



SZCZEGÓLNE PRZYPADKI WAD MATERIAŁÓW WYBUCHOWYCH

Bogdan KRYSIŃSKI, Agata KAMIŃSKA DUDA
Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia

Streszczenie: W artykule przedstawiono wybrane przypadki defektów materiałów wybuchowych znajdujących się w elementach amunicji, które powstały na etapie ich produkcji lub w procesie eksploatacji. Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia posiada nowoczesną aparaturę diagnostyczną, za pomocą której możliwe było wykrycie wad różnego rodzaju materiałów wybuchowych. Aparaturą zastosowaną w naszej pracy był wysokiej klasy rentgenograf pozwalający na prześwietlenie amunicji w celu określenia jakości zaelaborowanego materiału oraz kontroli poszczególnych podzespołów.

Słowa kluczowe: amunicja, olej trotylowy, wypylenie, metoda rentgenograficzna.

PARTICULAR CASES OF EXPLOSIVES MATERIALS DEFECTS

Bogdan KRYSIŃSKI, Agata KAMIŃSKA DUDA
Military Institute of Armament Technology

Abstract: In this article there are shown particular cases of defects of high explosives contained in ammunition. The defects arose during production or exploitation process. Military Institute of Armament Technology possesses new diagnostic apparatus to detect flaws of different origin. This high standard X-Ray apparatus was used to determine quality of elaborated material and control individual particular components and some results are presented in our paper.

Keywords: ammunition, TNT oil, dusting, the X-ray method

1. Wstęp

Jednym z rodzajów środków technicznych eksploatowanych w siłach zbrojnych jest amunicja. Pojedynczy jej egzemplarz to w najprostszym ujęciu obiekt techniczny będący zbiorem mechanizmów i elementów, zawierających materiały wybuchowe, który znajduje się w stałej gotowości do użycia [1]. Amunicja, tak jak wszystkie urządzenia techniczne, podlega naturalnym procesom starzeniowym, które powodują powstawanie w nich zmian mających wpływ na spadek jej przydatności bojowej. Dlatego będąc istotnym składnikiem systemu obronności kraju podlega szczególnemu i systematycznemu nadzorowi diagnostycznemu, który pozwala ocenić okres dalszej eksploatacji lub wyeliminować z zasobów wojska wadliwe partie amunicji. Potrzeba ta wynika z konieczności zapewnienia wysokiego poziomu

bezpieczeństwa i niezawodności działania amunicji znajdującej się w zasobach sił zbrojnych. Na podstawie literatury i wieloletnich doświadczeń w WITU została opracowana metoda badania, oceny oraz prognozy zdatności amunicji, mająca na celu bezpieczną jej eksploatację po upływie okresu gwarancji producenta.

Do elementów amunicji, których jakość produkcji oraz prawidłowość montażu w amunicji jest szczególnie ważna należy materiał wybuchowy kruszący. Wieloletnia kontrola jego stanu technicznego w amunicji poddanej procesowi długoletniego składowania pozwoliła stwierdzić obecność wad, których źródłem był niewłaściwie przeprowadzony proces produkcji lub elaboracji materiałów wybuchowych. Najczęściej spotykane wady produkcji materiałów wybuchowych w postaci widocznych zmian fizycznych zaelaborowanych w amunicji, wraz z opisem przyczyn ich powstania zostały przedstawione w dalszej części artykułu.

2. Wybrane wady materiałów wybuchowych i przyczyny ich powstania

Jednym z obszarów badań jest określanie wartości parametrów fizyko-chemicznych materiałów wybuchowych kruszących, stanowiących wypełnienie elementów bojowych amunicji np. skorup pocisków odłamkowo-burzących. Przedmiotowe parametry fizyko-chemiczne oraz metody badań dla wielu tych materiałów, wraz z wymaganymi wartościami dla ich pozytywnej oceny, są podane w Polskich Normach Obronnych. Nie zawsze jednak wymagania te są spełnione, co stanowi przyczynę wadliwego wykonania elementów wybuchowych w amunicji.

Do napełniania skorup pocisków potrzebne są materiały wybuchowe o odpowiednich parametrach fizyko-chemicznych oraz pozbawione zanieczyszczeń tzw. ciał obcych. Niektóre parametry np. uziarnienie, czystość chemiczna związku, zawartość wody, kwasowość, powinny być już sprawdzane na wstępnym etapie produkcji, tak aby stosowany w procesie produkcyjnym materiał wybuchowy spełniał określone normy i nadawał się do elaboracji [1], [2], [3]. Również przestrzeganie reżimów technologicznych wykonania ładunków ma istotny wpływ na ich jakość. Przykładem może być trotyl, którego twarda warstwa tworzy się przy ściankach komory skorupy i na powierzchni odlewu. Wskutek małej przewodności cieplnej trotylu utrudniona zostaje wymiana ciepła i proces krystalizacji następuje wolno. W rezultacie otrzymuje się odlew w postaci materiału grubokrystalicznego o niewielkiej gęstości co jest niepożądanym efektem ubocznym. Wskutek nieprawidłowo przeprowadzonej krystalizacji tworzą się tzw. jamy usadowe czyli puste miejsca. Inną wadą ujawniającą się podczas produkcji jest pęknięcie materiału wybuchowego. Przyczyną tego jest nieprawidłowo przeprowadzony proces krystalizacji, wskutek czego powstaje zbyt gęsty odlew, a co za tym idzie możliwe jest powstawanie pęknięć oraz fałd.

Jeżeli już na etapie produkcji materiał wybuchowy nie spełnia założonych wymagań to możemy spodziewać się, iż w trakcie długoletniego użytkowania, podczas którego będzie narażony na wysokie oraz niskie temperatury, działanie wilgoci oraz inne niesprzyjające warunki, jego parametry ulegną negatywnym zmianom. Będzie to powodem wadliwego działania amunicji.

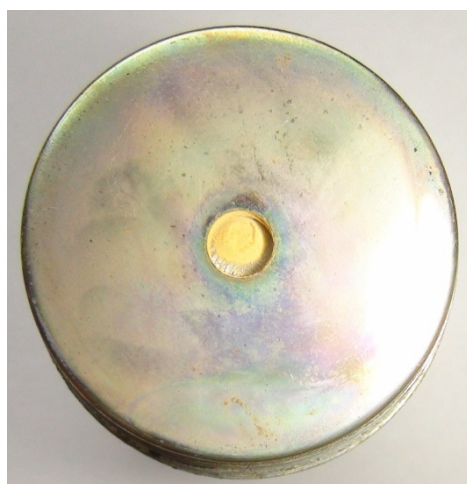
Wadą szczególnie niebezpieczną, która może spowodować niekontrolowane zadziałanie amunicji jest pylenie materiału wybuchowego znajdującego się wewnątrz pocisku lub w zapalniku. Przyczyną tego zjawiska jest jego wadliwe zaprasowanie lub wklejenie ładunku wybuchowego. Odrywające się od powierzchni materiału wybuchowego cząsteczki, w wyniku wymuszeń zewnętrznych oddziaływujących na amunicję w procesie jej eksploatacji podczas transportu czy prac przeładunkowych, przemieszczają się wewnątrz skorupy pocisku lub zapalnika i osadzają się w postaci pyłów w różnych miejscach.

W przypadku pocisku mogą to być np. przestrzenie w połączeniu gwintowym zapalnika ze skorupą pocisku, a w przypadku zapalników cząsteczki materiału wybuchowego mogą

przemieścić się w całej jego objętości. Jakikolwiek mechaniczne oddziaływanie na te cząsteczki np. tarcie o zwoje gwintu podczas wykręcania zapalnika czy gwałtowne uderzenie twardego elementu zapalnika w cząsteczki pyłu pokrywające inny twardy element, może spowodować pobudzenie tych cząsteczek, a w rezultacie pobudzenie zasadniczego materiału wybuchowego. Przykładowe ślady pyłu materiału wybuchowego na elementach wewnętrznych zapalnika artyleryjskiego przedstawiono na fotografiach 1 i 2.



Fot. 1. Wypylony materiał wybuchowy wokół kanału ogniowego, w korpusie zapalnika artyleryjskiego [7]



Fot. 2. Wypylony materiał wybuchowy wewnątrz kanału ogniowego, w części głowicowej zapalnika artyleryjskiego [7]

W przypadku trotylu (TNT) może to być również pojawienie się tzw. oleju trotylowego. Substancja ta zawiera 2,4,6-trinitrotoluen oraz jego mono- i dintro- pochodne, które w trakcie przechowywania w podwyższonej temperaturze mogą ulec wtórnej niekontrolowanej krystalizacji, zwiększając zagrożenie przypadkowym wybuchem. Bardzo niewiele takich przypadków zostało do tej pory opisanych jedyną wzmianką, gdzie poruszony został problem oleju trotylowego jest literatura z lat 50 [6].

W przypadku wnikięcia i skryształowania mieszaniny trotylu z mono- i dinitro-pochodnymi w połączenie gwintowe zapalnika z korpusem pocisku, w momencie wystrzału

lub próbie odkręcenia zapalnika, oddziaływanie mechaniczne na te kryształy może spowodować ich pobudzenie. Zdarza się, że olej trotylowy wydostaje się na zewnątrz pocisku i krystalizuje na jego powierzchni, przypominając kolorem powłokę smaru (fot. 3). Dlatego w przypadku zauważenia takiej wady należy bezwzględnie wycofać taką amunicję z eksploatacji.



Fot. 3. Olej trotylowy na zewnętrznej powierzchni pocisku zawierającego TNT [7]

Również wykręcanie zapalników z korpusów pocisków, w których stwierdzono obecność oleju trotylowego musi być wykonywane w sposób zdalny, w komorach o specjalnej konstrukcji. Przykładowy wygląd powierzchni trotylu czystego i zaolejonego, zaelaborowanego w skorupie pocisku, widoczny po wykręceniu zapalnika, przedstawiono na fotografiach 5 i 6.



Fot. 4. Głowica pocisku odłamkowego z czystym TNT [7]



Fot. 5. Głowica pocisku odłamkowego z zaolejonym TNT [7]

W przypadku stwierdzenia obecności obcych substancji w amunicji, należy ze względów bezpieczeństwa w jak najkrótszym czasie ustalić rodzaj nieznannej substancji i stopień zagrożenia spowodowany jej obecnością. Jest to podyktowane koniecznością szybkiego zgłoszenia takiego przypadku służbom odpowiedzialnym za eksploatację amunicji w wojsku. Dlatego tak ważne jest stosowanie szybkich i skutecznych metod analitycznych.

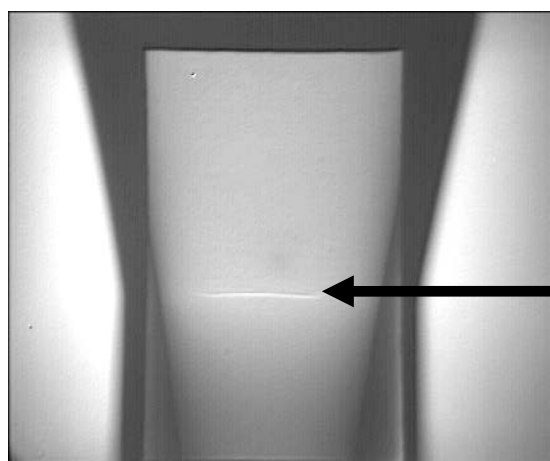
1. Wybrane wady materiałów wybuchowych wykrywane metodą rentgenograficzną

Wieloletnie badania amunicji po długoletnim składowaniu wykazały potrzebę rozszerzenia zakresu jej badania o kontrolę jakości ładunków zaelaborowanych materiałami wybuchowymi, znajdującymi się w poszczególnych podzespołach.

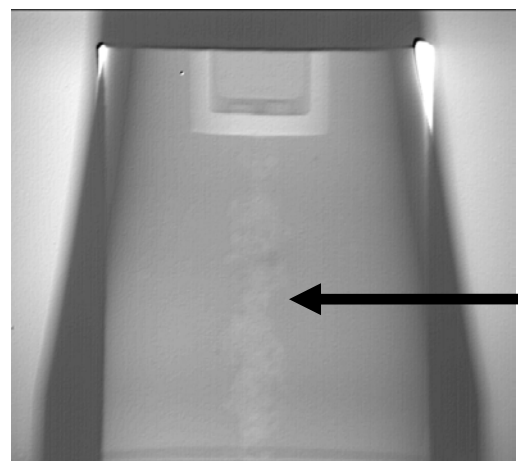


Fot. 6. Aparat rentgenowski MU-17

Doświadczenie pokazuje, że niektóre wady powstają już w procesie produkcyjnym. Ich wykrycie jest możliwe dzięki zastosowaniu do badań diagnostycznych metody rentgenograficznej. W WITU do tych celów jest wykorzystywany aparat rentgenowski typu MU-17 (skonfigurowany według wymagań WITU), który pozwala na ciągłą obserwację budowy wewnętrznej wyrobu z możliwością jego przesuwania w płaszczyźnie poziomej, pionowej i obracania wokół pionowej osi obrotu (fot. 6).

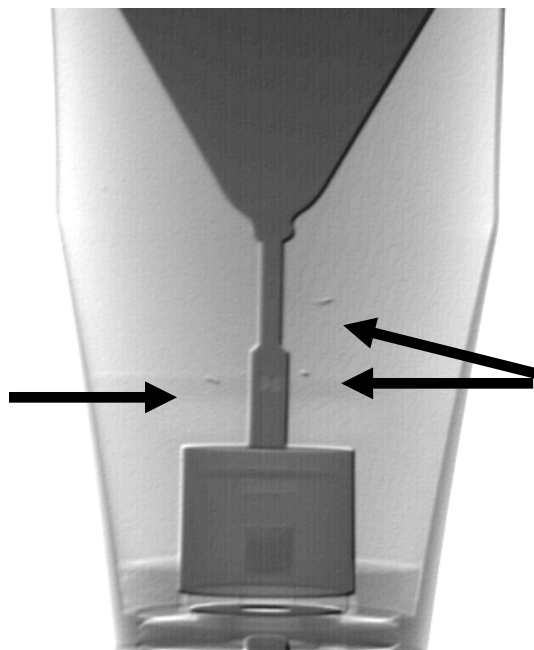


Rentgenogram 1. Nieciągłość materiału wybuchowego zaelaborowanego w pocisku w postaci wolnej przestrzeni wypełnionej powietrzem [7]

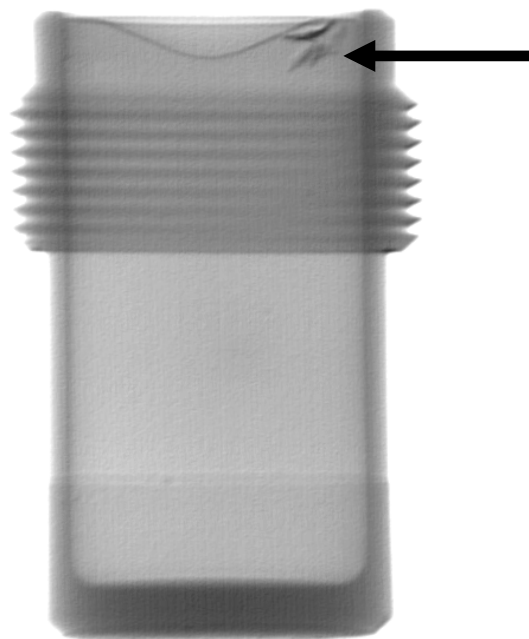


Rentgenogram 2. Zmiana gęstości materiału wybuchowego wzdłuż osi zaelaborowanej głowicy pocisku [7]

Na rentgenogramach nr 1, 2, 3 oraz 4 przedstawiono wady powstałe w wyniku nieprawidłowego procesu elaboracji. Na rentgenogramie nr 1 przedstawiono nieciągłość wewnątrz materiału wybuchowego w postaci wolnej przestrzeni wypełnionej powietrzem. Na rentgenogramie nr 2 przedstawiono zmianę gęstości materiału wybuchowego wzdłuż osi elaborowanej głowicy. Na rentgenogramie nr 3 przedstawiono wtrącenia ciał obcych w materiale wybuchowym. Na rentgenogramie nr 4 przedstawiono obce ciała w materiale wybuchowym zaelaborowanym w pobudzaczu zapalnika.



Rentgenogram 3. Obce ciała w materiale wybuchowym zaelaborowanym w głowicy bojowej pocisku [7]



Rentgenogram 4. Obce ciała w materiale wybuchowym zaelaborowanym w pobudzaczu zapalnika [7]

Jak pokazują ww. rentgenogramy, rentgenowska aparatura diagnostyczna jest niezwykle przydatnym narzędziem w kontroli jakości wykonania ładunków wybuchowych. Wiele zakładów zbrojeniowych stosuje ją do kontroli jakości produkcji środków bojowych [6].

3. Podsumowanie

Współczesne pole walki stawia przed amunicją wysokie wymagania eksploatacyjne. Wprowadzenie skomplikowanych systemów kierowania ogniem z uwagi na dużą ruchliwość celów, czy też konieczność prowadzenia ognia na długie dystanse powoduje, że do niszczenia celu zużywa się mniej amunicji. Strzał musi być celny, a pocisk w celu powinien mieć wymaganą skuteczność. Dlatego tak istotne jest zapewnienie wysokiej jakości produkowanej amunicji. Skuteczna kontrola jakości na każdym etapie procesu jej wytwarzania pozwoli wyeliminować wadliwe produkty, jak też zweryfikować stosowany proces technologiczny.

Dużą rolę odgrywa również diagnozowanie stanu technicznego amunicji po określonym okresie jej eksploatacji w warunkach rzeczywistych. Dzięki temu udaje się wyeliminować z użytkowania przez siły zbrojne partie amunicji wadliwej.

Istotną rolę na każdym etapie kontroli stanu technicznego amunicji, oprócz czynnika ludzkiego, odgrywa skuteczność stosowanej aparatury badawczej.

Przykładem jest wykorzystanie nowoczesnej aparatury rentgenowskiej w procesie diagnostycznym środków bojowych i uzyskanie rentgenogramów, obrazujących jakość zaelaborowanego ładunku materiału wybuchowego w skorupie pocisku lub pokazujących obecność w materiale wybuchowym obcych ciał.

Posiadany przez WITU aparat rentgenowski, umożliwiający ciągłą obserwację wyrobu w czasie rzeczywistym, jest podstawowym narzędziem stosowanym do sprawdzania prawidłowości montażu badanej amunicji.

4. Wnioski

1. Należy zweryfikować procesy technologiczne produkcji materiałów wybuchowych kruszących oraz formowania z nich produktów finalnych w celu wyeliminowania czynników generujących powstawanie wad.
2. Konieczne jest zwiększenie ilości kontrolowanych wyrobów po wykonaniu operacji elaborowania materiałem wybuchowym kruszącym. W przypadku niektórych typów pocisków objąć kontrolą 100% ich produkcji (np. pociski kumulacyjne).
3. Zasadne jest wprowadzenie do kontroli jakości produkcji nieniszczących metod diagnostycznych.
4. Należy wprowadzić oznakowanie kontroli jakości elaboracji, identyfikujące osoby odpowiedzialne za jej wykonanie.

Literatura

- [1] Amunicja Wojsk Lądowych, podręcznik. Sygn. Uzbr.2307/83, Wydawnictwo Ministerstwa Obrony Narodowej, Warszawa 7-10, 1985
- [2] Polska norma PN-EN 13631-2;2003; *Materiały wybuchowe kruszące. Część 2: Oznaczanie stabilności termicznej materiałów wybuchowych*
- [3] Norma polska PN-C-86013:1994; *Materiały wybuchowe. Oznaczanie stałości. Próba Abła*
- [4] STANAG 4515, – *Explosives: Thermal Characterization by differential thermal analysis, differential scanning calorimetry and thermogravimetric analysis*, 2002
- [5] M. Budnikow, N. Lewkowicz, I. Bystrow, W. Sirotinski, B. Szetner, *Materiały Wybuchowe i elaboracja*, 136-137, 1955
- [6] BURKAN X-ray inspection of large caliber artillery shells, aircraft bombs and rocket motors, www.burkan.ae
- [7] Zdjęcia, rentgenogramy, chromatogramy – archiwum oraz opracowania własne WITU /Zakład Badań Środków Bojowych