



**BEZPIECZEŃSTWO PRACY  
W BADANIACH DIAGNOSTYCZNYCH ŚRODKÓW BOJOWYCH**  
*THE SAFETY OF WORKING  
CONDITIONS AT DIAGNOSTIC TESTS OF ORDNANCE*

Henryk TERENOWSKI, Bogdan KRYSIŃSKI  
Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia  
*Military Institute of Armament Technology*

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono problematykę inżynierii bezpieczeństwa pracy [3] w badaniach diagnostycznych środków bojowych, które przeprowadza się przede wszystkim po upływie okresu gwarantowanej przydatności technicznej lub w badaniach kontrolnych. Badania takie są nieodzowne do wydania decyzji o czasie i sposobie ich dalszej eksploatacji. Ocena aktualnego stanu technicznego wymaga przeprowadzenia badań poszczególnych podzespołów i elementów. Dostęp do nich uzyskuje się poprzez rozkompletowanie wyrobu. Konstrukcja środków bojowych, jako wyrobów jednorazowego użytku, nie jest podatna na demontaż. Poza tym czas i warunki eksploatacji mają wpływ na zmiany fizykochemiczne użytych do produkcji materiałów, co zwiększa zagrożenie zaistnienia sytuacji niebezpiecznych przy operacjach ich rozkompletowania. W procesie badań środków bojowych na pierwszym miejscu uwzględnia się bezpieczeństwo personelu badawczego. Urzeczywistnia się to poprzez ciągłą i kompleksową analizę czynników, mających wpływ na bezpieczeństwo pracy, we wszystkich operacjach wykonywanych podczas badań w odniesieniu, do każdego wyrobu.

**Słowa kluczowe:** bezpieczeństwo pracy, bezpieczeństwo środków bojowych, badania, ocena

## 1. Wstęp

Środki bojowe znajdujące się w wyposażeniu wojsk, a także przeznaczone do użytku cywilnego, są zaliczane do (wyrobów) środków niebezpiecznych, których niekontrolowane działanie, oprócz zagrożenia dla życia

**Abstract:** The paper presents some issues of the safety of working conditions [3] at diagnostic tests of the ordnance which are carried out after the expiration of warranty periods of technical serviceability or to check its technical status. Such tests are necessary to pass a decision on the extension and conditions of ordnance further service life. Tests of particular subunits and components of ordnance are necessary for realistic evaluation of its technical status. In order to get the access to them a disassembling of piece of ordnance is necessary. The ordnance is disposable equipment in general and its designs are not susceptible to disassembling. Moreover life time and conditions of the service affect the physical-chemical properties of materials used for its fabrication what increases the risk of hazardous situations at disassembling. The safety of the personnel engaged in testing the ordnance is the most important issue. This safety is materialised through continuous and complete analysis of factors affecting the safety of working conditions in all operations performed during tests over particular piece of ordnance.

**Keywords:** safety of working conditions, safety of ordnance, testing, evaluation.

## 1. Introduction

Combat assets (ordnance) being on the inventory of troops and also designated to a civilian use fall into a category of hazardous articles which, used without a strict supervision, may threaten the human lives

ludzkiego, może być przyczyną znacznych strat materialnych w rejonie ich eksploatacji. Jednym z czynników mających wpływ na bezpieczeństwo techniczne środków bojowych jest ich stan techniczny. W okresie pokoju zużycie środków bojowych jest stosunkowo niewielkie w porównaniu z ich zapasami. Stan techniczny wszystkich środków bojowych jest ciągle monitorowany poprzez okresowe przeglądy i badania diagnostyczne mające za zadanie określenie wpływu czasu na ich parametry eksploatacyjne. Całokształt spraw dotyczących systemu kontroli jakości i bezpieczeństwa środków bojowych w procesie eksploatacji w resorcie obrony narodowej reguluje instrukcja [5]. Stworzony system zapewnia utrzymywanie środków bojowych w gotowości do ich efektywnego i bezpiecznego użycia oraz eliminowanie środków bojowych niezdatnych do użycia lub niebezpiecznych.

Badania diagnostyczne środków bojowych mają za zadanie ocenę aktualnych wartości parametrów wszystkich podzespołów i elementów, w tym materiałów wysokoenergetycznych, mających wpływ na ich bezpieczną eksploatację oraz niezawodne działanie. Wymaga to rozbioru tych wyrobów na elementy niezbędne do przeprowadzenia badań. Środki bojowe, z racji swego przeznaczenia, mają konstrukcję nie przewidującą wykonywania takich operacji. Z tego względu demontaż środków bojowych wymaga szczególnych uwarunkowań podczas ingerencji w ich strukturę. Proces ten jest ekstremalnie niebezpieczny. Zapewnienie bezpiecznego wykonywania prac ze środkami bojowymi ma szczególne znaczenie dla służb BHP ze względu na poważne następstwa, jakie mogą wyniknąć w przypadku ich niezamierzonego zadziałania, które może nastąpić podczas procesu przygotowania do badań lub wykonywania badań (np. demontaż zapalnika, pobieranie próbek materiału wysokoenergetycznego). Zakres tematyki bezpieczeństwa pracy jest tutaj bardzo szeroki. Począwszy od budynków, pomieszczeń, stanowisk pracy, które muszą spełniać odpowiednie warunki techniczne, ppoż. i bhp, aż po odpowiednio przygotowaną kadrę pracowniczą zajmującą się eksploatacją lub mającą dostęp do środków bojowych. Szczególnie dużą wiedzę, umiejęt-

and also cause significant losses in the area of their deployment. Technical status is one of the factors that affect strongly the safety of ordnance. The use of ordnance during the peace time is relatively insignificant comparing to its stock. Technical status of all pieces of ordnance is permanently monitored through the periodical overhauls and diagnostic tests which are aimed to find out the impact of time into their service parameters. The whole spectrum of issues concerning the system monitoring the quality and safety of ordnance within the service life is regulated in the department of national defence by the instruction [5]. The developed system provides the maintaining of ordnance in readiness for its effective and safe use and the elimination of pieces of ordnance which are unserviceable or hazardous in use.

Diagnostic tests of all ordnance are aimed to evaluate current values of parameters for all subunits and components, including high-energetic materials, affecting its safe service life and reliable operation. For this reason these articles have to be disassembled into components suitable for testing. As it was mentioned earlier the ordnance designs do not take into account that such operations could be performed. It is why the disassembling of ordnance requires specific conditions to be met at interfering into its structure. This process is extremely hazardous. Securing a safe run of works with the ordnance is especially important for the services dealing with the safety and hygiene of working conditions (SHWC) because of the seriousness of consequences arising at unintentional activation of ordnance that may happen in the process of preparation to testing or at the testing (e.g. disassembling a fuse, collecting samples of high-energetic material). The scope of issues concerning the safety of working conditions is very wide. It starts from buildings, compartments and working places which have to meet relevant technical, anti-fire and SHWC requirements and ends in suitably prepared per-

ności oraz odpowiednie cechy psychofizyczne muszą posiadać pracownicy wykonujący bezpośrednie badania środków bojowych, gdzie zachodzi konieczność ich rozkompletowania. Każda wykonywana operacja podczas demontażu może spowodować zadziałanie środka bojowego. W celu zapewnienia bezpieczeństwa prac prowadzonych z środkami bojowymi opracowuje się dokładne procesy demontażu i badań oraz instrukcje stanowiskowe, wymagające w wielu wypadkach konieczności bezpośredniego nadzoru drugiej osoby nad czynnościami wykonywanymi przez osobę realizującą daną operację lub badanie. Stanowiska badawcze i ich wyposażenie muszą spełniać odpowiednie normy mające na celu zabezpieczenia przeciwko różnym zagrożeniom środowiskowym podczas wykonywania badań.

Do badań diagnostycznych są przekazywane partie środków bojowych, których stan techniczny nie jest znany. Z reguły są to środki bojowe, którym skończył się okres gwarancji nadany przez producenta lub okres przydatności technicznej (OPT) nadany przez jednostkę badawczą [5]. Z uwagi na obowiązek zapewnienia bezpieczeństwa personelowi badawczemu, który prowadzi badania środków bojowych o nieznanym stanie technicznym, pierwszym zadaniem w procesie badań diagnostycznych jest określenie stopnia bezpieczeństwa badanej partii przedmiotowych wyrobów. Do tego celu stosuje się aparaturę rentgenowską. Jest to obecnie najlepsza metoda, dzięki której można w sposób bezinwazyjny sprawdzić prawidłowość położenia elementów wewnętrznych wyrobu. Taki wstępny przegląd umożliwia zabezpieczenie się przed nieprzewidywalnymi przypadkami niezamierzonego zadziałania środka bojowego, którego przyczyną mogą być np. nieprawidłowości montażu. Ponadto ma to istotny wpływ na psychikę badacza wykonującego badania danego wyrobu w kolejnym etapie badań. Metoda bezinwazyjnego rozpoznania prawidłowości montażu badanej partii środków bojowych w pierwszym etapie badań uzasadniona jest między innymi zwiększoną usterkowością środków bojowych produkowanych już od kilkudziesięciu lat [1]. Wykonane analizy wyników badań wykazują zwią-

sonnel that is engaged in servicing and maintenance of the ordnance or has an access to it. Especially high level of knowledge and skills and the relevant psycho-physical qualifications are needed for employees who are engaged directly into testing the ordnance that has to be taken apart. Every disassembling action may cause the ordnance activation. In order to secure the safety of conducted work on the ordnance there have been developed detailed procedures of disassembling and testing, and also the manuals for working set-ups demanding in many cases the presence of another person for surveying the actions or tests performed by the worker. The testing set-ups with the accessories have to meet relevant standards aimed to protect the workers against various environmental threats at testing.

Diagnostic tests are carried out on the lots of ordnance with unknown technical status. It is usually the ordnance for which the period of warranty granted by the manufacturer or a period of technical efficiency (PTE) granted by a testing agency [5] have already expired. Determination of the safety level for tested lot of ordnance products is the first task in the process of diagnostic tests as there is an obligatory duty of securing the safety for personnel testing the ordnance of unknown technical status. The X-ray apparatus is used to do so. Currently it is the best method that provides not invasive examinations for location of internal components of the article. This initial examination prevents unexpected and unintentional activation of ordnance, e.g. caused by poor workmanship. Moreover it has an important impact into the psyche of the man testing an article on the next stages. The use of a not invasive method in the first stage of testing to examine the correctness of assembling for the tested lot of ordnance is justified above all by increased number of defects in the ordnance which has been already manufactured for a few decades [1]. The analyses of test results indicate that there is an in-

szanie liczby negatywnych ocen, ze względu na wady montażu podczas badań diagnostycznych stanu technicznego środków bojowych wyprodukowanych po 1972 r. Spowodowane jest to przede wszystkim niestabilnością procesów technologicznych produkowanych sporadycznie i w niewielkich ilościach wyrobów w tym okresie oraz fluktuacją kadry technicznej w zakładach produkcyjnych. W miarę potrzeb uruchamiana jest produkcja niewielkiej ilości partii wyrobów. Występujące dłuższe przerwy w produkcji, częste stosowanie zamienników materiałowych powodują niestabilność procesów technologicznych, brak jednorodności partii, a zmiany kadrowe fachowców skutkują większą liczbą niezgodności w wyprodukowanych partiach.

Ostatnio trafiają do badań diagnostycznych środki bojowe eksploatowane w misjach pokojowych. Stwierdzone w nich niezgodności bywają zwykle bardziej niebezpieczne podczas demontażu, niż w bezpośrednim użyciu.

Analizując wypadki zaistniałe w związku z eksploatacją i badaniami środków bojowych można stwierdzić, że główną ich przyczyną jest na ogół błąd człowieka wynikający z rutyny lub braku odpowiednio przygotowanych procedur obsługi.

Zapewnienie bezpieczeństwa w badaniach środków bojowych wymaga zaangażowania znacznie większych nakładów inwestycyjnych na bazę materiałowo-techniczną i bezpośrednich środków zabezpieczenia niż w innych dziedzinach techniki. Stąd też badania stanu technicznego środków bojowych są tak pracochłonne i kosztowne.

## 2. Istota badań środków bojowych

W eksploatacji środków bojowych niepodważalnie najważniejszym wymaganiem jest zapewnienie bezpieczeństwa podczas przechowywania i użycia. Drugim czynnikiem, nie mniej ważnym jest ich niezawodność działania. Spełnienie tych wymagań zależy od odpowiedniego poziomu stanu technicznego wszystkich elementów składowych, jak i całego wyrobu.

Zapewnienie bezpiecznej eksploatacji środków bojowych jest problemem interdyscyplinarnym. Na każdym etapie cyklu życia

crease of negative examinations at diagnostic tests of technical status of ordnance manufactured after 1972 caused by faulty assembling. It stems from the fact of unstable technological processes used to manufacture the articles sporadically and in short lots, and the changing technical personnel in the manufacturing plants. Depending on a demand the manufacture of a small lot of articles is launched. Instability of technological processes and the lack of uniformity within the production lot are caused by longer time intervals without production and material substitutes used, and the greater number of faults within the manufactured lots is caused by changing technical personnel.

The pieces of ordnance used in peace missions have been recently directed to diagnostic tests. The faults spotted in the ordnance are usually more dangerous at disassembling than in direct use.

Studying the accidents that have happened at the using or testing the ordnance it may be stated that in general their main cause is a fault of a man resulting from the routine or the lack of suitably prepared handling procedures.

Significantly greater investment funds are needed for material-technical base and direct supporting equipment to secure the safety at testing the ordnance than in other domains of technology. This is why testing technical status of ordnance is so time consuming and costly.

## 2. The essence of testing ordnance

The assurance of ordnance safety at storing and using is undoubtedly the most important requirement. The second factor of no less meaning is their functional dependability. The fulfilment of these requirements depends both on the relevant level of technical status of all particular components and the entire article as well.

The assurance of safe use of ordnance is an interdisciplinary issue. The relevant legal conditions and detailed procedures of actions are needed for each stage of ord-

środków bojowych, od projektowania, produkcji, eksploatacji, badań diagnostycznych aż do ich likwidacji i utylizacji, wymagane są odpowiednie uwarunkowania prawne oraz szczegółowe procedury postępowania. Zwykle po upływie okresu przydatności technicznej nadanego przez producenta lub w innych przypadkach konieczne jest określenie aktualnego stanu technicznego partii wyrobu środka bojowego. Uzyskuje się to poprzez szczegółowe badania diagnostyczne laboratoryjne lub poligonowe, zgodnie z odpowiednią metodyką badań.

Celem badań środków bojowych jest ustalenie okresu ich przydatności do dalszej, bezpiecznej eksploatacji, wycofania z eksploatacji z powodu złego stanu technicznego i przekazania do remontu lub utylizacji, w przypadku stanu technicznego zagrażającego bezpieczeństwu. Wymaga to dokładnego przebadania wszystkich części składowych danego środka bojowego, dokonania oceny jego parametrów technicznych na zgodność z dokumentacją techniczną.

Metodyka i procedury badań określają niezbędną liczbę cech środka bojowego, na podstawie których ocenia się jego stan techniczny. Natomiast procesy demontażu, badania i instrukcje stanowiskowe opisują bezpieczny sposób jego rozkompletowania, badania oraz utylizacji pozostałości po badaniach.

Badania i ocena danego środka bojowego wymagają posiadania jego dokumentacji technicznej. Natomiast zdarzają się przypadki kierowania do badań środków bojowych, które nie mają pełnej dokumentacji lub nie mają jej wcale. Stanowi to dodatkowe utrudnienie w badaniach i wymaga zastosowania nadzwyczajnych środków ostrożności oraz bogatej wiedzy eksperckiej do opracowania odpowiednich procedur bezpiecznego postępowania podczas ich demontażu i badań.

Ośrodki naukowo-badawcze wykonujące takie badania zatrudniają w swoich zespołach badawczych specjalistów z różnych dziedzin. Pracownicy ci, oprócz wiedzy merytorycznej, muszą posiadać odpowiednie predyspozycje do pracy ze środkami bojowymi potwierdzone badaniami psychologicznymi. Brak takich

nance service life cycle, starting from the design, production, service, diagnostic tests and ending at liquidation and utilisation. The evaluation of the current technical status for the lot of pieces of ordnance is usually needed after the expiration of serviceability period granted by the manufacturer or in other cases. It can be provided by detailed diagnostic tests carried out in laboratory or field conditions according with a suitable methodology of testing.

The aim of testing the ordnance is to settle the term of time of its further safe serviceability, or the withdrawal from the service caused by a poor technical status and shifting it for repairing or utilisation if this status endangers the safety. It requires all particular components of a piece of the ordnance have to be tested and its technical parameters have to be evaluated for meeting technical documentation specifications.

The required number of characteristics for a piece of the ordnance evaluating its technical status is specified in the methodology and procedures of testing. The workshop working instructions describe the processes and ways of safe disassembling, testing and recycling the materials remaining after tests.

In order to perform the tests and evaluations of a specific piece of the ordnance its technical documentation is needed. Sometimes the ordnance without a complete technical documentation or even without any documentation at all is passed for testing. It is an additional difficulty in testing and requires both the application of some extraordinary precautions and also the comprehensive and special knowledge to develop the appropriate procedures of safe actions at ordnance disassembling and testing.

The centres of scientific-research-testing character, engaged in such tests, employ specialists from different disciplines of technology in testing teams. Such employees have to possess not only comprehensive knowledge but also adequate predispositions for working with the ordnance proved by psychological certificates. The lack of individual psychical predisposi-

osobistych, psychicznych predyspozycji u pracownika powoduje, po pewnym czasie, jego rezygnację z wykonywania tych prac.

Sprawą budzącą wiele kontrowersji jest normowanie prac związanych z badaniami diagnostycznymi środków bojowych. Z punktu ekonomicznego norma czasu wykonania badań jest głównym czynnikiem wpływającym na koszt badań. W przypadku badań diagnostycznych wyznaczanie dokładnych norm nie jest wskazane, a egzekwowanie pracy według ustalonych norm jest wręcz niebezpieczne. Ta sama czynność szacowana na wykonanie w określonej jednostce czasu, w przypadku jakichkolwiek odstępstw od "normalności" badanego wyrobu może trwać kilkanaście razy dłużej, ponieważ zamiast wykonać ją w sposób klasyczny trzeba korzystać ze specjalnego stanowiska i oprzyrządowania do wykonywania prac niebezpiecznych. Nawet doświadczeni pracownicy, z wieloletnim stażem pracy, nie są w stanie określić ile czasu im zajmie wykonanie demontażu np. znanego typu zapalnika, który już wielokrotnie poprzednio demontowali. Podają jedyną, rozsądną w takich warunkach normę – „tyle czasu ile będzie potrzeba”.

Jedną z głównych przyczyn takiej sytuacji jest fakt, że wiele środków bojowych jest nierozbieralnych. Stosuje się do montażu połączenia nierozłączne (np. zapalnik DC-1), a połączenia rozłączne np. gwintowane są uszczelniane klejami (np. głowice do RPG-76) lub masami uszczelniającymi, powodującymi zatarcia powierzchni łączących (np. zapalniki typu RGM). Dlatego też szacowanie norm czasu pracy, dla operacji niebezpiecznych przeprowadza się statystycznie na bazie wielu badanych partii. Pozostałe, bezpieczne prace wykonywane w procesie badań diagnostycznych, dla których określono dokładne normy, są i tak limitowane przez wykonanie demontażu.

Zapewnienie bezpieczeństwa w badaniach środków bojowych stanowi pierwszoplanowe zadanie dla zespołów badawczych. Powoduje to znaczny wzrost czasu pracy i nakładów ponoszonych na wykonywanie tych badań.

tions of this kind makes the employee resign from such work after some time.

A controversial issue is the standardisation of the work connected with ordnance diagnostic tests. From the point of economics the nominal time for performing tests is the main factor affecting the cost of tests. In case of diagnostic tests the setting of precise standards (nominal times) is not recommended, and the exaction of the work according to settled standards is even dangerous. The same operation, which has been estimated for performance within a specific time, may last a dozen times longer if any differences from the "normality" occur, and it has to be made by using a specialised stand with accessories for hazardous operations, instead of conventional tools and procedures. Even the workers with many years of experience are not able to say precisely what time is needed for disassembling e.g. a fuse of the type that is known to them and that was earlier dismantled by them for many times. They give only one sensible answering – as much as is needed.

One of the reasons of this situation is a fact that a lot of pieces of ordnance are not dismountable. At their fabrication the joints are used without possibilities of disconnecting (e.g. fuse DC-1), or the dismountable joints e.g. the threaded ones are sealed with adhesives (e.g. the heads for RPG-76) or other sealing stuff that causes the seizures between connected surfaces (e.g. fuses of RGM types). This is a reason why the estimation of nominal times for hazardous operations is carried out on the base of statistical data taken from many tested lots. After all, the remaining safe operations carried out at diagnostic testing, for which the precise standards are specified, have to wait for completing the disassembly.

The assurance of the safety at testing the ordnance is a task of the first priority for testing teams. It results in significant increase of time and funds borne for performing the tests.

### **3. Źródła zagrożenia bezpieczeństwa pracy w badaniach środków bojowych**

Głównym zagrożeniem bezpieczeństwa pracy w badaniach diagnostycznych środków bojowych jest ich demontaż. Wymagania techniczne i konstrukcje środków bojowych są opracowywane pod kątem bezpiecznej eksploatacji i niezawodności działania.

W zależności od rodzaju środka bojowego, przewidywane są pewne operacje remontowe, którym dany środek może być poddany. Konstruktor, generalnie, nie zakłada przeprowadzania prac demontażu na poszczególne detale skompletowanego wyrobu. Stąd też ingerencja człowieka w jego strukturę jest tak niebezpieczna.

Natomiast, w przypadku badań diagnostycznych koniecznością jest dotarcie do poszczególnych elementów wyrobu, a więc demontaż na niezbędne do badań detale mechaniczne oraz zawierające materiały wybuchowe. Należy zaznaczyć, że przeważająca liczba elementów środków bojowych nie jest przewidziana konstrukcyjnie do ich demontażu.

W zakresie źródeł zagrożenia bezpieczeństwa przez środki bojowe rozpatruje się cały dotychczasowy cykl życia danego środka bojowego pod względem konstrukcji, procesów produkcji, czasu i warunków eksploatacji.

Przystępując do opracowywania procesu demontażu na podstawie dokumentacji konstrukcyjnej, analizowane są wszystkie czynności niezbędne do rozcalenia wyrobu pod kątem możliwości wystąpienia zagrożeń.

Dużą uwagę poświęca się środkom bojowym skierowanym do badań, które mają znacznie przekroczony okres przydatności technicznej. Zmiany starzeniowe materiałów mogą powodować nieprzewidywalny wpływ na parametry techniczne poszczególnych podzespołów. Eksploatacja bez systematycznej oceny stanu technicznego stwarza łańcuch zagrożeń, począwszy od bezpośrednich użytkowników, poprzez transport, zagrożenie bezpieczeństwa magazynów itp.

Szczególne zagrożenie bezpieczeństwa stwarzają środki bojowe, które powinny być

### **3. Sources of threat for the safety of working conditions at testing the ordnance**

The main threat for the safety of working conditions at diagnostic tests of the ordnance is the stage of its disassembling. Technical requirements and designs of the ordnance are focused on providing the safe use and reliable operation.

Depending on the category of the ordnance some repairs may be predicted for it. In general its designer does not assume that any disassembling of a completed article into particular parts could be made. Thus any interference of a man into its structure is really dangerous.

From the other side it is necessary at diagnostic tests to get access to particular components of the article what requires it has to be taken apart into mechanical subunits which may include explosive materials. It has to be noted that most of components of the ordnance are not designed for any disassembling at all.

The whole service life cycle for a piece of the ordnance with its design, process of manufacture, service duration and conditions is taken into account to analyse the sources of threat for the safety created by the ordnance.

All operations needed for dismembering the article are analysed from the point of possible threats when an approach is taken to prepare a description of disassembling process on the base of designing documentation.

Special attention is devoted to pieces of the ordnance taken for testing for which the time of serviceability is overrun significantly. The processes of material ageing may cause an unpredictable impact into technical parameters of particular subunits. A chain of threats is created for direct users, transport, storing facilities, etc. when the ordnance is used without technical status being systematically evaluated. The pieces of the ordnance which have to be withdrawn from the use because of their technical status, but instead were directed by a chance for diagnostic tests, create

wycofane z eksploatacji ze względu na swój stan techniczny, a zostały przypadkowo skierowane do badań diagnostycznych. Z reguły są one identyfikowane w pierwszym etapie procesu diagnostycznego dzięki posiadanej bazie danych ewidencyjnych zbadanych partii przedmiotowych środków.

Oprócz obiektywnych zagrożeń, wynikających z konstrukcji, w badaniach diagnostycznych środków bojowych w procesie badawczym należy uwzględnić także czynniki subiektywne zależne od człowieka.

Szczególnie niebezpieczny jest czynnik związany z wielokrotnie powtarzanymi, tymi samymi operacjami podczas przygotowania do badań i rozkompletowania środków bojowych. Rutyna pracownika zmniejsza jego uwagę konieczną do zapewnienia aspektów bezpieczeństwa pracy. Dlatego też, dla większości prac, procedury stanowiskowe przewidują udział drugiej osoby nadzorującej operacje wykonywane przez wykonawcę.

Nierzadko zachodzi konieczność konsultacji grupy fachowców w celu analizy przyczyn stwierdzonej niezgodności i jej wpływu na bezpieczeństwo i niezawodność działania danego środka bojowego.

Istotny, negatywny wpływ na bezpieczeństwo pracy mają krótkie terminy realizacji zadań. Zleceniodawcy nierzadko zgłaszają prace o bardzo krótkich terminach wykonania. Wykonawca natomiast nie mogąc wywierać presji na pracownikach, w celu przyspieszenia wykonywania czynności szczególnie niebezpiecznych, zmuszony jest do zatrudnienia większej liczby pracowników o wąskich specjalnościach, ale wysokich kwalifikacjach i predyspozycjach adekwatnych do określonych prac, którzy przez część roku nie są wykorzystywani zgodnie ze swoimi kwalifikacjami. W tym obszarze zasady bhp są przestrzegane rygorystycznie.

#### **4. Zapobieganie zagrożeniu bezpieczeństwa badań**

Czynności demontażu środka bojowego skierowanego do badań są jednym z końcowych etapów prac w całym procesie badawczym i ocenowym nowowprowadzanego środka bojowego.

a special threat for the safety. They are usually identified in the first stage of diagnostic process thanks to the owned data base where all tested lots of the ordnance have been registered.

Apart of objective threats existing in diagnostic tests of the ordnance resulting from its design there are also the subjective factors depending on human being which have to be taken into account.

The factor connected with identical operations which are repeated many times at preparation of the ordnance for testing and its disassembling is especially dangerous. This routine of a worker reduces his concentration that is needed to ensure the safety of working conditions. For this reason the operating workshop procedures require the presence of a second person surveying the operations of the operator.

Sometimes a need arises to consult a team of experts in order to analyse the reasons of spotted incorrectness and its impact into the safe and dependable operation of a particular piece of the ordnance.

Short terms of time for performing the assignments have an essential and negative impact into the safety of working conditions. The customers often are interested in very short terms of time for performing the work. The contractor on his turn is forced to employ a greater number of employees with narrow specialisation, possessing high qualifications and predispositions which are adequate to specific types of work, but who are not used according to their qualifications through a significant part of the year, as he cannot exert any pressure on the personnel to shorten the time of particularly hazardous operations. The rules of the safety working conditions are strictly observed in this domain.

#### **4. Preventing endangering the safety of tests**

The operations of disassembling a piece of the ordnance directed for testing belong to one of the last stages of the whole process of testing and evaluation for the newly implemented ordnance.



W opracowywaniu takiego procesu typuje się tylko te jego cechy, które są niezbędne do oceny i wydania odpowiedniej decyzji co do sposobu i czasu dalszej eksploatacji przedmiotowej partii produkcyjnej.

Najszerszy zakres badań prowadzony jest w obszarze cech decydujących o ocenie bezpieczeństwa i niezawodności działania. Natomiast przy wykonywaniu badań dotyczących określenia bezpieczeństwa transportu lub utylizacji rozpatruje się tylko te cechy wyrobu, które mają wpływ na te czynności. W ten sposób upraszcza się zakres prac obejmujących badanie danego wyrobu.

Do badania wytypowanych cech wyrobu stosuje się odpowiednie metody w celu zminimalizowania konieczności wykonywania niebezpiecznych operacji. Na przykład zastosowanie urządzenia rentgenowskiego do bezinwazyjnego przeglądu struktury wewnętrznej środków bojowych pozwala na wyeliminowanie egzemplarzy niebezpiecznych, które posiadają poważne niezgodności wynikające z nieprzestrzegania procesów produkcji lub niewłaściwej eksploatacji (fot 1).

The development of such a process is based only on the consideration of characteristics of the ordnance which are necessary for evaluating and passing the decision concerning the ways and terms of time for further use of its production lot.

The widest range of tests is carried out for the characteristics deciding about the evaluation of the safety and reliability of operation. If the testing activities concern the level of safety at transportation or utilisation then only these characteristics of the article which directly affect them are taken into account. In this way the range of work for testing a specific article is limited.

The selected characteristics of the article are tested by using relevant methods for limiting the needs for conducting dangerous operations. For example the application of an X-ray apparatus for non invasive examination of the internal structure of a piece of ordnance allows for the elimination of dangerous items which have some serious defects resulting from the defaults of production workmanship or service life (Photo 1).



**Fot. 1. Stanowisko rentgenowskie do badań środków bojowych**

*Photograph 1. X-ray apparatus for testing the ordnance*

Metoda ta pozwala na rozpoznanie wyrobów niezgodnych z dokumentacją konstrukcyjną, ocenę tych niezgodności i wypracowanie decyzji co do dalszych czynności badawczych (fot. 2). Pojawienie się takich eg-

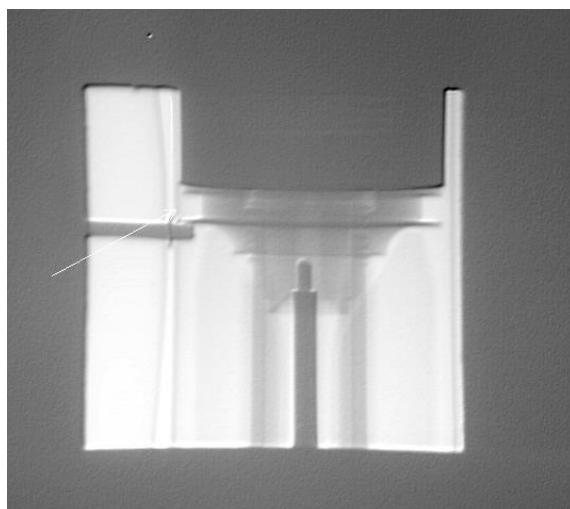
The method allows the identification of the articles which are not in line with design documentation, the evaluation of these discrepancies and making the decision about further testing activities (Photograph 2). The

zemplarzy w próbcie ma oczywiście, adekwatny do zagrożenia, wpływ na ocenę końcową całej partii produkcji wyrobu.

Zjawiska fizykochemiczne zachodzące w materiałach użytych do produkcji wyrobów mają wpływ na stan poszczególnych elementów wyrobu. Pojawiająca się korozja wewnętrznych części mechanicznych, wypłenia i wycieki z materiałów wysokoenergetycznych wpływają na zwiększenie uwagi przy demontażu lub podjęcia decyzji o jego zaniechaniu.

appearance of such items in a tested sample affects of course the final evaluation of the whole production lot of the article by a degree that is adequate to the threat.

The phenomena occurring within the materials used for fabrication of products affect the status of particular components of the article. Each case of corrosion of internal mechanical parts, or any dusting or leaking of high-energetic materials results in increased concentration level of personnel at disassembling or resigning from it.



**Fot. 2. Niezgodność procesu produkcji – kolek blokujący ruch pocisku PG-76 w wyrzutni granatnika RPG-76 znajduje się poza gniazdem w pocisku**

*Photograph 2. A manufacture fault – the pin arresting the movement of projectile PG-76 in the grenade launcher RPG-76 is located beyond the locating recess of the projectile*

#### **4.1. Stanowiska badawcze do wykonywania prac szczególnie niebezpiecznych**

W przypadku wykonywania szczególnie niebezpiecznych czynności dotyczących demontażu środków bojowych lub pobierania próbek materiałów wysokoenergetycznych, prace te wykonywane są na stanowiskach specjalnie do tego przystosowanych. Stanowiska te są usytuowane w bezpiecznej odległości od wszelkiej infrastruktury. Wyposażenie stanowisk pozwala na zdalne sterowanie urządzeniami i wykonywanymi czynnościami.

#### **4.1. Testing set-ups for highly hazardous operations**

If there is a need to perform extremely hazardous operations concerning the disassembling of the ordnance or collecting the samples of high energetic materials then specially prepared set-ups are used. These set-ups are placed in the safe distance from other facilities. The equipment used in such set-ups allows for the pieces of this equipment and the operations to be controlled remotely.

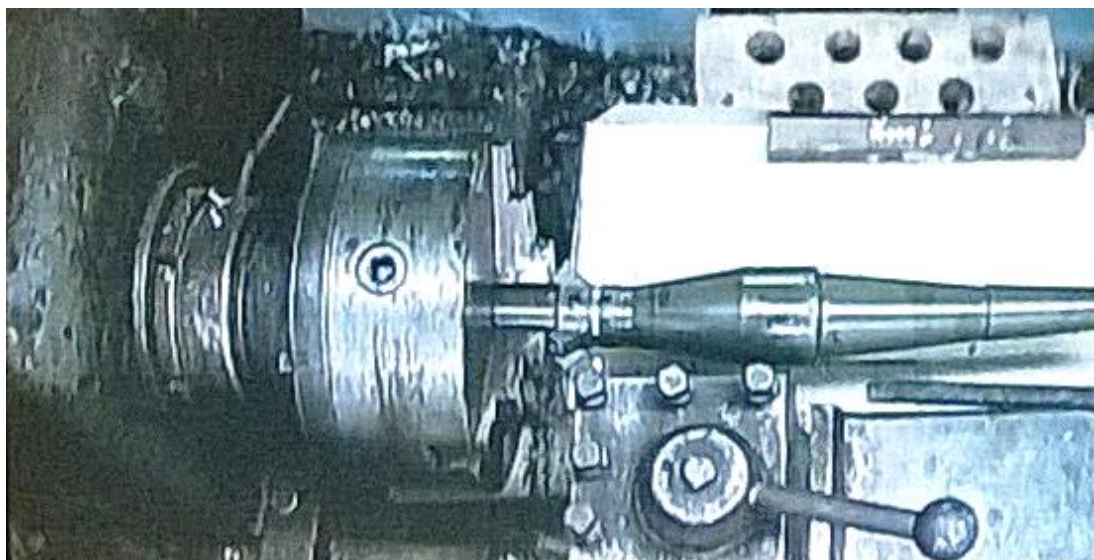


**Fot. 3. Ogólny widok stanowiska do prac szczególnie niebezpiecznych.**  
Pobieranie materiału wysokoenergetycznego do badań laboratoryjnych

*Photograph 3. A general view of a set-up for extremely hazardous operations.*  
*Collecting the high energetic material for laboratory testing*



**Fot. 4. Stanowisko sterowania urządzeniami do wykonywania prac niebezpiecznych**  
*Photograph 4. Panel controlling the system used for extremely hazardous operations*



**Fot. 5. Rozkmpietowanie środka bojowego. Widok na stanowisku sterowania**  
*Photograph 5. A piece of ordnance at disassembling. Display on the control panel monitor*

## 5. Przykłady realnych zagrożeń bezpieczeństwa pracy badanych środków bojowych

W czasie oględzin zewnętrznych skierowanej do badań partii pocisku OG-9, stwierdzono wyciek brunatnej, oleistej cieczy na zewnątrz pocisku. Z zachowaniem środków ostrożności pobrano do badań chemicznych próbkę tej cieczy. Stwierdzono w niej dużą zawartość trotylu, co wskazało, że był to tzw. olej trotylowy. Substancja ta zawiera 2,4,6-trinitrotoluen oraz jego mono- i dinitro-pochodne, które w trakcie przechowywania w podwyższonej temperaturze mogą ulec wtórnej niekontrolowanej krystalizacji, zwiększając zagrożenie przypadkowym wybuchem.

W przypadku wniknięcia i skryształizowania 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. 6) [2].

## 1. Examples of actual risks for the safety of working conditions at testing the ordnance

During the visual examination of the samples of OG-9 projectile a leaking of brown oil liquid has been observed on the external parts of the projectile. Maintaining all precautions a sample of the liquid has been taken for testing. It was stated that its contents included a large amount of trotyl what suggested that it could be so called trotyl oil. This stuff consists of 2,4,6-trinitrotoluen and its mono- and dinitro-derivatives which may be the subject of secondary uncontrolled crystallisation when stored at increased temperatures and in effect it may create a risk of a casual explosion.

If the mixture of TNT with mono- and dinitro- derivatives penetrates the threaded joint between the fuse and body of the shell then the mechanical impact on these crystals may cause their initiation at firing or unscrewing the fuse. Sometimes it happens that the trotyl oil gets outside the projectile and crystallises on its surface in the form of a grease coating (Photograph 6) [2].





**Fot. 6. Olej trotylowy na powierzchni pocisku OG-9 zapakowanego w hermetyczne opakowanie foliowe**  
*Photograph 6. Trotyl oil on the surface of OG-9 projectile within a sealed foil*

Zdarza się, że na zewnętrznej powierzchni pocisku nie ma śladu oleju trotylowego. Jednak posiadając wiedzę i duże doświadczenie w zakresie badania środków bojowych jest wiadomym, w których wyrobach można się spotkać z tym zagrożeniem. Wtedy należy operację wykręcania np. zapalnika wykonywać na specjalnym stanowisku do bezpiecznego wykonywania tej operacji. Przykład obecności oleju trotylowego na powierzchni trotylu stwierdzonej po wykręceniu zapalnika przedstawiono na fot. 7 [2].

In some cases there is no trace of trotyl oil on the surface of a projectile. But workers, armed with a comprehensive knowledge and experience on testing the ordnance, know quite well the products where this threat may be spotted. In such a case the operation of e.g. unscrewing a fuse has to be performed on the special stand for safe operations. An example of the presence of trotyl oil on the surface of the trotyl observed after unscrewing the fuse is presented on photograph 7 [2].



**Fot. 7. Olej trotylowy na powierzchni trotylu w pocisku OG-9**

*Photograph 7. Trotyl oil on the surface of the trotyl in OG-9 projectile*

Niezgodnością 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. Odrywające się od powierzchni materiału wybuchowego cząsteczki, w wyniku wymuszeń zewnętrznych oddziaływujących na amunicję w procesie jej eksploatacji (np. transport, prace przeładunkowe), przemiesz-

The dusting of the explosive material included within a projectile or fuse belongs to especially dangerous faults which may cause the uncontrolled activation of the ammunition. This is caused by defective pressing or gluing. The particles of explosive material, separating from its surface in the result of external expositions acting against the ammunition during the service life (e.g. transport, reloading), displace inside the

czają się wewnątrz skorupy pocisku lub zapalnika i osadzają się 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 twarde 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 fot. 8 i 9 [2].

shell or fuse and deposit in different places.

In the case of the projectile it may be the places in the threaded joint between the fuse and the shell and in case of the fuse the particles of explosive material may move inside all its volume. Any type of mechanical impact into these particles e.g. the friction in the thread at unscrewing the fuse or a sudden strike of a hard component of the fuse into the particles of the dust covering another hard component may cause the activation of these particles leading finally to the initiation of the main charge. Some exemplary traces of explosive material dust visible on internal components of an artillery fuse are presented on photographs 8 and 9 [2].



**Fot. 8. Wypylony materiał wybuchowy kruszący w kanale ogniowym w główce zapalnika typu RGM**

*Photograph 8. High explosive material dusted in the head of fuse RGM firing channel*



**Fot. 9. Wypylony materiał wybuchowy kruszący wokół kanału ogniowego w korpusie zapalnika typu RGM**

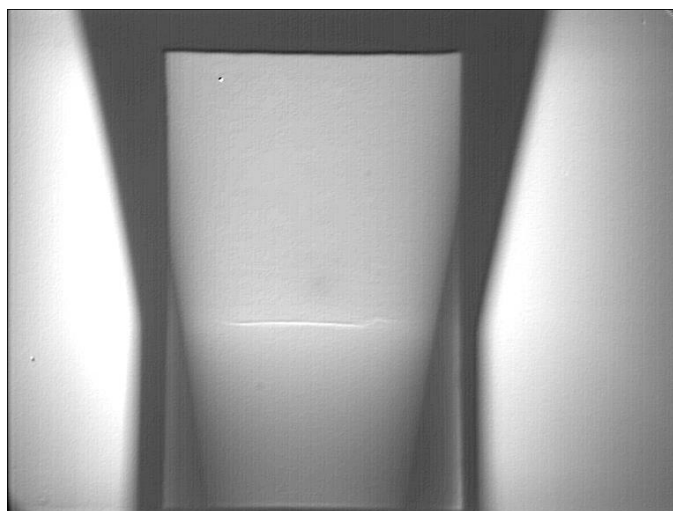
*Photograph 9. High explosive material dusted around the firing channel in the body of RGM type fuse*

Inną niezgodnością, mogącą być przyczyną wybuchu pocisku w momencie wystrzału, jest

Another fault that may cause the explosion of a projectile at firing is a dis-

nieciągłość wewnątrz materiału wybuchowego w postaci wolnej przestrzeni wypełnionej powietrzem (fot. 10). Niezgodność ta powstała podczas niewłaściwie wykonanej operacji elaboracji skorupy pocisku materiałem wybuchowym kruszącym. W przypadku wystąpienia przeciążenia o odpowiedniej wartości podczas wystrzału, następuje nagrzewanie ośrodka przy redukcji powstałych wolnych przestrzeni powodowanych lepkością lub lepkosprężystością odkształcanego materiału wybuchowego w ich pobliżu. Może to spowodować pobudzenie materiału wybuchowego [4].

continuity inside the explosive material having the form of a free space filled with the air (Photograph 10). This fault is created by improper operation of filling the crust of the shell by the high explosive material. In case of accelerations of relevant values occurring at firing the material is subjected to heating and in the same time the free spaces are subjected to reduction caused by the viscosity or viscosity-elasticity of the deformed adjacent explosive material [4].



**Fot. 10. Pęcherz powietrza znajdujący się wewnątrz materiału wybuchowego kruszącego**  
*Photograph 10. An air bubble inside the high explosive material*

## **Wnioski**

1. Zapewnienie bezpieczeństwa prac wykonywanych w badaniach diagnostycznych środków bojowych, w celu wydania wyczerpującej oceny aktualnego stanu technicznego, wymaga dokładnego przygotowania odpowiednich procedur, ograniczających ingerencję człowieka w strukturę wewnętrzną wyrobu do niezbędnego minimum.
2. Czynności szczególnie niebezpieczne należy wykonywać na stanowiskach z urządzeniami zdalnie sterowanymi z bezpiecznego miejsca.
3. Należy przeprowadzać systematycznie badania stanu technicznego środków bojowych i usuwać z eksploatowanego zasobu środki bojowe ocenione jako niebezpieczne

## **Conclusions**

1. The assurance of the safety for the operations performed at diagnostic tests of ordnance aimed to develop a complete evaluation of its current technical status requires the accurate preparation of suitable procedures which limit to absolute minimum the interference of the man into the internal structure of an article.
2. All especially hazardous operations have to be performed on the stands equipped with instruments which can be remotely operated from a safe site.
3. Technical status of ordnance has to be tested in a regular way and all pieces of ordnance assessed as hazardous or unsuitable for further service have to

- |   |   |
|---|---|
| lub nieprzydatne do dalszego użytkowania.   | be removed from the inventory.  |
| 4. Szczególne środki ostrożności należy przewidywać w stosunku do partii środków bojowych, których okres przydatności technicznej minął wiele lat temu. | 4. Especial level of precautions has to be applied at treating the lots of ordnance for which the period of serviceability passed many years ago. |
| 5. Czas realizacji zadania nie powinien wywierać presji na wykonywanie prac niebezpiecznych w badaniach diagnostycznych środków bojowych.               | 5. All dangerous operations at diagnostic tests of ordnance have not to be performed under any pressure of the time.                              |

### **Literatura / Literature**

- [1] W. Goryca, J. Knychała. *Ocena bezpieczeństwa i niezawodności działania środków bojowych w nowej sytuacji eksploatacyjnej*, XIV Konferencja Naukowo-Techniczna. Rynia maj 2005.
- [2] B. Krysiński, A. Kamińska-Duda. *Problemy Techniki Uzbrojenia*, Rok XLIII, Zeszyt 130 1/2014, str. 59 *Szczególne przypadki wad materiałów wybuchowych*
- [3] E. Kołodziński. *Metodologia badań bezpieczeństwa narodowego. Bezpieczeństwo 2010. Tom I. AON. Inżynieria bezpieczeństwa – nowa dyscyplina naukowa w dziedzinie nauk technicznych.*
- [4] Andrzej Maranda, *Górnictwo i Geoinżynieria*, Rok 28, Zeszyt 3/1, 2004. *Metody badania wrażliwości materiałów wybuchowych na bodźce zewnętrzne w aspekcie przepisów ADR oraz norm polskich i europejskich.*
- [5] *Instrukcja o kontroli jakości i bezpieczeństwa środków bojowych w procesie eksploatacji w resorcie obrony narodowej sygn. Logis 3/ 2010.*



