

Przedmowa.....	10
<b>1. Tłumienie drgań w układach mechanicznych przez tłumiki tarciove .....</b>	<b>11</b>
1.1. Wstęp.....	11
1.2. Określenie modelu tłumika ciernego drgań skrętnych .....	16
1.3. Wyznaczanie rozkładu naprężeń stycznych .....	18
1.4. Wyznaczanie przemieszczenia kąowego $V_1(R)$ przy obciążaniu (etap I).....	20
1.5. Wyznaczanie przemieszczenia kąowego $V_2(R)$ przy odciążaniu (etap II).....	23
1.6. Wyznaczanie przemieszczenia kąowego $V_3(R)$ przy powtórnym obciążaniu (etap III) .....	27
1.7. Wyznaczanie rozpraszania energii dla jednego cyklu obciążenia w przypadku stałego i trapezowego rozkładu nacisków jednostkowych .....	33
1.8. Badania symulacyjne.....	34
1.9. Przedmiot, metoda i cel badań doświadczalnych .....	37
1.10. Opis stanowiska badawczego .....	38
1.11. Pomiary siły tarcia, przemieszczenia obwodowego tarcz i bezwładnika, rozpraszania energii, współczynnika tarcia .....	41
1.12. Wyniki pomiarów badań doświadczalnych .....	45
1.13. Drgania swobodne tarcioowego tłumika drgań skrętnych z uwzględnieniem tarcia konstrukcyjnego i stałego rozkładu nacisków .....	50
1.13.1. Analiza przemieszczenia kąowego układu w funkcji momentu skręcającego ..	50
1.13.2. Równanie ruchu badanego układu mechanicznego .....	57
1.13.3. Badania symulacyjne .....	59
1.14. Drgania wymuszone układu mechanicznego o dwóch stopniach swobody z tarciowym tłumikiem drgań skrętnych tłumione tarcie konstrukcyjnym.....	62
1.14.1. Wprowadzenie .....	62
1.14.2. Wyznaczanie pętli histerezy konstrukcyjnej jako obciążenia w funkcji przemieszczenia kąowego .....	62
1.14.3. Równania drgań skrętnych układu.....	65
1.14.4. Podsumowanie .....	70
1.15. Drgania wymuszone układu mechanicznego o dwóch stopniach swobody z tarciowym tłumikiem drgań skrętnych tłumione tarcie konstrukcyjnym i wiskotycznym ..	74
1.15.1. Wprowadzenie .....	74
1.15.2. Równania ruchu układu mechanicznego .....	74
1.15.3. Rozwiązanie równania ruchu.....	75
1.15.4. Podsumowanie .....	79
1.16. Drgania wymuszone układu mechanicznego o trzech stopniach swobody z tarciowym tłumikiem drgań skrętnych tłumione tarcie konstrukcyjnym i wiskotycznym .....	81
1.16.1. Wprowadzenie .....	81
1.16.2. Równania ruchu rozważanego układu mechanicznego .....	81

1.16.3. Rozwiązanie równań ruchu badanego układu.....	83
1.16.4. Wnioski.....	88
1.17. Drgania wymuszone układu mechanicznego o dwóch stopniach swobody z tarcio- wym tłumikiem drgań skrętnych tłumione tarciem konstrukcyjnym, wiskotycznym i poślizgiem.....	91
1.17.1. Wprowadzenie.....	91
1.17.2. Równania ruchu układu mechanicznego z tłumikiem ciernym.....	92
1.17.3. Wyznaczanie momentu tarcia rozwiniętego.....	93
1.17.4. Rozwiązanie równania ruchu badanego układu mechanicznego.....	94
1.17.5. Wyniki obliczeń numerycznych.....	98
1.18. Drgania wymuszone układu mechanicznego o trzech stopniach swobody, z tarcio- wym tłumikiem drgań skrętnych, tłumione tarciem konstrukcyjnym, wiskotycznym i po- ślizgiem.....	102
1.18.1. Wprowadzenie.....	102
1.18.2. Równania drgań skrętnych rozważanego układu napędowego.....	102
1.18.3. Rozwiązanie równań ruchu.....	103
1.18.4. Wnioski.....	107
1.19. Aktywne i pasywne tłumienie drgań skrętnych układu napędowego przez tłumik cierny.....	111
1.19.1. Wprowadzenie.....	111
1.19.2. Równania ruchu układu mechanicznego.....	113
1.19.3. Wyznaczanie momentu tarcia $M(\varphi, A, \dot{\varphi})$ z uwzględnieniem sztywności wału.....	114
1.19.4. Wyznaczanie momentu skręcającego generowanego przez element wyko- nawczy.....	115
1.19.5. Rozwiązanie równań ruchu.....	117
1.19.6. Wyniki obliczeń numerycznych.....	119
1.20. Wpływ tłumienia konstrukcyjnego i wiskotycznego na drgania układu z tłumikiem ciernym przy wymuszeniu przypadkowym.....	123
1.20.1. Wprowadzenie.....	123
1.20.2. Rozwiązanie równania ruchu badanego układu.....	124
1.20.3. Wnioski.....	129
1.21. Drgania skrętne układu mechanicznego z tłumikiem ciernym przy wymuszeniu przy- padkowym.....	132
1.21.1. Wprowadzenie.....	132
1.21.2. Równania ruchu badanego układu napędowego.....	132
1.21.3. Analiza drgań względnych układu.....	133
1.21.4. Drgania przypadkowe części napędzanej układu.....	134
1.21.5. Przykłady obliczeń.....	135
1.21.6. Podsumowanie.....	137
1.22. Badanie rozruchu układu mechanicznego z tłumikiem tarciowym.....	138
1.22.1. Wprowadzenie.....	138
1.22.2. Równania drgań skrętnych rozważanego układu.....	138
1.22.3. Rozwiązanie równania różniczkowego opisującego ruch badanego układu mechanicznego.....	140
1.22.4. Omówienie wyników badań i wnioski.....	144
1.23. Pasywne i aktywne tłumienie drgań przez tłumik drgań skrętnych podczas rozruchu układu napędowego.....	148
1.23.1. Wprowadzenie.....	148
1.23.2. Równania ruchu badanego układu mechanicznego i ich rozwiązanie.....	148
1.23.3. Omówienie wyników obliczeń numerycznych.....	150

1.24. Wnioski końcowe .....	153
Literatura .....	156
<b>2. Analiza statyki i dynamiki amortyzatora ciernego .....</b>	<b>160</b>
2.1. Wstęp .....	160
2.2. Analiza porównawcza badań teoretycznych i doświadczalnych rozpraszania energii w modelu amortyzatora ciernego z uwzględnieniem tarcia .....	163
2.2.1. Wprowadzenie .....	163
2.2.2. Wyznaczanie przemieszczeń w poszczególnych etapach obciążania pary cierniej..	163
2.2.3. Wyznaczanie energii rozproszenia dla jednego cyklu obciążenia .....	167
2.2.4. Wyniki badań symulacyjnych.....	167
2.2.5. Model eksperymentalny .....	168
2.2.6. Wyniki badań doświadczalnych .....	169
2.3. Wpływ tarcia konstrukcyjnego na dekrement drgań układu z amortyzatorem ciernym ..	173
2.3.1. Wprowadzenie .....	173
2.3.2. Analiza drgań swobodnych amortyzatora ciernego.....	175
2.3.3. Badania symulacyjne.....	179
2.3.4. Podsumowanie.....	182
2.4. Drgania wymuszone układu z amortyzatorem ciernym tłumione tarciem konstrukcyjnym przy wymuszeniu harmonicznym.....	182
2.4.1. Wprowadzenie .....	182
2.4.2. Analiza drgań wymuszonych modelu matematycznego amortyzatora ciernego..	183
2.4.3. Badania symulacyjne.....	187
2.4.4. Podsumowanie.....	190
2.5. Tłumienie drgań przez amortyzator cierny podczas rozruchu układu mechanicznego ...	190
2.5.1. Wprowadzenie .....	190
2.5.2. Równanie ruchu badanego układu.....	192
2.5.3. Badania symulacyjne.....	197
2.5.4. Podsumowanie.....	199
Literatura .....	200
<b>3. Sprzęgła elektromagnetyczne .....</b>	<b>202</b>
3.1. Wprowadzenie .....	202
3.2. Sprzęgła elektromagnetyczne tarczowe.....	208
3.3. Sprzęgła elektromagnetyczne wielopłytkowe .....	211
3.4. Badania doświadczalne sprzęgieł elektromagnetycznych wielopłytkowych i materiałów ciernych.....	218
3.5. Tarcie konstrukcyjne w sprzęgle ciernym .....	221
3.5.1. Wprowadzenie .....	221
3.5.2. Wyznaczanie naprężeń stycznych .....	224
3.5.3. Wyznaczanie przemieszczenia obwodowego $V_{21}(r)$ w pierwszym etapie obciążenia $\alpha M$ ( $0 \leq \alpha \leq 1.0$ ) .....	226
3.5.4. Wyznaczanie przemieszczenia obwodowego $V_{22}(r)$ przy odciążaniu $\alpha M$ ( $1 \geq \alpha \geq r_1$ )....	229
3.5.5. Wyznaczanie przemieszczenia obwodowego $V_{23}(r)$ przy powtórnym obciążaniu $\alpha M$ ( $r_1 \leq \alpha \leq 1$ ) .....	231
3.5.6. Wyznaczanie łącznego przyrostu przemieszczenia kąowego dla dowolnego etapu ruchu badanego układu napędowego.....	235
3.5.7. Wyznaczanie momentu skręcającego w funkcji kąta skręcenia układu napędowego.....	236
3.5.8. Podsumowanie.....	238

3.6.	Wpływ tarcia konstrukcyjnego na drgania swobodne układu napędowego ze sprzęgłem ciernym .....	245
3.6.1.	Wstęp .....	245
3.6.2.	Ruch układu drgającego swobodnie .....	245
3.6.3.	Podsumowanie .....	248
3.7.	Drgania wymuszone nieliniowego układu napędowego ze sprzęgłem ciernym przy uwzględnieniu tarcia konstrukcyjnego .....	250
3.7.1.	Wprowadzenie .....	250
3.7.2.	Równania drgań skrętnych rozważanego układu napędowego .....	251
3.7.3.	Wyniki przeprowadzonych obliczeń i wnioski .....	254
3.8.	Drgania wymuszone układu napędowego ze sprzęgłem ciernym z uwzględnieniem tarcia konstrukcyjnego i poślizgu .....	259
3.8.1.	Wprowadzenie .....	259
3.8.2.	Równania drgań skrętnych rozpatrywanego układu mechanicznego .....	260
3.8.3.	Wyznaczanie momentu tarcia .....	261
3.8.4.	Rozwiązanie równania ruchu układu .....	263
3.8.5.	Podsumowanie .....	266
3.9.	Drgania układu napędowego ze sprzęgłem ciernym z uwzględnieniem tarcia konstrukcyjnego przy wymuszeniu przypadkowym .....	269
3.9.1.	Wprowadzenie .....	269
3.9.2.	Techniczna ekwiwalentna linearyzacja badanego układu .....	270
3.9.3.	Podsumowanie .....	274
3.10.	Drgania skrętne układu napędowego ze sprzęgłem ciernym z tarcie konstrukcyjnym przy wymuszeniu przypadkowym .....	275
3.10.1.	Wprowadzenie .....	275
3.10.2.	Równania ruchu badanego układu napędowego .....	275
3.10.3.	Analiza drgań względnych układu .....	278
3.10.4.	Drgania przypadkowe części napędzanej układu .....	280
3.10.5.	Przykłady obliczeń .....	281
3.10.6.	Podsumowanie .....	283
3.11.	Drgania układu napędowego ze sprzęgłem ciernym z tarcie konstrukcyjnym podczas rozruchu przy wymuszeniu harmonicznym .....	284
3.11.1.	Uwagi wstępne .....	284
3.11.2.	Równanie ruchu układu .....	284
3.11.3.	Podsumowanie .....	286
3.12.	Drgania układu napędowego ze sprzęgłem ciernym z tarcie konstrukcyjnym podczas rozruchu przy wymuszeniu przypadkowym .....	290
3.12.1.	Wprowadzenie .....	290
3.12.2.	Równania ruchu układu .....	291
3.12.3.	Linearyzacja równań ruchu .....	292
3.12.4.	Wyznaczanie wariancji odpowiedzi układu na zadane obciążenie .....	293
3.12.5.	Podsumowanie .....	295
3.13.	Badanie tłumienia drgań w układzie napędowym z uwzględnieniem histerezy konstrukcyjnej i liniowego tłumienia wiskotycznego .....	298
3.13.1.	Wprowadzenie .....	298
3.13.2.	Równania ruchu rozważanego układu mechanicznego .....	298
3.13.3.	Rozwiązanie równań ruchu .....	300
3.13.4.	Wnioski .....	304
3.14.	Badanie tłumienia drgań w układzie napędowym z uwzględnieniem histerezy konstrukcyjnej i nieliniowego tłumienia wiskotycznego .....	312

3.14.1. Wprowadzenie .....	312
3.14.2. Równania drgań skrętnych rozpatrywanego układu mechanicznego .....	313
3.14.3. Rozwiązanie równań ruchu badanego układu.....	315
3.14.4. Wnioski .....	321
3.15. Tłumienie drgań w nieliniowym histerezowym układzie napędowym o trzech stopniach swobody .....	324
3.15.1. Wprowadzenie .....	324
3.15.2. Równania ruchu rozważanego układu mechanicznego .....	325
3.15.3. Rozwiązanie równań ruchu badanego układu mechanicznego.....	326
3.15.4. Wnioski .....	328
3.15.5. Wnioski końcowe.....	330
Literatura .....	335
<b>4. Sprzęgła elektoreologiczne .....</b>	<b>342</b>
4.1. Płyny elektoreologiczne ER .....	342
4.2. Zastosowanie płynów elektoreologicznych ER i magnetoreologicznych MR w konstruowaniu elementów maszyn.....	346
4.3. Rozwiązania „adaptacyjne” .....	348
4.4. Matematyczny opis naprężeń ścinających płyn ER .....	351
4.5. Modelowanie przepływu płynu ER poddanego działaniu pola elektrycznego.....	353
4.6. Struktura sprzęgła ER w różnych modelach reologicznych.....	355
4.6.1. Wiskoplastyczny model Bingham’a.....	355
4.6.2. Wiskosprężystoplastyczny model ciała Bingham’a .....	356
4.6.3. Wiskoelastoplastyczny model Gamota-Filisca .....	356
4.6.4. Wiskoelastoplastyczny model Li .....	357
4.7. Wyznaczanie momentu napędowego przenieszonego przez badane cylindryczne sprzęgło ER.....	359
4.8. Konstrukcja sprzęgła ER .....	361
4.9. Czynniki wpływające na postać charakterystyk reologicznych prototypowego sprzęgła ER .....	364
4.10. Sposób przeprowadzenia badań sprzęgła ER .....	365
4.11. Wyniki badań prototypowego sprzęgła ER .....	368
4.12. Podsumowanie i wnioski .....	370
Literatura .....	371