



WYBRANE ASPEKTY EKSPLOATACJI 35 MM AUTOMATYCZNEJ ARMATY MORSKIEJ

SOME ASPECTS OF USING 35 MM NAVAL GUN

Stanisław MILEWSKI, Artur CYWIŃSKI
Akademia Marynarki Wojennej
Instytut Uzbrojenia Okrętowego i Informatyki
Institute of Ship Armament at the Navy College

DOI 10.5604/01.3001.0011.5823

Streszczenie: Prawidłowa obsługa i kontrola stanu armat jest jednym z elementów ich bezawaryjnej eksploatacji. Dostęp do podzespołów armaty - najbardziej podatnych na zużycie - jest zazwyczaj utrudniony, zwłaszcza armat montowanych na okrętach. Rozwiązaniem problemu może być zastosowanie nowych narzędzi i metod zapewniających możliwość, co najmniej okresowej diagnostyki armat morskich, a w tym kontroli zużycia luf. W artykule przedstawiono warunki eksploatacji 35 mm armaty morskiej (35 mm AM) na okręcie, w aspekcie obsługi oraz kontroli zużycia lufy.

Słowa kluczowe: lufa, armata, uzbrojenie morskie, bezpieczeństwo eksploatacji

1. Wstęp

Każdemu strzałowi z broni palnej towarzyszy szkodliwe działanie powybuchowych gazów prochowych na wewnętrzną powierzchnię lufy powodując jej zużycie [1]. Wpływa to pośrednio na zużycie i zmianę parametrów technicznych armaty i jej właściwości bojowych.

Proces zużywania powierzchni wewnętrznej lufy na skutek działania gazów prochowych jest określany mianem erozji. Zjawisko degradacji lufy na skutek erozji postępuje bardzo szybko z uwagi na fakt, że zachodzi w warunkach oddziaływania bardzo dużych ciśnień oraz wysokich temperatur. W przypadku ukrytych wad materiału, z którego lufa jest zrobiona erozyjny charakter oddziaływania może prowadzić do bardzo szybkich zmian strukturalnych

Abstract: Proper maintenance and inspection of guns condition decide on their effective operation. Access to gun subassemblies which are the most susceptible to wear is usually difficult especially for guns integrated on shipboards. Application of new tools and methods for at least seasonal diagnosis of naval guns, including the check of barrel condition, may be a solution of the problem. The article presents the operating conditions of 35 mm gun (35 mm Naval Gun - NG) on a ship, in terms of maintenance servicing and the barrel wear checking.

Keywords: barrel, gun, naval weapons, safety of operation

1. Introduction

Every shot delivered from a fire arm is accompanied by a harmful action of post-explosive powder gases against the internal surface of the barrel bore causing its wearing [1]. It makes in an indirect way the gun wear and change technical characteristics and combat capacities.

A process of wearing on the internal surface of the barrel bore in effect of powder gases reaction is named as erosion. Effect of barrel erosive degradation develops rapidly as it takes place in conditions of very high pressures and high temperatures. In cases of hidden defects within the material the barrel is made of the erosive changes may led to rapid structural changes with-

lufy i w rezultacie do jej całkowitego uszkodzenia. W sytuacjach ekstremalnych gwałtowny przebieg reakcji może skutkować rozerwaniem lufy podczas strzału i prowadzić do stworzenia warunków zagrażających życiu obsługi działa. Erozja lufy jest zjawiskiem narastającym wraz z liczbą oddanych strzałów, dlatego też jest opisywana jako jeden z poważniejszych problemów związanych z eksploatacją uzbrojenia.

Erozja przewodu lufy najczęściej jest wynikiem występowania następujących zjawisk:

- a) nagrzewania się powierzchni przewodu lufy do wysokich temperatur i związanych z tym zmian struktury (przemiany fazowe), a co za tym idzie i właściwości mechanicznych i fizycznych materiału, z którego wykonana jest lufa;
- b) występowania dużych naprężeń, w tym cieplnych i wynikających z lokalnych zmian gęstości, będących wynikiem zmian struktury (przemiany fazowe) materiału lufy;
- c) dyfuzji i reakcji chemicznych, którym sprzyja wysoka temperatura i aktywność chemiczna niektórych składników mieszaniny gazów powybuchowych, co prowadzi do lokalnych zmian składu chemicznego materiału lufy, a co za tym idzie i zmian właściwości mechanicznych i fizycznych, co lokalnie może powodować także topnienie materiału lufy;
- d) wymywania materiału lufy przez rozgrzane gazy powybuchowe o dużej gęstości, które poruszają się z dużą prędkością - zjawisko to nasila się szczególnie w przypadku pojawienia się lokalnych nieszczelności układu lufa - pocisk;
- e) ścierania powierzchni przewodu lufy przez pierścień wiodący i poruszające się z dużymi prędkościami niespalone ziarna ładunku miotającego, w tym także dyfuzji materiału pierścienia wiodącego w głąb ścianki wzdłuż mikropęknięć.

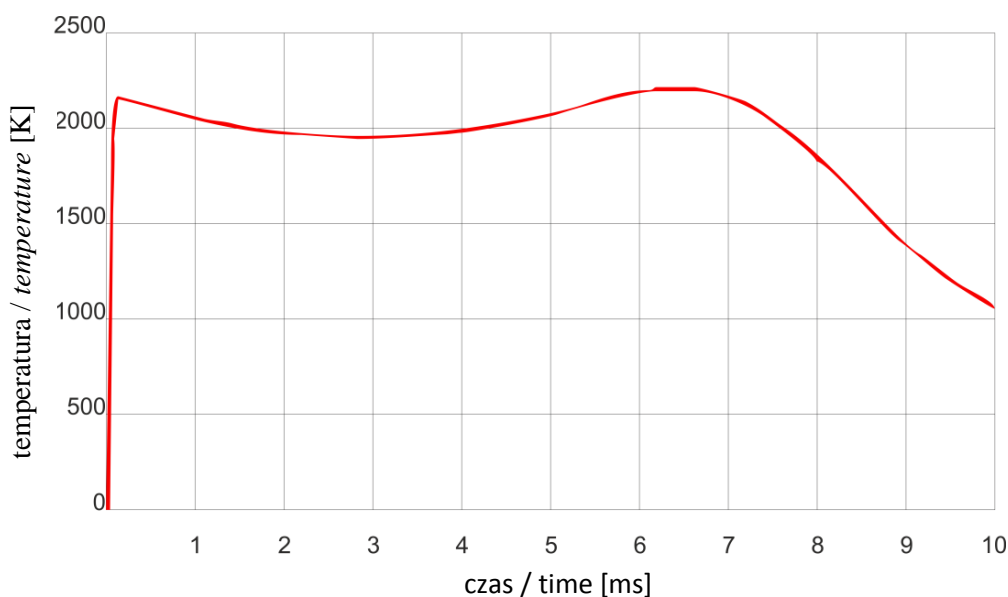
Przykładowe przebiegi ciśnienia $p(t)$ i temperatury $T(t)$ mieszaniny gazów powybuchowych w funkcji czasu w obszarze komory nabojowej dla armaty Oerlikona KDA 35 mm x 228 przedstawiono na rysunkach 1 i 2.

in the barrel and finally to its complete damage. In extreme situations the intense character of reaction may break the barrel during the shot and threaten the lives of the crew. The rate of barrel erosion increases with the number of fired shots and for this reason it is presented as one of significant problems connected with the use of weapons.

Erosion of the barrel bore is in most cases a result of following effects:

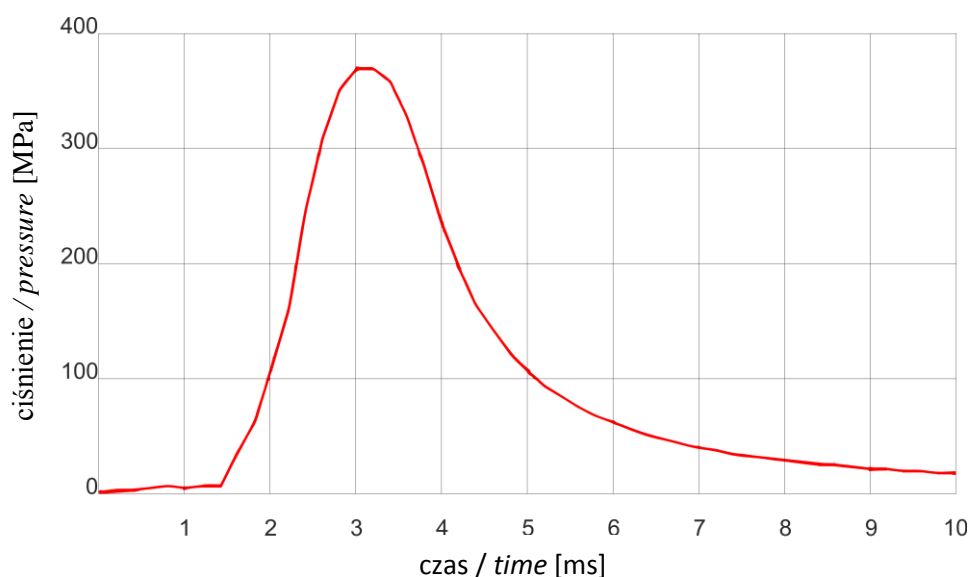
- a) Heating the surface of the barrel bore to high temperatures and consequential changes of structure (phase transitions) and mechanical and physical properties of material the barrel is made of;
- b) Occurrence of high stresses, including thermal ones, and arising from local changes of density caused by changes within the structure (phase transitions) of the barrel material;
- c) Diffusion and chemical reactions boosted by the high temperature and the chemical activity of some components of post-explosive gases what causes the local changes of chemical composition of barrel material and in consequence the mechanical and physical properties what in some cases may make the material of the barrel locally melt;
- d) Washing out the barrel material by the hot post-explosive gases of high density and velocity – the effect especially increases when the local leaks between bore and projectile exist;
- e) Abrasion of the barrel bore surface by the leading ring and the unburned powder grains of the propelling charge moving with high velocities, including also the diffusion of the leading ring material into the wall along the microcracks.

Exemplary graphs of pressure $p(t)$ and temperature $T(t)$ of the post-explosive mixture of gases in function of time for the area of the cartridge chamber of Oerlikon KDA 35 mm x 228 gun are presented in Figs. 1 and 2.



Rys. 1. Przykładowy przebieg temperatury gazów powybuchowych w funkcji czasu w obszarze komory nabojeowej dla armaty KDA 35mm x 228 [1]

Fig. 1. Exemplary changes of temperature for post-explosive gases versus time inside the cartridge chamber for KDA 35mm x 228 gun [1]



Rys. 2. Przykładowy przebieg ciśnienia w funkcji czasu w obszarze komory nabojeowej dla armaty KDA 35mm x 228 [1]

Fig. 2. Exemplary changes of pressure versus time inside the cartridge chamber for KDA 35mm x 228 gun [1]

Oprócz erozji powierzchniowej zużycie i degradacja przewodu lufy może nastąpić na skutek wystąpienia wielu czynników, a przede wszystkim może być skutkiem pojawiania się i utrzymywania ognisk korozji, pęknięć, rys oraz ubytków materiału. Intensywność występowania w/w zjawisk rośnie wraz z liczbą oddanych strzałów oraz

Apart of a surface erosion the wearing and degradation of barrel bore may take place in effect of other factors especially such as existing centres of corrosion, cracks, scratches and losses of material. The intensity of the above mentioned effects increases with the number of fired shots and the service time. Activities

czasem eksploatacji. Podczas eksploatacji bojowej przeciwdziałanie zjawisku erozji oraz zapobieganie narastaniu zjawisk niepożądanych w przewodzie lufy polega wyłącznie na dążeniu do utrzymania armaty w jak najlepszym stanie technicznym. Niezbędnym elementem obsługi armaty morskiej jest jej konserwacja, a także monitorowanie zużycia poprzez co najmniej okresową, skuteczną i dopasowaną do warunków kontrolę stanu. Nie zapobiegnie to degradacji lufy, ale z pewnością opóźni ten proces – tym samym pozwoli na bezpieczną i niezawodną eksploatację.

2. Warunki eksploatacji 35 mm AM na okręcie

Warunki eksploatacji uzbrojenia morskiego w głównej mierze są określone poprzez jego rozmieszczenie na pokładzie okrętu. Ma to wpływ zarówno na warunki eksploatacji bojowej, jak również technicznej, zwłaszcza w aspekcie stanowisk zapewniających swobodny dostęp do podzespołów i elementów wymagających stałego obsługiwanie (przeглядów, konserwacji i regulacji). W przypadku 35 mm AM zamontowanej na ORP KASZUB wystąpiły, przede wszystkim problemy w zakresie eksploatacji technicznej. Wynikają one z uwarunkowań technicznych oraz dostępnego miejsca montażu armaty na okręcie – koniec pokładu artyleryjskiego. Przy długości lufy 3150 mm – jej koniec pozostaje poza obrysem pokładu i w większości położenia armaty dostęp do wylotu lufy (hamulca wylotowego) jest utrudniony (fot.1).

Eksploatacja bojowa armat morskich, to przede wszystkim wykonywanie zadań ogniowych na poligonach morskich. W warunkach projektu badawczo-rozwojowego, zadania ogniowe są traktowane jako strzelanie specjalne (badanie strzelaniem).

W każdym z przywołanych przypadków przygotowanie i zakończenie strzelania wymaga przeprowadzenia obsługi armaty, w ramach którego wykonuje się – pozornie najprostsze czynności - czyszczenie i smarowanie. Są to czynności zapewniające utrzymanie armaty w należytym stanie technicznym, bezpieczne

aimed to counteract the effect of erosion and accumulation of harmful effects inside the barrel bore are focused exclusively on keeping the gun in the best possible technical condition. The maintenance both with monitoring the wear through at least seasonal, efficient and fitted to conditions checks of technical status is an indispensable component of servicing the naval gun. It does not halt the degradation of the barrel but it may surely delay this process and by the same reason may provide a safe and reliable using.

1. Ship Service Conditions for 35 mm NG

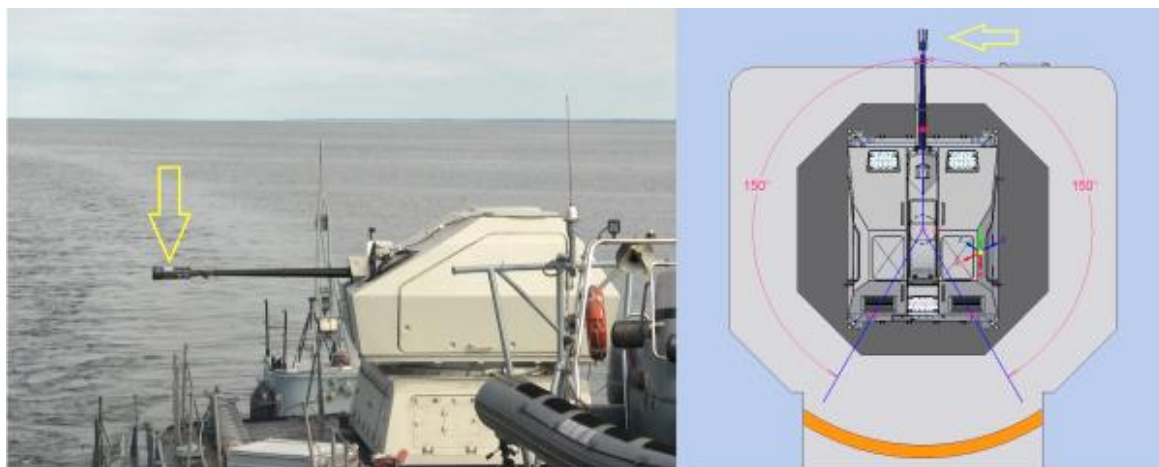
Service conditions for naval weapons are generally determined by their position on the shipboard. It affects both combat and technical conditions of operations also in the aspect of the stands providing an easy access to subunits and components demanding permanent maintenance (overhauls, preventive maintenance and adjustments). In the case of 35 mm NG integrated onto ORP KASZUB Ship technical service problems occurred most of all. They arise from technical conditions and an available place for the integration of the gun at the end of the artillery shipboard. As the length of the barrel equals to 3150 mm then its muzzle is beyond the shipboard edge and for most cases any access to it (muzzle brake) is hindered (Photo 1).

Combat use of naval guns is most of all connected with firing assignments on the sea ranges. For the research-development project the firing tasks are treated as a special firing (firing tests).

In each of the above cases the preparation and termination of firing requires the maintenance of the gun such as cleaning and lubricating even if these actions seem to be the simplest. But these activities not only maintain the gun in the state of technical efficiency or safeness but most of all warrant the reliability and ef-

użytkowanie, ale przede wszystkim gwarantujące niezawodność i skuteczność strzelania.

fectiveness of firing.



Fot. 1. 35 mm AM na ORP KASZUB

Photo 1. Naval Gun (NG) 35 mm on ORP KASZUB Ship

W ramach obsługi 35 mm AM na okrętach jest przewidziane zastosowanie urządzenia wspomagającego pracę załogi w postaci wibrującej pneumatycznej szczotki typu VPB (Vibrating Pneumatic Brush) z pianowym systemem czyszczenia oraz smarowania [2]. Jest to rozwiązanie nowoczesne, ale również spełniające wymagania co do warunków obsługi armaty na okręcie. Przykład wykorzystania wspomnianego systemu przedstawiono fotografii nr 2.

Poza obsługą bieżącą armaty na okręcie niezwykle istotne jest sprawdzenie stanu powierzchni wewnętrznej lufy oraz podzespołów zużywających się podczas eksploatacji bojowej. Stan lufy, a w tym również stan i wydłużenie komory nabojeowej są czynnikami wpływającymi na zachowanie właściwości i parametrów bojowych działa oraz donośności pocisków. Poza tym, degradacja lufy lub możliwość pojawienia się w lufie ciał obcych istotnie wpływa na bezpieczeństwo załogi, przede wszystkim w czasie strzelania.

W wielu przypadkach najbardziej wrażliwe miejsca armaty, takie jak zamek, komora nabojeowa czy wnętrze lufy są trudnodostępne i trudne do inspekcji. W przypadku powierzchni wewnętrznej lufy ocena stanu po czyszczeniu oraz ocena zużycia jest prowadzona z wykorzystaniem diagnostyki endoskopowej, która w obszarze badań nienisz-

In the frame of maintenance servicing for 35 mm NGs the use of appliances supporting the crew on the shipboards such as Vibrating Pneumatic Brush (VPB) with the foam system for cleaning and lubricating is predicted [2]. It is a modern solution which also meets the requirements concerning the maintenance of the gun on the shipboard. Photo 2 shows an example of using the system mentioned above.

Not only is the examination of internal surface of the barrel and subunits worn at combat use significant but the current maintenance of the gun in the shipboard as well. The state of the barrel including the state and elongation of the cartridge chamber belongs to factors influencing the preservation of properties and combat characteristics of the gun and the range of fire. Moreover the degradation of the barrel or a possibility of appearance of some foreign bodies inside the barrel affects significantly the safety of the crew especially at firing.

In many cases the most sensitive fragments of the gun such as the breech, cartridge chamber and internal parts of the barrel are not easily accessible for inspection. Evaluation of wearing and condition of the internal surface of the barrel is made by endoscopic diagnosis which in

czących jest określana jako technika inspekcji wizualnej.



the domain of non-destructive tests is qualified as a visual technique.

Fot. 2. Obsługa 35 mm AM na okręcie

Photo 2. Maintenance of 35 mm NG gun on the ship

3. Inspekcja wizualna lufy 35 mm AM

Inspekcja wizualna pozwala w sposób najprostszy i najkrótszy dokonać oceny lufy bez jakichkolwiek zabiegów dodatkowych, poza typowym, przewidzianym obsługiwaniem armaty po strzelaniu, tj. czyszczeniem i oględzinach zewnętrznych podzespołów armaty. Zastosowana technika pozwala na bezdemontażową realizację przeglądu wizualno-optycznego wewnętrznych przestrzeni luf armat w całym jej przekroju przy wykorzystaniu przyrządów wzornikowych, takich jak: sonda endoskopowa, czy wideoskopowa, które są obsługiwane przez przeszkolonego operatora. Przedstawiona technika pozwala założyć, że po zakończeniu fazy projektowej i wdrożeniowej inspekcje lufy będą wykonywały osoby z załogi, etatowo przewidziane do obsługiwania armaty.

Metoda wizualna z wykorzystaniem wideoendoskopu zaliczana jest do badań defektoskopowych i w przypadku lufy ma

2. Visual Inspection of 35 mm NG Barrel

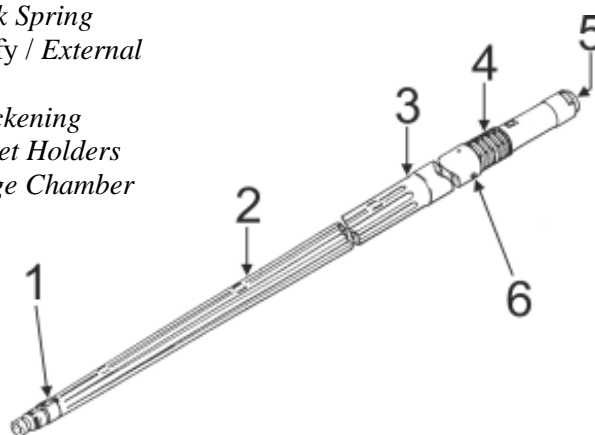
Visual inspection is a simplest and shortest way for examination of the barrel without any additional steps besides the typical routine maintenance of the gun after firing i.e. cleaning and visual inspection of external subunits of the gun. The used technique allows the visual-optical inspection for the whole internal cross-section of the gun barrels, without any need for disassembling, by using optical inspecting devices such as endoscope or video-endoscope probes which are handled by a trained operator. It may be assumed that after termination of designing and implementation phases the presented technique could be used for the inspections of barrels by the crew personnel responsible for servicing the gun.

The visual method exploiting the video-endoscope falls into the category of defectoscope tests and in the case of barrels

za zadanie wykryć wszelkie wady materiału takie jak: ubytki i korozje, pęknięcia (siatki pęknięć), odwarstwienia, szczeliny oraz inne, które pojawiły się w trakcie eksploatacji. Badanie to pozwala na ocenę stanu technicznego lufy nie wpływając na jej własności strukturalne i powierzchniowe oraz umożliwia uzyskanie informacji o stanie fizycznym, wadach bez spowodowania zmiany jakichkolwiek cech użytkowych.

it is aimed to detect all material defects such as deficiencies and corrosion, cracks (cracking nets), delaminations, crevices and the other ones occurred during the service life. This test can be used to evaluate technical status of the barrel without any impact into its structural and surface properties and to get the information on physical condition and faults without causing any changes for functional properties.

- 1 – Sprężyna zatraskowa / *Click Spring*
- 2 – Powierzchnia zewnętrzna lufy / *External Surface of the Barrel*
- 3 – Zgrubienie lufy / *Barrel Thickening*
- 4 – Występy bagnetowe / *Bayonet Holders*
- 5 – Komora nabojojowa / *Cartridge Chamber*
- 6 – Otwór gazowy / *Gas Hole*



Rys. 3. Lufa armaty KDA wraz z wyszczególnionymi elementami
Fig. 3. Barrel of KDA gun with specified components

Przyjęta metodyka badań zakłada:

- 1) przegląd wizualny wnętrza lufy po strzelaniu - przed podjęciem jakichkolwiek czynności obsługowych lufy;
- 2) przegląd wizualny wnętrza lufy po jej dokładnym wyczyszczeniu przed podjęciem czynności konserwacyjnych – wprowadzeniem środka konserwującego w postaci smaru lub oleju.

Diagnostyce wizualnej jest poddawana cała wewnętrzna powierzchnia lufy armaty wraz ze wszystkimi jej podzespołami możliwymi do zdiagnozowania przy użyciu wideoendoskopu.

Podczas badania ocenie podlegają, przede wszystkim, procesy zanieczyszczenia i zużycia przewodu lufy, w tym pęknięcia, rysy oraz ubytki materiału, intensywność występowania ogniw korozji i erozji powierzchniowej lufy.

The methodology of testing includes:

- 1) Visual examination of barrel inside surface after firing – before starting any maintenance works on the barrel;
- 2) Visual examination of barrel inside surface after thorough cleaning and before preventive maintenance works – application of a preventive agent such as the grease or oil.

All inside surface of the barrel with every its subunits which may be diagnosed by the video-endoscope is subjected to the visual diagnosis.

Most of all the processes causing the concentration of dirt and the wearing of barrel bore including the cracks, scratches and deficiencies of the material, intensity of surface corrosion and erosion spots are evaluated during the examination.

2.1. Wyniki inspekcji wizualnej lufy 35

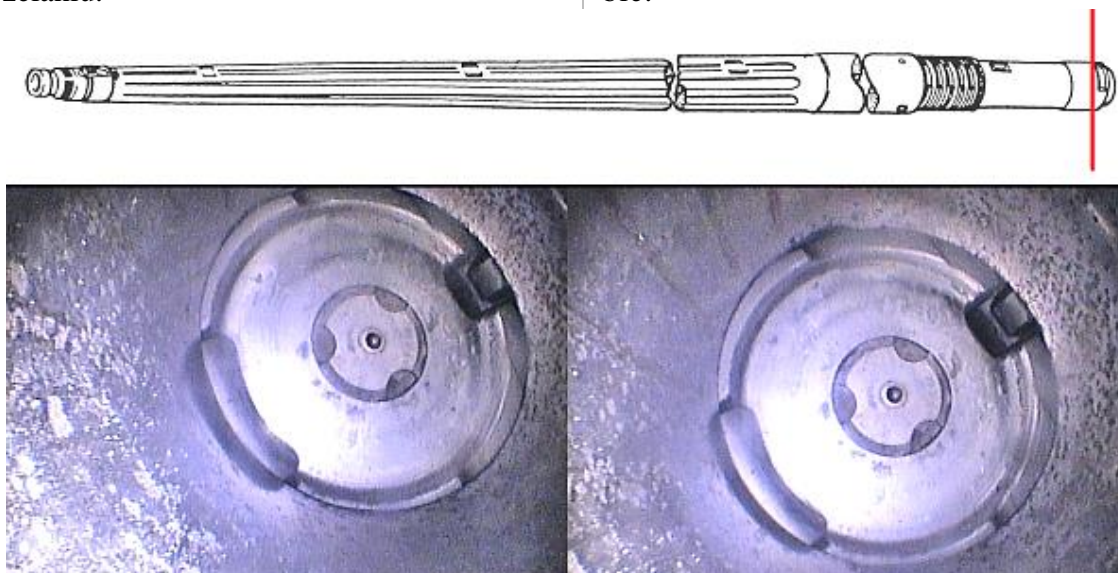
3.1. Results of Visual Inspection for 35

mm AM na okręcie po strzelaniu

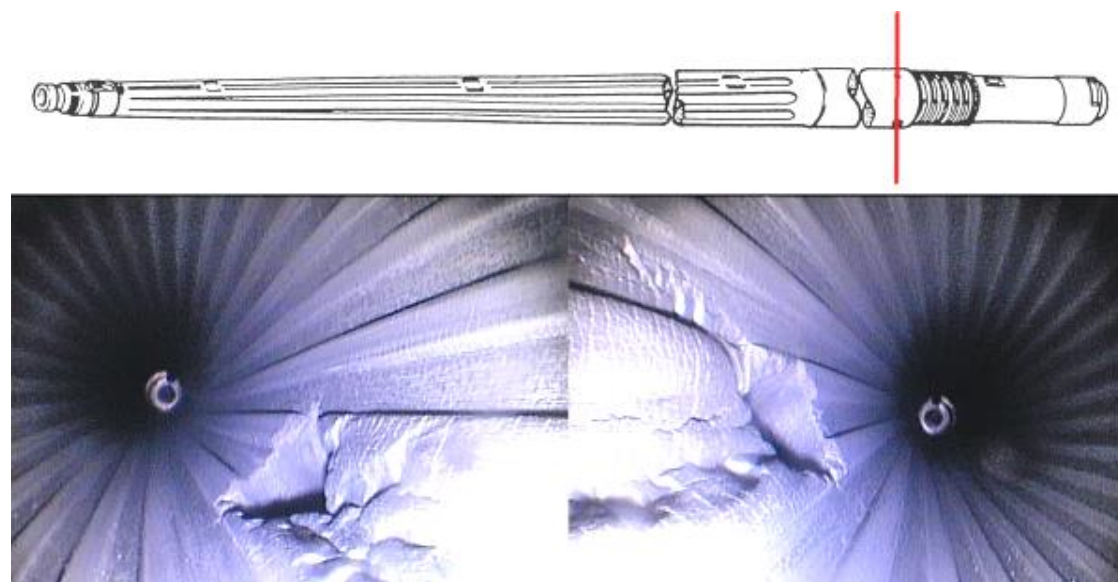
Pierwsza część inspekcji obejmowała wizualizację intensywności zanieczyszczenia przewodu lufy po strzelaniu, sprawdzeniu, czy nie występują nieciągłości widoczne przed czyszczeniem oraz sprawdzenie drożności przewodu gazowego bezpośrednio po strzelaniu.

mm NG Barrel after Firing

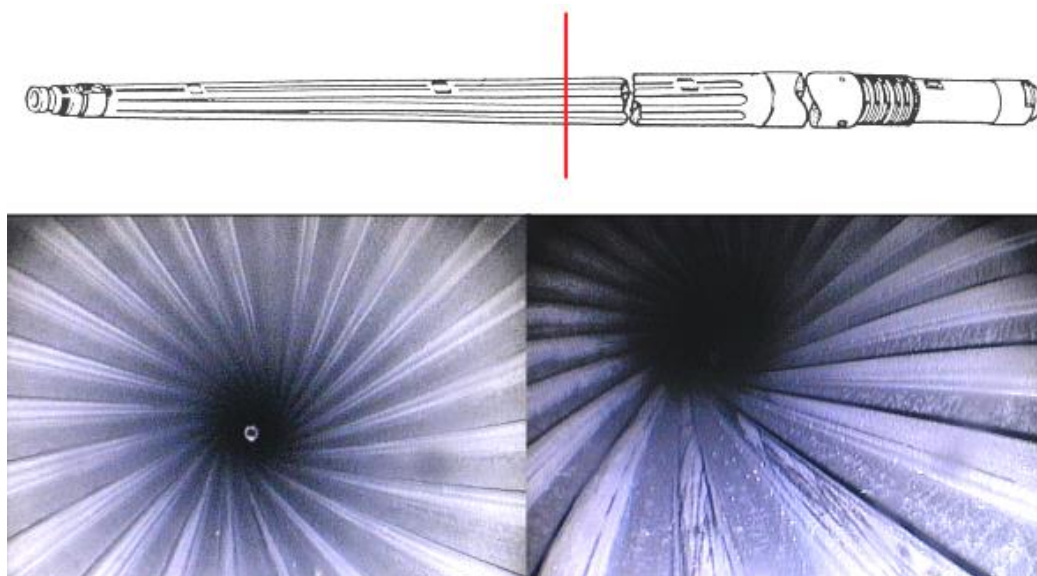
The first part of inspection included the visualisation of dirt intensity within the barrel bore after firing and checking the presence of discontinuities visible before cleaning and checking directly after the firing if the gas duct is passable.



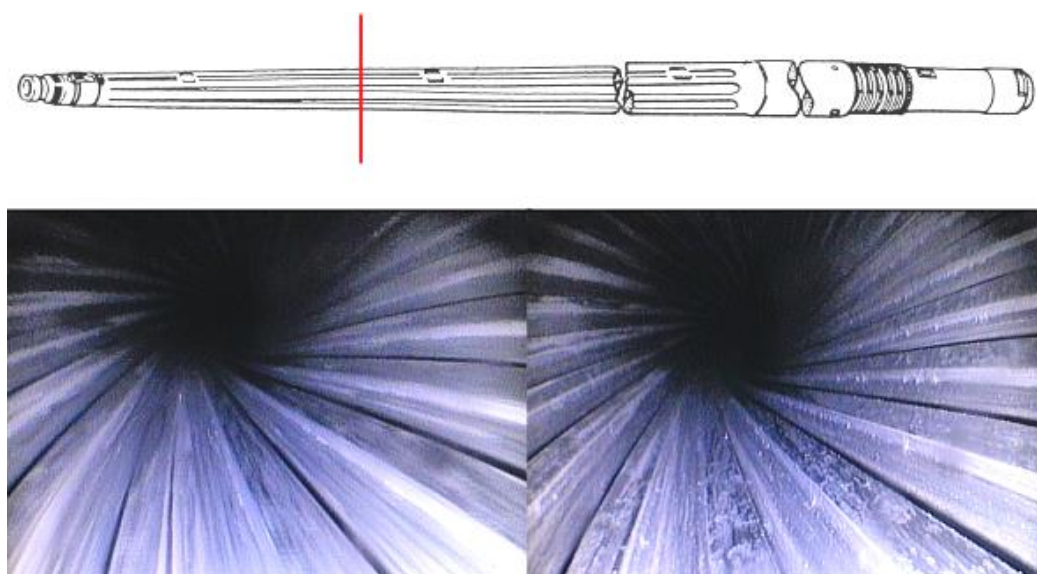
Fot. 3. Komora nabojowa lufy wraz z widoczną wkrętką igliczną, wyciągiem i iglicą
Photo 3. Cartridge chamber of the barrel with visible pin screw, extractor and firing pin



Fot. 4. Otwór gazowy
Photo 4. Gas hole



Fot. 5. Część środkowa lufy
Photo 5. Central part of the barrel



Fot. 6. Odcinek lufy około 1 m od wylotu
Photo 6. Section of the barrel ca. 1 m from the muzzle

Analiza stanu wnętrza badanej lufy armaty KDA wykazała brak śladów pęknięć wzdłużnych i poprzecznych, wskazujących na duże uszkodzenie wewnętrznej powierzchni lufy. Widoczne jest równomierne zanieczyszczenie przewodu lufy na całej długości, zwłaszcza do otworu gazowego.

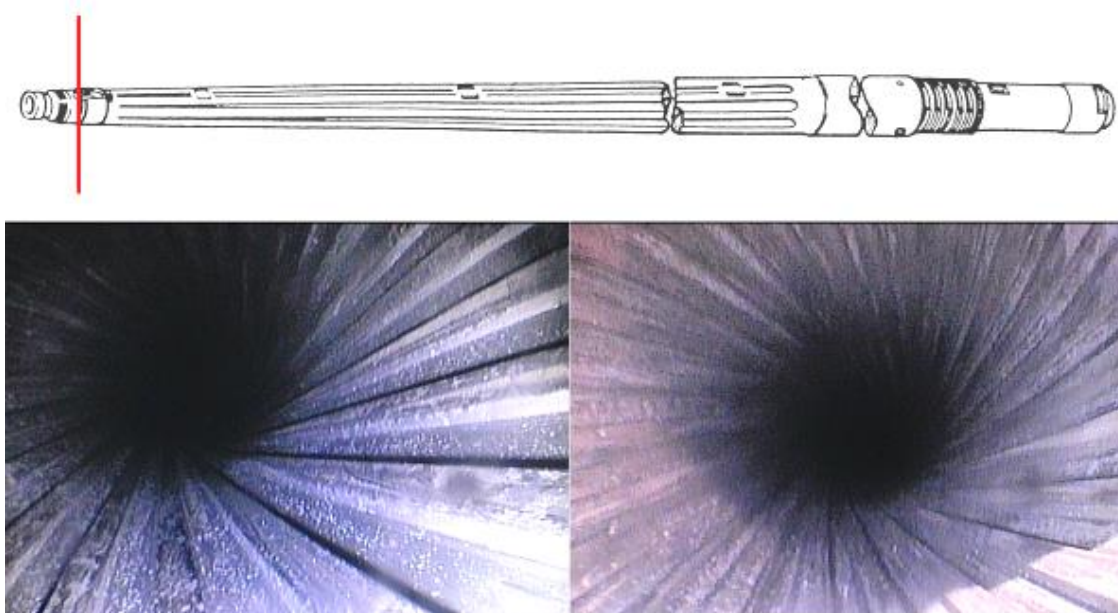
Otwór gazowy jest drożny. Za otworem gazowym widoczne są całkowite stopienia bruzd oraz częściowe stopienia pól lufy na

Analysis of internal condition of tested KDA gun barrel has not indicated any longitude and crosswise cracks suggesting any significant damage of the internal barrel surface. An equally dirty barrel bore is visible along the whole length especially up to the gas hole.

The gas hole is passable. Completely melted furrows and partly melted planes of the barrel are visible beyond the gas

odcinku kilku centymetrów. Może to być wynik działania temperatury na powierzchnię wewnętrzną lufy i częściowe stapianie materiału za otworem. Spoiny przy otworze nie posiadają pęknięć ani ubytków. Takie oddziaływanie temperatury spowodowane być mogło nadmiernym oddziaływaniem termicznym i wzrostem temperatury wewnątrz lufy. Ta sytuacja mogła mieć miejsce przy wykonaniu strzelania lub strzelań o zbyt długich seriach co prowadziło do szybkiego, nadmiernego gradientu temperatury. Inną przyczyną mogło być wykonywanie strzelań seriami, między którymi nie zachowane zostały czasy przerwy (dopuszczalne reżimy ognia). Obydwa przypadki prowadzą do nadmiernej ekspozycji termicznej wewnętrznych elementów przewodu lufy i wytopień wyraźnie widocznych wokół przewodu gazowego.

hole within the distance of a few centimetres. It may be caused by the temperature acting against the internal surface of the barrel and partial melting of the material after the hole. The joints at the hole do not indicate any cracks and missing material. Such reaction of the temperature would be caused by an excessive thermal impact and the surge of temperature inside the barrel. It could happen at firing too long series what caused the surge of temperature gradient. Firing in many series at too short gaps between them could be another reason (acceptable modes of firing). Both cases lead to excessive thermal exposition of internal components of the barrel bore and melting spots clearly visible around the gas hole.



Fot. 7. Odcinek wylotowy lufy

Photo 7. Barrel muzzle

W amunicji armaty KDA 35mm x 228 stosuje się proch flegmatyzowany typu 7/1 fl, który charakteryzuje się obniżonym ciepłem wybuchu Q. Ta sytuacja pozwala na zwiększenie masy ładunku miotającego (gęstości ładowania), ale pozytywnym skutkiem takiego działania jest zwiększenie żywotności lufy działa dzięki obniżeniu temperatury gazów, będących produktami rozkładu wybuchowego prochu. Taka sytuacja jeszcze wyraźniej

The ammunition for KDA 35mm x 228 gun uses the modified powder of 7/1 fl type characterised by reduced heat of explosion Q. This situation allows for increasing the mass of propelling charge (density of loading) whereas a positive side of the solution is an increased service life of the gun's barrel as the temperature of powder gases is lowered. This fact clearly indicates that the firing procedures predicted for this gun

wskazuje na niezachowanie reżimów strzelania przewidzianych dla lufy tej armaty.

Widoczne ślady za otworem gazowym wskazują jednak na lokalne ubytki materiału, choć brak jest wyraźnych śladów oderwania materiału. Efekt ten może być maskowany przez działania wysokiej temperatury podczas wystrzału i przetapianie materiału, co maskować może lokalną nieciągłość.

Widoczne są ślady zużycia lufy (wielkości pól i bruzd) – brak normy odniesienia. Widoczne są drobne ciała obce w lufie.

3.2. Wyniki inspekcji wizualnej lufy 35 mm AM na okręcie po czyszczeniu

W tej części diagnostyki zakłada się wizualizację i analizę stanu technicznego powierzchni wewnętrznej lufy oraz występujących na niej nieciągłości. Diagnostyka przeprowadzana jest po przygotowaniu powierzchni wewnętrznej lufy.

Przygotowanie polega na mechanicznym (również chemicznym) usunięciu ciał obcych, zanieczyszczeń, smarów, osadów, produktów korozji itp. w taki sposób, aby nie została naruszona pierwotna postać czyszczonej powierzchni lub przynajmniej nie zostały zamaskowane (zakryte), takie wady powierzchniowe, które powinny być wykryte w czasie badań.

have not been observed.

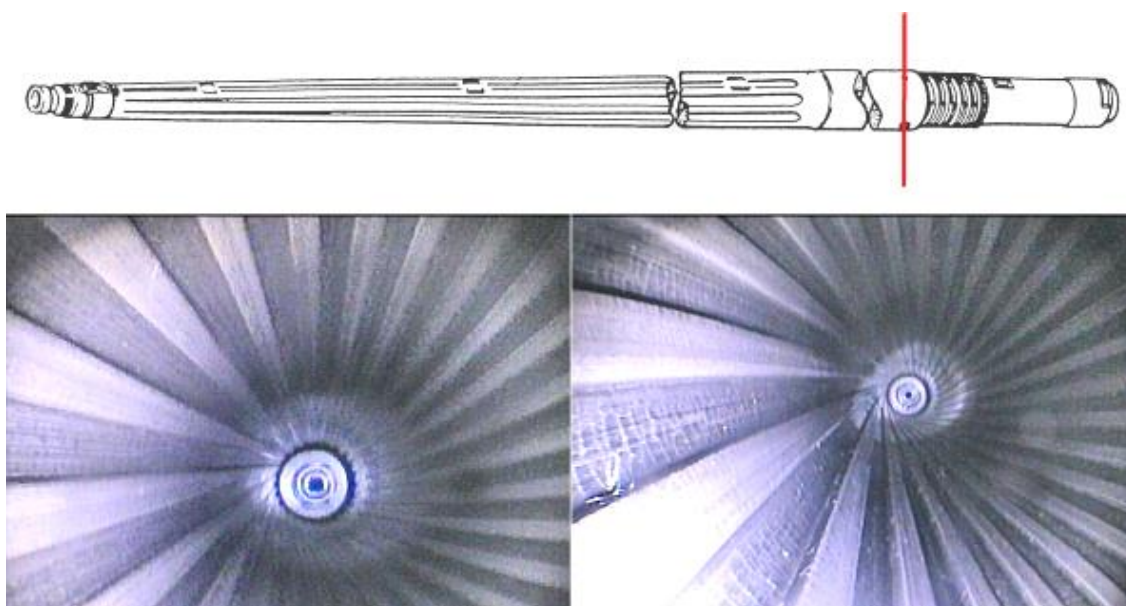
Visible traces after the gas hole show some local losses of material even if any clear traces of separated fragments of material are not visible. The effect may be hidden by the action of the high temperature at firing which melts the material through and covers the local discontinuities.

Traces of barrel wearing are visible (sizes of furrows and planes) – the reference standard is not available. Tiny foreign bodies are visible inside the barrel.

2.2. Results of Visual Inspection for 35 mm NG after Cleaning

At this stage of diagnosis the visualisation and analysis of technical condition of the internal barrel surface with existing discontinuities is carried out. The diagnosis is performed after preparation of the internal barrel surface.

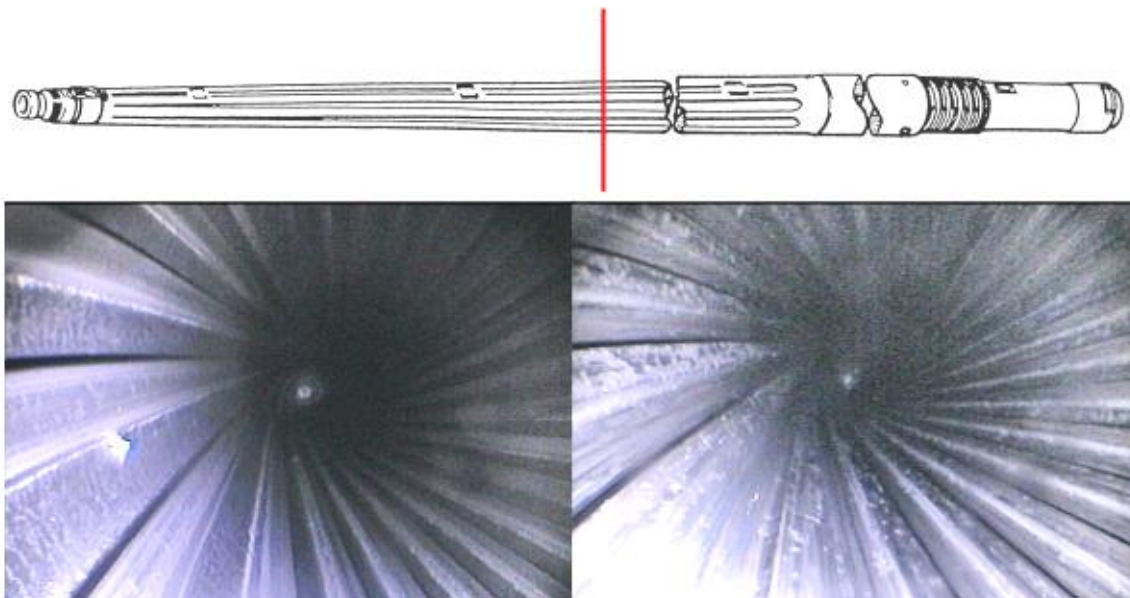
The preparation is based on a mechanical (and also chemical) removal of foreign bodies, dirt, grease, deposits, products of corrosion, etc. in such a way that the original state of cleaned surface has not been damaged or at least some superficial flaws have not been camouflaged (covered) before their detection during the examination.



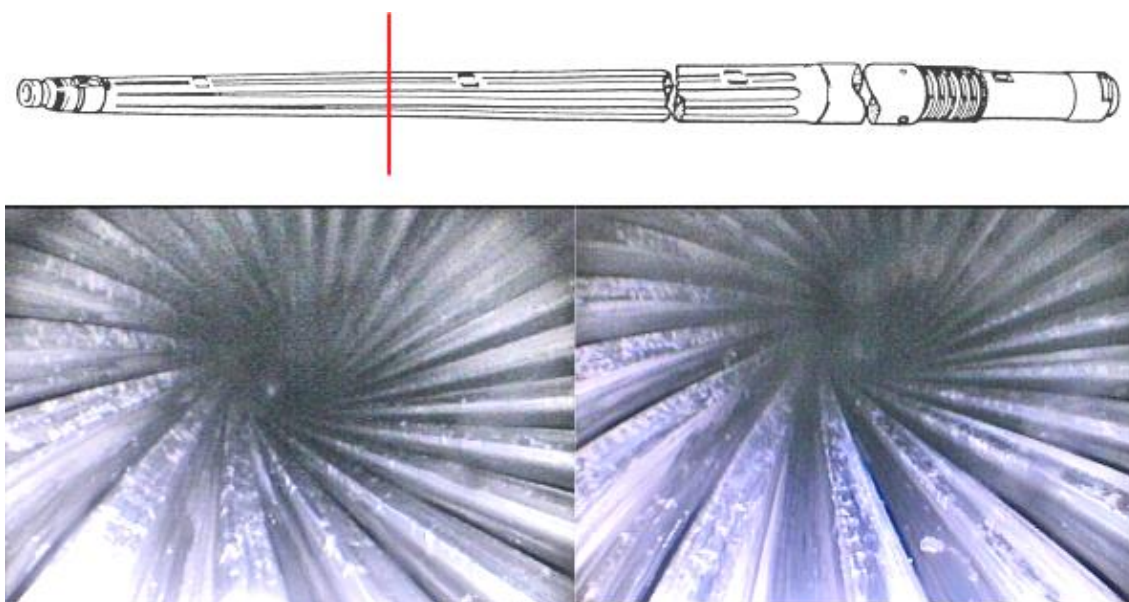
Fot. 8. Okolice za otworem gazowym
Photo 8. Fragments beyond the gas opening

Ze względu na posadowienie armaty, kaliber oraz możliwości techniczne, zgodnie z przyjętą metodyką, lufę czyści się używając przyrządów pneumatycznych (pokazane na fot. 2.) oraz dedykowanych do tego celu środków czyszczących.

Because of the gun mounting, calibre and technical capacities the cleaning of the barrel is performed according with the accepted methodology by using pneumatic tools (shown in Photo 2) and dedicated cleaning agents.



Fot. 9. Część środkowa lufy
Photo 9. Central part of the barrel



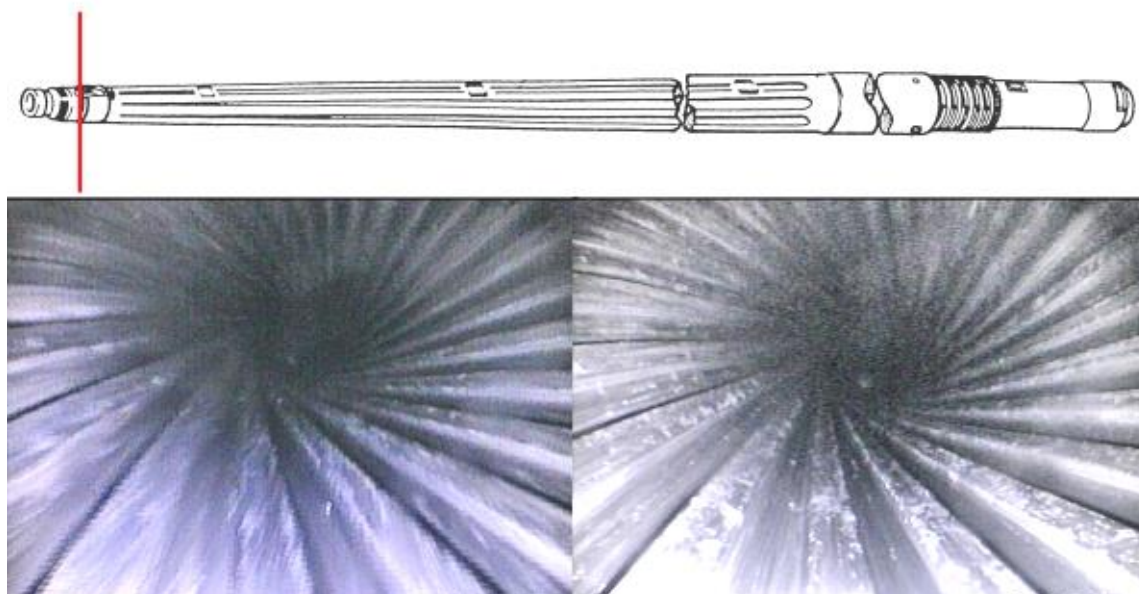
Fot. 10. Odcinek lufy około 1 m od wylotu
Photo 10. Fragment of the barrel placed ca. 1 m from the muzzle

Z analizy stanu wnętrza badanej lufy armaty KDA wynika, że na całym jej przekroju wzdłużnym widoczne są efekty oddziaływa-

The analysis of the inside state of examined KDA gun barrel shows that along the whole length of the barrel there are visible

nia termicznego na wewnętrzne powierzchnie lufy. Jest to naturalny efekt występujący podczas wystrzału, gdzie ciśnienia osiągać mogą znaczne wartości, a temperatury sięgać mogą do 2300K [1].

effects of thermal reactions against its internal surfaces. It is a natural effect occurring at the gunshot as the pressure reaches high values and the temperature surges to 2300K [1].



Fot. 11. Odcinek wylotowy lufy
Photo 11. Muzzle section of the barrel

4. Podsumowanie

Badania diagnostyczne dotyczyły losowo wybranej lufy – eksploatowanej w ramach opracowywania Okrętowego Systemu Uzbrojenia (OSU)¹. Zostały one wykonane przez osoby wykwalifikowane, posiadające doświadczenie i niezbędne kwalifikacje z prowadzenia badań technikami wizualnymi (VT2 – *Visual Testing*).

Do inspekcji wizualnej lufy 35 mm AM wykorzystano wideoskop - IPLEX LX (fot.12).

Doświadczenia zdobyte w czasie realizacji projektu wskazują, że czas wykonania badań przy dwóch cyklach pomiarowych wynosi około 30 min. (2 cykle po 15 min.), przy czym długość każdego z cykli diagnostycznych oraz czas niezbędny na dodatkową ob-

4. Summary

Diagnostic tests were performed for a barrel that was picked up randomly and is in service in the frame of the Ship Weapon System (SWS)¹ being currently under the development. Tests were performed by personnel qualified and experienced for visual examination techniques (VT2 – *Visual Testing*).

The video-defectoscope IPLEX LX (Fot.12) was used for visual inspection of 35 mm naval gun.

The acquired experience during the performance of the project shows that the time of examination at two measurement cycles is ca. 30 min (2 cycles of 15 min) whereas the time of each diagnostic cycle and the time needed for an additional maintenance

¹ OSU - nazwa Demonstratora Technologii - przyjęta w trakcie realizacji projektu rozwojowego Nr O ROB 0046 03 001.

¹ SWS – Name of the Technology Demonstrator – adopted during the implementation of development project No ROB O 0046 03 001.

sługę, każdorazowo będzie uzależniony od:

- wykrytych nieciągłości – ich ilości i wielkości;
- konieczności zwymiarowania nieciągłości – czas potrzebny na zmianę głowicy diagnostycznej na pomiarową;
- ewentualny czas na analizę (on line) otrzymanych wyników;
- archiwizację wyników do dalszej obróbki w procesie postprocessingu.

may depend each time on:

- Detected discontinuities – their number and size;
- Necessity for measuring discontinuities – the time for changing the diagnostic head into the measurement one;
- A possible time margin needed to analyse (on line) the received results;
- Archiving the results for later post-processing.



Fot. 12. Wideoskop IPLEX LX do diagnostyki lufy 35 mm AM
Photo 12. Videoscope IPLEX LX for diagnosis of 35 mm naval gun barrel

Wykonane badania wskazują na użyteczność zastosowanego sprzętu w eksploatacji uzbrojenia artyleryjskiego, zarówno w zakresie szybkiej oceny bieżącego stanu armaty, jak również w zakresie czyszczenia i konserwacji.

Oczywistym jest, że dokładna analiza uwarunkowań eksploatacji uzbrojenia, w tym morskiego, określa zasadnicze wymagania co do tworzenia odpowiednich procedur związanych z jego użytkowaniem (eksploatacją bojową), konserwacją i przechowywaniem. Celem głównym takiego podejścia jest zapewnienie trwałej zdatności uzbrojenia do wykonywania zadań ogniowych.

The performed investigations prove the usefulness of the used equipment for servicing the artillery guns both for the rapid evaluation of gun technical status and for the cleaning and preventing actions as well.

It is obvious that the accurate analysis of conditions for using the ordnance, including the naval weapons, defines the general requirements for relevant procedures referring to their use (combat operation), preventing and storing. Providing permanent efficiency of the ordnance for performing firing assignments is the main goal of such approach.

Literatura / Literature

- [1] Radomski Marek, *Warunki pracy luf i związane z tym zagadnienia wytrzymałości i żywotności*, <http://bcpw.bg.pw.edu.pl/Content/4003/MATLUF1.pdf>, 23.01.2017 r.
- [2] <http://www.milfoam.eu>, 15.05.2016 r.
- [3] <http://www.olympus-ims.com/pl/remote-visual-inspection/videoscope/>, 15.05.2016 r.

*Praca finansowana przez NCBIR w ramach projektu rozwojowego Nr O ROB 0046 03 001 pt. „35 mm automatyczna armata morska KDA z zabudowanym na okręcie systemem kierowania ogniem wykorzystującym Zintegrowaną Głowicę Śledzącą ZGS-158 wykonaną w wersji morskiej wraz ze stanowiskiem kierowania ogniem”
– w realizacji od 2012 r.*

*The work is funded by the National Centre of Research and Development in the frame of the development project No O ROB 0046 03 001 titled „35 mm Automatic Naval Gun KDA with the Onboard Fire Control System Using the Integrated Tracking Head ZGS-158 in Naval Option and the Fire Control Post”
– it has been performed since 2012.*

