

## OBSAH

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Předmluva .....                                               | 5  |
| Obsah .....                                                   | 9  |
| Úvod .....                                                    | 13 |
| Označení ve schématech fotoelasticimetrických přístrojů ..... | 21 |
| Použité značky .....                                          | 22 |

### I. ZÁKLADY TEORIE PRUŽNOSTI

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Úvod .....                                                                                      | 25 |
| 2. Napětí v bodě tělesa .....                                                                      | 26 |
| 3. Deformace v bodě tělesa .....                                                                   | 34 |
| 4. Vztahy mezi napětím a deformacemi .....                                                         | 46 |
| 5. Diferenciální rovnice rovnováhy .....                                                           | 49 |
| a) Pravoúhlý souřadnicový systém kartesiánský .....                                                | 51 |
| b) Diferenciální rovnice rovnováhy v polárních souřadnicích .....                                  | 52 |
| c) Diferenciální rovnice rovnováhy v isostatických souřadnicích .....                              | 53 |
| d) Diferenciální rovnice rovnováhy v souřadnicích, podél nichž jsou smyková napětí maximální ..... | 54 |
| 6. Okrajové podmínky .....                                                                         | 55 |
| 7. Rovnice kompatibility .....                                                                     | 56 |
| 8. Přehled a použití odvozených vzorců .....                                                       | 58 |

### II. ZÁKLADY TEORIE FOTOELASTICIMETRIE

|                                                       |    |
|-------------------------------------------------------|----|
| 1. Dvojlomný model .....                              | 63 |
| 2. Základní užití pojmy z teorie pružnosti .....      | 65 |
| 3. Základní užití pojmy z teorie světla .....         | 66 |
| 4. Základní užití pojmy z optiky krystalů .....       | 69 |
| 5. Základní rovnice fotoelasticimetrie .....          | 73 |
| 6. Vztahy pružnosti a optiky krystalů .....           | 77 |
| 7. Geometrické znázornění polarisovaného světla ..... | 83 |
| 8. Princip fotoelasticimetrie .....                   | 88 |

### III. FOTOELASTICIMETRICKÉ PŘÍSTROJE A MODEL Y

#### A. Fotoelasticimetrické přístroje

|                            |    |
|----------------------------|----|
| 1. Základní součásti ..... | 95 |
| a) Světelný zdroj .....    | 96 |
| b) Polarisátor .....       | 96 |

|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| c) Analysátor .....                                                                             | 98  |
| d) Čtvrtvlnové desky .....                                                                      | 98  |
| 2. Polarisační zařízení a běžné polarisační přístroje se stabilními polarisačními deskami ..... | 104 |
| 3. Fotoelasticimetrické přístroje pro odražené světlo .....                                     | 109 |
| 4. Fotoelasticimetrické přístroje pro odražené usměrněné světlo (autokolimační přístroje) ..... | 114 |
| 5. Fotoelasticimetrické přístroje s procházejícím světlem .....                                 | 128 |
| 6. Fotoelasticimetrické přístroje s procházejícím usměrněným světlem....                        | 141 |
| 7. Zařízení pro fotografování polarisačních jevů .....                                          | 149 |
| 8. Sestavení polarisačních přístrojů .....                                                      | 153 |

## B. Fotoelasticimetrické modely

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| 1. Podmínky fyzikální podobnosti modelu ..... | 156 |
| 2. Volba modelové hmoty .....                 | 159 |
| 3. Výroba rovinných modelů .....              | 166 |
| 4. Aplikace sil .....                         | 169 |

# IV. ROVINNÁ FOTOELASTICIMETRIE

## A. Odvození základních rovnic rovinné fotoelasticimetrie

## B. Zjištění směrů hlavních napětí

|                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Podklady pro grafické zjišťování směrů hlavních napětí ..... | 179 |
| 2. Grafická konstrukce směrů hlavních napětí z isoklin.....     | 184 |
| 3. Zjištění směrů hlavních napětí fotografickou cestou.....     | 193 |
| 4. Zjištění směrů hlavních napětí křehkými laky .....           | 196 |

## C. Měření rozdílu hlavních napětí

|                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Odvození základních rovnic dvojlomu .....                                               | 204 |
| a) Dva polarisační filtry, jejichž polarisační roviny svírají úhel $\varphi = \varphi_0$   | 209 |
| b) Zkřížené polarisační filtry s jedním tělesem .....                                      | 210 |
| c) Zkřížené polarisační filtry s jedním tělesem s fázovým posunem                          |     |
| $\xi_1 = \frac{\pi}{2}$ a se sklonem $\alpha_1 = \frac{\pi}{4}$ .....                      | 211 |
| d) Zkřížené polarisační filtry se dvěma čtvrtvlnovými deskami.....                         | 213 |
| e) Rovnoběžné polarisační filtry se dvěma čtvrtvlnami .....                                | 214 |
| f) Rovnoběžné polarisační filtry se dvěma čtvrtvlnami s rovnoběžnými optickými osami ..... | 215 |
| g) Zkřížené polarisační filtry se dvěma čtvrtvlnovými deskami a modelem .....              | 216 |
| h) Sestavení pro goniometrickou kompensaci .....                                           | 221 |
| i) Sestavení pro goniometrickou kompensaci s jednou čtvrtvlnou.....                        | 224 |
| j) Tabulka sestavení polarisačních přístrojů .....                                         | 227 |

|                                                                    |     |
|--------------------------------------------------------------------|-----|
| 2. Určení rozdílu hlavních napětí z obrazu isochromat.....         | 228 |
| a) Namáhání trámek a pásů .....                                    | 240 |
| $\alpha$ ) Trámky a pásy namáhané čistým tahem nebo tlakem .....   | 240 |
| $\beta$ ) Čistý ohyb trámku.....                                   | 245 |
| $\gamma$ ) Trámek zatížený osamělou silou .....                    | 249 |
| b) Zatížení poloroviny koncentrovaným tlakem .....                 | 252 |
| 3. Zjištění rozdílu hlavních napětí kompenzačními metodami .....   | 260 |
| a) Kompensace pomocí tahových, tlakových a ohybových trámek.....   | 261 |
| b) Kompensátory s trvalým dvojlomem.....                           | 273 |
| $\alpha$ ) Babinetův kompensátor .....                             | 273 |
| $\beta$ ) Jaminův-Babinetův kompensátor .....                      | 274 |
| $\gamma$ ) Soleilův-Babinetův kompensátor nebo též Bravaisův ..... | 275 |
| $\delta$ ) Ehringhausův kompensátor .....                          | 277 |
| c) Zjištění rozdílu hlavních napětí goniometrickou kompensací..... | 278 |
| d) Kompensace s jednou čtvrtlnou .....                             | 289 |
| e) Zjištění rozdílu hlavních napětí srovnáním barev.....           | 289 |

#### D. Měření součtu hlavních napětí

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Obecný princip .....                                                             | 292 |
| 2. Výpočet součtu hlavních napětí graficko-matematickou metodou podle Neubera ..... | 294 |
| 3. Zjištění součtu hlavních napětí mechanickými zařízeními.....                     | 301 |
| a) Mechanicko-optické přístroje (interferenční) .....                               | 301 |
| $\alpha$ ) Mesnagerův mechanicko-optický (interferenční) latometr.....              | 305 |
| $\beta$ ) Voseův mechanicko-optický interferometr .....                             | 309 |
| b) Mechanické přístroje .....                                                       | 311 |
| $\alpha$ ) Cokerův příčný latometr.....                                             | 311 |
| $\beta$ ) Extensometr s Huggenbergerovým tensometrem .....                          | 313 |
| c) Mechanicko-elektrické přístroje.....                                             | 314 |
| d) Mechanicko-pneumatické přístroje .....                                           | 317 |
| 4. Zjištění součtu hlavních napětí ryze optickými metodami.....                     | 319 |
| a) Favrův interferometr .....                                                       | 320 |
| b) Fabryho postříbřený model .....                                                  | 324 |
| c) Tesařova latometrie .....                                                        | 325 |
| 5. Zjištění součtu hlavních napětí Prandtlovou membránovou analogií.....            | 334 |

#### E. Zjištění jednotlivých hlavních napětí

|                                                                               |     |
|-------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. Obecný princip .....                                                       | 339 |
| 2. Zjištění jednotlivých hlavních napětí početní integrací podél isostat..... | 342 |
| a) Maxwellova metoda .....                                                    | 342 |
| b) Tesařova metoda .....                                                      | 348 |
| c) Cokerova metoda .....                                                      | 355 |
| d) Filonova metoda .....                                                      | 361 |
| e) Vášárhelyiova metoda .....                                                 | 363 |
| 3. Zjištění jednotlivých hlavních napětí grafickou integrací podél isostat .. | 369 |
| a) Tesařova grafická separace hlavních napětí .....                           | 369 |
| b) Cokerova metoda .....                                                      | 383 |

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4. Přímý výpočet jednotlivých normálních napětí .....                          | 385 |
| a) Výpočet normálních napětí $v_r$ a $v_\theta$ v polárních souřadnicích ..... | 385 |
| b) Výpočet normálních napětí $v_x$ a $v_y$ v kartesiánských souřadnicích ..... | 389 |
| 5. Optické zjištění jednotlivých hlavních napětí .....                         | 394 |
| a) Tesařova metoda navrtávání modelu .....                                     | 395 |
| b) Solakianova metoda .....                                                    | 402 |

## V. ZHODNOCENÍ BĚŽNÝCH FOTOELASTICIMETRICKÝCH METOD

|                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-----|
| A. <i>Přehled metod</i> .....                                       | 405 |
| 1. Mesnagerova metoda .....                                         | 407 |
| 2. Prandtlova metoda .....                                          | 408 |
| 3. Favrova metoda .....                                             | 409 |
| 4. Fabryho metoda .....                                             | 409 |
| 5. Tesařova latometrická metoda .....                               | 410 |
| 6. Neuberova metoda .....                                           | 410 |
| 7. Maxwellova početní metoda .....                                  | 410 |
| 8. Tesařova početní metoda .....                                    | 411 |
| 9. Cokerova početní metoda .....                                    | 411 |
| 10. Filonova početní metoda .....                                   | 412 |
| 11. Vásárhelyiova metoda .....                                      | 412 |
| 12. Výpočet normálních napětí v polárních souřadnicích .....        | 412 |
| 13. Výpočet normálních napětí v kartesiánských souřadnicích .....   | 413 |
| 14. Tesařova grafická separace hlavních napětí .....                | 414 |
| 15. Cokerova grafická metoda .....                                  | 414 |
| 16. Tesařova metoda navrtávání modelu .....                         | 415 |
| 17. Solakianova metoda .....                                        | 415 |
| B. <i>Použití fotoelasticimetrie a aplikace na skutečnost</i> ..... | 416 |
| Seznam literatury .....                                             | 430 |
| Jmenný rejstřík .....                                               | 467 |
| Věcný rejstřík .....                                                | 469 |