

Wstęp .....	9
Wykaz oznaczeń .....	10
<b>1. Wybrane elementy teorii bilansów .....</b>	<b>13</b>
1.1. Wielkości ekstensywne (WE) .....	13
1.2. Kryteria istnienia granicy pozornej .....	13
1.3. Gęstości zasobów wielkości substancjalnych (WS) oraz wielkości komponencjalnych (WK) .....	15
1.4. Prędkość substancjalna i komponencjalna .....	18
1.5. Wielkości intensywne (WI) .....	19
1.6. Pęd cieplny i energia kinetyczna zbioru cząsteczek substancji .....	19
1.7. Wielkości referencjalne .....	20
1.8. Obszary substancjalny, niesubstancjalny oraz komponencjalny .....	21
1.9. Zasady zapisu tensorów w symbolice kreskowej (metoda Gibbsa) .....	22
1.10. Różniczka i pochodna referencjalna wielkości połowej .....	23
1.11. Pochodna substancjalna i komponencjalna skalarnych i wektorowych wielkości połowych .....	26
1.12. Aksjomat bilansowy dla wielkości ekstensywnych (WE) .....	27
1.13. Bilans podstawowy dla wielkości ekstensywnych (WE) .....	27
1.14. Przekształcenie Leibniza-Reynoldsa .....	29
1.15. Bilanse podstawowe ciągłej wielkości ekstensywnej .....	29
1.16. Referencjalny bilans objętościowej gęstości zasobu skalarniej wielkości ekstensywnej (WE) .....	31
1.17. Substancjalny bilans objętościowej gęstości zasobu masy .....	32
1.18. Referencjalny bilans objętościowej gęstości zasobu wektorowej wielkości ekstensywnej (WE) .....	33
<b>2. Model fizyczny balistyki wewnętrznej lufowych układów bezodrzutowych .....</b>	<b>34</b>
2.1. Założenia modelu fizycznego balistyki wewnętrznej układu bezodrzutowego .....	35
<b>3. Substancjalny bilans masy MGP między dnem komory nabojoyej a dnem pocisku .....</b>	<b>37</b>
<b>4. Substancjalny bilans pędu MGP między dnem komory nabojoyej a dnem pocisku .....</b>	<b>40</b>
4.1. Gradient prędkości substancjalnej strumienia masy MGP między dnem komory nabojoyej a dnem pocisku .....	41
4.2. Prędkość powierzchni podziału prędkości strumienia masy MGP .....	43
4.3. Pochodna cząstkowa po czasie prędkości strumienia masy MGP .....	44
4.4. Gradient ciśnienia statycznego GPS między dnem komory nabojoyej a dnem pocisku .....	45

4.5.	Funkcja ciśnienia statycznego GPS między dnem komory naboju a dnem pocisku dla ustalonego czasu .....	46
4.6.	Ciśnienie całkowite GPS odniesione do płaszczyzny podziału prędkości strumienia masy MGP .....	46
4.7.	Ciśnienie dynamiczne MGP między dnem komory naboju a dnem pocisku dla ustalonego czasu .....	49
4.8.	Ciśnienie statyczne GPS na dnie komory naboju dla ustalonego czasu .....	50
4.9.	Średnie ciśnienie statyczne GPS między dnem komory naboju a dnem pocisku .....	50
4.10.	Ciśnienie statyczne GPS na dnie pocisku .....	51
<b>5.</b>	<b>Referencjalne i substancjalne bilanse objętościowych gęstości zasobu energii wewnętrznej, kinetycznej, potencjalnej oraz łącznej MGP we współrzędnych Eulera .....</b>	<b>52</b>
5.1.	Substancjalny bilans objętościowej gęstości zasobu energii wewnętrznej .....	52
5.2.	Substancjalny bilans energii kinetycznej strumienia masy MGP .....	53
5.3.	Substancjalny bilans energii potencjalnej MGP i zapłonika .....	53
5.4.	Substancjalny bilans objętościowej gęstości zasobu energii łącznej MGP we współrzędnych Eulera .....	56
5.5.	Pochodna substancjalna temperatury GPS między dnem komory naboju a dnem pocisku w układzie bezodrutowym .....	57
5.6.	Pochodna po czasie temperatury GPS w przekroju $x^*(t)$ podziału prędkości strumienia masy MGP .....	61
<b>6.</b>	<b>Substancjalny bilans energii substancjalnej strumienia masy MGP między dnem komory naboju a przekrojem wylotowym dyszy de Lavalą .....</b>	<b>62</b>
6.1.	Funkcja strumienia masy MGP w dyszy de Lavalą .....	66
6.2.	Prędkość strumienia masy MGP na dnie komory naboju .....	70
<b>7.</b>	<b>Siła ciągu strumienia masy MGP w dyszy de Lavalą w układzie bezodrutowym .....</b>	<b>73</b>
7.1.	Prędkość strumienia masy MGP w dyszy de Lavalą .....	73
7.2.	Reakcje dynamiczna i statyczna siły ciągu strumienia masy MGP .....	74
7.3.	Prędkość efektywna strumienia masy MGP oraz współczynniki strat wypływu i reaktywności dyszy .....	75
7.4.	Funkcje impulsu siły ciągu .....	76
<b>8.</b>	<b>Fazy charakterystyczne zjawiska strzału w balistycznym modelu lufowych bezodrutowych układów miotających .....</b>	<b>78</b>
8.1.	Faza przedwstępna (pirostatyka) .....	78
8.2.	Faza wstępna (pirostatyka) .....	79
8.3.	Faza pirodynamiczna (podstawowa) .....	79
8.4.	Faza adiabatyczna (rozprężanie GPS) .....	80
8.5.	Faza powylotowa .....	81
<b>9.</b>	<b>Równania balistyki wewnętrznej lufowych bezodrutowych układów miotających .....</b>	<b>82</b>
9.1.	Równanie szybkości przyrostu grubości spalonej warstwy prochu .....	82
9.2.	Równanie szybkości reakcji objętości po spalanych ziarnach ładunku prochowego .....	83
9.3.	Równanie szybkości reakcji względnej masy GPS prochu ładunku miotającego .....	84
9.4.	Równanie szybkości reakcji względnej masy GPS zapłonika .....	85
9.5.	Równanie strumienia masy GPS w dyszy de Lavalą .....	85
9.6.	Równanie strumienia masy MGP w dyszy de Lavalą .....	86
9.7.	Równanie strumienia masy GPS wpływającego z przewodu lufy .....	88
9.8.	Równanie szybkości produkcji GPS i wymiany masy MGP w lufowym układzie bezodrutowym .....	88

9.9. Równanie szybkości przyrostu prędkości pocisku w przewodzie lufy .....	90
9.10. Równanie szybkości przyrostu drogi dna pocisku w przewodzie lufy .....	90
9.11. Równanie szybkości zmian temperatury GPS .....	91
9.12. Równanie szybkości przyrostu drogi powierzchni podziału prędkości strumienia masy MGP .....	93
9.13. Równanie objętościowej gęstości zasobu masy MGP .....	93
9.14. Równanie zasobu objętości swobodnej .....	93
9.15. Równanie ciśnienia całkowitego w fazach procesu zjawiska strzału lufowego układu bezodrzutowego .....	95
9.16. Równanie objętościowej gęstości zasobu masy GPS .....	97
9.17. Równanie prędkości powierzchni podziału prędkości strumienia masy MGP .....	98
9.18. Ciśnienie dynamiczne MGP w fazie pirodynamicznej i GPS w fazie adiabatycznej .....	99
9.19. Ciśnienie statyczne GPS na dnie komory naboowej w fazach pirodynamicznej i adiabatycznej .....	99
9.20. Prędkość strumienia masy MGP na dnie komory naboowej .....	100
9.21. Wartość ciśnienia statycznego GPS na dnie pocisku .....	100
9.22. Średnia wartość ciśnienia statycznego GPS w przestrzeni lufowego układu bezodrzutowego za dnem pocisku w fazie pirodynamicznej .....	100
<b>10. Zestawienie równań balistyki wewnętrznej opisujących fazy zjawiska strzału w lufowych bezodrzutowych układach miotających .....</b>	<b>101</b>
10.1. Faza pirostatyczna przedwstępna ograniczona przedziałem czasu $0 \leq t \leq t_{zap}$ .....	112
10.2. Faza pirostatyczna wstępna ograniczona przedziałem czasu $t_{zap} \leq t \leq t_{zk}$ .....	114
10.3. Faza pirostatyczna wstępna ograniczona przedziałem czasu $t_{zk} \leq t \leq t_0$ .....	115
10.4. Faza pirodynamiczna (główna) ograniczona przedziałem czasu $t_0 \leq t \leq t_k$ .....	116
10.5. Faza adiabatyczna ograniczona przedziałem czasu $t_k \leq t \leq t_w$ .....	120
10.6. Faza powylotowa ograniczona przedziałem czasu $t_w \leq t \leq t_{pw}$ .....	123
<b>11. Podsumowanie i wnioski .....</b>	<b>126</b>
Summary .....	128
Bibliografia .....	129