

## **BADANIA STANU TECHNICZNEGO RAKIET ZIEMIA- POWIETRZE. PRZYPADEK NIETYPOWEGO USZKODZENIA INSTALACJI PNEUMATYCZNEJ**

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono fragment procesu badania stanu technicznego rakiet przeciwlotniczych po wieloletniej eksploatacji mającego na celu określenie możliwości ich dalszej eksploatacji po okresie gwarantowanym przez producenta. Omówiono przedmiot przeprowadzanych badań oraz zastosowane podczas badań procedury. Zaprezentowano wykryte podczas procesu badawczego nietypowe uszkodzenie instalacji pneumatycznej jednej z badanych rakiet. Wykazano jak duży wpływ miało stwierdzone uszkodzenie na prawidłowe funkcjonowanie podzespołów rakiety. Zaproponowano dwa możliwe warianty przyczyny powstania uszkodzenia i przebiegu procesu degradacji omawianego podzespołu. Omówiono przeprowadzone sprawdzenia kompleksowe rakiety i autonomiczne zespołu pilota automatycznego z wykorzystaniem automatycznej stacji kontrolno-pomiarowej. Przedstawiono także wnioski z przeprowadzonych badań i analiz. Wykazano konieczność opracowania procedur umożliwiających wykrycie opisanej niesprawności bez ingerencji w proces eksploatacji rakiet.

## **TESTING TECHNICAL STATUS FOR SURFACE TO AIR MISSILES – CASE OF UNTYPICAL DEFECT IN THE PNEUMATIC SYSTEM**

**Abstrakt:** A part of a testing process for technical status of anti-aircraft missiles subjected to long term service conditions aimed to specify possibilities for prolongation the service life time beyond manufacturer's guarantee period is presented in the paper. The subject of tests and used procedures are presented. There is a description of an untypical defect of the pneumatic system detected in one of tested missiles and its impact onto the technical efficiency of missile subsystems. Two possible options describing a cause of the malfunction and a degradation process profile of defected subunit are presented. Complex inspections of the missile and autonomous examinations of the autopilot by the automatic checking-measurement station are described. Conclusions from carried out tests and analyses are included. A recommendation is made to develop a procedure for detecting this type of defects without any interfering into the missile operational service process.

### **1. Wstęp**

Wszystkie typy rakiet przeciwlotniczych średniego i dalekiego zasięgu będące na wyposażeniu Wojska Polskiego przekroczyły okresy eksploatacji gwarantowane przez producenta. Od wielu lat w Wojskowym Instytucie Technicznym Uzbrojenia prowadzone są badania mające na celu zapewnienie bezpiecznej eksploatacji tych środków bojowych oraz określenie możliwości przedłużenia okresu ich eksploatacji poza okres gwarantowany przez producenta. opracowane zostały procedury badawcze umożliwiające ocenę stanu technicznego tego typu rakiet. W przypadku pozytywnych wyników badań, wydawana jest opinia o możliwości dalszej ich eksploatacji. Badaniu podlegają materiały wysokoenergetyczne, pirotechniczne, podzespoły elektroniczne, mechaniczne oraz elementy konstrukcyjne.

## 2. Przedmiot badań

Przedmiotem badań była wybrana z populacji rakieta z najstarszej partii produkcji, intensywnie eksploatowana i wielokrotnie poddawana, z pozytywnym wynikiem, sprawdzeniom stanu technicznego z wykorzystaniem automatycznej stacji kontrolno-pomiarowej. W 2004 roku stwierdzono niesprawność rakiety i od tego czasu przechowywana była w magazynie oczekując na możliwość wykonania naprawy. Rakieta w bieżącym roku przekazana została do WITU celem przeprowadzenia badań nieniszczących oraz niszczących umożliwiających dokonanie oceny jej stanu technicznego.

## 3. Przebieg i wyniki badań

### 3.1. Sprawdzenie rakiety na stacji kontrolno-pomiarowej

Przed transportem do WITU i rozpoczęciem demontażu, raketę poddano u użytkownika sprawdzeniom kompleksowym na automatycznej stacji kontrolno-pomiarowej. Przeprowadzono pomiary parametrów aparatury pokładowej według procedur określonych w instrukcjach eksploatacji. Uzyskane wyniki zostały przedstawione na Rys.1.

Przeprowadzono analizę wyników sprawdzenia rakiety i stwierdzono, że sygnalizowane były błędy kąta wychylenia sterów i błędy kierowania pilota automatycznego we wszystkich kanałach, związane z podawanym przez sieć pneumatyczną ciśnieniem.

### 3.2. Badania makroskopowe – przegląd zewnętrzny.

Celem badań makroskopowych jest ocena ogólnego stanu technicznego i wykrycie różnego rodzaju uszkodzeń eksploatacyjnych oraz wad materiałowych dających się zaobserwować okiem nieuzbrojonym lub przy niewielkim powiększeniu, zwykle nie przekraczającym 3x. Badania te z reguły stanowią podstawę do zaplanowania dalszych badań i do wytypowania miejsc, z których zostają pobrane próbki do innych, szczegółowych badań materiałowych i analiz.

W zakres przeglądu zewnętrznego wchodzi:

- wizualna ocena jakości powłok malarskich;
- wizualna ocena stopnia i rodzaju korozji;
- wizualna ocena połączeń spawanych.

W wyniku eksploatacji warstwa pokrycia może wykazywać zniszczenia w postaci: utraty połysku, kredowania i zmiany barwy. Ponadto mogą występować pęcherze, złuszczenia, rysy, pęknięcia oraz pojedyncze lub rozległe ogniska rdzy lub innych produktów korozji metalu. Szczególne znaczenie przy ocenie stanu technicznego mają badania makroskopowe złącz spawanych. Złącza te mogą mieć szereg wad, które powstały już w procesie wytwarzania i mogą być przyczyną przyspieszonej degradacji materiału w tych miejscach w trakcie eksploatacji. Do typowych wad połączeń spawanych należy zaliczyć:

- błędy kształtu geometrycznego i wymiarów poprzecznych spoiny,
- wady budowy spoiny, takie jak rozlewy, nawisy, brak przetopu podtopienia, wycieki, przyklejenia,
- nieciągłości metalu spoiny i złącza (porowatość, zażużlenia i pęknięcia).

W wyniku przeprowadzonego przeglądu stwierdzono dobry stan techniczny korpusu rakiety oraz opierzenia, ich połączeń i mocowań, w tym połączeń spawanych. Pokrycia lakiernicze w stanie dobrym, poza lokalnymi ubytkami powłoki lakierniczej w miejscach podejść eksploatacyjnych.

### 3.3. Demontaż rakiety

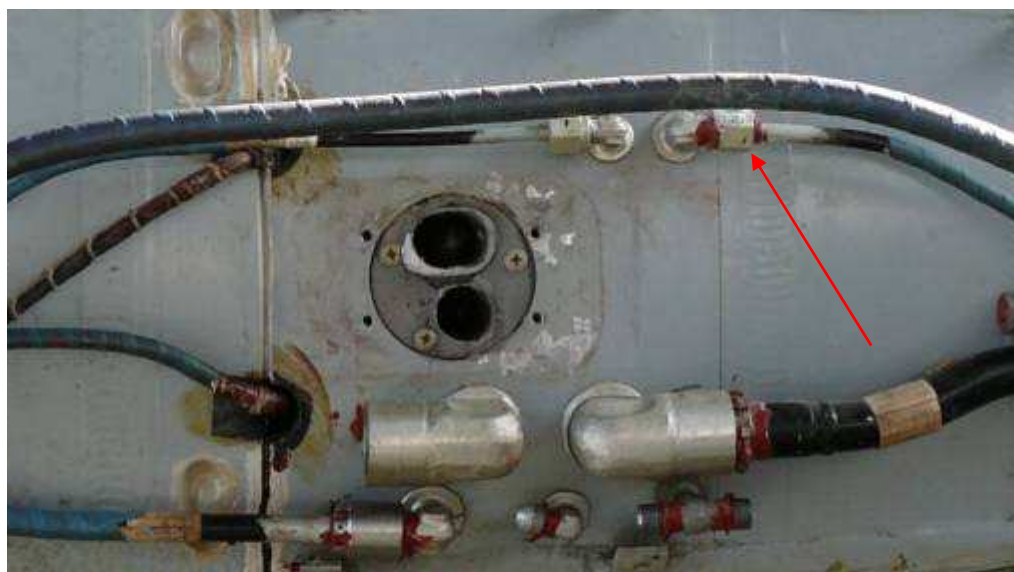
Po wykonaniu przeglądu zewnętrznego dokonano drenażu instalacji pod ciśnieniem i rozbrojono raketę z elementów pirotechnicznych. Po zapewnieniu bezpieczeństwa prac, przystąpiono do demontażu rakiety wykonując ocenę stanu technicznego demontowanych elementów. Stan techniczny demontowanych podzespołów, ich mocowania do korpusu rakiety, kabli elektrycznych, przewodów ciśnieniowych oraz połączeń międzyprzedziałowych nie budził zastrzeżeń. Stwierdzono jedynie nieliczne ślady białego nalotu na obudowach złączy elektrycznych.

Rakieta wyposażona jest w owiewkę przykręconą z lewej strony do korpusu rakiety, krawędź jej styku z korpusem pokryta jest warstwą masy uszczelniającej i podczas eksploatacji nie przewiduje się demontażu tego elementu. Zadaniem owiewki jest osłona głównej wiązki kablowej oraz przewodów ciśnieniowych. Na Fot.1. przedstawiono widok centralnej części owiewki przed demontażem.



Fot.1. Fragment owiewki i jej mocowanie do korpusu rakiety

Po zdemontowaniu owiewki stwierdzono zmiany korozyjne nakrętki złącza rurowego łączącego przewód pneumatyczny z króćcem zamontowanym w korpusie rakiety. Lokalizację wadliwego złącza przedstawiono na Fot.2.



Fot.2. Umiejscowienie uszkodzonego połączenia

Należy zwrócić uwagę na fakt, że znajdujące się po lewej stronie identyczne połączenie, wykonane z tych samych materiałów i eksploatowane w identycznych warunkach nie wykazuje zmian korozyjnych.

Ubytek materiału nakrętki złącza jest bardzo duży, co zostało przedstawione na poniższych fotografiach. Widoczny jest także biały nalot produktów korozji.



**Fot.3. Zmiany korozyjne elementów złącza (zarówno nakrętki jak i króćca)**

Ślady korozji widoczne są także na gwincie złącza.



**Fot.4. Wielkość ubytku materiału**

Na poniższej fotografii przedstawiono zmiany na króćcu złącza obok widoczny jest identyczny element bez śladów zmian korozyjnych i ubytków materiału.



**Fot.5. Zmiany korozyjne na króćcu złącza**

Po szczegółowych oględzinach stwierdzono także podłużne pęknięcie nakrętki w miejscu największego ubytku materiału (Fot.6.). Element zostanie poddany badaniom materiałowym. Celem badań będzie stwierdzenie, czy pęknięcie było przyczyną czy skutkiem uszkodzenia.



**Fot.6. Pęknięcie nakrętki**

Należy brać pod uwagę dwa warianty przyczyn powstania uszkodzenia.

**Wariant pierwszy** – nakrętka miała wadę technologiczną i była pęknięta w momencie montażu rakiety. Pęknięcie było niewidoczne, niewielkie i powiększało się w trakcie eksploatacji rakiety. Niewielka początkowo nieszczelność nie wpływała na wyniki sprawdzeń rakiety. Podczas rozprężania się wypływającego z nieszczelności powietrza, złącze ochładzało się, wychwytywało wilgoć z otoczenia i pojawiał się szron, który po zakończeniu sprawdzenia rakiety i ogrzaniu się złącza powodował pojawienie się kropelek wody powodujących zmiany korozyjne. Dodatkowo struga powietrza mogła powodować wypłukiwanie materiału z elementów złącznych.

**Wariant drugi** – złącze było nieszczelne z powodu złego uszczelnienia na stożku lub wady gwintu. Niewielka początkowo nieszczelność nie wpływała na wyniki sprawdzeń rakiety. Podczas rozprężania się wypływającego z nieszczelności powietrza, złącze ochładzało się, wychwytywało wilgoć z otoczenia i pojawiał się szron, który po zakończeniu sprawdzenia rakiety i ogrzaniu się złącza powodował pojawienie się kropelek wody powodujących zmiany korozyjne. Dodatkowo struga powietrza mogła powodować wypłukiwanie materiału z elementów złącznych. Pęknięcie osłabionej nakrętki mogło powstać w tym wariantcie podczas demontażu złącza.

Opisane powyżej cykle pojawiania się szronu i rosy powtarzały się cyklicznie przy każdym z około pięćdziesięciu sprawdzeń rakiety.

Ilość pojawiającej się wilgoci mogła być znacznie większa w przypadku podawania z dystrybutora powietrza stacji kontrolno-pomiarowej niewłaściwie osuszonego, wilgotnego powietrza.

Opisane powyżej zjawiska były niemożliwe do wykrycia, ponieważ zachodziły pod owiewką nie podlegającą demontażowi podczas normalnej eksploatacji rakiety. Syku uchodzącego powietrza nie można usłyszeć w związku z dużym natężeniem hałasu występującym podczas sprawdzeń z wykorzystaniem stacji kontrolno-pomiarowej.

Przedstawione uszkodzenie mocowania przewodu pneumatycznego niskiego ciśnienia, w połączeniu z uzyskanymi wynikami sprawdzeń kompleksowych, pozwoliło postawić hipotezę, iż przyczyną niesprawności rakiety nie była wadliwa praca pilota automatycznego, lecz uszkodzenie sieci pneumatycznej. W celu zweryfikowania przyjętego założenia uznany za uszkodzony zespół pilota automatycznego poddano sprawdzeniu autonomicznemu.

Automatyczna stacja kontrolno-pomiarowa umożliwia sprawdzenia wybranych podzespołów rakiety indywidualnie w trybie sprawdzeń autonomicznych. Zespół pilota automatycznego, po wymontowaniu jego elementów z korpusu rakiety, przewieziono do użytkownika i poddano sprawdzeniom w trybie autonomicznym. W wyniku przeprowadzonych sprawdzeń stwierdzono, że badany blok aparatury pokładowej jest sprawny i podatny na regulację.

Hipoteza została zweryfikowana z wynikiem pozytywnym. Przyczyną niesprawności rakiety nie było uszkodzenie aparatury pokładowej, lecz uszkodzenie elementu instalacji pneumatycznej rakiety.

W następnym etapie pracy zostaną wykonane szczegółowe badania materiałowe, których celem będzie próba określenia przyczyny wykrytego uszkodzenia instalacji pneumatycznej rakiety.

#### **4. Wnioski**

1. W wyniku przeprowadzonego przeglądu stanu technicznego, wykryto uszkodzenie instalacji pneumatycznej rakiety.
2. Jest to pierwsze tego typu uszkodzenie podczas wieloletniej działalności Wojskowego Instytutu Technicznego Uzbrojenia w zakresie badania stanu technicznego rakiet przeciwlotniczych. Należy je uznać za przypadkowe, nie mające wpływu na ocenę populacji rakiet.
3. Jest to uszkodzenie niemożliwe do wykrycia podczas eksploatacji rakiet zgodnie z obowiązującymi procedurami.
4. Należy rozważyć możliwość opracowania procedur badawczych umożliwiających wykrycie tego typu uszkodzenia metodami nieniszczącymi, bez konieczności demontażu rakiety.

#### **Literatura**

- [1]. Materiały archiwalne WITU- niepublikowane  
[2]. PN-EN 13018:2004 "Badania nieniszczące. Badania wizualne. Zasady ogólne"

RECENZJA

artykułu do publikacji w biuletynie Problemy Techniki Uzbrojenia

1. Recenzent: dr inż. Zbigniew ŁAPIŃSKI
2. Tytuł recenzowanego artykułu:  
**Badania stanu technicznego rakiet ziemia-powietrze. Przypadek nietypowego uszkodzenia instalacji pneumatycznej**
3. Autor artykułu: mgr inż. Janusz ŁUKASZEWICZ
4. Charakter artykułu - *praca badawcza*
5. Merytoryczna ocena artykułu
  - a) tytuł recenzowanego artykułu odpowiada jego treści: *tak*
  - b) w artykule przedstawiono jednoznacznie cel i tezy: *tak*
  - c) prezentowana w artykule problematyka przedstawia oryginalne podejście autora do zagadnienia: *tak*
  - d) prezentowana w artykule problematyka stanowi wartość innowacyjną w porównaniu do aktualnego stanu wiedzy: *tak*
  - g) stosowana terminologia jest właściwa, zgodna z normami, obowiązującym nazewnictwem: *tak*
  - h) materiał ilustracyjny i przykłady są dobrane właściwie: *tak*
  - i) wybór literatury: *właściwy*
  - j) język i styl: *poprawny*

**Artykuł nadaje się do publikacji** w przedstawionej formie

Podpis recenzenta

dr inż. Zbigniew ŁAPIŃSKI