

## Spis treści

Przedmowa .....	7
Wykaz skrótów i oznaczeń .....	8

### Rozdział 1

Charakterystyka stałych heterogenicznych paliw raketowych (SHPR) .....	11
<i>Bogdan Florczak</i>	
1.1. Wprowadzenie .....	11
1.2. Właściwości składników .....	15
1.2.1. Utleniacze .....	15
1.2.2. Nitrozwiazki .....	19
1.2.3. Lepiszczce .....	20
1.2.4. Plastyfikatory .....	21
1.2.5. Dodatki energetyczne .....	22
1.2.6. Związki chemiczne utwardzające .....	27
1.2.7. Związki chemiczne sieciujące .....	28
1.2.8. Związki chemiczne stosowane jako środki wiążące .....	29
1.2.9. Modyfikatory balistyczne .....	31
1.2.10. Wielofunkcyjne składniki SHPR .....	33
1.3. Utwardzanie .....	33
1.4. Typowe składy .....	35
1.5. Ogólne wymagania dla SHPR .....	40
1.5.1. Wymagania energetyczne .....	40
1.5.2. Wymagania eksploatacyjne i produkcyjno-ekonomiczne .....	46
1.6. Podsumowanie .....	47
Literatura .....	48

### Rozdział 2

Szacowanie wartości termodynamicznych i termochemicznych SHPR .....	52
<i>Bogdan Florczak</i>	
2.1. Wprowadzenie .....	52
2.2. Programy do obliczenia własności termodynamicznych i termochemicznych .....	53

2.3. Szacowanie własności termodynamicznych i termochemicznych SHPR na bazie kauczuku HTPB .....	53
2.3.1. Dobór składu SHPR z wykorzystaniem planu sympleksowo-kratowego .....	56
2.3.2. Dobór składu SHPR z wykorzystaniem planu dla mieszanin z ograniczeniami liniowymi .....	60
2.4. Podsumowanie .....	63
Literatura .....	64

### Rozdział 3

Technologie wytwarzania ładunków z SHPR na bazie kauczuku HTPB .....	65
<i>Bogdan Florczak, Andrzej Cholewiak, Marek Białek</i>	
3.1. Wprowadzenie .....	65
3.2. Charakterystyka technologii wytwarzania ładunków napędowych .....	69
Literatura .....	74

### Rozdział 4

Właściwości reologiczne WNZ na bazie kauczuku HTPB .....	76
<i>Bogdan Florczak</i>	
4.1. Wprowadzenie .....	76
4.2. Właściwości reologiczne WNZ .....	78
4.3. Podsumowanie .....	82
Literatura .....	83

### Rozdział 5

Badania wybranych właściwości komponentów SHPR .....	85
<i>Mateusz Szala, Andrzej Maranda</i>	
5.1. Wprowadzenie .....	85
5.2. Analiza techniką mikroskopii elektronowej .....	85
5.3. Badanie struktury techniką magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR) ...	87
5.4. Badanie ciepła spalania .....	97
5.5. Analiza elementarna .....	99
5.6. Standardowa entalpia tworzenia .....	100
5.7. Wyniki badań techniką różnicowej analizy termicznej (DTA) .....	101
5.8. Podsumowanie .....	106
Literatura .....	108

## Rozdział 6

Badania szybkości spalania stałego heterogenicznego paliwa raketowego w różnych konfiguracjach laboratoryjnego silnika raketowego .....	109
<i>Bogdan Florczak, Arkadiusz Dzik, Marek Białek</i>	
6.1. Wprowadzenie .....	109
6.2. Badania w laboratoryjnych silnikach raketowych .....	113
6.3. Porównanie metod obliczeń szybkości spalania .....	117
6.4. Wrażliwość temperaturowa .....	119
6.5. Podsumowanie .....	120
Literatura .....	120

## Rozdział 7

Analiza technologii metod wykonania korpusu silnika pocisku raketowego .....	122
<i>Zdzisław Kaczmarek</i>	
7.1. Wprowadzenie .....	122
7.2. Konstrukcja korpusów silników raketowych .....	122
7.3. Możliwości technologiczne wykonania korpusu silnika raketowego .....	125
7.4. Technologia wykonania korpusów silników raketowych metodą zgniatania obrotowego .....	126
7.5. Materiały stosowane na korpusy silnika raketowego .....	132
Literatura .....	134

## Rozdział 8

Analiza właściwości dynamicznych 122 mm pocisku raketowego .....	135
<i>Leszek Baranowski</i>	
8.1. Wprowadzenie .....	135
8.2. Model fizyczny 122 mm pocisku raketowego .....	137
8.2.1. Charakterystyki geometryczne .....	142
8.2.2. Charakterystyki masowo-bezwładnościowe .....	146
8.2.3. Charakterystyki ośrodka ruchu .....	151
8.3. Model matematyczny dynamiki lotu 122 mm pocisku raketowego z zestawu raketowego BM21 .....	150
8.3.1. Siła ciężkości i jej moment .....	151
8.3.2. Siła aerodynamiczna i jej moment .....	152
8.3.3. Ciąg i moment ciągu silnika raketowego .....	157
8.3.4. Zestawienie skalarnych równań ruchu rakiety na aktywnym i biernym odcinku toru lotu .....	159
8.4. Wyniki badań symulacyjnych dynamiki lotu rakiety z głowicą odłamkowo-burzącą .....	160

8.4.1. Wyniki symulacji komputerowych balistyki zewnętrznej 122 mm pocisku raketowego dla $T_{\text{pal}} = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .....	161
8.4.2. Wyniki symulacji komputerowych balistyki zewnętrznej 122 mm pocisku raketowego dla $T_{\text{pal}} = +50\text{ }^{\circ}\text{C}$ .....	165
8.4.3. Porównanie wyników symulacji dla $T_{\text{pal}} = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$ i $T_{\text{pal}} = +50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ...	169
Literatura .....	171