

Marcin Mateusz HARA

Wytwarzanie i badanie właściwości materiałów miotających o obniżonej wrażliwości

Streszczenie

Celem rozprawy doktorskiej było otrzymanie i zbadanie charakterystyk termochemicznych i balistycznych nowych prochów opartych na heksogenie i wykazanie, że takie prochy można zaliczyć do materiałów miotających o obniżonej wrażliwości.

Dokonano przeglądu literatury dotyczącej materiałów wybuchowych miotających o obniżonej wrażliwości, opisano stosowane składniki prochów z uwzględnieniem materiałów wysokoenergetycznych, lepiszczy inertnych i energetycznych oraz plastyfikatorów. Opisano dotychczasowe metody otrzymywania prochów z zastosowaniem heksogenu i oktogenu oraz dokonano przeglądu podstawowych charakterystyk prochu dwubazowego JA-2, który stanowił proch odniesienia w części doświadczalnej. Dodatkowo przedstawiono metody zapłonu prochów o obniżonej wrażliwości stosowane w amunicji wielkokalibrowej, a także metody badania charakterystyk miotających materiałów wybuchowych.

Dokonano także przeglądu kodów obliczeniowych stosowanych do wyznaczania parametrów termochemicznych i balistycznych prochów. Opisano termodynamiczny modelu spalania stosowany w tych kodach.

Dokonano teoretycznej optymalizacji składu prochów zawierających składnik wysokoenergetyczny w postaci materiału wybuchowego pod kątem ich parametrów termochemicznych. Wyznaczono skład równowagowy dla mieszaniny reagentów oraz obliczono podstawowe charakterystyki termochemiczne i balistyczne.

Na podstawie wyników obliczeń termochemicznych wytypowano skład prochów gwarantujący wysokie parametry balistyczne. Opisano procedurę wytwarzania ciasta prochowego wraz z metodą jego formowania w ziarna o różnej geometrii. Przeprowadzono kalorymetryczne pomiary ciepła spalania wybranych prochów. Zaproponowano metodę obliczania ciepła spalania, która umożliwia otrzymanie wartości ciepła zbliżonego do ciepła kalorymetrycznego. Ponadto wykonano pomiary ciśnienia w komorze manometrycznej dla wybranych prochów, na podstawie których wyznaczono ich podstawowe parametry balistyczne nowych prochów. Porównano wyniki uzyskane z badań eksperymentalnych i obliczeń teoretycznych. Wykonano badania wrażliwości na bodźce mechaniczne i cieplne w różnej skali. Przeprowadzono proces starzenia wybranych prochów celem ustalenia ich stabilności chemicznej. Oznaczenie ilościowe i jakościowe wykonano przy użyciu metody HPLC oraz spektrometrii UV-Vis i spektroskopii NMR. Dodatkowo zbadano wpływ temperatury początkowej na parametry spalania prochów.

Marcin Mateusz HARA

Preparation and characterization of propellants with reduced sensitivity

Summary

The purpose of this doctoral dissertation was to obtain and study thermochemical and ballistic characteristics of new propellants based on hexogen and to demonstrate that such propellants can be classified as propellants with reduced sensibility.

In the theoretical part, the review of the literature in terms of propellants with reduced sensitivity and the propellants' components used was performed, as well as including high-energetic materials, inert and energetic binders and plasticizers. Current methods of obtaining propellants using hexogen and octogen were described, as well as a review of the basic characteristics of JA-2 double-based propellant, which was the reference in the experimental part. In addition, methods of ignition of reduced-sensitivity propellants used in large-caliber ammunition, as well as methods of testing explosives propellants were presented.

The calculation codes used to determine thermochemical and ballistic parameters of propellants were also reviewed. The thermodynamic combustion model used in these codes was described.

The theoretical optimization of the composition of propellants containing the high-energetic component in the form of an explosive was made in terms of their thermochemical parameters. The equilibrium composition for the reagent mixture was determined and the basic thermochemical and ballistic characteristics were calculated.

Basing on the results of thermochemical calculations, the composition of propellants, that guarantees high ballistic parameters, was selected. The procedure of manufacturing propellant dough with the following method of its formation into grains of different geometry was described. Calorimetric measurements of the heat of combustion of selected propellants were carried out. A method of calculating the heat of combustion has been proposed, which allows to obtain the value of the heat close to the calorimetric heat. Furthermore, the pressure measurements in the manometric chamber were performed for selected propellants. The results allowed to determine their basic ballistic parameters. The results obtained from experimental studies and theoretical calculations were compared. Sensitivity tests to mechanical and thermal stimuli were performed on a different scale. The ageing process of selected propellants was carried out to determine their chemical stability. Quantitative and qualitative determination was performed using HPLC method and UV-Vis spectrometry and NMR spectroscopy. In addition, the influence of the initial temperature on the propellants combustion parameters was investigated.