

WYMAGANIA KONSTRUKCYJNO-UŻYTKOWE NOWEGO ZAPALNIKA Z SAMOLIKWIDATOREM DO GRANATNIKA RPG-76 KOMAR

Streszczenie: W pracy przedstawiono podstawowe wymagania konstrukcyjno-użytkowe nowo opracowywanego zapalnika z samolikwidatorem do granatnika RPG-76 KOMAR w świetle aktualnych zapisów Norm Obronnych NO-06-A101÷A108 oraz normy NO-13-A233 „Systemy zapalnikowe. Zapewnienie bezpieczeństwa. Wymagania konstrukcyjne”, która jest tłumaczeniem angielskiej wersji dokumentu STANAG 4187 ED 3. „Fuzing systems. Safety design requirements”.

THE FUNCTIONAL REQUIREMENTS FOR NEW FUSE (WITH SELF- DESTRUCTION MECHANISM) FOR RPG-76 “MOSQUITO” GRENADE LAUNCHER

Abstract: According to national standards NO-06-A101÷A108 and NO-13-A233 „Fuzing systems, Safety design requirements”; the functional requirements for new fuse (with self-destruction mechanism) for RPG-76 “MOSQUITO” grenade launcher were presented in this paper.

1. Wstęp

Pojawienie się pojazdów opancerzonych na polach walki I wojny światowej postawiło pod znakiem zapytania skuteczną obronę własną piechoty. Aby sprostać temu problemowi opracowano w Niemczech pod koniec I wojny światowej pierwszą rusznicę przeciwpancerną TuF wz. 1919 przebijającą 20mm płytę pancerną z odległości 100m. Po wojnie doktryna powszechnych środków ppanc została podjęta przez wiele krajów. Także w Polsce opracowano pod kierownictwem inż. J. Maroszka karabin przeciwpancerny wz.1935 Ur.



Rys.1.1. 7,92 mm karabin przeciwpancerny wz. 1935 Ur.

W pociskach wystrzeliwanych z rusznic przeciwpancernych do przebicia pancerza wykorzystywana była energia kinetyczna pocisku. Wzrost grubości opancerzenia czołgów spowodował, że przebijalność rusznic okazała się niewystarczająca. Pod koniec lat trzydziestych wraz z wynalezieniem efektu kumulacji, w którym do przebicia pancerza

wykorzystywana jest energia chemiczna powstała w wyniku odpowiedniego ukształtowania materiału wybuchowego głowicy bojowej, powstała idea lekkich granatników przeciwpancernych jako skutecznej broni piechoty przeciw ówczesnym czołgom. Ich intensywny rozwój nastąpił w czasie II wojny światowej. Najbardziej znanymi konstrukcjami z tego okresu są:

- amerykański raketowy granatnik ppanc M1(*Bazooka*) o przebijałości 80mm i donośności 350m,



Rys.1.2. Amerykański raketowy granatnik ppanc M1(*Bazooka*)

- rodzina niemieckich jednorazowych granatników ppanc *Panzerfaust 30K÷150* (wersja 150 o przebijałości 200mm i donośności 150m),



Rys.1.3. Rodzina niemieckich jednorazowych granatników ppanc *Panzerfaust 30K, 30, 60, 100*

- niemiecki granatnik raketowy *Panzerschreck* o przebijałości 100mm i donośności 150m,



Bundesarchiv, Bild 1011-871-7493-29
Foto: Lysiak | 1944

Rys.1.4. Niemiecki granatnik raketowy *Panzerschreck*

- angielski granatnik ppanc PIAT o przebijałości 75mm i donośności 100 m.



Rys.1.5. Angielski granatnik ppanc PIAT

Po wojnie wraz z dynamicznym rozwojem broni pancernej, opracowano nowe generacje ręcznych granatników przeciwpancernych ze znacznie większymi możliwościami przebicia pancerza i o większej skutecznej donośności. Powstałe w tym czasie konstrukcje poddawane kolejnym modernizacjom do dnia dzisiejszego występują w uzbrojeniu.

Przykładem są:

- szeroko rozpowszechniony na całym świecie rosyjski *RPG-7*,
- niemiecki *Ambrust*,
- amerykański *LAW-70*,
- szwedzki *Carl Gustav*.

Jednocześnie wraz z rozwojem granatników wielokrotnego użytku powstały granatniki jednorazowe, które szeroko stosowano w wojskach powietrzno-desantowych czy w oddziałach specjalnych. Najbardziej znanymi konstrukcjami są:

- Amerykański *M72 LAW*,



Rys.1.6. Amerykański granatnik jednorazowego użytku M72 LAW

– Rosyjski *RPG-18*.



Rys.1.7. Rosyjski granatnik jednorazowego użytku RPG-18.

W 1971 roku w Wojskowym Instytucie Technicznym Uzbrojenia rozpoczęto program o kryptonimie "Argon". Jego celem było opracowanie granatnika przeciwpancernego z jednorazową wyrzutnią, który mógłby uzupełnić granatniki RPG-7. Badano dwie wersje granatnika: bezdrzutową i raketową. Do dalszych prac wybrano wersję raketową (powodem była możliwość wykorzystania wcześniejszych prac nad granatem nasadkowym z pomocniczym napędem raketowym PGN-60). Na tym etapie projektowania w pracach, obok zespołu polskiego (Z. Zaborowski, K. Kowalewski, T. Witczak, Z. Kapustka, A. Perełkiewicz, K. Laskowski, Z. Kupidura, M. Hilczer), uczestniczył zespół z bułgarskiego Wojskowego Instytutu Naukowo-Badawczego w Sofii. Zadaniem Bułgarów było opracowanie silnika raketowego i wyrzutni. Pierwsza prezentacja nowej broni miała miejsce w 1973 roku na III Centralnej Wojskowej Wystawie Wynalazczości i Racjonalizatorstwa. Broń oznaczono wtedy jako "Kumulacyjny granat przeciwpancerny z wyrzutnią jednorazowego użytku RPG-73". W 1980 roku powstała seria prototypowa granatników. Został on wprowadzony do uzbrojenia w 1985 roku jako "RPG-76 Komar". Produkowany był w Zakładach Sprzętu Precyzyjnego w Niewiadowie.



Rys.1.8. Polski granatnik jednorazowego użytku RPG-76 KOMAR.

Granatnik przeciwpancerny RPG-76 Komar składa się z aluminiowej wyrzutni o masie 0,62 kg w postaci gładkoprzewodowej cienkościennej rury o kalibrze 40 mm, będącej jednocześnie zasobnikiem transportowym pocisku i pocisku raketowego o kalibrze 68 mm wyposażonego w zapalnik denny DCR. Do wyrzutni mocowane są przyrządy celownicze (celownik z trzema szczyrbami odpowiadającymi odległościom 50, 150, 250 m), mechanizm spustowo-odpalający, rurowa kolba składana oraz pas transportowy. W położeniu marszowym broń ma złożoną kolbę i celownik mechaniczny, a pocisk znajdujący się w wyrzutni jest zaryglowany zatraskiem sprężynowym. Rozłożenie kolby powoduje odryglowanie pocisku i napięcie sprężyny mechanizmu spustowego. Po naciśnięciu spustu następuje uruchomienie silnika raketowego pocisku.

Tabela1.1. Podstawowe parametry taktyczno-techniczne granatnika RPG-76 KOMAR

Kaliber wyrzutni (mm)	40
Kaliber pocisku (mm)	68
Długość broni w położeniu marszowym (mm)	805
Długość broni w położeniu bojowym (mm)	1190
Masa granatnika (kg)	2,1
Masa pocisku (kg)	1,78
Prędkość początkowa pocisku (m/s)	145
Przebijalność (mm)	260
Zasięg ognia skutecznego (m)	250

Granatniki RPG-76 KOMAR zostały wyprodukowane w latach 1983-1995 w ilości ponad 100 tysięcy. Stosowana do nich amunicja (PG-76) nie została wyposażona w mechanizm samolikwidacji. Stąd też w latach 90-tych wstrzymana została ich eksploatacja. W związku z powyższą sytuacją należy podjąć prace rozwojowe nad modernizacją granatników jednorazowego użytku RPG-76 KOMAR. W ramach tych prac niezbędne jest opracowanie nowego zapalnika (z samolikwidatorem) i zastąpienie nim zapalnika DCR znajdującego się w granatach PG-76.

2. Wymagania konstrukcyjno-użytkowe nowego zapalnika z samolikwidatorem do granatnika RPG-76 KOMAR

Zapalnik jest to urządzenie przeznaczone do spowodowania zapalenia lub wybuchu ładunku bojowego określonego rodzaju amunicji w żądanym miejscu i czasie. Zapalnik powinien zawierać zespoły (układy), które:

- umożliwiają inicjowanie detonacji ładunku,

- zapewniają zabezpieczenie przed przypadkową i przedwczesną inicjacją elementów pirotechnicznych w każdej fazie przygotowania amunicji, jak również w trakcie testów i przeglądów,
- rozpoznają lub wyznaczają okoliczności, w których elementy pirotechniczne mają zadziałać.

Zapalnik jest urządzeniem złożonym. Może zawierać: źródła zasilania, przełączniki elektroniczne/elektromechaniczne, czujniki parametrów fizycznych (otoczenia), obwody sterowania, a także inne układy i zespoły, zależnie od przeznaczenia, np. układ samolikwidacji. Ogólnie zapalniki jako sprzęt wojskowy muszą spełniać wymagania norm obronnych. W tym:

- NO-06-A101 – Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Postanowienia ogólne.
- NO-06-A102 – Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Wymagania niezawodnościowe.
- NO-06-A103 – Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Wymagania środowiskowe.
- NO-06-A104 – Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Wymagania konstrukcyjne.
- NO-06-A105 – Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Ogólne zasady badań oraz odbioru prototypów i urządzeń produkowanych seryjnie.
- NO-06-A106 – Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Metody badań niezawodności.
- NO-06-A107 – Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Metody badań odporności całkowitej na działanie czynników środowiskowych.
- NO-06-A108 – Uzbrojenie i sprzęt wojskowy. Ogólne wymagania techniczne, metody kontroli i badań. Metody oceny zgodności z wymaganiami konstrukcyjnymi.

Ponadto w roku 2006 Polska wprowadziła normę NO-13-A233 „Systemy zapalnikowe. Zapewnienie bezpieczeństwa. Wymagania konstrukcyjne”. Norma ta jest tłumaczeniem angielskiej wersji dokumentu STANAG 4187 ED 3. „Fuzing systems. Safety design requirements” zawiera ona wymagania dotyczące projektowania i eksploatacji zapalników w zakresie bezpieczeństwa. Należy dodać że STANAG 4187 jest porozumieniem standaryzacyjnym. Uczestniczące w porozumieniu państwa zgadzają się projektować zapalniki zgodnie z wymaganiami STANAG 4187. Na straży przestrzegania porozumienia stoją krajowe komisje zatwierdzające wymagania bezpieczeństwa (NSAA).

Norma ma zastosowanie przy pracach konstrukcyjnych oraz badawczych dotyczących nowych zapalników, opracowywanych po wprowadzeniu normy, do wszystkich typów amunicji poza:

- amunicją jądrową;
- flarami oraz racami sygnałowymi odpalanymi ręcznie, przykładami takiej amunicji są flary sygnałowe odpalane z ręki oraz petardy, granaty ręczne, dymne, sygnałowe oraz niektóre miny;
- pirotechnicznymi systemami zakłócającymi, przykładami takiej amunicji są lotnicze flary wabiące oraz wabiki podczerwieni;
- amunicją, która według NSAA przeznaczona jest do detonacji, deflagracji lub dyspersji bez konieczności zabezpieczenia, przykładami są układy pirotechniczne przeznaczone do katapult dla pilotów, rygla pirotechnicznych, niektórych urządzeń EOD oraz urządzeń przeciwpożarowych;

- amunicją która według NSAA podczas eksploatacji nie wymaga stosowania zapalnika;
- amunicją miotaną ręcznie.

W tym samym czasie wprowadzono również normę NO-13-A234 „Systemy zapalnikowe Zapewnienie bezpieczeństwa Metody konstrukcyjne”, w której podano podstawowe wskazówki dla projektantów zapalników dotyczące wymagań bezpieczeństwa zawartych

w STANAG 4187. Zawarte w tym dokumencie wskazówki wynikają z długoletnich doświadczeń, prac koncepcyjnych i określenia zasad i dobrych nawyków projektowych oraz logicznego wnioskowania. Norma NO-13-A234 jest tłumaczeniem z modyfikacjami angielskiej wersji dokumentu normalizacyjnego AOP-16:1999 (edycja 3) – „Fuzing systems: Guidelines for STANAG 4187.”

2.1.Podstawowe wymagania bezpieczeństwa

Zapalniki powinny posiadać przynajmniej dwa zabezpieczenia. Zabezpieczenia powinny być funkcjonalnie oddzielone od innych procesów zachodzących w zapalnikach i każde z nich powinno zabezpieczać zapalnik przed niezamierzonym uzbrojeniem. Układ zabezpieczenia jest kombinacją elementów obejmujących zwykle: czujnik, układ logiczny oraz mechaniczne lub elektroniczne urządzenie chroniące bezpośrednio przed uzbrojeniem się zapalnika. Czujnik dostarcza informacje o bodźcach fizycznych oddziałujących na zapalnik. Informacja ta jest oceniana przez układ logiczny, czy osiągnięte zostały założone warunki uzbrojenia, jeśli wystąpiły, to zezwala na uzbrojenie się. Kombinacje czujników i układów logiki mogą zmieniać się od prostych urządzeń mechanicznych, które próbują stan otoczenia i wykonują funkcję logiczną aż do matrycy czujników, które przekazują informację do elektronicznego układu logiki.

Parametrami fizycznymi zalecanymi jako bodziec aktywujący dla zabezpieczeń są:

- ciśnienie gazów prochowych w komorze naboju,
- ciśnienie robocze w komorze silnika raketowego,
- przyspieszenie poosiowe podczas ruchu pocisku w lufie,
- prędkość obrotowa podczas ruchu pocisku w lufie i na torze lotu,
- Przyspieszenie poosiowe na aktywnym odcinku toru lotu,
- ciśnienie barometryczne,
- opóźnienie wywołane oporem powietrza na torze lotu,
- stan nieważkości,
- działania podjęte w celu użycia (miotania) amunicji.

W zapalnikach z przerywanym łańcuchem ogniowym układ uzbrajania powinien nadzorować przynajmniej dwa niezależne zabezpieczenia bezpośrednio przy użyciu dwóch przegród. Przegroda jest to element mechaniczny, który bezpośrednio przerywa łańcuch ogniowy, zwykle blokowany przy użyciu rygla. Stosowanie dwóch rygla funkcjonalnie połączonych ze sobą nie spełnia wymagania dwóch niezależnych zabezpieczeń.

W zapalnikach bez przerywanego łańcucha ogniowego dostarczanie energii potrzebnej do uzbrojenia powinny kontrolować przynajmniej dwa niezależne zabezpieczenia. Każde z nich powinno uniemożliwiać niezamierzony dopływ energii do urządzenia magazynującego energię (np. kondensator), co najmniej do chwili, gdy pocisk znajdzie się w bezpiecznej odległości od wylotu lufy.

Przerywaczy, które działają niezależnie od siebie, ale wykorzystują te same zjawiska fizyczne nie można traktować jako niezależnych i stanowiących osobne zabezpieczenie.

Dla zapewnienia odpowiedniej konstrukcji wszystkich układów zabezpieczeń, projektant powinien zwrócić szczególną uwagę na rząd wielkości aktywującego je bodźca fizycznego. Bodźce wykorzystane w procesie uzbrajania powinny mieć dopuszczalny

margines bezpieczeństwa lub czas trwania powyżej wartości spodziewanych podczas cyklu eksploatacji, a mniejszy od tych, które występują podczas strzału (odpalenia), by mogło nastąpić pewne uzbrojenie zapalnika. Zapalnik, w którym zaprojektowano właściwą kolejność oddziaływania bodźców oraz odpowiedni czas ich oddziaływania (określony wcześniej przez wymagania taktyczno-techniczne), posiada zwiększony w istotny sposób poziom bezpieczeństwa użytkownika.

Zapalnik powinien być zabezpieczony przed przypadkowym uzbrojeniem. Zabezpieczenie zapalnika powinno wykluczać możliwość ręcznego całkowitego uzbrojenia zapalnika kompletnego i nie powinno polegać wyłącznie na określonych rutynowych działaniach

lub procedurach. Żadne pojedyncze wymuszenie nie może uzbroić zapalnika przed wystrzeleniem amunicji lub umieszczeniem jej w miejscu docelowym. Zapalnik powinien uzbrajać się w wyniku odpowiedniej sekwencji działań, które są następstwem wymuszeń w trakcie strzału lub po wystrzeleniu. Jeśli kryterium bezpieczeństwa wyznaczają nastawy zapalnika (np. czas uzbrojenia, czas działania lub czas włączenia czujnika zbliżeniowego), należy zadbać o zabezpieczenie nastawionych wartości przed niezamierzoną ich zmianą.

Ponadto preferuje się stosowanie zapalników wykorzystujących do uzbrojenia energię uzyskaną w wyniku zjawisk fizycznych zachodzących podczas wystrzału lub po wystrzeleniu, przed zapalnikami korzystającymi z energii zgromadzonej przed wystrzałem.

Elementy zapalnika, które odpowiadają za sterowanie procesem uzbrojenia, włączając w to urządzenia logiczne, powinny być przeznaczone tylko i wyłącznie do sterowania procesem uzbrajania zapalnika.

Zapalnik powinien być wyposażony w mechanizmy zapewniające maksymalny do osiągnięcia poziom bezpieczeństwa w przypadku uszkodzenia któregośkolwiek z jego elementów w czasie całego cyklu eksploatacji.

Zapalniki zawierające części elektromechaniczne i elektroniczne powinny posiadać niezależne systemy kontroli (np. układy logiczne), które są fizycznie odseparowane. Systemy te powinny być wykonane z użyciem elementów różnych typów tak, aby zminimalizować ryzyko wystąpienia jednocześnie tych samych usterek oraz zapewnić bezpieczeństwo podczas testowania, jeżeli testowana cecha albo badana funkcja zawodzi.

Zapalniki inicjowane elektrycznie powinny zawierać rozwiązanie pozwalające na rozładowanie energii pobudzenia po upływie okresu przydatności do użycia zapalnika. Czas potrzebny na rozproszenie energii do pobudzenia powinien być ograniczony do minimum dopuszczalnego przez wymagania taktyczne zapalnika. Układ rozładowania nie może wpływać negatywnie na całkowite bezpieczeństwo zapalnika przed uzbrojeniem.

Ponadto trzeba zadbać o bezpieczeństwo systemów obliczeniowych. Informacja pomiędzy czujnikami parametrów fizycznych a systemem uzbrajającym powinna być przesyłana przez określoną ścieżkę logiczną, przeznaczoną tylko do tego celu. Aby rozpocząć sekwencję zdarzeń prowadzącą do uzbrojenia zapalnika informacja otrzymana przez układ uzbrajający powinna być zweryfikowana jako prawidłowa komenda. Błędne lub zniekształcone dane nie mogą spowodować odbezpieczenia zapalnika. Należy zwrócić uwagę na to, aby sygnał kodujący lub konfiguracyjny zapalnik był wystarczająco unikatowy, aby odróżnić go od przypadkowych zakłóceń, np. ze strony zewnętrznych źródeł energii elektrycznej. Prawdopodobieństwo przypadku powodującego generację i podanie ciągłych lub kodowanych sygnałów jest znacznie mniejsze niż to, które powoduje generację i podanie niekodowanego sygnału impulsowego.

System obliczeniowy bezpośrednio odpowiedzialny za bezpieczeństwo powinien być integralną częścią zapalnika i nie może być sterowany z zewnątrz. System obliczeniowy użyty do wykonywania funkcji logicznych powinien być tak zaprojektowany, aby ułatwiać ocenę bezpieczeństwa.

Przy konstruowaniu zapalników należy zwrócić uwagę na zgodność funkcjonalna użytych elementów oraz na zapewnienie bezpieczeństwa zapalnika w trakcie montażu i uzbrajania amunicji

2.2.Zgodność funkcjonalna elementów

Wszystkie części składowe zapalnika powinny być dobrane tak, aby podczas wszystkich możliwych narażeń występujących w warunkach naturalnych i wymuszonych podczas całego cyklu eksploatacji nie doszło w nieuzbrojonym zapalniku do żadnego z poniższych zdarzeń:

- przedwczesnego lub przypadkowego uzbrojenia albo zadziałania,
- wypływu lub wycieku materiału niebezpiecznego,
- deflagracji lub detonacji ładunku materiału wybuchowego elementu łańcucha ogniowego,
- tworzenia się niebezpiecznych lub w sposób niezamierzony reagujących składników, nie powinno się używać materiału, który mógłby przyczynić się do powstawania bardziej lotnych lub bardziej czułych składników. Jeśli dojdzie do użycia takiego materiału, to należy go umieszczać i przechowywać tak, aby zapobiec tworzeniu się niebezpiecznych związków,
- wytworzenia materiałów niebezpiecznych lub o niedopuszczalnym poziomie toksyczności,
- naruszenia bezpieczeństwa podczas rozbrajania, neutralizacji lub samozniszczenia, np. przez reakcję elektrochemiczną.

2.2.1. Wymagania bezpieczeństwa dla zapewnienia nieuzbrojenia się zapalnika w trakcie montażu i uzbrajania amunicji

Aby wyeliminować przypadkowe uzbrojenie się zapalnika, powinien on posiadać jedną z następujących cech:

- zabezpieczenie przed zmontowaniem zapalnika w stanie uzbrojonym;
- kategoriyczny, bezpośredni i jednoznaczny sposób określania, czy zapalnik jest w stanie nieuzbrojonym w czasie i po montażu oraz w trakcie uzbrajania amunicji w zapalnik. Jeśli możliwy jest dostęp do zapalnika po zamontowaniu go w amunicji, to należy również wtedy zapewnić możliwość określenia jego stanu. Dla zapalników z nieprzerwanym łańcuchem ogniowym należy w trakcie montażu w amunicji uniemożliwić gromadzenie się energii mogącej spowodować uzbrojenie zapalnika;
- żadna z metod służąca weryfikacji stanu zapalnika nie może wpływać na pogorszenie ogólnego bezpieczeństwa.

2.2.2. Samolikwidacja.

Zapalnik musi posiadać możliwość samolikwidacji o ile zostały postawione takie wymagania. Mechanizm samolikwidacji nie może powodować, że użycie zapalnika w porównaniu z zapalnikiem bez tego mechanizmu jest mniej bezpieczne. Samolikwidacja nie może nastąpić przed wystrzałem i osiągnięciem bezpiecznej odległości lub równoważnego tej odległości czasu uzbrojenia się zapalnika.

2.2.3. Ocena bezpieczeństwa zapalnika

Aby określić stopień bezpieczeństwa podczas użytkowania zapalników należy przeprowadzić analizę bezpieczeństwa kompletnej amunicji (włączając w to zapalniki), uwzględniając oddziaływanie czynników środowiskowych, działanie użytkowników oraz towarzyszące im warunki i stany, które mogą wystąpić w całym okresie eksploatacji. Taką

analizę należy rozpocząć na samym początku procesu projektowania lub w jego wczesnej fazie.

Analiza bezpieczeństwa musi być przeprowadzona i udokumentowana w pierwszej kolejności, gdy dostępne są szczegółowe informacje dotyczące projektu. Analiza ta określa prawdopodobieństwo wystąpienia awarii w okresie przewidywanego czasu użytkowania, włączając w to awarie spowodowane przez użytkownika. Analiza ryzyka powinna być prowadzona także na bieżąco w trakcie całego okresu prac rozwojowych, aby można było oszacować wpływ na bezpieczeństwo wprowadzanych w projekcie zmian. Podczas prac koncepcyjnych nad zapalnikiem, kierownik projektu powinien uzyskać z NSAA zatwierdzenie koncepcji projektu i metodologii, zapewniającej zgodność z wymogami bezpieczeństwa.

Zapalnik powinien mieć zdefiniowane narażenia środowiskowe, które będą na niego oddziaływać podczas całego cyklu eksploatacji oraz ograniczenia działania zapalnika.

Ponadto powinien być tak zaprojektowany, aby zachować wymagany stopień bezpieczeństwa w sytuacjach przewidywalnych oraz we wszystkich innych, wyspecyfikowanych sytuacjach, spowodowanych czynnikami naturalnymi i środowiskowymi, występującymi podczas całego cyklu eksploatacji.

Procedury oceny bezpieczeństwa, użyte jako podstawa oceny bezpieczeństwa, przygotowane przez zespół projektujący powinny być szczegółowo udokumentowane. Analiza ryzyka odnosząca się do prawdopodobieństwa wystąpienia awarii zapalnika w każdej wersji i dla każdego stanu krytycznego systemów obliczeniowych powinna być przedstawiona do oceny przez NSAA.

Elementy zapalnika wraz z charakterystykami, które mogą być krytyczne dla bezpieczeństwa powinny być zdefiniowane i ocenione w dokumentacji zapalnika. Oceny krytycznych elementów powinny być przedstawione jako części oceny bezpieczeństwa całego projektu. Należy załączyć odpowiednie rysunki łącznie z charakterystykami, które pokażą, czy dany element zapewnia krytyczny poziom bezpieczeństwa.

W podsumowaniu elementy używane w konstrukcji zapalników powinny być ogólnodostępne w kraju.

Praca naukowa finansowana ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w latach 2009-2011 jako projekt badawczy rozwojowy nr R 00 010 08.

Literatura

- [1] Hogg Ian V.: The encyclopedia of infantry weapons of World War II. Photobook Information Service Ltd. Hong Kong, 1987.
- [2] Witkowski I.: Broń przeciwpancerna. Lampart. Warszawa, 1996.
- [3] Kornijenko W.: Uzbrojenia Wehrmachtu i Waffen SS. Alldiv. Białyсток, 1993.
- [4] Norma Obronna NO-13-A233 „Systemy zapalnikowe. Zapewnienie bezpieczeństwa. Wymagania konstrukcyjne”.