

# Obsah

|  |    |   |  |    |
|--|----|---|--|----|
| <b>Předmluva</b> . . . . .   | 9  | 1.6.2.2   | Omezení paprskových svazků při osvětlených předmětech . . . . .  | 28 |
| <b>Úvod</b> . . . . .  | 10 | 1.6.3   | Vznik obrazu v mikroskopu . . . . .  | 30 |
| <b>1. Přehled základů optiky</b> . . . . .                                     | 13 | 1.6.3.1   | Světlo jako vlnění . . . . .   | 30 |
| 1.1 Čočky . . . . .  | 13 | 1.6.3.2   | Ohyb světla . . . . .  | 33 |
| 1.1.1 Čočky spojné . . . . .   | 13 | 1.6.3.3   | Zobrazování svítících předmětů, rozlišování nejmenších podrobností . . . . .   | 35 |
| 1.1.2 Čočky rozptylné . . . . .  | 14 | 1.6.3.4   | Zobrazování osvětlených předmětů, rozlišování nejmenších podrobností při centrálním a při šikmém osvětlení a v tmavém poli . . . . . | 36 |
| 1.2 Zobrazování čočkami . . . . .  | 15 | 1.6.3.5   | Potřebné zvětšení . . . . .  | 41 |
| 1.2.1 Vytvoření obrazu spojnou čočkou . . . . .                                | 15 | 1.7   | <i>Vytvoření obrazu v mikrofotografických přístrojích</i> . . . . .  | 41 |
| 1.2.2 Vytvoření obrazu rozptylnou čočkou . . . . .                             | 16 | 1.7.1   | Rozdělení mikrofotografických postupů . . . . .  | 41 |
| 1.3 Měřitko zobrazení a hlavní vzorce pro zobrazování . . . . .                | 17 | 1.7.2   | Makrofotografická komora . . . . .   | 42 |
| 1.4 Měřitko zobrazení a zvětšení . . . . .                                     | 18 | 1.7.3   | Mikroskop a fotografický přístroj . . . . .  | 43 |
| 1.5 Omezení paprskových svazků a vady zobrazení . . . . .                      | 19 | 1.7.4   | Vhodné měřítko zobrazení . . . . .   | 46 |
| 1.5.1 Pozorování lupou . . . . .   | 19 | 1.7.5   | Hloubka pole . . . . .   | 46 |
| 1.5.2 Omezení paprskových svazků . . . . .                                     | 20 | <b>2. Osvětlení mikroskopovaného předmětu</b> . . . . . |  | 48 |
| 1.5.3 Vady optického zobrazování . . . . .                                     | 21 | 2.1   | <i>Druhy osvětlení</i> . . . . .   | 48 |
| 1.5.3.1 Monochromatické vady na optické ose (otvorová vada) . . . . .          | 21 | 2.2   | <i>Způsoby osvětlování</i> . . . . .   | 49 |
| 1.5.3.2 Monochromatické vady mimo optickou osu (asymetrické aberace) . . . . . | 22 | 2.2.1   | Osvětlování difúzně zářícími plochami . . . . .  | 49 |
| Astigmatismus šikmých svazků . . . . .   | 22 | 2.2.2   | Zobrazení zdroje světla v objektivu . . . . .  | 50 |
| Zklenutí pole . . . . .  | 23 | 2.2.3   | Osvětlování podle Köhlera . . . . .  | 50 |
| Zkreslení (distorze) . . . . .   | 23 | 2.2.4   | Zobrazení světelného zdroje na předmětu . . . . .  | 52 |
| 1.5.3.3 Vady barevné (chromatické aberace) . . . . .                           | 25 | <b>3. Části mikrofotografického přístroje</b> . . . . . |  | 53 |
| Barevná vada polohy . . . . .  | 25 | 3.1   | <i>Světelné zdroje</i> . . . . .   | 53 |
| Barevná vada velikosti . . . . .   | 25 |   |  |    |
| 1.6 Mikroskop . . . . .  | 25 |   |  |    |
| 1.6.1 Zobrazování mikroskopem . . . . .  | 25 |   |  |    |
| 1.6.2 Omezení paprskových svazků . . . . .                                     | 27 |   |  |    |
| 1.6.2.1 Omezení paprskových svazků při svítících předmětech . . . . .          | 27 |   |  |    |

|            |   |           |           |   |            |
|------------|---|-----------|-----------|---|------------|
| 3.1.1      | Požadavky na zdroj světla . . . . .                                 | 53        | 3.6       | Optické filtry . . . . .  | 82         |
| 3.1.1.1    | Kvantita záření . . . . .   | 53        | 3.6.1     | Funkce optických filtrů . . . . .                                     | 82         |
| 3.1.1.2    | Kvalita záření . . . . .  | 54        | 3.6.1.1   | Kontrastní filtry . . . . .   | 83         |
| 3.1.1.3    | Časová stálost světelného záření                                    | 54        | 3.6.1.2   | Kompenzační filtry . . . . .  | 84         |
| 3.1.1.4    | Velikost a tvar světelného zdroje                                   | 55        | 3.6.1.3   | Úzkopásmové filtry . . . . .  | 84         |
| 3.1.1.5    | Spotřeba energie a vedlejší jevy                                    | 55        | 3.6.1.4   | Korekční filtry . . . . .   | 85         |
| 3.1.2      | Žárovky . . . . .   | 56        | 3.6.2     | Druhy optických filtrů . . . . .                                      | 85         |
| 3.1.2.1    | Obyčejné žárovky . . . . .  | 56        | 3.6.2.1   | Absorpční filtry . . . . .  | 85         |
| 3.1.2.2    | Nizkovoltové žárovky . . . . .                                      | 56        |           | Skleněné filtry . . . . .   | 86         |
| 3.1.3      | Obloukové lampy . . . . .   | 58        |           | Optické filtry z plastů . . . . .                                     | 86         |
| 3.1.3.1    | Uhlíkové obloukové lampy . . . . .                                  | 58        |           | Kapalinové filtry . . . . .   | 86         |
| 3.1.3.2    | Zirkoniové obloukové lampy . . . . .                                | 59        | 3.6.2.2   | Interferenční filtry . . . . .  | 87         |
| 3.1.4      | Elektrické výbojky . . . . .  | 61        |           | Planoparalelní filtry . . . . .                                       | 88         |
| 3.1.4.1    | Xenonové vysokotlaké výbojky . . . . .                              | 61        |           | Plynulé optické filtry . . . . .                                      | 89         |
| 3.1.4.2    | Xenonové zábleskové výbojky . . . . .                               | 62        | 3.6.2.3   | Disperzní filtry . . . . .  | 89         |
| 3.1.4.3    | Rtuťové vysokotlaké výbojky . . . . .                               | 63        | 3.6.2.4   | Plynové filtry . . . . .  | 90         |
| 3.1.4.4    | Rtuťové halogenidové žárovky . . . . .                              | 64        | <b>4.</b> | <b>Stavba mikrofotografických</b>                                     |            |
| 3.1.4.5    | Zářivky . . . . .   | 64        |           | <b>přístrojů a zařízení . . . . .</b>                                 | <b>91</b>  |
| <b>3.2</b> | <b>Optické osvětlovací soustavy . . . . .</b>                       | <b>64</b> | 4.1       | Mikrofotografická zařízení s běžnými mikroskopy . . . . .             | 91         |
| 3.2.1      | Kolektory . . . . .   | 64        | 4.1.1     | Fotografické přístroje s vestavěným objektivem . . . . .              | 91         |
| 3.2.2      | Kondenzory . . . . .  | 65        | 4.1.2     | Fotografické přístroje se spojovacím tubusem . . . . .                | 91         |
| 3.2.2.1    | Kondenzory se světlým polem   | 65        | 4.1.3     | Maloformátové fotografické přístroje se speciálními stativy . . . . . | 94         |
| 3.2.2.2    | Kondenzory s tmavým polem . . . . .                                 | 67        | 4.1.4     | Nasazovací fotografické přístroje                                     | 95         |
| 3.2.3      | Odkláněcí soustavy . . . . .  | 68        | 4.1.5     | Mikrofotografické přístroje . . . . .                                 | 97         |
| <b>3.3</b> | <b>Mikroskop . . . . .</b>  | <b>68</b> | 4.2       | Komorové mikroskopy . . . . .   | 101        |
| 3.3.1      | Stativ, mikroskopovací stůl, osvětlovací zařízení . . . . .         | 68        | <b>5.</b> | <b>Mikrofotografická laboratoř</b>                                    | <b>105</b> |
| 3.3.2      | Objektivy . . . . .   | 70        | <b>6.</b> | <b>Práce s mikrofotografickými pomůckami . . . . .</b>                | <b>108</b> |
| 3.3.2.1    | Objektivy pro makrofotografii . . . . .                             | 70        | 6.1       | Všeobecné poznámky . . . . .  | 108        |
| 3.3.2.2    | Objektivy pro snímky s mikroskopem . . . . .                        | 71        | 6.1.1     | Požadavky kladené na předmět . . . . .                                | 108        |
|            | Achromáty . . . . .   | 72        | 6.1.2     | Volba měřítka zobrazení . . . . .                                     | 108        |
|            | Apochromáty . . . . .   | 72        | 6.1.2.1   | Všeobecné poznámky . . . . .  | 108        |
|            | Planachromatické objektivy (planobjektivy) . . . . .                | 72        | 6.1.2.2   | Výpočet měřítka zobrazení . . . . .                                   | 109        |
|            | Zrcadlové objektivy . . . . .                                       | 73        | 6.1.2.3   | Stanovení měřítka zobrazení . . . . .                                 | 110        |
|            | Monochromatické objektivy (monochromáty) . . . . .                  | 73        | 6.1.3     | Volba optického vybavení . . . . .                                    | 112        |
|            | Speciální objektivy pro fotografii v ultrafialové oblasti . . . . . | 74        | 6.1.3.1   | Barevná (chromatická) korekce objektivů . . . . .                     | 112        |
| 3.3.3      | Projekční soustavy . . . . .  | 75        | 6.1.3.2   | Kombinace objektivu a okuláru . . . . .                               | 112        |
| 3.3.3.1    | Okuláry . . . . .   | 75        | 6.1.4     | Volba fotografického citlivého materiálu . . . . .                    | 113        |
| 3.3.3.2    | Projektivy . . . . .  | 77        | 6.1.4.1   | Fotografický černobílý citlivý materiál . . . . .                     | 113        |
| 3.3.3.3    | Homály . . . . .  | 78        | 6.1.4.2   | Fotografický barevný citlivý materiál . . . . .                       | 116        |
| <b>3.4</b> | <b>Fotografický přístroj (komora) . . . . .</b>                     | <b>78</b> |           |   |            |
| <b>3.5</b> | <b>Zařízení pro odměřování doby expozice . . . . .</b>              | <b>80</b> |           |   |            |
| 3.5.1      | Štěrbinové závěrky . . . . .  | 80        |           |   |            |
| 3.5.2      | Centrální závěrky . . . . .   | 80        |           |   |            |
| 3.5.3      | Časový spínač . . . . .   | 81        |           |   |            |

|         |  |     |         |  |     |
|---------|--|-----|---------|--|-----|
| 6.1.5   | Stanovení doby expozice . . . . .  | 118 | 6.5.1.2 | Zjednodušené uspořádání . . . . .  | 148 |
| 6.1.5.1 | Zkušební snímek . . . . .  | 118 | 6.5.2   | Tmavé pole . . . . .   | 148 |
| 6.1.5.2 | Výpočet doby expozice po zkušebním snímku . . . . .                                  | 122 | 6.5.2.1 | Ostré ohraničené osvětlení . . . . .                                       | 148 |
| 6.1.5.3 | Expozimetry . . . . .  | 123 | 6.5.2.2 | Zjednodušené uspořádání . . . . .  | 149 |
|         | Optické expoziometry . . . . .   | 123 | 6.5.2.3 | Azimutální osvětlení . . . . .   | 150 |
|         | Fotoelektrické kapesní expoziometry . . . . .  | 123 | 6.6     | <i>Makroskopické snímky v dopadajícím světle . . . . .</i>                 | 151 |
|         | Fotoelektrické expoziometry pro nasazovací fotografické komory                       | 124 | 6.6.1   | Světlé pole . . . . .  | 151 |
|         | Zařízení pro měření doby expozice pro fotografické komory velikých formátů . . . . . | 127 | 6.6.2   | Tmavé pole prosté azimutu . . . . .  | 152 |
|         | Čidla . . . . .  | 129 | 6.6.3   | Azimutální tmavé pole . . . . .  | 152 |
| 6.1.5.4 | Expoziční automaty . . . . .   | 130 | 6.7     | <i>Snímky v dopadajícím světle s malým měřítkem zobrazení . . . . .</i>    | 155 |
| 6.1.5.5 | Regulační osvětlení . . . . .  | 133 | 6.7.1   | Světlé pole . . . . .  | 155 |
| 6.1.6   | Konečné zaostření . . . . .  | 134 | 6.7.2   | Tmavé pole prosté azimutu . . . . .  | 156 |
| 6.1.6.1 | Fotografické přístroje s vestavným objektivem . . . . .                              | 134 | 6.7.3   | Azimutální tmavé pole . . . . .  | 156 |
| 6.1.6.2 | Zaostřování na matnici . . . . .   | 134 | 6.8     | <i>Kombinované osvětlení dopadajícím a procházejícím světlem . . . . .</i> | 157 |
| 6.1.6.3 | Zaostřování na čirou skleněnou desku . . . . .                                       | 135 | 6.9     | <i>Zvláštní postupy . . . . .</i>  | 158 |
| 6.2     | <i>Mikrofotografie v procházejícím světle . . . . .</i>                              | 136 | 6.9.1   | Makrofotografie při telecentrickém chodu paprsků . . . . .                 | 158 |
| 6.2.1   | Světlé pole . . . . .  | 136 | 6.9.1.1 | Princip . . . . .  | 158 |
| 6.2.1.1 | Osvětlení podle Köhlerova principu . . . . .   | 136 | 6.9.1.2 | Světelné zdroje . . . . .  | 160 |
| 6.2.1.2 | Jednoduché osvětlení . . . . .   | 137 | 6.9.1.3 | Optické filtry . . . . .   | 160 |
| 6.2.2   | Tmavé pole . . . . .   | 138 | 6.9.1.4 | Optické vybavení . . . . .   | 160 |
| 6.2.2.1 | Osvětlení suchým kondenzorem   | 138 | 6.9.1.5 | Mikrofotografické vybavení . . . . .                                       | 161 |
| 6.2.2.2 | Osvětlení imerzním kondenzorem . . . . .   | 139 | 6.9.2   | Metody zjišťování šíř v mikrofotografii . . . . .                          | 161 |
| 6.3     | <i>Makrofotografické snímky v procházejícím světle . . . . .</i>                     | 141 | 6.9.2.1 | Princip . . . . .  | 161 |
| 6.3.1   | Světlé pole . . . . .  | 141 | 6.9.2.2 | Světelné zdroje . . . . .  | 163 |
| 6.3.1.1 | Osvětlení podle Köhlerova principu . . . . .   | 141 | 6.9.2.3 | Optické filtry . . . . .   | 163 |
| 6.3.1.2 | Zjednodušené uspořádání . . . . .  | 142 | 6.9.2.4 | Optické vybavení . . . . .   | 164 |
| 6.3.2   | Tmavé pole . . . . .   | 142 | 6.9.2.5 | Mikrofotografické vybavení . . . . .                                       | 164 |
| 6.4     | <i>Snímky v procházejícím světle při malém měřítku zobrazení . . . . .</i>           | 143 | 6.9.2.6 | Fotografický citlivý materiál . . . . .                                    | 166 |
| 6.4.1   | Světlé pole . . . . .  | 143 | 6.9.3   | Mikrofotografie ve fázovém kontrastu . . . . .                             | 166 |
| 6.4.2   | Tmavé pole . . . . .   | 144 | 6.9.3.1 | Základní pojmy . . . . .   | 166 |
| 6.5     | <i>Mikrofotografické snímky v dopadajícím světle . . . . .</i>                       | 145 | 6.9.3.2 | Optické vybavení . . . . .   | 168 |
| 6.5.1   | Světlé pole . . . . .  | 145 | 6.9.3.3 | Optické filtry . . . . .   | 168 |
| 6.5.1.1 | Osvětlení podle Köhlerova principu . . . . .   | 146 | 6.9.3.4 | Fotografický citlivý materiál . . . . .                                    | 170 |
|         |  |     | 6.9.3.5 | Zvláštnosti pracovního postupu . . . . .                                   | 171 |
|         |  |     | 6.9.4   | Mikrofotografie v polarizovaném světle . . . . .                           | 172 |
|         |  |     | 6.9.4.1 | Základní pojmy . . . . .   | 172 |
|         |  |     | 6.9.4.2 | Světelné zdroje . . . . .  | 172 |
|         |  |     | 6.9.4.3 | Optické filtry . . . . .   | 173 |
|         |  |     | 6.9.4.4 | Optické vybavení . . . . .   | 174 |
|         |  |     | 6.9.4.5 | Mikrofotografické vybavení . . . . .                                       | 175 |
|         |  |     | 6.9.4.6 | Fotografický citlivý materiál a jeho vyvolávání . . . . .                  | 176 |
|         |  |     | 6.9.4.7 | Speciální snímková technika . . . . .                                      | 177 |
|         |  |     |         | Všeobecné údaje . . . . .  | 177 |

|         |  |     |  |  |     |
|---------|--|-----|--|--|-----|
|         | Snímky osových obrazů . . . . .                                      | 178 |  | Uspořádání přístrojů . . . . .   | 209 |
| 6.9.5   | Mikrofotografie v oblasti infračerveného záření . . . . .            | 180 |  | Osvětlení a vyclonění . . . . .  | 210 |
| 6.9.5.1 | Základní pojmy . . . . .   | 180 | 6.9.8.6  | Technika stereomikrofotografie   | 211 |
|         | Obory použití . . . . .  | 180 |  | Pozorování stereomikrofotografických snímků . . . . .  | 211 |
|         | Čidla . . . . .  | 181 | 6.9.9  | Mikrofotografie se zábleskovou výbojkou . . . . .  | 212 |
| 6.9.5.2 | Zdroje záření . . . . .  | 183 | 6.9.9.1  | Optické filtry . . . . .   | 212 |
| 6.9.5.3 | Optické filtry . . . . .   | 183 | 6.9.9.2  | Zábleskové výbojky a zábleskové osvětlení . . . . .  | 212 |
| 6.9.5.4 | Optické vybavení . . . . .   | 184 | 6.9.9.3  | Optické filtry . . . . .   | 214 |
| 6.9.5.5 | Mikrofotografické vybavení . . . . .                                 | 184 | 6.9.9.4  | Optické vybavení . . . . .   | 215 |
| 6.9.5.6 | Fotografický citlivý materiál . . . . .                              | 185 | 6.9.9.5  | Mikrofotografické vybavení . . . . .   | 215 |
| 6.9.5.7 | Speciální snímková technika . . . . .                                | 186 | 6.9.9.6  | Určování expozice . . . . .  | 215 |
|         | Mikrofotografie pomocí převaděče obrazu . . . . .                    | 186 | 6.9.9.7  | Fotografický citlivý materiál a jeho vyvolávání . . . . .  | 218 |
|         | Zaostřování infračerveného obrazu . . . . .                          | 186 |  |  |     |
|         | Stanovení doby expozice . . . . .                                    | 186 | <b>7. Katalogizace snímků . . . . .</b>                | <b>219</b>   |     |
|         | Infrachromatická mikrofotografie                                     | 186 | 7.1  | <i>Protokol o snímku.</i> . . . . .  | 219 |
| 6.9.6   | Mikrofotografie v oblasti ultrafialového záření . . . . .            | 188 | 7.2  | <i>Archivace negativů</i> . . . . .  | 219 |
| 6.9.6.1 | Oblast použití a čidla . . . . .                                     | 188 |  |  |     |
| 6.9.6.2 | Zdroje záření . . . . .  | 189 | <b>8. Pokyny z praxe . . . . .</b>                     | <b>222</b>   |     |
| 6.9.6.3 | Optické filtry . . . . .   | 189 | 8.1  | <i>Rady týkající se techniky snímků</i>  | 222 |
| 6.9.6.4 | Optické vybavení . . . . .   | 190 | 8.1.1  | Zvýšení kontrastu u předmětů difúzně odražejících a rozptylujících světlo . . . . .                  | 222 |
| 6.9.6.5 | Mikrofotografické vybavení . . . . .                                 | 190 | 8.1.2  | Ochrana před rušivými reflexy a jejich odstranění . . . . .  | 223 |
| 6.9.6.6 | Fotografický citlivý materiál . . . . .                              | 191 | 8.1.2.1  | Reflexy světla na nekovových plochách . . . . .  | 223 |
| 6.9.6.7 | Speciální snímková technika . . . . .                                | 191 | 8.1.2.2  | Reflexy světla na vyklenutých nebo drsných kovových plochách při makrofotografii . . . . .           | 223 |
|         | Zaostření obrazu tvořeného ultrafialovým zářením . . . . .           | 191 | 8.1.2.3  | Odstranění reflexů světla na čočkách objektivů u mikroskopů pro práci v dopadajícím světle . . . . . | 223 |
|         | Stanovení měřítka zobrazení při práci s monochromáty . . . . .       | 192 | 8.1.3  | Snižení rozptylu světla u nasazovacích fotografických komor . . . . .                                | 226 |
|         | Barevná mikrofotografie v oblasti ultrafialového záření . . . . .    | 192 | 8.1.4  | Vliv znečištění čočkových soustav  | 226 |
| 6.9.7   | Fluorescenční mikrofotografie . . . . .                              | 193 | 8.1.5  | Porovnávací snímky . . . . .   | 229 |
| 6.9.7.1 | Základní pojmy . . . . .   | 193 | 8.1.6  | Zobrazení měřítka na mikrofotografických snímcích . . . . .  | 230 |
| 6.9.7.2 | Světelné zdroje . . . . .  | 193 | 8.1.7  | Fotografické zobrazení celého předmětového pole okuláru . . . . .                                    | 234 |
| 6.9.7.3 | Optické filtry . . . . .   | 194 | 8.2  | <i>Fototechnické pokyny</i> . . . . .  | 235 |
| 6.9.7.4 | Optické vybavení . . . . .   | 194 |  |  |     |
| 6.9.7.5 | Mikrofotografické vybavení . . . . .                                 | 195 | <b>Tabulky . . . . .</b>                               | <b>237</b>   |     |
| 6.9.7.6 | Fotografický citlivý materiál . . . . .                              | 195 | <b>Vysvětlení některých odborných výrazů . . . . .</b> | <b>246</b>   |     |
| 6.9.7.7 | Speciální snímková technika . . . . .                                | 195 | <b>Literatura . . . . .</b>                            | <b>249</b>   |     |
| 6.9.8   | Stereomikrofotografie . . . . .                                      | 196 | <b>Rejstřík . . . . .</b>                              | <b>253</b>   |     |
| 6.9.8.1 | Oblast použití a předměty vhodné pro stereomikrofotografii . . . . . | 196 |  |  |     |
| 6.9.8.2 | Princip stereomikrofotografie . . . . .                              | 196 |  |  |     |
| 6.9.8.3 | Snímky při sbíhavých optických osách mikroskopů . . . . .            | 198 |  |  |     |
|         | Princip a uspořádání přístrojů . . . . .                             | 198 |  |  |     |
|         | Snímková technika . . . . .  | 200 |  |  |     |
| 6.9.8.4 | Snímky při rovnoběžných optických osách mikroskopů . . . . .         | 202 |  |  |     |
|         | Princip a uspořádání přístrojů . . . . .                             | 202 |  |  |     |
|         | Snímková technika . . . . .  | 204 |  |  |     |
| 6.9.8.5 | Snímky s nakloněnou polohou os osvětlovacího zdroje . . . . .        | 208 |  |  |     |
|         | Princip . . . . .  | 208 |  |  |     |