

mgr inż. Katarzyna Cieślak
Zakład Materiałów Wysokoenergetycznych
Wydział Chemiczny Politechniki Warszawskiej

Streszczenie rozprawy doktorskiej "Opracowanie technologii prochu do amunicji lotniczej"

Promotor rozprawy: prof. dr hab. Andrzej Książczak

Zakład produkujący prochy nitrocelulozowe w Polsce to Mesko S.A. Oddział Pionki, korzysta z technologii opracowanej w okresie międzywojennym. Celem niniejszej pracy było opracowanie nowej, bezpiecznej metody usuwania składników lotnych: eteru dietylowego oraz alkoholu etylowego i procesu modyfikacji warstwy palnej prochów.

Przedstawiłam cztery nowe metody usuwania składników lotnych z wykorzystaniem reaktora wielkolaboratoryjnego. Pierwsza metoda to bezrozpuszczalnikowa metoda suchej destylacji, która polega na usuwaniu składników lotnych pod obniżonym ciśnieniem w zakresie temperatur 20°C-90°C. Drugą przedstawioną metodą jest metoda destylacji z zawiesiny wodnej, która różni się od poprzedniej zastosowaniem wody jako rozpuszczalnika w celu wyrównania gradientu stężeń w całym reaktorze. Kolejna metoda jest dwuetapowa. W pierwszym etapie usunięto eter dietylowy w procesie suchej destylacji. W drugim etapie usuwałam alkohol etylowy z zawiesiny wodnej. W czwartej metodzie usuwałam składniki lotne z zawiesiny wodnoetanolowej o stężeniu alkoholu etylowego 20%. Ta metoda jest najbardziej efektywną metodą. Sumaryczny ułamek wagowy składników lotnych dla produktu końcowego w tej metodzie wynosi $\sum y = 0,0012$.

Kolejnym etapem niniejszej pracy była modyfikacja warstwy palnej prochów jednobazowych. Określenie warunków modyfikacji warstwy palnej prochów modyfikatorami wysokoenergetycznymi przeprowadziłam wykorzystując obserwacje procesu penetracji granul nitrocelulozowych przy użyciu mikroskopu optycznego. Procesy wnikania opisano modelami dyfuzji Fick'a dla warstwy zewnętrznej i Tanaki Fillmore'a dla warstwy wewnętrznej. Wykonałam badanie dynamiki mieszania ziaren prochowych o różnej geometrii w mediach rozpraszających: woda i roztworach wodnoetanolowych. Określiłam optymalne warunki mieszania.

Procesy modyfikacji prowadziłam w skali laboratoryjnej i wielkolaboratoryjnej. Modyfikowałam prochy jednokanalikowe i siedmiokanalikowe. Wykonałam 34 procesy modyfikacji, gdzie jako modyfikatory spalania użyto nitroglicerynę, 2,4-dinitrotoluen, dinitrodietylenoglikol, dinitrotrietylenoglikol, ftalan dibutyli oraz oligoestrole: polios P250

oraz polios P420. Opracowałam także łączny proces usuwania składników lotnych i procesu modyfikacji warstwy palnej prochów. Przeprowadziłam dwa procesy jednoetapowe: dla prochu jednokanalikowego oraz prochu siedmiokanalikowego.

Zbadałam właściwości prochów modyfikowanych. Zbadałam geometrię prochów oraz głębokość wnikania modyfikatorów stosując mikroskop optyczny. Przy pomocy wysokosprawnej chromatografii cieczowej oznaczyłam zawartości wprowadzonych modyfikatorów spalania, co pozwoliło na określenie efektywności wprowadzania modyfikatorów w wykonanych procesach. Oznaczyłam ciepło spalania, gęstość oraz żywość dynamiczną otrzymanych prochów. Zależność żywości dynamicznej od parametru p/p_{max} aproksymowałam równaniem liniowym, co pozwala na ocenę degresywności spalania prochów. Zastosowałam mikrokalorimetr przepływowy do oceny stabilności zgodnie z wymaganiem normy NATO STANAG 4582. Otrzymane prochy modyfikowane są prochami stabilnym, a ich właściwości nie powinny ulec zmianom przez co najmniej 10 lat składowania w temperaturze 25°C. Do badań właściwości balistycznych prochów otrzymanych w skali wielkolaboratoryjnej wykorzystano elementy amunicji 12,7x99mm z pociskiem M33 BALL oraz 20x120mm z pociskiem TP-RRR. Są to amunicje wykorzystywane odpowiednio w karabinie na pokładzie helikoptera Głuszec oraz w działku pokładowym samolotu F-16. Wykorzystując elementy amunicji lotniczej 12,7x99mm z pociskiem M33 BALL przebadano jedenaście prochów modyfikowanych. Siedem z tych prochów spełnia wymagania techniczne stawiane amunicji. Na siedemnaście przebadanych prochów do amunicji 20x102mm z pociskiem TP-RRR, dziesięć spełnia parametry balistyczne. Najbardziej efektywnym prochem w obu amunicjach jest proch EAN20(EAN15). Otrzymane rezultaty badań zostały wykorzystane do zaprojektowania i wykonania instalacji w skali pilotażowej.