

# Spis treści

|                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Wykaz ważniejszych oznaczeń i skrótów .....                                                               | 7   |
| Słownik podstawowych terminów i pojęć .....                                                               | 9   |
| Wprowadzenie .....                                                                                        | 11  |
| 1. Aktualny stan zagadnienia .....                                                                        | 15  |
| 1.1. Obręcz koła – ogólna charakterystyka .....                                                           | 15  |
| 1.2. Badania trwałościowe i eksploatacyjne obręczy kół .....                                              | 28  |
| 1.3. Metody badań dynamicznych konstrukcji mechanicznych .....                                            | 34  |
| 1.4. Analiza modalna w identyfikacji stanu obiektów .....                                                 | 38  |
| 1.5. Analiza modalna obręczy koła .....                                                                   | 40  |
| 2. Sformułowanie problemu naukowego .....                                                                 | 47  |
| 3. Drgania obręczy koła a jej właściwości .....                                                           | 53  |
| 3.1. Wpływ właściwości obręczy koła na generowanie drgań .....                                            | 53  |
| 3.2. Generowanie oddziaływania drganiowego obręczy koła .....                                             | 62  |
| 3.3. Model numeryczny obręczy koła .....                                                                  | 65  |
| 3.3.1. Metoda elementów skończonych w analizie obręczy koła .....                                         | 65  |
| 3.3.2. Obiekt badań .....                                                                                 | 68  |
| 3.3.3. Numeryczna analiza obręczy koła metodą MES .....                                                   | 70  |
| 3.3.4. Wyniki badań i ich analiza .....                                                                   | 71  |
| 3.3.5. Weryfikacja wyników symulacji metodą eksperymentalną .....                                         | 80  |
| 4. Holistyczny model procesu zmiany stanu technicznego obręczy kół<br>w toku eksploatacji .....           | 82  |
| 5. Wyniki badań laboratoryjnych .....                                                                     | 88  |
| 5.1. Cel badań laboratoryjnych .....                                                                      | 88  |
| 5.2. Obiekt badań .....                                                                                   | 88  |
| 5.3. Badania trwałościowe obręczy kół .....                                                               | 89  |
| 5.3.1. Stanowisko do badań odporności na zginanie podczas skrętu .....                                    | 89  |
| 5.3.2. Przebieg badań nad odpornością na zginanie podczas skrętu .....                                    | 92  |
| 5.4. Identyfikacja parametrów modalnych i geometrycznych obręczy koła .....                               | 96  |
| 5.4.1. Stanowisko badawcze .....                                                                          | 96  |
| 5.4.2. Metodyka badań .....                                                                               | 96  |
| 5.4.3. Wyznaczenie częstotliwości drgań własnych laboratoryjnego stanowiska<br>pomiarowego .....          | 99  |
| 5.5. Wyniki badań i ich analiza .....                                                                     | 103 |
| 5.5.1. Ocena dokładności pomiarowych przyrządów .....                                                     | 103 |
| 5.5.2. Identyfikacja parametrów diagnostycznych obręczy kół .....                                         | 103 |
| 5.5.3. Analiza zmiany parametrów diagnostycznych w zależności od stanu<br>technicznego obręczy koła ..... | 115 |
| 5.5.4. Prognozowanie stanu technicznego obręczy koła .....                                                | 129 |
| 5.6. Podsumowanie badań laboratoryjnych .....                                                             | 132 |
| 6. Opracowanie modelu diagnostycznego stanu technicznego obręczy koła .....                               | 133 |

|                                                                                |     |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7. Identyfikacja stanu technicznego obręczy kół w procesie eksploatacji .....  | 136 |
| 7.1. Cel badań eksploatacyjnych .....                                          | 136 |
| 7.2. Przebieg badań .....                                                      | 136 |
| 7.3. Wyniki badań i analiza obręczy kół poddanych procesowi eksploatacji ..... | 137 |
| 7.3.1. Identyfikacja symptomów i stanów obręczy kół .....                      | 137 |
| 7.3.2. Prognozowanie pozostałego czasu użytkowania obręczy koła .....          | 145 |
| 7.4. Podsumowanie badań eksploatacyjnych .....                                 | 149 |
| 8. Metoda diagnozowania stanu stalowych obręczy koła .....                     | 150 |
| 8.1. Istota metody .....                                                       | 150 |
| 8.2. Wykorzystanie metody w procesie oceny stanu stalowych obręczy kół .....   | 152 |
| 8.3. Weryfikacja metody .....                                                  | 155 |
| 8.4. Podsumowanie i analiza opracowanej metody .....                           | 160 |
| Podsumowanie i wnioski .....                                                   | 163 |
| Literatura .....                                                               | 167 |