

# CONTENTS

- ABBREVIATIONS** .....7
- NOMENCLATURE** .....8
- 1. INTRODUCTION** .....13
  - 1.1. Historical background .....13
  - 1.2. Model-based approach.....14
  - 1.3. Hydraulic damper model.....16
  - 1.4. Hydraulic damper model in a vehicle suspension system .....17
  - 1.5. Damping force and vibrations evaluation.....20
  - 1.6. Valve systems durability evaluation.....26
- 2. MOTIVATION AND PROBLEM STATEMENT** .....29
  - 2.1. Objective and scope .....30
  - 2.2. Author contribution .....31
  - 2.3. State of the art.....32
  - 2.4. Damper design optimization criteria .....36
- 3. MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION PROCESS** .....38
  - 3.1. Multi-discipline optimization .....39
  - 3.2. Multi-objective optimization .....40
  - 3.3. Optimization methods taxonomy .....44
- 4. METAMODEL APPLIED TO OPTIMIZATION PROCESS** .....48
  - 4.1. Hydraulic damper model.....50
  - 4.2. Servo-hydraulic test-rig model.....61
  - 4.3. Valve system fatigue durability model .....68
- 5. TESTING EQUIPMENT** .....75
  - 5.1. Measurement setup.....75
  - 5.2. Validation tool setup .....76
  - 5.3. Top-fixation characterization .....81

<b>6. OPTIMIZATION (METHOD)</b> .....	83
6.1. Optimization procedure (Step A) .....	84
6.2. Optimization procedure (Step B) .....	84
6.3. Optimization procedure (Step C) .....	86
6.4. Optimization procedure (Step D) .....	87
6.5. Optimization procedure (Step E) .....	88
6.6. Optimization procedure (Step F) .....	90
6.7. Optimization procedure (Step G) .....	93
<b>7. OPTIMIZATION (APPLICATION)</b> .....	103
7.1. Optimization procedure (Step I) .....	103
7.2. Optimization procedure (Step J) .....	111
7.3. Six-variable optimization model: validation results .....	113
7.4. Ten-variable optimization model: validation results .....	120
7.5. Six-variable vs. ten-variable optimization model .....	125
<b>8. SUMMARY AND CONCLUSIONS</b> .....	129
8.1. Application perspectives .....	129
8.2. Optimization procedure .....	130
8.3. Validation .....	131
<b>BIBLIOGRAPHY</b> .....	132
<b>Abstract</b> .....	143

## SPIS TREŚCI

<b>WYKAZ SKRÓTÓW</b> .....	7
<b>WYKAZ OZNACZEŃ</b> .....	8
<b>1. WSTĘP</b> .....	13
1.1. Zarys historyczny .....	13
1.2. Podejście oparte na modelach .....	14
1.3. Model amortyzatora hydraulicznego .....	16
1.4. Amortyzator w układzie zawieszenia pojazdu .....	17
1.5. Ocena sił tłumienia oraz drgań .....	20
1.6. Ocena wytrzymałości zmęczeniowej systemów zaworowych .....	26
<b>2. MOTYWACJA I OKREŚLENIE PROBLEMATYKI</b> .....	29
2.1. Cel i zakres .....	30
2.2. Wkład autora .....	31
2.3. Aktualny stan wiedzy .....	32
2.4. Kryteria optymalizacji procesu projektowania tłumików .....	36
<b>3. OPTIMALIZACJA WIELOKRYTERIALNA</b> .....	38
3.1. Optymalizacja interdyscyplinarna .....	39
3.2. Optymalizacja wielokryterialna .....	40
3.3. Taksonomia metod optymalizacji .....	44
<b>4. MODEL SYMULACYJNY TŁUMIKA</b> .....	48
4.1. Model tłumika hydraulicznego .....	50
4.2. Model serwo-hydraulicznego stanowiska testowego .....	61
4.3. Model wytrzymałościowy układu zaworowego .....	68
<b>5. URZĄDZENIA BADAWCZE</b> .....	75
5.1. Konfiguracja pomiarów .....	75
5.2. Konfiguracja narzędzi walidacyjnych .....	76
5.3. Charakterystyka górnego mocowania .....	81

<b>6. OPTYMALIZACJA (CZĘŚĆ 1)</b> .....	83
6.1. Procedura optymalizacji (Krok A) .....	84
6.2. Procedura optymalizacji (Krok B) .....	84
6.3. Procedura optymalizacji (Krok C) .....	86
6.4. Procedura optymalizacji (Krok D) .....	87
6.5. Procedura optymalizacji (Krok E) .....	88
6.6. Procedura optymalizacji (Krok F) .....	90
6.7. Procedura optymalizacji (Krok G).....	93
<b>7. OPTYMALIZACJA (CZĘŚĆ 2)</b> .....	103
7.1. Procedura optymalizacji (Krok I).....	103
7.2. Procedura optymalizacji (Krok J).....	111
7.3. Model optymalizacji sześciokryterialnej - wyniki walidacji.....	113
7.4. Model optymalizacji dziesięciokryterialnej – wyniki walidacji.....	120
7.5. Porównanie modeli optymalizacji sześć- i dziesięciokryterialnej.....	125
<b>8. PODSUMOWANIE I WNIOSKI</b> .....	129
8.1. Perspektywy zastosowania .....	129
8.2. Procedura optymalizacji .....	130
8.3. Walidacja.....	131
<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	132
<b>Streszczenie</b> .....	145