

# OBSAH

|          |                                                    |    |
|----------|----------------------------------------------------|----|
| 1.       | PŘEHLED A VÝVOJ SVAŘOVÁNÍ (ing. Jiří Bernas) ..... | 1  |
| 1.1      | Úvod .....                                         | 1  |
| 1.2      | Přehled svařování .....                            | 2  |
| 1.2.1    | Svařování tlakem .....                             | 2  |
| 1.2.1.1  | Svařování kovářské .....                           | 3  |
| 1.2.1.2  | Svařování vodním plynem .....                      | 3  |
| 1.2.1.3  | Svařování elektrickým odporem ...                  | 5  |
| 1.2.1.4  | Svařování termitem tlakové .....                   | 8  |
| 1.2.1.5  | Pěchovací svařování plamenem ....                  | 10 |
| 1.2.1.6  | Svařování třením .....                             | 11 |
| 1.2.1.7  | Svařování tlakem za studena .....                  | 12 |
| 1.2.1.8  | Difuzní svařování .....                            | 12 |
| 1.2.1.9  | Svařování indukční .....                           | 12 |
| 1.2.1.10 | Svařování ultrazvukem .....                        | 13 |
| 1.2.1.11 | Svařování explozí .....                            | 14 |
| 1.2.2    | Svařování tavné .....                              | 14 |
| 1.2.2.1  | Svařování plamenem .....                           | 15 |
| 1.2.2.2  | Svařování elektrickým obloukem ..                  | 15 |
| 1.2.2.3  | Svařování termitem bez použití<br>tlaku .....      | 21 |
| 1.2.2.4  | Elektrostruskové svařování .....                   | 21 |
| 1.2.2.5  | Svařovací pistole na přivařování<br>svorníků ..... | 22 |
| 1.2.2.6  | Svařování paprskem elektronů ....                  | 24 |
| 1.2.2.7  | Svařování světelným paprskem ....                  | 25 |
| 1.3      | Historie a rozvoj svařování .....                  | 25 |
| 1.4      | Kontrolní otázky .....                             | 28 |

|                                                                      |    |
|----------------------------------------------------------------------|----|
| 2. ZÁKLADNÍ MATERIÁLY (ing. Jiří Bernas) .....                       | 29 |
| 2.1 Stavba hmoty .....                                               | 29 |
| 2.2 Základy metalografie .....                                       | 33 |
| 2.2.1 Úvod .....                                                     | 33 |
| 2.2.2 Základy metalografie ocelí .....                               | 38 |
| 2.3 Mechanické vlastnosti kovů .....                                 | 43 |
| 2.4 Technické železo .....                                           | 52 |
| 2.5 Ocel .....                                                       | 53 |
| 2.5.1 Ocel tvářená .....                                             | 54 |
| 2.5.1.1 Tepelné zpracování .....                                     | 55 |
| 2.5.1.2 Značení tvářených ocelí .....                                | 59 |
| 2.5.1.3 Svařitelnost ocelí .....                                     | 64 |
| 2.5.2 Ocel na odlitky .....                                          | 71 |
| 2.5.2.1 Označování ocelí na odlitky ....                             | 71 |
| 2.6 Šedá litina .....                                                | 73 |
| 2.6.1 Tvárná litina .....                                            | 75 |
| 2.7 Temperovaná litina .....                                         | 75 |
| 2.8 Neželezné kovy .....                                             | 78 |
| 2.8.1 Měď a její slitiny .....                                       | 78 |
| 2.8.2 Hliník a jeho slitiny .....                                    | 82 |
| 2.8.3 Ostatní neželezné kovy .....                                   | 84 |
| 2.9 Kontrolní otázky .....                                           | 85 |
| 3. PŘÍDAVNÉ MATERIÁLY PRO SVAŘOVÁNÍ (ing. Jiří Bernas)..             | 86 |
| 3.1 Úvod .....                                                       | 86 |
| 3.2 Výroba přídatných materiálů .....                                | 86 |
| 3.3 Elektrody pro ruční svařování .....                              | 87 |
| 3.3.1 Elektrody pro spojovací svary nelegova-<br>ných ocelí .....    | 91 |
| 3.3.2 Elektrody pro spojovací svary nízkole-<br>govaných ocelí ..... | 94 |

|       |                                                                            |     |
|-------|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3.3.3 | Elektrody pro spojovací svary ocelí vysokolegovaných .....                 | 94  |
| 3.3.4 | Elektrody pro návary vrstev se zvláštními vlastnostmi .....                | 100 |
| 3.3.5 | Elektrody pro svařování neželezných kovů .....                             | 103 |
| 3.3.6 | Elektrody pro svařování šedé litiny .....                                  | 103 |
| 3.4   | Dráty pro svařování plamenem .....                                         | 107 |
| 3.4.1 | Dráty pro svařování nelegovaných ocelí plamenem .....                      | 107 |
| 3.4.2 | Dráty pro svařování ocelí nízkolegovaných .....                            | 108 |
| 3.4.3 | Dráty pro svařování ocelí vysokolegovaných .....                           | 108 |
| 3.4.4 | Dráty a tyčinky pro navařování vrstev se zvláštními vlastnostmi .....      | 110 |
| 3.4.5 | Tyčinky pro svařování šedé litiny .....                                    | 111 |
| 3.5   | Ostatní přídavné materiály .....                                           | 112 |
| 3.6   | Kontrolní otázky .....                                                     | 112 |
| 4.    | ZDROJE ELEKTRICKÉHO PROUDU PRO OBLOUKOVÉ SVAŘOVÁNÍ (Antonín Zambory) ..... | 113 |
| 4.1   | Základy elektrotechniky pro svářeče .....                                  | 113 |
| 4.2   | Druhy elektrických proudů a jejich výroba .....                            | 115 |
| 4.2.1 | Stejnoseměrný proud .....                                                  | 115 |
| 4.2.2 | Výroba stejnosměrného proudu .....                                         | 117 |
| 4.2.3 | Střídavý proud .....                                                       | 118 |
| 4.2.4 | Výroba střídavého proudu .....                                             | 118 |
| 4.3   | Elektrický svařovací oblouk .....                                          | 124 |
| 4.4   | Zdroje elektrického proudu pro svařování .....                             | 129 |
| 4.4.1 | Některé nejdůležitější charakteristické veličiny svářeček .....            | 129 |
| 4.4.2 | Statická charakteristika svářečky .....                                    | 131 |
| 4.4.3 | Dynamická charakteristika .....                                            | 134 |

|       |                                                                       |     |
|-------|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.4.4 | Zdroje svařovacího proudu střídavého ...                              | 135 |
| 4.4.5 | Spojení dvou svářeček .....                                           | 143 |
| 4.5   | Hodnoty svařovacích strojů u nás používaných ..                       | 145 |
| 4.5.1 | Hodnoty svařovacích strojů na střídavý proud .....                    | 145 |
| 4.5.2 | Hodnoty stejnosměrných strojů rotačních .....                         | 148 |
| 4.5.3 | Hodnoty svařovacích usměrňovačů .....                                 | 149 |
| 4.6   | Přepólování svařovacího rotačního stroje .....                        | 151 |
| 4.7   | Svařovací okruh svářečky .....                                        | 152 |
| 4.7.1 | Bludné proudy .....                                                   | 153 |
| 4.7.2 | Magnetické foukání oblouku .....                                      | 155 |
| 4.8   | Údržba svářeček .....                                                 | 158 |
| 4.9   | Výboje statické elektřiny .....                                       | 159 |
| 4.10  | Kontrolní otázky .....                                                | 159 |
| 5.    | TECHNOLÓGIE SVAŘOVÁNÍ ELEKTRICKÝM OBLOUKEM<br>(Antonín Nováček) ..... | 161 |
| 5.1   | Svarek .....                                                          | 161 |
| 5.2   | Sestava svarku .....                                                  | 161 |
| 5.3   | Postup svařování .....                                                | 169 |
| 5.4   | Kontrolní otázky .....                                                | 215 |
| 6.    | DEFORMACE A PNUTÍ PŘI SVAŘOVÁNÍ (Antonín Nováček) ..                  | 216 |
| 6.1   | Úvod .....                                                            | 216 |
| 6.2   | Druhy deformací .....                                                 | 219 |
| 6.3   | Postupy svařování ke snížení deformací .....                          | 224 |
| 6.4   | Snížení pnutí tepelným zpracováním .....                              | 227 |
| 6.5   | Rovnění plamenem .....                                                | 227 |
| 6.6   | Kontrolní otázky .....                                                | 228 |

|                                                                                                   |                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| <b>7. BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI SVAŘOVÁNÍ ELEKTRICKÝM OBLOUKEM (Karel Motyka) .....</b>     | <b>229</b>     |
| 7.1 Všeobecně .....                                                                               | 229            |
| 7.2 Oprávnění ke svařování elektrickým obloukem ....                                              | 230            |
| 7.3 Průkaz svářeče .....                                                                          | 230            |
| 7.4 Výstroj .....                                                                                 | 231            |
| 7.5 Výzbroj .....                                                                                 | 231            |
| 7.6 Pracoviště .....                                                                              | 231            |
| 7.7 Opatření před uvedením stroje do provozu .....                                                | 232            |
| 7.8 Svařování proudem střídavým - transformátorem ..                                              | 234            |
| 7.9 Manipulace se zařízením .....                                                                 | 235            |
| 7.10 Údržba .....                                                                                 | 237            |
| 7.11 Nebezpečí úrazu elektrickým proudem .....                                                    | 238            |
| 7.12 Účinky záření elektrického oblouku .....                                                     | 239            |
| 7.13 Ohrožení nebezpečnými zplodinami vznikajícími<br>při svařování .....                         | 240            |
| 7.14 Větrání svařoven .....                                                                       | 241            |
| 7.15 Nebezpečí popálení a mechanického úrazu .....                                                | 242            |
| 7.16 Práce na místech s nebezpečím požáru nebo výbuchu                                            | 243            |
| 7.17 Ukončení práce .....                                                                         | 244            |
| 7.18 Pokyny pro svářeče elektrickým obloukem .....                                                | 244            |
| 7.19 Kontrolní otázky .....                                                                       | 246            |
| <br><b>8. METODIKA PRAKTICKÉHO VÍCVIKU SVAŘOVÁNÍ ELEKTRICKÝM OBLOUKEM (Antonín Nováček) .....</b> | <br><b>247</b> |
| 8.1 Úvod .....                                                                                    | 247            |
| 8.2 Zapálení oblouku .....                                                                        | 249            |
| 8.3 Návarová housenka .....                                                                       | 250            |
| 8.4 Návary .....                                                                                  | 254            |
| 8.5 Koutový svar v úžlabí (jednovrstvý) .....                                                     | 254            |
| 8.6 Koutový svar v úžlabí (vícevrstvý) .....                                                      | 257            |
| 8.7 Koutový svar jednovrstvý vodorovný shora .....                                                | 258            |
| 8.8 Svar koutový třívrstvý vodorovný shora .....                                                  | 260            |
| 8.9 Koutový svar dvouvrstvý vodorovný shora .....                                                 | 264            |
| 8.10 I svar jednostranný .....                                                                    | 265            |

|      |                                                     |     |
|------|-----------------------------------------------------|-----|
| 8.11 | I svar oboustranný .....                            | 268 |
| 8.12 | Rohový spoj .....                                   | 270 |
| 8.13 | V svar na měděné podložce .....                     | 271 |
| 8.14 | V svar s ocelovou podložkou .....                   | 273 |
| 8.15 | V svar podložený .....                              | 274 |
| 8.16 | V svar vydrážkovaný a podložený .....               | 276 |
| 8.17 | Poloviční V svar .....                              | 278 |
| 8.18 | Oboustranný V svar .....                            | 281 |
| 8.19 | Svar koutový dvouvrstvý, poloha svislá .....        | 283 |
| 8.20 | Spoj rohový - poloha svislá (B <sub>4</sub> ) ..... | 285 |
| 8.21 | V svar poloha svislá .....                          | 285 |
| 8.22 | Svařování trubky s otáčením .....                   | 289 |
| 8.23 | Drážkování uhlíkovou elektrodou .....               | 290 |
| 8.24 | Přírubový spoj .....                                | 292 |
| 8.25 | Sestavy svarků .....                                | 293 |
| 8.26 | Svařování slabých plechů .....                      | 295 |
|      | 8.26.1 Rohový spoj .....                            | 295 |
|      | 8.26.2 I svar jednostranný .....                    | 295 |
|      | 8.26.3 Svar koutový jednostranný .....              | 296 |
|      | 8.26.4 Svar koutový, přerušovaný .....              | 298 |
| 8.27 | Ocel na odlitky .....                               | 299 |
| 8.28 | Šedá litina .....                                   | 299 |
| 8.29 | Navařování .....                                    | 300 |
| 8.30 | Svařování hliníku .....                             | 302 |
| 8.31 | Svařování slitin Al-Si .....                        | 303 |
| 8.32 | Svařování olova .....                               | 304 |