

SPIS TREŚCI

Informacje wstępne	9
Wykaz ważniejszych oznaczeń	11
1. Wybrane elementy teorii bilansów	15
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
2. Modelowanie matematyczne zjawisk fizycznych balistyki wewnętrznej	41
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
3.	Pirostatyka	58
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
4.	Pirodynamika	96
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
5.	Równania balistyki wewnętrznej klasycznych broni lufowych	126
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
6.	Równania balistyki wewnętrznej faz zjawiska strzału w klasycznej broni lufowej	136
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
7.	Rozwiązanie układów równań balistyki wewnętrznej faz zjawiska strzału w klasycznej broni lufowej	144
7.1.	Zarys metody całkowania numerycznego Rungego-Kutty czwartego rzędu	144
7.2.	Zarys działania programu BalWew-ZW	151
8.	Przykłady symulacji cyfrowych rozwiązań problemu głównego balistyki wewnętrznej (PGPW) klasycznych broni lufowych	161
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
9.	Metody analityczne, syntetyczne oraz empiryczne rozwiązania problemu głównego balistyki wewnętrznej (PGBW) klasycznej broni lufowej	206
9.1.	Metoda empiryczna Leduca	206
9.2.	Straty ciepłe w bombie manometrycznej	212
10.	Tablice	215
	Alfabet grecki	219
	Wielokrotności i podwielokrotności jednostek miar	219
	Bibliografia	220