

Warszawa, 02.01.2019 r.

STRESZCZENIE ROZPRAWY DOKTORSKIEJ

mgr inż. Rafał Bogusz

Badanie właściwości stałych heterogenicznych paliw raketowych o zmniejszonej zawartości chlorowodoru w produktach spalania

Promotor: dr hab. inż. Bogdan Florczak

Promotor pomocniczy: dr inż. Tomasz Wolszakiewicz

Celem niniejszej pracy było określenie wpływu dodatków stosowanych w procesach technologicznych otrzymywania stałych heterogenicznych paliw raketowych (SHPR) na wybrane właściwości grupy paliw o zmniejszonej zawartości chlorowodoru w produktach spalania.

W tej grupie paliw obniżenie emisji chlorowodoru w produktach spalania uzyskano poprzez zastosowanie stechiometrycznej mieszaniny chloranu(VII) amonu oraz azotanu(V) sodu w miejsce konwencjonalnie stosowanego w procesie technologicznym tylko chloranu(VII) amonu. Grupa ta jest interesująca ze względu na innowacyjne zapotrzebowanie na tzw. paliwa zielone (ekologiczne) nie emitujące podczas procesu spalania chlorowodoru. Ma to istotne znaczenie nie tylko w przypadku techniki raketowej o przeznaczeniu militarnym, gdzie stałe heterogeniczne paliwa raketowe o zmniejszonej zawartości chlorowodoru w produktach spalania mogą mieć zastosowanie jako amunicja raketowa do celów ćwiczebnych ale także w przypadku techniki raketowej do użytku cywilnego ponieważ tego typu SHPR mogą być zastosowane w sektorze kosmicznym odpowiadając trendom światowym w tej dziedzinie.

Na podstawie przeprowadzonej analizy literaturowej oraz wcześniejszych prac własnych dokonano wyboru składu paliwa bazowego, które modyfikowano pyłami: aluminium, magnezu, stopu aluminiowo-magnezowego oraz borem, materiałami wybuchowymi – heksogenem, oktogenem oraz FOX-7, a także modyfikatorami szybkości spalania – chromitem miedzi(II), nanotlenkiem żelaza(II) oraz katocenem, w celu analizy wpływu tych materiałów na projektowaną grupę paliw.

Przeprowadzone w niniejszej pracy badania podzielono na cztery części: analizę teoretyczną bazującą na obliczeniach termodynamicznych/termochemicznych, badania właściwości: fizykochemicznych, termicznych i reologicznych, badania balistyczne oraz starzeniowe.

W trakcie analizy teoretycznej dla wszystkich badanych składów paliw oszacowano produkty spalania występujące w komorze spalania jak i w dyszy silnika raketowego, ze szczególnym uwzględnieniem analizy procesu neutralizacji chlorowodoru przez poszczególne dodatki technologiczne. Ponadto dokonano porównania impulsu właściwego oraz impulsu objętościowego projektowanej grupy paliw z paliwem referencyjnym – stanowiącym przykład konwencjonalnie stosowanego paliwa raketowego. Z osiągnięć powyższej części badań należy wyróżnić uzyskanie teoretycznej zawartości chlorowodoru w produktach spalania na poziomie ok. 1% wagowego dla większości wykonanych paliw.

W ramach badań eksperymentalnych określono wpływ wszystkich zastosowanych dodatków technologicznych na: kaloryczność, twardość, wrażliwość na bodźce mechaniczne, temperaturę rozkładu, technologiczny czas życia, szybkość procesu utwardzania zawiesiny paliwowej oraz charakter rozkładu termicznego projektowanej grupy paliw. Najważniejszymi otrzymanymi (uzyskanymi) wynikami powyższej części jest scharakteryzowanie zależności poszczególnych modyfikatorów szybkości spalania na wybrane właściwości stałych heterogenicznych paliw raketowych oraz porównanie ich między sobą.

W ramach badań balistycznych wykonano serię ponad 30 spalań stałych heterogenicznych paliw raketowych wykonanych na potrzeby niniejszej pracy. Następnie dla większości wyznaczono: zależności ciśnienia w funkcji czasu pracy silnika raketowego, liniowej szybkości spalania w funkcji ciśnienia pracy silnika raketowego oraz prawa palenia. Powyższe dane pozwoliły na określenie korelacji wpływu dodatków technologicznych na właściwości balistyczne uzyskanych paliw względem paliw referencyjnych.

Ostatnią częścią badań (pracy) były badania starzeniowe wykonanego paliwa o zmniejszonej zawartości chlorowodoru w produktach spalania w porównaniu do paliwa konwencjonalnego (wzorcowego) zgodnie z wymogami i standardami NATO. Na podstawie powyższych badań stwierdzono pełną technologiczność (możliwość otrzymywania w procesie technologicznym) zaprojektowanej grupy paliw oraz zdolność do składowania w okresie 10 lat zgodnie z wymogami STANAG-u 4582.

Słowa kluczowe: stałe heterogeniczne paliwa raketowe, azotan(V) sodu, chloran(VII) amonu, neutralizacja chlorowodoru, badania balistyczne, badania starzeniowe.

 