

# **Modelowanie głowic pomiarowych pięcioosiowych systemów współrzędnościowych / Piotr Gąska. – Kraków, 2022**

## Spis treści

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Wstęp</b>   | <b>5</b>  |
| <b>2. Współrzędnościowa technika pomiarowa</b>  | <b>10</b> |
| 2.1. Współrzędnościowe maszyny pomiarowe  | 10        |
| 2.2. Głowice pomiarowe stosowane we współrzędnościowych maszynach pomiarowych   | 13        |
| 2.3. Oprogramowanie wykorzystywane we współrzędnościowych maszynach pomiarowych   | 20        |
| 2.4. Wzorcowanie maszyn pomiarowych zgodnie z wytycznymi norm ISO   | 22        |
| <b>3. Sprawdzanie i modelowanie dokładności głowic stosowanych we współrzędnościowych maszynach pomiarowych</b>                           | <b>29</b> |
| 3.1. Metody pośrednie   | 30        |
| 3.2. Metody bezpośrednie  | 35        |
| 3.3. Modelowanie głowic pomiarowych   | 44        |
| 3.3.1. Modele uniwersalne   | 44        |
| 3.3.2. Modele dedykowane  | 49        |
| <b>4. Cel i zakres pracy</b>  | <b>63</b> |
| <b>5. Pięcioosiowe systemy współrzędnościowe</b>  | <b>65</b> |
| 5.1. Ogólna charakterystyka pięcioosiowych systemów współrzędnościowych   | 65        |
| 5.2. Porównanie pomiarów w standardowym trybie pracy maszyny z pomiarami wykonanymi z użyciem pięcioosiowych systemów współrzędnościowych | 68        |
| <b>6. Identyfikacja źródeł błędów głowic pomiarowych stosowanych w pięcioosiowych systemach współrzędnościowych</b>                       | <b>75</b> |
| 6.1. Wpływ kwalifikacji głowicy oraz końcówki pomiarowej  | 76        |
| 6.2. Wpływ doboru strategii pomiarowej  | 79        |
| 6.2.1. Histereza  | 79        |
| 6.2.2. Algorytm sterowania głowicą  | 84        |
| 6.3. Wpływ odchyłki kształtu obiektu mierzonego   | 93        |
| 6.4. Wpływ długości trzpienia   | 96        |
| 6.5. Wpływ orientacji głowicy   | 100       |

|  |            |
|--|------------|
| <b>7. Model błędów głowicy wykorzystywanej w pięcioosiowych systemach współrzędnościowych</b>                            | <b>102</b> |
| 7.1. Ogólna koncepcja i opracowanie modelu błędów głowic wykorzystywanych w pięcioosiowych systemach współrzędnościowych | 102        |
| 7.2. Porównanie różnych metod interpolacji   | 112        |
| <b>8. Zastosowanie modelu błędów głowicy do korekcji, predykcji oraz oceny dokładności pomiaru</b>                       | <b>114</b> |
| 8.1. Korekcja wskazań  | 114        |
| 8.2. Predykcja dokładności   | 116        |
| 8.3. Ocena niepewności pomiaru   | 119        |
| <b>9. Wnioski i kierunki dalszych badań</b>  | <b>135</b> |
| <b>Literatura</b>  | <b>140</b> |
| <b>Streszczenie</b>  | <b>149</b> |
| <b>Summary</b>   | <b>151</b> |
| <b>Spis ilustracji</b>   | <b>153</b> |
| <b>Spis tabel</b>  | <b>156</b> |

oprac. BPK