

## DEGRADACJA ŚRODKÓW BOJOWYCH SPOWODOWANA ODDZIAŁYWANIEM WODY

**Streszczenie:** Czynnikiem wpływającym na stan jakościowy środków bojowych są przede wszystkim warunki atmosferyczne, warunki przechowywania oraz sposób ich eksploatacji. Mają one wpływ na zachodzące procesy ich naturalnego starzenia, podczas których zmieniają one swoje właściwości fizyko-chemiczne. Poniższy artykuł przedstawia skutki negatywnego oddziaływania na środki bojowe jednego ze składników warunków atmosferycznych - wody. W skrajnych przypadkach zachodzące procesy korozyjne mogą spowodować obniżenie bezpieczeństwa ich eksploatacji lub nawet bezużyteczność. W artykule przedstawiono i omówiono przykłady środków bojowych poddanych badaniom diagnostycznym, w wyniku których stwierdzono obniżenie a nawet utratę właściwości bojowych pod wpływem oddziaływania wody. Wskazano techniczne i eksploatacyjne przyczyny zaistnienia takich sytuacji. Zaproponowano wprowadzenie rozwiązań ograniczających oddziaływanie wody na środki bojowe w okresie ich eksploatacji.

## DEGRADATION OF EXPLOSIVE ORDNANCE BY ACTION OF WATER

**Abstract:** This article presents negative interaction results of moisture, one of the weather conditions, on ammunition. This factor has a significant influence on ammunition natural ageing process. It is a cause of ammunition elements physicochemical properties change. In extreme cases deep progression of these changes can make ammunition useless or dangerous. This article also presents and discusses a few examples of damaged ammunition or ammunition elements which due to the interaction with moisture partially or completely lost their combat characteristics. Technical and operating reasons causing negative element conditions were pointed out. A few solutions to this problem were proposed for consideration.

### 1. Wstęp

Środki bojowe jak wszystkie urządzenia techniczne podlegają naturalnym procesom starzeniowym, które powodują powstawanie w nich zmian mających wpływ na spadek ich przydatności bojowej. Dlatego będąc istotnym składnikiem systemu obronności kraju podlegają szczególnemu i systematycznemu nadzorowi diagnostycznemu, który pozwala wykryć wszelkie negatywne zmiany ich właściwości użytkowych. Konieczność badań diagnostycznych wynika z wysokich wymagań dotyczących niezawodności działania oraz wysokiego poziomu bezpieczeństwa środków bojowych znajdujących się na uzbrojeniu Sił Zbrojnych w całym okresie ich eksploatacji. Spełnienie tych wymagań zależy od przestrzegania wielu czynników na poszczególnych etapach „życia” danego środka bojowego:

- na etapie konstruowania należy dokładnie przeanalizować dobór użytych materiałów w danym rodzaju amunicji pod względem zgodności materiałowej;
- na etapie produkcji elementów oraz kompletacji gotowych naboju należy przestrzegać wymagań procesu technologicznego;
- na etapie eksploatacji należy:
  - przestrzegać wymagań dotyczących przechowywania i użytkowania określonych dla danego środka bojowego,
  - przeprowadzać systematycznie przeglądy i obsługi techniczne partii środków bojowych w specjalnych bazach technicznych;
  - systematycznie przeprowadzać badania diagnostyczne partii środków bojowych w specjalistycznym laboratorium.

Spełnienie powyższych wymagań zapewni utrzymanie w zapasach wojska środków bojowych bezpiecznych i zdalnych do użytku bojowego.

Analiza dotychczasowych wyników badań różnych rodzajów środków bojowych wykazała, że jednym z głównych czynników powodujących i przyspieszających proces starzenia jest woda (najczęściej w postaci pary wodnej). Przyczyny jej obecności w wyrobie mogą być:

- a) techniczne:
  - niewłaściwy rodzaj materiału konstrukcyjnego użyty do wyrobu danego elementu (np. zbyt higroskopijny);
  - nieprzestrzeganie lub niewłaściwie opracowane procesy technologiczne produkcji;
  - niewłaściwie opracowany proces eksploatacji;
- b) ludzkie:
  - niewłaściwy sposób eksploatacji środka bojowego.

Skutki negatywnego oddziaływania wody na elementy środków bojowych zostaną przedstawione i omówione na wybranych przykładach.

## **2. Przykłady skutków oddziaływania wody na wybrane środki bojowe.**

### **2.1. 122 mm pocisk raketowy M-21**

W dwóch przedziałach silnika raketowego 122 mm pocisku raketowego M-21 jest montowana podkładka kompensująca. Jest ona wykonana z gumy. W 122 mm pocisku raketowym występują trzy takie podkładki kompensujące:

- w kadłubie przednim silnika od strony głowicy, między wkładką ebonitową a ziarnem prochowym przednim;
- w kadłubie tylnym silnika od strony zapłonika, między rusztem a ziarnem prochowym tylnym;
- w kadłubie tylnym silnika od strony dysz, między rusztem a ziarnem prochowym tylnym.

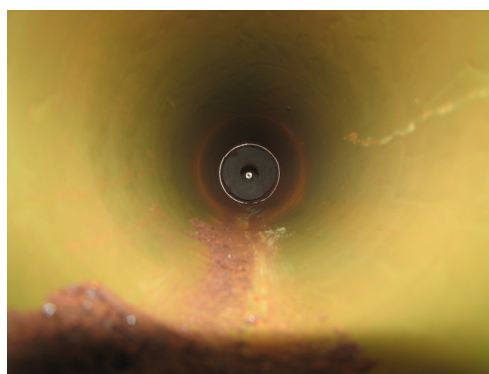
Wadliwa podkładka kompensująca posiada strukturę porowatą tzn. posiada otwarte pory, w których osadza się woda z otoczenia (w postaci pary wodnej). W momencie jej montażu do komory silnika już zawierała w swojej objętości wodę (np. w wyniku przechowywania w wilgotnym środowisku). W wyniku zmian warunków środowiskowych (wzrost temperatury) w jakich eksploatowano środek bojowy nastąpiło niekorzystne oddziaływanie wody

zgromadzonej w podkładkach na elementy metalowe pocisku. Efektem wieloletniego utrzymywania takiego stanu były następujące zmiany elementów wewnętrznych pocisku:

- korozja wewnętrzna w kadłubie przednim silnika (Zdjęcie 1a);
- korozja wewnętrzna w kadłubie tylnym silnika (Zdjęcie 1b);
- korozja rusztów (Zdjęcie 2, Zdjęcie 3);
- spadek właściwości mechanicznych podkładki tzn. podkładka sztywnieje, co ogranicza jej funkcje amortyzujące (Zdjęcie 4);
- korozja kadłuba zapłonika elektrycznego, co skutkowało zawilgoceniem prochu czarnego oraz utratą zadanych parametrów elektrycznych zapłonika (Zdjęcie 4);



a

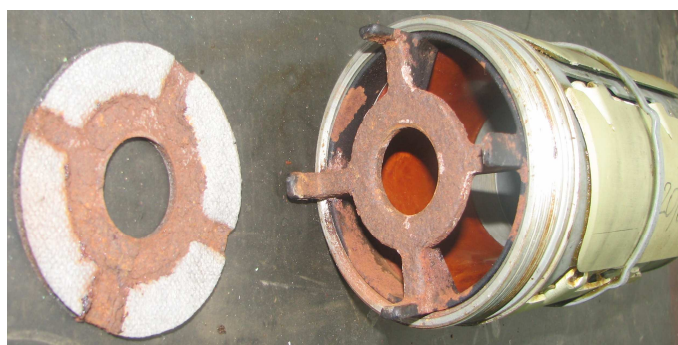


b

**Zdjęcie 1. Korozja wewnętrzna w kadłubach silnika 122 mm pocisku rakietowego M21 :  
a - kadłub przedni, b - kadłub tylni**



**Zdjęcie 2. Korozja na zdejmowanych rusztach 122 mm pocisku rakietowego M-21**



**Zdjęcie 3. Skorodowany ruszt w kadłubie tylnym silnika (przed demontażem) wraz z podkładką kompensującą ze śladami korozji rusztu w 122 mm pocisku rakietowym M-21.**

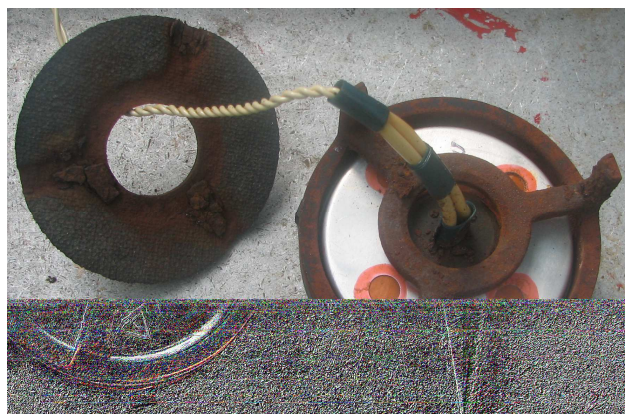


**Zdjęcie 4. Zdemontowane podkładki kompensujące 122 mm pocisków raketowych M-21 z śladami korozji rusztu.**

Niekorzystne oddziaływanie wody przyczyniło się także do uszkodzenia zapłonika elektrycznego 9Ch227. Spowodowało to perforacje korpusu zapłonika oraz uszkodzenie jego przewodów elektrycznych. Woda, która dostała się do wnętrza zapłonika spowodowała zawilgocenie ładunku prochowego (proch czarny), przez co utracił on wrażliwość na impuls inicjujący jego zapłon.



**Zdjęcie 5. Ruszt i zapłonnik elektryczny 122 mm pocisku raketowego M-21 przed demontażem. Widoczny skorodowany ruszt oraz perforacja korpusu zapłonika.**



**Zdjęcie 6. Zdemontowany ruszt z zapłonikiem elektrycznym ze 122 mm pocisku raketowego M-21. Widoczny skorodowany ruszt oraz ślady korozji rusztu na podkładce kompensującej**



**Zdjęcie 7. Zdemontowany zapalnik 9Ch227 122 mm z pocisku raketowego M-21. Widoczny korpus zapalnika zniszczony przez procesy korozyjne. W środku widoczny uszkodzony ładunek zapalający z zawilgoconym prochem czarnym.**

Omówione powyżej wady elementów 122 mm pocisku raketowego M-21 są wynikiem błędu w procesie konstrukcyjnym. Zastosowano materiał na podkładkę kompensującą o niewłaściwej strukturze powierzchni. W nowo kompletowanych 122 mm pociskach wadę tę usunięto, poprzez zastosowanie podkładki o strukturze zewnętrznej z porami zamkniętymi. Dzięki temu wyeliminowano możliwość wchłaniania wody przez materiał podkładki i korodowanie elementów 122 mm pocisku raketowego M21.

## **2.2. Ręczny granatnik przeciwpancerny RPG-76**

W ręcznym granatniku przeciwpancernym RPG-76 przykładem niewłaściwego rozwiązania konstrukcyjnego jest miejsce styku sprężyny kolby z popychaczem. Elementy te stykają się z sobą z pewną siłą, której źródłem jest ściśnięta sprężyna. Jej zakończenie oddziałując na powierzchnię popychacza (np. wstrząsy podczas transportu) powoduje uszkodzenie pokrycia ochronnego tego elementu. Miejsce z uszkodzoną powierzchnią i obecność wody sprzyja tworzeniu się ogniska korozji. Skutki widać na zdjęciu nr 8. Rozwiązaniem tego problemu byłoby na przykład rozdzielenie tych dwóch elementów podkładką.



**Zdjęcie 8. Korozja na popychaczach w miejscu styku ze sprężyną kolby.**

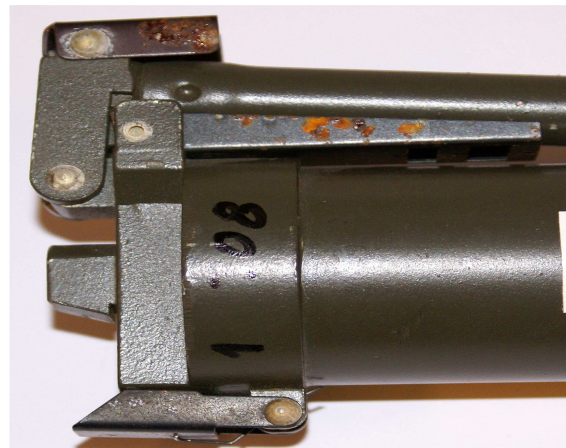
Przykładem wskazującym na to jak ważne jest przestrzeganie odpowiednich wymagań procesu technologicznego jest operacja zapakowania RPG-76. Wyrób ten fabrycznie jest zamykany hermetycznie w opakowaniu foliowym. W czasie przeglądów okresowych w bazie amunicji, granatnik jest wyjmowany z opakowania foliowego, i po dokonaniu przeglądu ponownie zamykany hermetycznie w nowe opakowanie. Z tego względu istotnym jest zachowanie w pomieszczeniu, w którym przeprowadzana jest ta operacja, odpowiednich parametrów środowiskowych. Jeśli nie zostaną one zachowane to razem z granatnikiem zostanie zamknięta zbyt duża ilość pary wodnej, która jest główną przyczyną wystąpienia procesu korozji zewnętrznych elementów granatnika. (Zdjęcie 9). Procesowi temu sprzyja często niezbyt dokładne wykonanie pokrycia ochronnego na elementach metalowych.

Szczególne znaczenia nabiera problem utleniania się powierzchni styku tych elementów, które przesuwiają się względem siebie. Powoduje to konieczność zwiększenia siły potrzebnej do przemieszczania się ich względem siebie. Przykładem może być wzrost wartości siły niezbędnej do wsunięcia przycisku spustowego w kanał w dnie rury wyrzutni z dopuszczalnej wartości 55 [N] do 98 [N], co znacznie utrudnia oddanie celnego strzału.

Innym przykładem jest zablokowanie przez produkty korozji ruchu ustalacza, który siłą sprężyny jest przesuwany w kierunku celownika, podnosi go i utrzymuje w pozycji pionowej. Uniemożliwia to oddanie celnego strzału (Zdjęcie 10).



a



b

**Zdjęcie 9. Korozja elementów granatnika RPG-76**

- a. osi trzewika
- b. celownika



**Zdjęcie 10. Korozja ustalacza blokująca podniesienie się celownika do pozycji bojowej**

Rozwiązaniem problemu w tym przypadku byłoby umieszczenie w opakowaniu foliowym substancji osuszającej, która związałaby wodę (parę wodną) zawartą wewnątrz opakowania z granatnikiem.

### **2.3. Nabój OG-9**

W naboju przeciwpancernym OG-9 przyczyny powstawania korozji mają dwa źródła:

- nieprzestrzegania wymogów procesu technologicznego;
- niewłaściwa eksploatacja środka bojowego.

Ładunki miotające do tego naboju są przechowywane w zamkniętych, szczelnych pojemnikach. Brak zapewnienia wymagań środowiskowych w czasie ich zamykania (np. po dokonaniu okresowych przeglądów), jest jednym z powodów znalezienia się w pojemniku zbyt dużej ilości wody (pary wodnej), która sprzyja tworzeniu się ognisk korozji na metalowych elementach ładunku.

Szczególnym przykładem niewłaściwej eksploatacji środka bojowego jest postępowanie z ładunkiem miotającym do naboju OG-9, który po zmontowaniu z pociskiem nie został wystrzelony. Ładunek po odłączeniu od pocisku jest zamykany z powrotem w pojemniku i przekazywany do magazynu. Woda, która w tej sytuacji zostanie zamknięta w pojemniku razem z ładunkiem np. ćwiczenia na podmokłym terenie lub w czasie wysokiej wilgotności powietrza jest przyczyną nie tylko powstania ale przede wszystkim znacznego przyspieszenia procesu korozji.

Szczególnie istotnym problemem jest korozja metalowych elementów elektrycznego układu zapłonowego zakończonego elektrycznymi spłonkami zapalającymi. Produkty korozji powstałe na stykach elementów układu często są powodem przerwania obwodu elektrycznego co skutkuje niedopaleniem ładunku miotającego i otrzymaniem niewypału. Jak niszczące może być oddziaływanie wody metalowe elementy ładunku, prezentuje stan techniczny styków elektrycznych w ładunku miotającym do naboju OG-9 (Zdjęcie 11).



**Zdjęcie 11. Korozja elementów metalowych ładunku miotającego OG-9**

Problem ten można rozwiązać poprzez umieszczenie w pojemniku na etapie kompletacji naboju substancji osuszającej, która powinna się w nim znajdować aż do czasu zużycia ładunku. Umieszczenie tej substancji ograniczy szybkość procesu korozyjnego elementów metalowych. W przypadku niewykorzystania naboju przeciwpancernego OG-9 podczas ćwiczeń zasadne byłoby wykonanie w jak najkrótszym czasie jego przeglądu.

#### **2.4. Nasadkowy granat dymny NGD-93**

W trakcie badań nasadkowego granatu dymnego NGD-93 stwierdzono znaczną ilość ognisk korozji na elementach wewnętrznych naboju oraz rozwarstwienia się głowicy dymnej od ogona. Analiza przyczyn wykazała, że powodem jej wystąpienia jest brak hermetyczności granatu, co spowodowało wnikanie wody z otoczenia do wnętrza wyrobu i absorbowanie jej przez proch czarny oraz masę dymotwórczą (obie substancje posiadają silne właściwości higroskopijne). Badania wilgotności masy dymotwórczej oraz prochu czarnego wskazały na przekroczoną wartość procentową wody w tych substancjach. Woda zawarta w prochu czarnym powodowała powstawanie korozji na naboju bocznego zapłonu, iglicy, sprężynie i kołku (Zdjęcie 12). Natomiast reakcja wody zawartej w masie dymotwórczej z jej składnikami powodowała pęcznienie masy i w rezultacie oddzielenie się jej od ogona granatu (Zdjęcie 13).





a



b



c

**Zdjęcie 12. Przykłady korozji NGD-93**

- a) korozja naboju bocznego zapłonu,
- b) korozja na iglicy, sprężynie i kołku,
- c) korozja zespołu (iglica, sprężyna, kołek) uniemożliwiająca jego demontaż



**Zdjęcie 13. Oddzielanie się głowicy od ogona granatu w NGD-93**

Przyczyny wad stwierdzonych podczas badań NGD-93 powinny być sygnałem do analizy konstrukcji jak i wymagań eksploatacyjnych tego wyrobu. Oprócz tego należy rozważyć foliowanie każdego granatu wraz z substancją osuszającą. W przypadku wyrobów zawierających dużą ilość substancji pirotechnicznych mających silne właściwości higroskopijne jest to szczególnie wskazane.

### 3. Podsumowanie

Środki bojowe są wyrobami o szczególnych cechach eksploatacyjnych. Należą do grupy produktów będących w tak zwanym stanie stałej gotowości (dopiero ich użycie pozwoli stwierdzić, czy działają prawidłowo czy nie). Taki stan musi zachować przez długi okres eksploatacji sięgający często ponad 30 lat. Dlatego tak istotne są: dobór odpowiednich materiałów konstrukcyjnych, prawidłowe wykonanie i eksploataowanie. Nie posiadają one w swojej konstrukcji żadnego wskaźnika ocenowego, przedstawiającego bezpośrednio informację o ich aktualnym stanie technicznym. Taką informację uzyska się dopiero po badaniach diagnostycznych losowo pobranej próbki reprezentatywnej z danej partii środka bojowego dla założonego poziomu ufności. Analiza wyników tych badań pozwala wyciągnąć wnioski przyczyniające się do podniesienia niezawodności działania środka bojowego poprzez wprowadzanie stosownych zmian konstrukcyjnych, materiałowych i obsługowych.

Jednym z czynników mających istotny wpływ na stan techniczny środka bojowego jest woda. Jej szkodliwe oddziaływanie na te wyroby może doprowadzić do takiego ich stanu, że dany wyrób staje się niebezpieczny w użytkowaniu. Nierzadko jest też przyczyną powstania niewypału i niewybuchu. Powstanie takiego zdarzenia z jednej strony stwarza bardzo stresującą i niebezpieczną sytuację dla obsługi zaś z drugiej dezorganizuje cały proces szkolenia bojowego wojska. Mniejszym kosztem jest wykonanie remontu danej partii środka bojowego, obejmującego regenerację elementów wadliwych lub ich wymianę na nowe. Ma to zastosowanie tylko wtedy gdy jego konstrukcja pozwala na przeprowadzenie tego rodzaju operacji. W niektórych przypadkach nieuniknione jest jednak wycofanie wadliwych partii środków bojowych, co generuje duże koszty związane z ich utylizacją oraz zakupem w ich miejsce partii nowych.

Pojawiają się w niektórych rodzajach środków bojowych rozwiązania eliminujące zagrożenia eksploatacyjne spowodowane szkodliwym oddziaływaniem wody. Polegają one między innymi na wykonaniu wybranych elementów z materiałów odpornych na takie oddziaływanie. Przykładem jest zamiana spustu metalowego na plastikowy w RPG-76 (Zdjęcie 14). Innym sposobem, który można szybko i łatwo wdrożyć do eksploatacji środka bojowego jest umieszczanie w opakowaniu do jego przechowywania substancji wiążącej wodę tzw. osuszaczy (Zdjęcie 15). Dodatkowymi zaletami tego sposobu są: łatwość techniczna tej operacji, niskie koszty osuszaczy oraz możliwość ich umieszczania w opakowaniu w dowolnym momencie eksploataowania wyrobu.



**Zdjęcie 14. Spust do RPG-76: a) metalowy z widocznymi ogniskami korozji w dolnej części spustu, b) plastikowy**



**Zdjęcie 15. Przykładowe przedstawienie zastosowania osuszaczy:**  
**a) w opakowaniu na ładunek miotający naboju przeciwpancernym OG-9,**  
**b) w opakowaniu foliowym w RPG-76**

#### 4. Wnioski

Przedstawiony problem jest znany od wielu lat. Jego nasilenie zauważono w wyrobach wyprodukowanych w latach 80-tych i późniejszych. Z uwagi na obniżanie się bezpieczeństwa eksploatacji oraz duże koszty rotacji środków bojowych spowodowane wpływem wody należy podjąć działania zmierzające do rozwiązania tego problemu. Osiągnięcie zadowalających rezultatów może nastąpić poprzez:

- a) zawężenie i ścisłe przestrzeganie warunków środowiskowych podczas produkcji i kompletacji środków bojowych;
- b) stosowanie materiałów i pokryć zabezpieczających o zwiększonej odporności na oddziaływanie wody;
- c) stosowania w szczelnych opakowaniach zawierających środek bojowy substancji absorbującej wodę (jeśli konstrukcyjnie jest to możliwe i przy zachowaniu zgodności chemicznej materiałów);
- d) zweryfikowanie procedur dotyczących terminów kontroli i obsługiwań technicznych środków bojowych;
- e) wykorzystywanie przez konstruktorów wyników badań amunicji celem wprowadzenia zmian konstrukcyjnych zapobiegającym występowaniu stwierdzonych wad;
- f) stosowanie elementów z tworzyw sztucznych.

#### Literatura

1. „Amunicja Wojsk Lądowych. Podręcznik” – Uzbr. 2307/83, MON 1985
2. Proces technologiczny badania i oceny RPG-76 – WITU, 2010
3. Warunki Techniczne nr 453.00 na wykonanie i odbiór granatów nasadkowych NGD-93, NGZ-93 i NGOs-93
4. Nasadkowy granat dymny NGD-93 nr rys. 452.00.000.00.0
5. „Metodyka badań diagnostycznych amunicji artyleryjskiej w procesie eksploatacji” indeks Z-1201 – WITU 2010