

ELEMENTY JAKOŚCI, BUDOWY I KONSTRUKCJI ORAZ WŁAŚCIWOŚCI MATERIAŁÓW WYBUCHOWYCH ŚRODKÓW BOJOWYCH

Streszczenie: W artykule przedstawiono najważniejsze cechy jakościowe środków bojowych (ŚB) istotne z punktu widzenia użytkowników w procesie eksploatacji, jak też zwrócono uwagę na właściwości eksploatacyjne, które kreuje się podczas projektowania i „zaprogramowuje” w procesie produkcji. Dokonano opisu budowy i konstrukcji zapalników i zapłonników artyleryjskich, zwracając w ten sposób uwagę na elementy, które mają istotne znaczenie dla określenia cech i parametrów badanych po długoletnim przechowywaniu, jak też elementy, na które powinni zwracać uwagę konstruktorzy. Przedstawiono właściwości materiałów wybuchowych takie jak wrażliwość i trwałość mające bardzo istotne znaczenie w aspekcie bezpieczeństwa eksploatacji ŚB.

Słowa kluczowe: eksploatacja, środki bojowe, diagnostyka

THE PROPERTIES OF THE AMMUNITION EXPLOSIVE MATERIALS - ASPECTS OF QUALITY, DESIGN AND CONSTRUCTION

Abstract: This paper presents the main characteristics of ammunition which meet exploitation needs of users. It also underlines the characteristics of ammunition created during its designing processes and production. The structure and construction of artillery fuses and detonators has been described, with focus on the elements that are important for determining the characteristics and parameters diagnosed after long storage, as well as the elements which designers should pay attention to. The properties of explosives, such as sensitivity and stability, which are essential for safety and reliability munitions also have been shown.

Keywords: exploitation, ammunition, diagnosis

1. Wstęp

Istotnym wskaźnikiem gotowości bojowej wojsk są odpowiednio duże zasoby bezpiecznie i niezawodnie działających środków bojowych (ŚB) zabezpieczających zapotrzebowanie pierwszego okresu ewentualnego konfliktu zbrojnego. Wielkość ich jest uwarunkowana z jednej strony przewidywanym zużyciem ŚB na polu walki, z drugiej zaś strony takimi czynnikami jak:

- terminy i ilości dostaw z przemysłu mierzone od chwili podjęcia działań bojowych;

- przewidywane straty w transporcie i składowaniu podczas wojny;
- wielkości wynikające z działalności szkoleniowej i gospodarczej, prowadzonej w okresie pokoju oraz uczestnictwa w misjach pokojowych;
- trwałość ŚB składowanych w różnych warunkach i różnych stanach gotowości.

Środki bojowe to wyroby i ich elementy (moduły) wszelkiego typu i rodzaju amunicja, środki minersko-zaporowe, środki bojowe obrony przed bronią masowego rażenia, lotnicze i morskie środki bojowe oraz rakiety i ich elementy, między innymi środki zapalające, sygnalizacyjne, chemiczne, oświetlające, dymne oraz inne, zawierające materiały wybuchowe lub substancje o podobnym przeznaczeniu. Środki bojowe mogą występować jako skompletowane w jedną całość (wyrób) lub w elementach.

Podczas długoletniego przechowywania ŚB podlegają procesom naturalnego starzenia w wyniku których tracą w różnym stopniu i różnym czasie pierwotne właściwości stając się nieprzydatnymi do użytku bojowego. Zestaw właściwości charakteryzujących jakość ŚB wybranych na podstawie wymagań rysunków konstrukcyjnych, warunków technicznych, badań własnych oraz opracowanych na tej podstawie metodyk i procedur badawczych – umożliwi przeprowadzenie badań, prób i sprawdzeń, których wyniki i przypisane im klasy są wystarczającą podstawą do oceny jakości ŚB, szczególnie w zakresie bezpieczeństwa i niezawodności działania oraz trwałości tj. odporności na warunki występujące podczas długotrwałej eksploatacji.

2. Jakość środków bojowych

Najważniejsze cechy (z punktu widzenia użytkowników), jakimi powinny charakteryzować się ŚB to – ogólnie - bezpieczeństwo, niezawodność działania, trwałość i podatność obsługowa. Szczegółowo – to bezpieczeństwo zagwarantowane podczas produkcji detali i zespołów, montażu, kontroli i badań odbiorczych. W procesie eksploatacji - podczas strzelań, długoletniego przechowywania, konserwacji, regulacji, napraw, załadunków, rozładunków i przemieszczeń różnymi środkami transportu lądowego, wodnego i powietrznego.

Niezawodność działania to ogólna właściwość obejmująca (z określonym prawdopodobieństwem) inicjowanie działania pocisku, rakiety itp. i kontrolowanie działania w celu lub jego pobliżu oraz samolikwidację zgodną z programem.

Trwałość traktowana jako odporność na warunki występujące podczas eksploatacji to zachowanie bezpieczeństwa i wymaganej niezawodności działania podczas długoletniego składowania w magazynach, pod wiatami i w wozach bojowych przy naturalnym zmianach atmosferycznych temperatury i wilgotności, po przewożeniu, załadunku i rozładunku na środki transportu (udział w ćwiczeniach) oraz podczas i po konserwacjach, obsługiwaniach, regulacjach i naprawach.

Właściwości charakteryzujące ŚB to te osiągnięte, realnie istniejące, badane w sposób empiryczny. Wśród tych cech te pożądane przez użytkowników tzw. własności eksploatacyjne. Właściwości te mają znaczenie w procesie eksploatacji, na który składają się dwa współzależne procesy użytkowania i obsługi ŚB.

Cechy eksponowane w procesie użytkowania nazywa się cechami użytkowymi, natomiast właściwości eksponowane w procesie obsługi obsługowymi. Podczas eksploatacji wiele tych samych cech może być ważnych w obu wymienionych procesach.

Właściwości eksploatacyjne kreuje się podczas procesu twórczego projektowania i zaprogramuje niejako w ŚB w procesie produkcji. Podczas eksploatacji możliwe jest tylko

podtrzymanie właściwości zaprogramowanych w czasie wytwarzania, przez kształtowanie środowiska, w którym są długotrwale przechowywane. Systematyczna kontrola stanu technicznego, obsługiwanie, badania i regulacje pozwalają zachować wymaganą jakość zasobów ŚB.

Rozwinięcie proceduralne doboru i kształtowania właściwości eksploatacyjnych ŚB obejmuje fazy projektowania i wytwarzania, fazę eksploatacji początkowej i właściwej oraz fazę eksploatacji alternatywnej, w której realizuje się:

- naprawy i modernizację,
- likwidację, wtórne wykorzystanie i niszczenie.

W obszarach problemowych pojawiają się główne właściwości eksploatacyjne ŚB - odpowiednio:

- podatność magazynowa i przewozowa,
- przydatność użytkowa,
- podatność obsługowa (konserwacyjna, diagnostyczna, regulacyjna, naprawcza, naprawczo-modernizacyjna), kasacyjna (likwidacja, niszczenie i utylizacja bez zanieczyszczania środowiska).

Środki bojowe, jak wszystkie urządzenia techniczne, podlegają procesom starzenia prowadzącym w konsekwencji do spadku ich przydatności do użycia i dalszego przechowywania. Koniecznym zatem jest określenie okresu przechowywania ŚB, w którym zapewniać będą wykonywanie stawianego im zadania oraz pełne bezpieczeństwo podczas składowania, przemieszczania i obsługiwanie.

3. Ogólny opis budowy i konstrukcji wybranych ŚB oraz właściwości materiałów wybuchowych

3.1. Opis budowy i konstrukcji zapalników

Zapalniki są najbardziej złożonym, precyzyjnym elementem naboju artyleryjskiego. W celu zobrazowania powyższego dokonano ogólnego opisu ich budowy i konstrukcji.

Zapalniki artyleryjskie są to precyzyjne elementy amunicji przeznaczone do inicjowania działania pocisków w celu lub na torze lotu w czasie założonym konstrukcyjnie lub zaprogramowanym przed wystrzałem. Spełniają one również funkcje zabezpieczające przed niekontrolowanym wybuchem. Wszystkie zapalniki wyposażone są w urządzenia i mechanizmy służące do zapalenia (pobudzenia) spłonek uruchamiających łańcuch ogniowy oraz zabezpieczające. Ponadto w skład zapalników mogą wchodzić urządzenia i mechanizmy działania bocznego, nastawcze, uzbrojenia i działania odległościowego, działania opóźnionego, zapalające lub pobudzające oraz samolikwidacji.

Mechanizmy uderzeniowe typu wtłoczeniowego działają wskutek reakcji przeszkody, natomiast bezwładnikowe działają pod wpływem siły bezwładności wywołanej hamowaniem pocisku podczas ruchu w przeszkodzie. Połączenie mechanizmu uderzeniowego, wtłoczeniowego i bezwładnikowego daje tzw. mechanizm wtłoczeniowo - bezwładnikowy, pozwalający dokonywać przed wystrzałem nastawy zapalników na jedno z działań lub obu jednocześnie.

Przyjmuje się, że jeżeli czas od chwili zetknięcia się pocisku z przeszkodą do chwili jego wybuchu wynosi nie więcej niż 0,001 s to mechanizm uderzeniowy daje tzw. działanie natychmiastowe. Działanie to wymaga zastosowania mechanizmów zapalających typu wtłoczeniowego działających wskutek reakcji przeszkody. Jeżeli czas ten ma być większy od 0,001 s, to w celu uzyskania żądanego działania zapalnika, a tym samym pocisku, stosuje się

mechanizmy zapalające typu bezwładnościowego, w których części przemieszczają się pod wpływem bezwładności powstałej wskutek opóźnienia, jakiego doznaje pocisk przy zagłębieniu się w przeszkodę. W przypadku, kiedy wybuch pocisku powinien nastąpić po całkowitym zagłębieniu w przeszkodę, mechanizmy uderzeniowe zaopatruje się zwykle w opóźniacze prochowe, których czas działania zależy od kalibru i ciężaru pocisku oraz od oporu przeszkody. Czas ten wahać się może w granicach 0,01 do 0,05 s i więcej.

Mechanizmy opóźniające służą do uzyskania różnych czasów opóźnionego działania zapalników w zależności od nastawy dokonywanej przed strzelaniem. Stosowane są również mechanizmy pozwalające uzyskać opóźnione działanie zapalników w sposób automatyczny, zależnie od grubości i rodzaju materiału przeszkody.

Urządzenia i mechanizmy zapewniające bezpieczeństwo zapalników w warunkach eksploatacji połączone są częściami, od których zależy działanie zapalnika i które powinny się odbezpieczyć lub uzbroić jedynie pod względem sił działających na nie w chwili wystrzału lub na torze lotu pocisku. W celu zapewnienia bezpieczeństwa zapalników podczas obsługi, transportu i wystrzału obie spłonki, zapalająca i pobudzająca lub jedna z nich mogą być odizolowane od pobudzacza. Izolacje tą osiąga się za pomocą urządzeń, które włączają spłonkę w łańcuch ogniowy lub detonacyjny dopiero po wylocie pocisku z lufy. W zależności od tego, które ze spłonek i w jaki sposób zostały odizolowane zapalniki są: bez zabezpieczenia, z częściowym zabezpieczeniem i całkowitym zabezpieczeniem.

W zapalnikach występują bezpieczniki mechaniczne i pirotechniczne. Bezpiecznikami mechanicznymi są różnego rodzaju sprężyny, tulejki z łapkami zatraskowymi, taśmy, pierścienie, przetyczki, kołki itp.. Bezpieczniki pirotechniczne wykonywane są z mas pirotechnicznych, w postaci sprasowanych słupków umieszczonych w kanałach ogniowych zapalników. Zapalenie ich następuje w czasie strzału przez spłonki zapalające lub zespoły elektryczne. Bezpieczniki tego typu stosowane są w większości przypadków jako elementy odległościowego uzbrajania zapalników. Zależnie od rodzaju bezwładności, pod wpływem której następuje działanie bezpieczników mechanicznych podczas strzału i przy uderzeniu pocisku w przeszkodę, rozróżnia się bezpieczniki osiowe i odśrodkowe. Bezpieczniki osiowe zmieniają swoje położenie pod wpływem osiowych sił bezwładności, pojawiających się w wyniku przyśpieszenia osiowego pocisku, natomiast bezpieczniki odśrodkowe działają pod wpływem sił odśrodkowych, pojawiających się w wyniku ruchu obrotowego pocisku.

Do zabezpieczania przemieszczeniom się części i zespołów zapalników na torze lotu pod wpływem sił nabiegania stosuje się bezpieczniki torowe. Uzbrajanie zapalników w ustalonych przedziałach odległości lub czasu stosuje się w celu zapewnienia całkowitego bezpieczeństwa w czasie strzelań. Zapobiega to przedwczesnemu zadziałaniu zapalnika w lufie lub na torze lotu pocisku. Mechanizmy uzbrojenia w bliskiej odległości najczęściej uzbrajają zapalniki po wylocie pocisku z lufy lub w odległości 20 – 300 m od działa w zależności od kalibru pocisku.

Daleki przedział odległości uzbrojenia zapalników ustala się w oparciu o zasadę najmniejszej odległości strzelania. Zapalniki z tego rodzaju mechanizmami stosuje się przeważnie w pociskach artylerii dalekiego zasięgu lub raketach. Innego rodzaju urządzenia odległościowe przeznaczone są do odmierzania zadanego czasu lotu pocisku i spowodowania zadziałania łańcucha ogniowego zapalnika. W zapalnikach artyleryjskich znalazły zastosowanie głównie urządzenia odległościowe typu pirotechnicznego i mechanicznego.

Mechanizmy samolikwidacji służą do wywołania wybuchów pocisków (głowic) po pewnym czasie lotu wtedy, kiedy pociski nie trafiają w cel, „wyjdą” z pod kontroli lub w przypadku zakłóceń i awarii. Stosowane są one głównie w pociskach artylerii przeciwlotniczej i raketowej oraz działek lotniczych. Mogą być również stosowane w zapalnikach artylerii polowej używanych podczas ćwiczeń na skróconych poligonach.

Stosowane są mechanizmy samolikwidacji pirotechniczne - wykonywane w postaci ścieżek prochowych zapalanych przez mechanizmy zapalające podczas strzału z konstrukcyjnie zaprogramowanym czasem wybuchu pocisku na torze lotu, lub mechaniczne - w postaci urządzeń zwalniających mechanizmy zapalające wskutek spadku prędkości kątowej pocisku w czasie lotu bądź po upływie określonego czasu pracy mechanizmu zegarowego, uruchamianego podczas strzału.

Mechanizmy zapalające wywołują impuls ogniowy drogą nakłucia spłonki iglicą, stosuje się je do zapalenia elementów pirotechnicznych wchodzących w skład mechanizmów zabezpieczających odległościowego uzbrajania i samolikwidacji.

Urządzenia nastawcze przeznaczone są do dokonywania przed strzelaniem odbezpieczenia nastawy czasu i działania zapalnika przy spotkaniu z celem, czasu odległościowego działania, odległości uzbrojenia oraz głębokości lub wysokości zadziałania. W zależności od typu zapalników i konstrukcji mechanizmów nastawczych, nastawy zapalnika mogą być dokonywane mechanicznie przy pomocy automatycznych urządzeń nastawczych oraz ręcznie za pomocą specjalnych kluczy. Niektóre typy zapalników wyposażone są w mechanizmy działania bocznego, które powodują zadziałanie zapalnika przy niewielkim kącie spotkania pocisku z celem wtedy, kiedy działają tylko siły poprzeczne (boczne) lub łącznie siły poprzeczne i osiowe. Mechanizm ten przeważnie wchodzi w skład mechanizmu uderzeniowego zapalnika typu bezwładnikowego.

Urządzenia pobudzające w zapalnikach wytwarzają impuls wybuchowy o takiej sile by następowala niezawodna detonacja ładunku kruszącego pocisku. W skład urządzenia może wchodzić spłonka pobudzająca, łącznik pobudzający i pobudzac. W zapalnikach nie muszą występować wszystkie elementy ogniowe. Istnieją rozwiązania konstrukcyjne bez łącznika pobudzającego i pobudzacza.

O jakości zapalników decyduje ich niezawodne działanie, bezpieczeństwo podczas eksploatacji oraz trwałość podczas długoletniego składowania w wojskach.

3.2. Ogólny opis budowy i konstrukcji zapłonników

W zbiorze środków zapłonowych dominujący zbiór stanowią zapłonniki. Są to urządzenia wielozespołowe z elementami inicjującymi ogniowymi i uszczelniającymi. W porównaniu z nabojuowymi spłonkami zapalającymi (stosowanymi w amunicji strzeleckiej) mają wielokrotnie silniejszy impuls zapłonowy. Jest to związane z przeznaczeniem ich do inicjowania zapłonu mas pirotechnicznych ładunków miotających w nabojach działowych i ładunków napędowych w pociskach raketowych na paliwo stałe.

Ze względu na sposób inicjowania zapłonu rozróżnia się:

- zapłonniki uderzeniowe, działające od uderzenia iglicy, w wyniku którego następuje zgniot i zapłon spłonki zapalającej,
- zapłonniki elektryczne¹, działające od impulsu elektrycznego, zapłon spłonki powoduje przeskok iskry elektrycznej lub rozgrzany prądem elektrycznym element żarzący,
- zapłonniki elektryczno-uderzeniowe, zwane również zapłonnikami podwójnego działania, mające elementy zapłonika elektrycznego i uderzeniowego.

Zapłonniki uderzeniowe stosuje się powszechnie w większości amunicji działowej. Zapłonniki elektryczne i elektryczno-uderzeniowe stosuje się w nabojach do dział szybkostrzelnych oraz do dział strzelających w ruchu do celów ruchomych (działa morskie i czołgowe), jako sposób zdalnego i przyspieszonego odpalania.

¹ Niektóre typy zapłonników elektrycznych nazywa się elektrozapałami

Ze względu na sposób połączenia zapłonika z nabojem rozróżnia się:

- zapłoniki wkręcane w dno łuski naboju,
- zapłoniki wprasowywane w otwór dna łuski,
- zapłoniki wkładane w zamek stosowane w nabojach bezłuskowych.

Zapłoniki wkręcane i wprasowywane są trwale połączone z nabojem za pomocą gwintu lub wcisku, natomiast zapłoniki wkładane stanowią do chwili załadowania działa - oddzielny element naboju.

Bez względu na rozwiązania konstrukcyjne wszystkie rodzaje i typy zapłoników składają się z kadłuba, spłonki zapalającej i ładunku zapalającego. Kadłub łączy wszystkie części i zespoły zapłonika w jedną całość i zabezpiecza je przed uszkodzeniami oraz działaniem czynników atmosferycznych, szczególnie wilgoci. Spłonka zapalająca nakłuciowa w zapłoniku uderzeniowym lub elektryczna w zapłoniku elektrycznym, bądź obydwie w zapłoniku elektryczno-uderzeniowym stanowią pierwszy inicjujący element w łańcuchu ogniowym, od którego następuje zapłon pozostałych części ładunku zapalającego. Prochowy ładunek zapalający występuje w postaci sprasowanej petardy i luźno nasypanego prochu czarnego lub jednego z tych elementów. Służą one do wytworzenia odpowiedniej temperatury strumienia ognia gwarantującego niezawodne zapalenie ładunku miotającego.

W zapłonikach uderzeniowych i elektryczno-uderzeniowych jest umieszczone urządzenie uszczelniające w postaci kulki lub stożka działające na zasadzie zaworu jednokierunkowego, przepuszczającego gorące gazy ze spłonki zapalającej do petardy prochowej i nie przepuszczające gazów prochowych o wysokim ciśnieniu w kierunku przeciwnym. Ma to na celu niedopuszczenie do przerwania dna zapłonika w najsłabszym miejscu, nakłutym przez iglicę i wydostania się gazów o wysokim ciśnieniu na zewnątrz.

3.3. Właściwości materiałów wybuchowych

Materiałami wybuchowymi nazywa się grupę substancji (związków chemicznych i mieszanin) zdolnych pod wpływem określonych oddziaływań zewnętrznych (uderzenie, nakłucie, ogrzanie itp.) do bardzo szybkich, egzotermicznych reakcji chemicznych z wydzieleniem dużej ilości ogrzanych gazów. Reakcję taką nazywa się reakcją wybuchową, a często w skrócie - wybuchem.

Cechą charakterystyczną wybuchu jest nagły i szybki wzrost ciśnienia w otaczającym ośrodku. Duże ciśnienie produktów wybuchu może być czynnikiem niszczącym. Dlatego materiały wybuchowe znalazły szerokie zastosowanie w technice wojskowej, a szczególnie w amunicji. Substancje będące materiałami wybuchowymi muszą spełniać następujące warunki:

- ulegać po zainicjowaniu samorzutnej i bardzo szybkiej reakcji chemicznej;
- w czasie przemiany chemicznej wydzielać duże ilości ciepła i produktów gazowych.

Najbardziej charakterystycznym czynnikiem jest prędkość procesu, wyrażająca się w odniesieniu do rozmaitych materiałów wybuchowych wielkościami od ułamków do tysięcy metrów na sekundę. Im większa prędkość przemiany wybuchowej, tym gwałtowniej wzrasta ciśnienie. Prędkość wzrostu ciśnienia określa charakter pracy mechanicznej towarzyszącej wybuchowi.

Istnieją dwa rodzaje przemian wybuchowych - spalanie wybuchowe i detonacja. Spalanie wybuchowe cechuje niewielka prędkość, wyrażająca się ułamkami metra i metrami na sekundę, zależna od warunków zewnętrznych, głównie ciśnienia. W ciśnieniu atmosferycznym proces ten przebiega powoli i towarzyszy mu nieznaczny efekt dźwiękowy, np. spalanie ziaren prochowych.

W przestrzeni zamkniętej, np. w komorze naboju działa, spalanie przebiega znacznie prędzej, następuje gwałtowny równomierny wzrost ciśnienia gazów, które wykonują określoną pracę, np. miotanie pocisku.

Zamiast „spalanie wybuchowe” używa się często terminu „deflagacja”. Natomiast o detonacji mówimy wtedy, gdy prędkość wybuchu jest stała, niezależna od ciśnienia i w danych warunkach maksymalna.

Cechą charakterystyczną detonacji jest zjawisko fizyko-chemiczne zwane falą detonacji, która przechodząc przez ładunek materiału wybuchowego zachowuje u czoła stałą wartość parametrów (ciśnienie, temperaturę, prędkość) dzięki wydzielaniu się energii reakcji chemicznej, wywołanej działaniem fali. Po przejściu przez ładunek materiału wybuchowego fala detonacji przechodzi w falę uderzeniową i wygasa w miarę oddalania się od ładunku.

Prędkość detonacji można traktować jako prędkość rozchodzenia się fali uderzeniowej w ładunku materiału wybuchowego. Detonacja jest najodpowiedniejszym rodzajem przemiany wybuchowej, zdolnym do wywołania maksymalnego efektu burzącego.

Podstawowymi własnościami warunkującymi użyteczność materiałów wybuchowych są:

- dostateczny zasób energii, zapewniający skuteczne działanie miotające lub kruszące;
- określony zakres wrażliwości na oddziaływanie zewnętrzne, zapewniające bezpieczeństwo podczas użytkowania materiału, a jednocześnie gwarantujący łatwość pobudzenia go do wybuchu;
- dostateczna trwałość, to jest zdolność zachowywania w ciągu długiego czasu w stanie niezmiennym swych własności fizyko-chemicznych i wybuchowych;
- dostępność materiałów wyjściowych (surowców), łatwa i bezpieczna produkcja i w związku z tym dostateczna opłacalność;
- szereg specjalnych własności wynikających z konkretnych warunków zastosowania poszczególnych grup materiałów wybuchowych, np. zdolność topienia się bez rozkładu - w odniesieniu do materiałów wybuchowych stosowanych do napełniania przez zalewanie, brak gazów trujących, powstających w wyniku wybuchu - w odniesieniu do materiałów wybuchowych stosowanych do robót podziemnych, bezpłomiennosc - w odniesieniu do prochów, duża termostabilność - w odniesieniu do materiałów stosowanych do ładunków narażonych na działanie wysokiej temperatury itd.

Materiały wybuchowe używane w praktyce można podzielić ze względu na zastosowanie na cztery grupy:

- materiały inicjujące;
- materiały kruszące;
- materiały miotające - prochy i paliwa rakietowe;
- masy pirotechniczne.

3.4. Wrażliwość materiałów wybuchowych

Materiały wybuchowe są substancjami o dużej ilości energii skumulowanej w stosunkowo małej objętości. Z tego też względu uważane są za układy nietrwałe chemicznie, mają jednak pewną odporność na oddziaływania zewnętrzne tzn., że dla zapoczątkowania reakcji wybuchowej należy dostarczyć do materiału odpowiednią ilość energii ze źródła zewnętrznego. Wrażliwość materiałów wybuchowych jest to zdolność do ulegania rozkładowi wskutek impulsu zewnętrznego. Najmniejszą ilość energii, jaką należy dostarczyć z zewnątrz, aby wywołać reakcję wybuchową, nazywa się zwykle impulsem inicjującym. Im mniejszy jest impuls inicjujący, tym wrażliwszy jest materiał wybuchowy.

Oddziaływanie inicjujące może być różne: mechaniczne (uderzenie, nakłucie, tarcie), cieplne (ogrzanie, płomień), elektryczne (żarzenie, wyładowanie), a także wybuchowe (wybuch innego materiału).

Rodzaj impulsu wpływa na charakter i przebieg reakcji wybuchowej, np. trotyl zapalony pali się spokojnie, natomiast pod działaniem spłonki pobudzającej detonuje.

Materiały wybuchowe mają zdolność specyficznego reagowania na określone rodzaje oddziaływań, np. azydek ołowiu, w porównaniu z trójnitriceozorcynianem ołowiu jest bardziej wrażliwy na oddziaływanie mechaniczne, a mniej na cieplne.

Materiały wybuchowe stosowane w praktyce powinny mieć określony zakres wrażliwości zarówno ze względu na bezpieczeństwo w posługiwaniu się nimi (nie mogą być zbyt wrażliwe), jak i na niezawodność działania (zbyt mało wrażliwe wymagają dostarczenia dużej ilości energii dla wywołania wybuchu).

Znaczny wpływ na wrażliwość materiałów wybuchowych mają zawarte w nich domieszki. Zależnie od własności domieszek wrażliwość materiałów wybuchowych może wzrastać lub zmniejszać się. Domieszki, których twardość przewyższa twardość substancji wybuchowej, w zasadzie zwiększają wrażliwość, zaś domieszki mające mniejszą twardość - zmniejszają wrażliwość. Do substancji podwyższających wrażliwość, zwanych sensybilizatorami, należą opiłki metalowe, szkło mielone, piasek itp. Domieszki zmniejszające wrażliwość materiałów wybuchowych, zwane flegmatyzatorami, są substancjami mazistymi lub cieciami oleistymi. Należą do nich: wazelina, parafina, cerezyna, oleje, woski itp. Ponieważ wrażliwość na działanie różnych impulsów zewnętrznych nie jest jednakowa dla różnych materiałów, w praktyce wprowadzono oznaczanie wrażliwości względem każdego rodzaju oddziaływania z osobna, w ściśle określonych warunkach.

Wrażliwość materiałów wybuchowych na ogrzewanie określa się najczęściej przez pomiar temperatury pobudzenia. Jest to taka temperatura, w której zapłon lub wybuch próbki materiału wybuchowego następuje po upływie jednej sekundy.

Temperatura pobudzenia nie jest temperaturą początku samorzutnego rozkładu materiału wybuchowego, gdyż zachodzi on w temperaturach znacznie niższych. Prędkość rozkładu zależy od temperatury. Im niższa temperatura, tym materiał rozkłada się wolniej.

3.5. Trwałość materiałów wybuchowych

Trwałość materiałów wybuchowych, to ich zdolność zachowywania w ciągu długiego okresu czasu (nawet kilkudziesięciu lat) własności fizycznych, chemicznych i wybuchowych.

W normalnych warunkach przechowywania materiały wybuchowe, będące układami w pewnym stopniu nietrwałymi, rozkładają się z większą lub mniejszą prędkością. Na początku rozkład przebiega z bardzo małą, prawie niedostrzegalną prędkością. Po pewnym jednak czasie następuje samorzutne przyspieszenie procesu, mogące doprowadzić nawet do zapalenia i wybuchu. Rozróżnia się fizyczną i chemiczną trwałość materiałów wybuchowych.

Trwałość fizyczna zależy od własności fizycznych materiału, takich jak: higroskopijność, lotność, wytrzymałość mechaniczna, tzn. od zdolności zachowywania stanu fizycznego.

Liczne materiały wybuchowe nie mają dostatecznej trwałości fizycznej. Na przykład materiały oparte na saletrze amonowej (amonity) są higroskopijne, skawalają się; dynamity wypacają nitroglicerynę (kropelki nitrogliceryny „zraszają” ładunek), wskutek czego tracą plastyczność, zamarzają i stają się bardziej niebezpieczne w użyciu. Materiały tego typu nie mogą być zbyt długo przechowywane. W celu określenia trwałości fizycznej stosuje się zwykle fizyczne metody oznaczania higroskopijności, lotności, temperatury topnienia, temperatury krzepnięcia itp.

Trwałość chemiczna zależy od natury chemicznej materiału wybuchowego, tj. od reaktywności substancji i obecności niektórych domieszek.

Wiadomo na przykład, że estry kwasu chlorowego (chlorany) są mniej trwałe niż odpowiednie estry kwasu azotowego (azotany). Trwalsze od azotanów są nitrozwiązki. Ponadto im więcej jest w cząsteczce położonych obok siebie jednakowych grup funkcyjnych (azotanowych, nitrowych itp.), tym cząsteczka ma mniejszą trwałość. Z dwu cząsteczek o tej samej liczbie jednakowych grup funkcyjnych trwalsza jest ta, która ma budowę symetryczną.

Wpływ domieszek na trwałość materiałów wybuchowych jest różny w zależności od własności domieszek. Domieszki zmniejszające trwałość działają katalitycznie (przyspieszają) na reakcję rozkładu materiałów wybuchowych. Należą do nich przede wszystkim ślady wolnych kwasów, powodujące hydrolizę azotanów (w podwyższonej temperaturze nawet częściowo wewnątrzcząsteczkowe utlenienie), a także produkty rozkładu materiałów wybuchowych, głównie tlenki azotu, wywierające wpływ autokatalityczny na rozkład.

Działanie domieszek hamujących rozkład polega na tym, że łatwo reagują one ze związkami (substancjami) przyspieszającymi proces rozkładu, np. z resztkami kwasów lub produktami rozkładu. Unieszkodliwiają one domieszki przyspieszające, lecz nie hamują samego rozkładu cząsteczek materiału wybuchowego. Działają jedynie hamująco na przyspieszenie procesu rozkładu. Domieszki takie nazywa się stabilizatorami. Zalicza się do nich dwufenyloaminę, centralit, alkohole, aceton, a także inne substancje organiczne.

Metody oznaczania trwałości opierają się na sztucznym przyspieszeniu procesów rozkładu materiałów wybuchowych przez ogrzewanie. Procesy te, przebiegające w normalnych warunkach przechowywania bardzo wolno, stają się wówczas łatwiej wykrywalne.

4. Podsumowanie

Dokładna znajomość budowy i konstrukcji ŚB i ich elementów oraz właściwości zastosowanych w nich materiałów wybuchowych (inicjujących, kruszących, miotających – prochów i paliw raketowych oraz mas pirotechnicznych) pozwala właściwie wyspecyfikować parametry i cechy poddawane badaniom i ocenie podczas badań w procesie eksploatacji, tak aby zapewnić bezpieczeństwo podczas użytkowania, przechowywania, transportu, obsługi i napraw oraz niezawodność w czasie wystrzału i na torze lotu.

Istotne wspomaganie w tym zakresie stanowi znajomość Warunków Technicznych (WT) stosowanych podczas produkcji partii określonego rodzaju i typu ŚB (jego elementu).

Literatura

- [1] Knychala J., Fonrobert P., Stępień L. i in., Amunicja wojsk lądowych, Uzbr. 2307/86,
- [2] Knychala J., Rudzki W., Analiza jakości zapalników artyleryjskich w procesie eksploatacji, PTU WITU Zeszyt 71 1999 r.
- [3] Rozwadowski T., Diagnostyka techniczna, WAT 1983 r.,
- [4] Zamojski W., Teoria i technika niezawodności, Politechnika Warszawska 1976 r.,
- [5] Rysunki konstrukcyjne i WT wybranych elementów amunicji – Archiwum WITU.