  | 840        |
| 19.4      | Podmienky plasticity   | 841        |
| 19.4.1    | Podmienka stálosti intenzity šmykových napätí                                | 842        |
| 19.4.2    | Podmienka stálosti maximálneho šmykového napätia                             | 842        |
| 19.4.3    | Grafické znázornenie podmienok plasticity                                    | 843        |
| 19.5      | Teórie plasticity  | 843        |
| 19.5.1    | Henckyova – Nádaiova teória  | 844        |
| 19.5.2    | Prandtlova – Reussova teória   | 845        |
| 19.5.3    | Teória malých pružneplastických deformácií                                   | 846        |
| 19.6      | Podmienky plasticity pri rovinnej deformácii                                 | 847        |
| 19.7      | Diferenciálne rovnice sklzových čiar   | 848        |
| 19.7.1    | Henckeho rovnice   | 849        |
| 19.7.2    | Vlastnosti sklzových čiar – Henckeho zákon                                   | 849        |



|  |            |
|--|------------|
| <b>20 NAMÁHANIE NAD MEDZOU KLZU</b>  | <b>853</b> |
| 20.1 Napätia v pružneplasticky deformovaných prútoch. Určenie medzného zaťaženia pri ťahu a tlaku  | 853        |
| 20.2 Pružneplastický ohyb  | 856        |
| 20.3 Pružneplastický krut kruhového prierezu   | 859        |
| 20.4 Hrubostenné nádoby v pružneplastickom stave   | 860        |
| 20.5 Prispôsobenie a medzný stav konštrukcií v pružneplastickom stave  | 863        |
| <b>21 VÝPOČET PEVNOSTI TLAKOVÝCH NÁDOB</b>   | <b>869</b> |
| 21.1 Základné údaje potrebné pre výpočet   | 873        |
| 21.2 Výpočet valcových častí nádob   | 879        |
| 21.2.1 Hladké valcové škrupiny   | 881        |
| 21.2.2 Valcové škrupiny vystužené prstencami   | 886        |
| 21.3 Výpočet kužeľových častí nádob  | 888        |
| 21.3.1 Kužeľové škrupiny zaťažené osovými silami   | 900        |
| 21.3.2 Kužeľové škrupiny zaťažené ohybovým momentom  | 901        |
| 21.3.3 Kužeľové škrupiny zaťažené kombinovaným zaťažením   | 902        |
| 21.4 Výpočet klenutých dien tlakových nádob  | 903        |
| 21.4.1 Eliptické a polguľové dno   | 903        |
| 21.4.2 Torosférické dno  | 904        |
| 21.5 Výpočet pevnosti plášťov guľových stabilných tlakových nádob  | 906        |
| 21.6 Výpočet pevnosti časti stabilných tlakových nádob na nízkokycklovú únavu. Namáhanie vysokých zvislých nádob od vetra a seizmických účinkov a pasport pre tlakové nádoby | 907        |
| 21.6.1 Požiadavky na úpravu výpočtov pevnosti realizovaných na počítači  | 908        |
| 21.6.2 Podmienky používania programov pre výpočet pevnosti pri vzájomných dodávkach  | 910        |
| 21.6.3 Požiadavky na normy pre výpočet pevnosti vzhľadom na možnosť spracovania na počítači  | 910        |
| <b>22 NUMERICKÉ METÓDY V PEVNOSTNÝCH A TUHOSTNÝCH VÝPOČTOCH</b>  | <b>911</b> |
| 22.1 Metóda sietí (diferenčná metóda)  | 911        |
| 22.2 Priama deformačná metóda  | 917        |
| 22.3 Metóda konečných prvkov   | 920        |
| 22.3.1 Vybrané typy prvkov   | 924        |
| 22.3.2 Izoparametrické prvky   | 927        |
| 22.3.3 Numerická integrácia  | 929        |
| 22.3.4 Metódy riešenia rovníc v MKP  | 930        |
| 22.3.5 Chyby riešenia  | 932        |
| 22.4 Metóda hraničných prvkov  | 932        |
| 22.5 Stručné opisy najrozšírenejších programových produktov  | 938        |

|   |            |
|---|------------|
| <b>23 ZÁKLADY EXPERIMENTÁLNEJ PRUŽNOSTI</b>                                   | <b>941</b> |
| 23.1 Predmet a ciele experimentálnej pružnosti                                | 941        |
| 23.2 Tenzometrické metódy   | 941        |
| 23.2.1 Elektrické tenzometre  | 943        |
| 23.2.2 Meranie malých odporových zmien  | 945        |
| 23.2.3 Vlastnosti elektrických odporových tenzometrov                         | 946        |
| 23.2.4 Vplyvy vonkajšieho prostredia na výsledky tenzometrického merania      | 947        |
| 23.2.5 Zapojenie tenzometrov do mostíka                                       | 948        |
| 23.2.6 Určenie napätí z nameraných deformácií v pružnej oblasti               | 949        |
| 23.2.7 Podmienky a prostriedky pre tenzometrické merania                      | 951        |
| 23.2.8 Určenie zvyškových napätí tenzometrickými meraniami metódou odvrátania | 952        |
| 23.3 Fotoelasticimetria   | 954        |
| 23.3.1 Určovanie konštanty optickej citlivosti                                | 959        |
| 23.3.2 Určovanie napätosti v modeloch fotoelasticimetrickým meraním           | 960        |
| 23.3.2.1 Separácia hlavných normálových napätí pozdĺž izostaty                | 961        |
| 23.3.3 Priestorová fotoelasticimetria   | 962        |
| 23.3.4 Reflexná fotoelasticimetria  | 963        |
| 23.4 Metóda mechano-optickej interferencie - Moiré metóda                     | 964        |
| 23.5 Holografia   | 966        |
| 23.6 Krehké nátery  | 968        |
| <b>LITERATÚRA</b>   | <b>969</b> |