

# Spis treści

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Streszczenie .....</b>                              | <b>7</b>  |
| <b>Summary .....</b>                                   | <b>9</b>  |
| <b>Wykaz ważniejszych oznaczeń.....</b>                | <b>11</b> |
| <b>1. Wprowadzenie .....</b>                           | <b>13</b> |
| <b>2. Cięcie wsadu do kucia dokładnego.....</b>        | <b>17</b> |
| 2.1. Zasady cięcia.....                                | 17        |
| 2.2. Cięcie wsadu w przyrządzie .....                  | 22        |
| 2.3. Przegląd i ocena metod bezodpadowego cięcia ..... | 24        |
| <b>Literatura.....</b>                                 | <b>32</b> |
| <b>3. Kucie dokładne na prasach i młotach .....</b>    | <b>34</b> |
| 3.1. Pojęcia podstawowe .....                          | 34        |
| 3.2. Wsad do kucia dokładnego .....                    | 37        |
| 3.3. Konstrukcja matryc .....                          | 41        |
| 3.4. Matryce z ruchomą wkładką .....                   | 46        |
| 3.4.1. Zastosowanie przeciwnacisku .....               | 46        |
| 3.4.2. Kucie kół zębatach.....                         | 47        |
| 3.4.3. Siła kucia.....                                 | 48        |
| 3.4.4. Wyciskanie boczne kołnierzy .....               | 51        |
| 3.5. Kucie odkuwek z występami osiowymi .....          | 53        |
| 3.6. Obciążenie narzędzi .....                         | 56        |
| 3.7. Zastosowanie kucia dokładnego.....                | 62        |
| 3.7.1. Kucie piasty z tarczą .....                     | 62        |
| 3.7.2. Kucie spiralnego koła zębatego .....            | 65        |
| 3.8. Zakres zastosowania kucia dokładnego .....        | 67        |
| <b>Literatura.....</b>                                 | <b>70</b> |
| <b>4. Proces wyciskania .....</b>                      | <b>74</b> |
| 4.1. Wprowadzenie .....                                | 74        |
| 4.2. Metody wyciskania .....                           | 75        |
| 4.3. Stan odkształcenia .....                          | 77        |

|                                                                                   |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.4. Parametry stanu odkształcenia przy wyciskaniu .....                          | 81  |
| 4.4.1. Stopień odkształcenia.....                                                 | 81  |
| 4.4.2. Prędkość odkształcenia .....                                               | 82  |
| 4.4.3. Tarcie powierzchniowe i smarowanie.....                                    | 83  |
| 4.5. Siła wyciskania.....                                                         | 84  |
| 4.6. Proces technologiczny.....                                                   | 90  |
| 4.6.1. Podstawowe zasady opracowania procesu wyciskania .....                     | 90  |
| 4.6.2. Wyciskanie osiowosymetryczne .....                                         | 91  |
| 4.6.3. Wyciskanie asymetryczne .....                                              | 91  |
| 4.6.4. Oprzyrządowanie .....                                                      | 94  |
| 4.7. Wyciskanie hydrauliczne .....                                                | 95  |
| 4.8. Wyciskanie prętów i rur .....                                                | 95  |
| 4.9. Złożony proces wyciskania .....                                              | 96  |
| 4.10. Wyciskanie żeber usztywniających.....                                       | 99  |
| <b>Literatura</b> .....                                                           | 102 |
| <b>5. Kucie izotermiczne</b> .....                                                | 104 |
| 5.1. Charakterystyka procesu .....                                                | 104 |
| 5.2. Narzędzia do kucia izotermicznego .....                                      | 106 |
| 5.3. Zastosowanie kucia izotermicznego.....                                       | 108 |
| 5.3.1. Odkuwka z żebrami na powierzchni bocznej.....                              | 111 |
| 5.3.2. Odkuwka z żebrami na powierzchni czołowej.....                             | 115 |
| 5.3.3. Złożona odkuwka cienkościenna .....                                        | 118 |
| 5.3.4. Cienkościenna odkuwka osiowosymetryczna .....                              | 120 |
| <b>Literatura</b> .....                                                           | 122 |
| <b>6. Odkształcanie w warunkach nadplastyczności</b> .....                        | 123 |
| 6.1. Pojęcia podstawowe .....                                                     | 123 |
| 6.2. Własności materiałów nadplastycznych.....                                    | 125 |
| 6.2.1. Wyznaczenie parametru $m$ w próbie rozciągania.....                        | 127 |
| 6.2.2. Wyznaczenie parametru $m$ w próbie ściskania .....                         | 130 |
| 6.2.3. Wpływ prędkości odkształcenia na parametr $m$ .....                        | 131 |
| 6.3. Charakterystyka materiałów nadplastycznych .....                             | 132 |
| 6.4. Technologiczne wykorzystanie nadplastyczności .....                          | 134 |
| 6.4.1. Odkształcanie stopów średniotopliwych .....                                | 134 |
| 6.4.2. Ciągnięcie bezstykowe .....                                                | 136 |
| 6.4.3. Zastosowanie nadplastyczności stali w zakresie przemian fazowych.....      | 137 |
| 6.5. Zasady opracowania technologii odkształcania materiałów nadplastycznych..... | 138 |
| <b>Literatura</b> .....                                                           | 140 |
| <b>7. Kucie na półgorąco</b> .....                                                | 143 |
| 7.1. Opór odkształcenia w procesie kucia na półgorąco .....                       | 144 |
| 7.2. Określenie odkształceń i naprężeń granicznych.....                           | 147 |
| 7.3. Kinematyka płynięcia w procesie kucia na półgorąco .....                     | 152 |

|                                                                                               |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.4. Zależność naprężenia uplastyczniającego od odkształcenia i prędkości odkształcenia ..... | 154 |
| 7.5. Zastosowanie kucia na półgorąco .....                                                    | 156 |
| 7.6. Własności mechaniczne i struktura odkuwek kutech na półgorąco .....                      | 157 |
| 7.7. Smarowanie w procesie kucia na półgorąco .....                                           | 158 |
| 7.8. Proces kucia tulei .....                                                                 | 159 |
| 7.9. Proces kucia koła zębatego .....                                                         | 162 |
| <b>Literatura</b> .....                                                                       | 164 |
| <b>8. Kucie z udziałem fazy ciekłej</b> .....                                                 | 165 |
| 8.1. Kucie z ciekłego metalu .....                                                            | 165 |
| 8.2. Kucie ze stopów metali w stanie półciekłym .....                                         | 166 |
| 8.3. Zastosowanie kucia w stanie półciekłym .....                                             | 168 |
| 8.4. Wyciskanie stopów w stanie półciekłym .....                                              | 175 |
| 8.4.1. Własności mechaniczne wyciskanych wyrobów .....                                        | 176 |
| 8.5. Przykłady zastosowania kształtowania w stanie półciekłym .....                           | 177 |
| <b>Literatura</b> .....                                                                       | 178 |
| <b>9. Dogniatanie odkuwek</b> .....                                                           | 180 |
| 9.1. Wielkość gniotu przy dogniataniu .....                                                   | 181 |
| 9.2. Dokładność przy dogniataniu .....                                                        | 181 |
| 9.3. Określanie nacisku przy dogniataniu .....                                                | 184 |
| 9.4. Konstrukcja rysunku odkuwki podlegającej dogniataniu .....                               | 187 |
| 9.5. Narzędzia do dogniatania .....                                                           | 189 |
| <b>Literatura</b> .....                                                                       | 190 |