

# Obsah

|                                                                                                |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Úvod.....</b>                                                                               | <b>7</b>  |
| <b>1 Bezpečnosť a ochrana zdravia pri zváraní .....</b>                                        | <b>9</b>  |
| 1.1 Obsah a cieľ cvičenia .....                                                                | 9         |
| 1.2 BOZP vo zváraní .....                                                                      | 9         |
| 1.3 Zdravotné riziká pri zváraní .....                                                         | 10        |
| 1.3.1 Chemické riziká .....                                                                    | 10        |
| 1.3.2 Fyzikálne riziká .....                                                                   | 10        |
| 1.4 Oprávnenia a požiadavky na zváranie, na zvaracie pracovisko a príslušenstvo pri zváraní .. | 11        |
| 1.4.1 Pracovníci .....                                                                         | 11        |
| 1.4.2 Práce so zvýšeným nebezpečenstvom .....                                                  | 11        |
| 1.4.3 Tlakové fľaše a hadice .....                                                             | 12        |
| 1.4.4 Pracoviská .....                                                                         | 13        |
| 1.5 Osobné ochranné pracovné prostriedky .....                                                 | 15        |
| 1.6 Úlohy .....                                                                                | 16        |
| <b>2 Základné pojmy pri zváraní.....</b>                                                       | <b>17</b> |
| 2.1 Obsah a cieľ cvičenia .....                                                                | 17        |
| 2.2 Základné pojmy pri zváraní .....                                                           | 17        |
| 2.3 Geometria zvarových plôch.....                                                             | 19        |
| 2.4 Typy zvarových spojov .....                                                                | 20        |
| 2.5 Rozmery zvaru .....                                                                        | 21        |
| 2.6 Úlohy .....                                                                                | 23        |
| <b>3 Tvorba a čítanie výkresovej dokumentácie zváraných konštrukcií .....</b>                  | <b>25</b> |
| 3.1 Obsah a cieľ cvičenia .....                                                                | 25        |
| 3.2 Výkresy zváraných konštrukcií.....                                                         | 25        |
| 3.3 Označovanie zvarov na výkresoch .....                                                      | 25        |
| 3.4 Zápis rozmerov zvarov .....                                                                | 30        |
| 3.5 Úlohy .....                                                                                | 33        |
| <b>4 Postupy zvárania .....</b>                                                                | <b>35</b> |
| 4.1 Obsah a cieľ cvičenia .....                                                                | 35        |
| 4.2 Stanovenie a schválenie postupov zvárania .....                                            | 35        |
| 4.3 Postup schvaľovania .....                                                                  | 36        |
| 4.4 Vzor WPQR.....                                                                             | 38        |
| 4.4.1 WPQR pre tupý V-zvar .....                                                               | 39        |
| 4.4.2 WPQR pre kútový zvar .....                                                               | 45        |
| 4.5 Vzor WPS .....                                                                             | 50        |
| 4.6 Úlohy .....                                                                                | 51        |

|          |                                                                                                        |           |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>5</b> | <b>Výpočet času zvarovania a ceny za zvar .....</b>                                                    | <b>52</b> |
| 5.1      | Obsah a cieľ cvičenia .....                                                                            | 52        |
| 5.2      | Postup výpočtu.....                                                                                    | 52        |
| 5.2.1    | Vzorový príklad.....                                                                                   | 52        |
| 5.2.2    | Výpočet plochy zvarovej medzery + prevýšenie .....                                                     | 53        |
| 5.2.3    | Výpočet počtu vrstiev podľa zadaných parametrov MAG zvarovania a korekcie zvaracích parametrov .....   | 55        |
| 5.2.4    | Výpočet času zvarovania, spotreby prídavného materiálu, ochrannej atmosféry a ceny za zvarovanie ..... | 56        |
| 5.3      | Úlohy .....                                                                                            | 56        |
| <b>6</b> | <b>Základné oblúkové technológie zvarovania.....</b>                                                   | <b>58</b> |
| 6.1      | Obsah a cieľ cvičenia .....                                                                            | 58        |
| 6.2      | Systém označovania technológií zvarovania a príbuzných procesov podľa normy STN EN ISO 4063 .....      | 58        |
| 6.3      | Technológia zvarovania obalenou elektródou .....                                                       | 59        |
| 6.3.1    | Princíp metódy .....                                                                                   | 59        |
| 6.3.2    | Obalené elektródy .....                                                                                | 60        |
| 6.3.3    | Parametre zvarovania .....                                                                             | 62        |
| 6.3.4    | Použitie, výhody a nevýhody.....                                                                       | 63        |
| 6.4      | Oblúkové zvarovanie taviacou sa elektródou v aktívnom alebo inertnom plyne .....                       | 63        |
| 6.4.1    | Princíp metódy .....                                                                                   | 63        |
| 6.4.2    | Prídavné materiály pre MAG/MIG zvarovanie .....                                                        | 65        |
| 6.4.3    | Ochranné atmosféry pre MAG/MIG zvarovanie.....                                                         | 66        |
| 6.4.4    | Parametre zvarovania .....                                                                             | 67        |
| 6.4.5    | Použitie, výhody a nevýhody.....                                                                       | 71        |
| 6.5      | Oblúkové zvarovanie netaviacou sa volfrámovou elektródou v inertnej ochrannej atmosfére..              | 71        |
| 6.5.1    | Princíp metódy .....                                                                                   | 71        |
| 6.5.2    | Volfrámové elektródy.....                                                                              | 73        |
| 6.5.3    | Prídavné materiály pre TIG zvarovanie .....                                                            | 74        |
| 6.5.4    | Parametre zvarovania .....                                                                             | 75        |
| 6.5.5    | Použitie, výhody a nevýhody.....                                                                       | 75        |
| 6.6      | Zvarovanie pod tavivom.....                                                                            | 76        |
| 6.6.1    | Princíp metódy .....                                                                                   | 76        |
| 6.6.2    | Prídavné materiály pre ZPT .....                                                                       | 77        |
| 6.6.3    | Tavivá .....                                                                                           | 78        |
| 6.6.4    | Parametre zvarovania .....                                                                             | 78        |
| 6.6.5    | Použitie, výhody a nevýhody.....                                                                       | 78        |
| 6.7      | Úlohy .....                                                                                            | 79        |
| <b>7</b> | <b>Ručné laserové zvarovanie.....</b>                                                                  | <b>80</b> |
| <b>8</b> | <b>Vybrané technológie zvarovania plastov .....</b>                                                    | <b>85</b> |
| 8.1      | Obsah a cieľ cvičenia .....                                                                            | 85        |
| 8.2      | Zvarovanie plastov .....                                                                               | 85        |
| 8.3      | Zvarovanie horúcim telesom na tupo.....                                                                | 86        |
| 8.3.1    | Príprava podmienok a kontrola zariadenia na zvarovanie .....                                           | 86        |
| 8.3.2    | Príprava materiálu .....                                                                               | 87        |
| 8.3.3    | Proces zvarovania.....                                                                                 | 88        |

|           |                                                                                                   |            |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 8.4       | Polyfúzne zváranie .....                                                                          | 90         |
| 8.4.1     | Príprava materiálu .....                                                                          | 90         |
| 8.4.2     | Príprava zvaracieho zariadenia.....                                                               | 91         |
| 8.4.3     | Proces zvárania.....                                                                              | 92         |
| 8.5       | Elektrofúzne zváranie.....                                                                        | 92         |
| 8.5.1     | Príprava materiálu .....                                                                          | 92         |
| 8.5.2     | Proces zvárania.....                                                                              | 93         |
| 8.5.3     | Proces chladnutia.....                                                                            | 94         |
| 8.5.4     | Proces dokončenia zvárania .....                                                                  | 94         |
| 8.6       | Zváranie horúcim plynom .....                                                                     | 94         |
| 8.7       | Zváranie extrudérom .....                                                                         | 95         |
| 8.8       | Objímkové zváranie rozpúšťadlom a cementom .....                                                  | 96         |
| 8.8.1     | Príprava podmienok a pomôcok na zváranie.....                                                     | 96         |
| 8.8.2     | Proces zvárania rozpúšťadlom .....                                                                | 96         |
| 8.9       | Úlohy .....                                                                                       | 97         |
| <b>9</b>  | <b>Chyby zvarových a spájkovaných spojov.....</b>                                                 | <b>98</b>  |
| 9.1       | Obsah a cieľ cvičenia .....                                                                       | 98         |
| 9.2       | Chyby zvarových a spájkovaných spojov .....                                                       | 98         |
| 9.3       | Chyby zvarových spojov .....                                                                      | 99         |
| 9.3.1     | Trhliny.....                                                                                      | 99         |
| 9.3.2     | Dutiny .....                                                                                      | 100        |
| 9.3.3     | Tuhé vtrúseniny.....                                                                              | 100        |
| 9.3.4     | Chyby natavenia a neprievar .....                                                                 | 101        |
| 9.3.5     | Odchýlky tvaru a rozmerov .....                                                                   | 101        |
| 9.3.6     | Rôzne chyby.....                                                                                  | 102        |
| 9.4       | Chyby tvrdo spájkovaných spojov.....                                                              | 102        |
| 9.4.1     | Trhliny.....                                                                                      | 103        |
| 9.4.2     | Dutiny .....                                                                                      | 103        |
| 9.4.3     | Tuhé prímiesky (inklúzie) .....                                                                   | 103        |
| 9.4.4     | Chyby spojenia.....                                                                               | 104        |
| 9.4.5     | Chyby tvaru a rozmerov .....                                                                      | 104        |
| 9.4.6     | Iné chyby .....                                                                                   | 105        |
| 9.5       | Chyby zvarových spojov na plastoch.....                                                           | 105        |
| 9.5.1     | Chyby zvarových spojov vyhotovených technológiou zvárania horúcim telesom na tupo.....            | 105        |
| 9.5.2     | Chyby zvarových spojov vyhotovených technológiou polyfúzneho zvárania.....                        | 106        |
| 9.5.3     | Chyby zvarových spojov vyhotovených technológiou elektrofúzneho zvárania – elektrotvarovkou ..... | 107        |
| 9.6       | Úlohy .....                                                                                       | 108        |
| <b>10</b> | <b>Nedeštruktívne skúšanie zvarov – vizuálna kontrola .....</b>                                   | <b>109</b> |
| 10.1      | Obsah a cieľ cvičenia .....                                                                       | 109        |
| 10.2      | Legislatíva v nedeštruktívnom skúšaní zvarov .....                                                | 109        |
| 10.3      | Vizuálna kontrola.....                                                                            | 110        |
| 10.4      | Princíp vizuálnej kontroly zvarov a spájkovaných spojov .....                                     | 110        |
| 10.4.1    | Pracovné podmienky a postup kontroly pri VT .....                                                 | 111        |
| 10.4.2    | Postup kontroly a hodnotenie indikácií.....                                                       | 112        |
| 10.4.2.1  | Základné rozmery a meradlá na VT kontrolu tupých zvarov .....                                     | 112        |

|           |                                                                     |            |
|-----------|---------------------------------------------------------------------|------------|
| 10.4.2.2  | Základné rozmery a meradlá na VT kontrolu kútových zvarov .....     | 113        |
| 10.5      | Úlohy .....                                                         | 114        |
| <b>11</b> | <b>Kapilárna a magnetická prášková kontrola .....</b>               | <b>117</b> |
| 11.1      | Obsah a cieľ cvičenia .....                                         | 117        |
| 11.2      | Kapilárna kontrola zvarov.....                                      | 117        |
| 11.2.1    | Postup kontroly a hodnotenie indikácií.....                         | 118        |
| 11.3      | Magnetická prášková kontrola .....                                  | 120        |
| 11.3.1    | Postup kontroly a hodnotenie indikácií.....                         | 123        |
| 11.3.2    | Úlohy .....                                                         | 126        |
| <b>12</b> | <b>Ultrazvuková kontrola .....</b>                                  | <b>131</b> |
| 12.1      | Obsah a cieľ cvičenia .....                                         | 131        |
| 12.2      | Princípy ultrazvukovej kontroly .....                               | 131        |
| 12.3      | Konvenčná ultrazvuková kontrola .....                               | 133        |
| 12.4      | Ultrazvuková odrazová technika „phased array“ .....                 | 134        |
| 12.5      | Ultrazvuková prechodová technika „Time of flight diffraction“ ..... | 136        |
| 12.6      | Úlohy .....                                                         | 138        |
| <b>13</b> | <b>Röntgenová kontrola .....</b>                                    | <b>139</b> |
| 13.1      | Obsah a cieľ cvičenia .....                                         | 139        |
| 13.2      | Princípy röntgenovej kontroly .....                                 | 139        |
| 13.3      | Konvenčná rádiografia .....                                         | 141        |
| 13.4      | Digitálna a počítačová rádiografia – DR/CR .....                    | 142        |
| 13.5      | Úlohy .....                                                         | 145        |
| <b>14</b> | <b>Tlakové skúšky – skúšanie tesnosti .....</b>                     | <b>146</b> |
| 14.1      | Obsah a cieľ cvičenia .....                                         | 146        |
| 14.2      | Tlakové skúšky.....                                                 | 146        |
| 14.3      | Skúška pevnosti .....                                               | 146        |
| 14.4      | Skúška tesnosti .....                                               | 146        |
| 14.5      | Rozdelenie skúšok tesnosti.....                                     | 148        |
| 14.6      | Metóda merania celkovej zmeny tlaku (poklesom tlaku) .....          | 148        |
| 14.7      | Úlohy .....                                                         | 151        |
|           | <b>Zoznam použitej literatúry .....</b>                             | <b>154</b> |