

# SPIS TREŚCI

Informacje wstępne .....	9
Wykaz ważniejszych oznaczeń .....	11
<b>1. Wybrane elementy teorii bilansów .....</b>	<b>15</b>
1.1. Wielkości ekstensywne (WE) .....	15
1.2. Kryteria istnienia granicy pozornej .....	15
1.3. Gęstości zasobów wielkości substancjalnych (WS) oraz wielkości komponencjalnych (WK) .....	17
1.4. Prędkości substancjalna i komponencjalna .....	20
1.5. Wielkości intensywne (WI) .....	21
1.6. Pęd cieplny i energia kinetyczna zbioru cząsteczek substancji .....	21
1.7. Wielkości referencjalne .....	22
1.8. Obszary substancjalny, niesubstancjalny oraz komponencjalny .....	23
1.9. Zasady zapisu tensorów w symbolice kreskowej (metoda Gibbsa) .....	24
1.10. Różniczka i pochodna referencjalna wielkości polowej .....	25
1.11. Pochodna substancjalna i komponencjalna skalarnych i wektorowych wielkości polowych .....	29
1.12. Aksjomat bilansowy dla wielkości ekstensywnych (WE) .....	29
1.13. Bilans podstawowy dla wielkości ekstensywnych (WE) .....	30
1.14. Przekształcenie Leibnitza-Reynoldsa .....	32
1.15. Bilanse podstawowe ciągłej wielkości ekstensywnej .....	33
1.16. Referencjalny bilans objętościowej gęstości zasobu skalarniej wielkości ekstensywnej (WE) .....	35
1.17. Referencjalny bilans objętościowej gęstości zasobu wektorowej wielkości ekstensywnej (WE) .....	35
1.18. Referencjalny bilans objętościowej gęstości zasobu energii kinetycznej .....	36
<b>2. Modelowanie matematyczne zjawisk fizycznych balistyki wewnętrznej .....</b>	<b>41</b>
2.1. Referencjalny oraz substancjalny bilans objętościowej gęstości zasobu masy mieszaniny gazowo-prochowej (MGP) we współrzędnych Eulera .....	41
2.2. Metoda Lagrange'a opisu ruchu mieszaniny gazowo-prochowej (MGP) .....	42
2.3. Substancjalny bilans objętościowej gęstości zasobu masy MGP we współrzędnych Lagrange'a .....	46
2.4. Referencjalny oraz substancjalny bilans objętościowej gęstości zasobu pędu MGP we współrzędnych Eulera .....	48

2.5.	Substancjalny bilans objętościowej gęstości zasobu pędu MGP we współrzędnych Lagrange'a .....	50
2.6.	Referencjalne bilanse objętościowych gęstości zasobu energii wewnętrznej, kinetycznej oraz potencjalnej MGP we współrzędnych Eulera .....	50
2.7.	Referencjalny oraz substancjalny bilans objętościowej gęstości zasobu energii łącznej MGP we współrzędnych Eulera .....	54
2.8.	Substancjalny bilans objętościowej gęstości zasobu energii łącznej MGP we współrzędnych Lagrange'a .....	56
2.9.	Zestawienie termodynamicznych substancjalnych równań bilansowych zasobu masy, pędu i energii łącznej MGP dla stanów nieustalonych we współrzędnych Eulera .....	56
2.10.	Zestawienie termodynamicznych substancjalnych równań bilansowych zasobu masy, pędu i energii łącznej MGP dla stanów nieustalonych we współrzędnych Lagrange'a .....	57
<b>3.</b>	<b>Pirostatyka</b> .....	<b>58</b>
3.1.	Materiały miotające i ich właściwości .....	58
3.2.	Cechy balistyczne i fizykochemiczne materiałów wybuchowych (MW) .....	62
3.3.	Cechy fizykochemiczne gazowych produktów spalania (GPS) .....	63
3.4.	Molowe i masowe współczynniki stechiometryczne materiałów wybuchowych (MW) i gazowych produktów spalania (GPS) .....	64
3.5.	Równanie wybuchu .....	65
3.6.	Wyznaczanie składu GPS dla MW zaliczanych do pierwszej grupy .....	66
3.7.	Wyznaczenie masowej gęstości ilości ciepła wybuchu MW .....	71
3.8.	Średnie ciepło właściwe i temperatura wybuchu gazowych produktów spalania (GPS) .....	72
3.9.	Warunek zgodności temperatur wybuchu złożonej i obliczonej .....	72
3.10.	Wyznaczanie składu GPS dla MW zaliczanych do drugiej grupy .....	73
3.11.	Równanie Nobla-Abla .....	75
3.12.	Rozwój ciśnienia w bombie manometrycznej w funkcji względnej masy spalonego ładunku MW .....	77
3.13.	Zasada działania bomby manometrycznej .....	78
3.14.	Geometryczne prawo spalania prochów bezdymnych .....	82
3.15.	Charakterystyki kształtu dla funkcji względnej masy i względnej powierzchni spalonego ziarna .....	86
3.16.	Szybkość spalania materiałów wybuchowych (MW) .....	93
<b>4.</b>	<b>Pirodynamika</b> .....	<b>96</b>
4.1.	Balistyczny model lufowego układu miotającego .....	97
4.2.	Fazy charakterystyczne zjawiska strzału w balistycznym modelu lufowego układu miotającego .....	99
4.3.	Bilans energii dla zjawiska strzału w układach lufowych .....	102
4.4.	Rozkład prędkości i ciśnień mieszaniny gazowo-prochowej (MGP) w przestrzeni między dnem komory naboju a dnem pocisku w przewodzie lufy .....	105
4.5.	Prace drugorzędne .....	114
4.6.	Balistyczne równania bilansowe zasobu masy, pędu i energii łącznej MGP we współrzędnych Lagrange'a .....	121
<b>5.</b>	<b>Równania balistyki wewnętrznej klasycznych broni lufowych</b> .....	<b>126</b>
5.1.	Równanie szybkości przyrostu grubości spalonej warstwy prochu .....	126
5.2.	Równanie szybkości reakcji objętości po spalanych ziarnach ładunku prochowego ...	127

5.3.	Równanie szybkości kreacji względnej masy GPS prochu .....	127
5.4.	Równanie szybkości kreacji względnej masy GPS zapłonika .....	128
5.5.	Równanie szybkości produkcji masy GPS .....	129
5.6.	Równanie szybkości przyrostu prędkości pocisku w przewodzie lufy .....	130
5.7.	Równanie szybkości przyrostu drogi dna pocisku w przewodzie lufy .....	130
5.8.	Równanie szybkości zmian objętościowej gęstości zasobu masy MGP .....	131
5.9.	Równanie szybkości zmian objętości swobodnej .....	131
5.10.	Równanie szybkości zmian temperatury GPS .....	132
5.11.	Równanie szybkości zmian ciśnienia całkowitego GPS .....	133
5.12.	Równanie szybkości zmian objętościowej gęstości zasobu masy GPS .....	133
5.13.	Równanie szybkości zmian ciśnienia dynamicznego MGP na dnie pocisku .....	134
5.14.	Równanie szybkości zmian ciśnienia statycznego na dnie pocisku .....	134
5.15.	Równanie szybkości zmian średniego ciśnienia statycznego GPS w przestrzeni między dnem komory naboju a dnem pocisku .....	135
<b>6.</b>	<b>Równania balistyki wewnętrznej faz zjawiska strzału w klasycznej broni lufowej .....</b>	<b>136</b>
6.1.	Równania balistyki wewnętrznej dla fazy przedwstępnej pirostatycznej .....	136
6.2.	Równania balistyki wewnętrznej dla fazy wstępnej pirostatycznej .....	137
6.3.	Równania balistyki wewnętrznej dla fazy pirodynamicznej (główniej) .....	139
6.4.	Równania balistyki wewnętrznej dla fazy adiabatycznego rozprężania GPS .....	141
<b>7.</b>	<b>Rozwiązanie układów równań balistyki wewnętrznej faz zjawiska strzału w klasycznej broni lufowej .....</b>	<b>144</b>
7.1.	Zarys metody całkowania numerycznego Rungego-Kutty czwartego rzędu .....	144
7.2.	Zarys działania programu BalWew-ZW .....	151
<b>8.</b>	<b>Przykłady symulacji cyfrowych rozwiązań problemu głównego balistyki wewnętrznej (PGPW) klasycznych broni lufowych .....</b>	<b>161</b>
8.1.	Symulacja rozwiązania problemu głównego balistyki wewnętrznej (PGBW) armaty 76 mm wzór 1936 .....	161
8.2.	Symulacja rozwiązania problemu głównego balistyki wewnętrznej (PGBW) armaty o kalibrze 75 mm .....	172
8.3.	Symulacja rozwiązania problemu głównego balistyki wewnętrznej (PGBW) karabinka kbk AK wzór 43 dla ziaren prochu w kształcie prostopadłościanu .....	183
8.4.	Symulacja rozwiązania problemu głównego balistyki wewnętrznej (PGBW) karabinka kbk AK wzór 43 dla ziaren prochu w kształcie rurki .....	194
<b>9.</b>	<b>Metody analityczne, syntetyczne oraz empiryczne rozwiązania problemu głównego balistyki wewnętrznej (PGBW) klasycznej broni lufowej .....</b>	<b>206</b>
9.1.	Metoda empiryczna Leduca .....	206
9.2.	Straty cieplne w bombie manometrycznej .....	212
<b>10.</b>	<b>Tablice .....</b>	<b>215</b>
	Alfabet grecki .....	219
	Wielokrotności i podwielokrotności jednostek miar .....	219
	Bibliografia .....	220