

ZAPALNIKI ELEKTRONICZNE

Streszczenie: W pracy przedstawiono informacje na temat budowy i przeznaczenia zapalników elektronicznych. Opisano wzory zapalników elektronicznych opracowane w WITU. Do chwili obecnej wprowadzono do uzbrojenia WP cztery elektroniczne zapalniki czasowe: móżdżerzowy zapalnik rozcalający MZR-60, móżdżerzowy zapalnik rozcalający MZR-96, artyleryjski zapalnik rozcalający AZR-96 i czasowy elektroniczny zapalnik artylerii raketowej CEZAR-100M. Ponadto w artykule pokazano prace prowadzone obecnie w zakresie konstrukcji elektronicznych systemów zapalnikowych.

ELECTRONIC FUSE

Abstract: In this paper, we present the requirements, structure and possibility to use electronic fuse. A fusing system includes all devices that fulfill the following:

- ensure the safety of the initiation system of the munition payload throughout the logistic phases and operational usage as well as testing and inspection
- recognize or determine the circumstances under which the munition payload is intended to function
- enable and initiates the munitions payload.

A fusing system can be extensive as it may include power sources, electronic/electromechanical switches, environmental sensors, fire command circuits and an explosive train. It may also incorporate self-destruct mechanisms or sterilization systems. Moreover presented in the article concern progress of work relating to the now fusing system.

1. Wstęp

Zapalniki elektroniczne można podzielić na podstawowe trzy grupy: czasowe, zbliżeniowe i uderzeniowe.

W zapalnikach czasowych najistotniejszą częścią jest mechanizm lub układ do odmierzenia czasu działania zapalnika. Zapalniki czasowe ze względu na zasadę działania dzielimy na: zapalniki mechaniczne, pirotechniczne, elektroniczne i chemiczne. Zapalnik czasowy mechaniczny ma odpowiedni mechanizm zegarowy, zapewniający zadany czas zadziałania. Czas działania zapalnika czasowego pirotechnicznego zależy od czasu spalania się ścieżki prochowej, a czas działania zapalnika czasowego elektronicznego określa stała czasu rozładowania kondensatora układu elektrycznego zapalnika lub specjalny układ elektroniczny (zegar elektroniczny). Wymagany czas działania zapalników czasowych chemicznych uzyskuje się dzięki odpowiedniej reakcji chemicznej. Programowanie w większości rozwiązań zapalników elektronicznych wykonywane jest za pomocą autonomicznego lub systemowego programatora. Informacja o czasie rozcalenia (zapalniki czasowe) lub początku pracy zapalnika (zapalniki zbliżeniowe) przekazywana jest

optycznie, indukcyjnie (bezstykowo) albo poprzez linie programowania. W zapalnikach mechanicznych nastawy wprowadza się manualnie poprzez odpowiednie ustawienie części korpusu lub czepca zapalnika.

Zapalniki zbliżeniowe mogą działać na różnych zasadach pod wpływem różnych czynników fizycznych (np. energii elektromagnetycznej, energii fali akustycznej, zmiany natężenia pola magnetycznego itd.). Rozróżnia się trzy rodzaje zapalników zbliżeniowych: aktywne, które wytwarzają określony rodzaj energii, promieniują ją w przestrzeń i reagują pod wpływem pewnej części tej energii odbitej od celu (rozproszonej przez cel), półaktywne, działające pod wpływem energii odbitej od celu, lecz wytworzonej przez źródło znajdujące się poza zapalnikiem, oraz pasywne, reagujące na energię promieniowaną przez sam cel. W praktyce znajdują zastosowanie głównie zapalniki zbliżeniowe typu aktywnego (np. zapalniki radiowe) i pasywne (np. zapalniki magnetyczne i akustyczne).

Najbardziej spotykaną grupą są elektroniczne zapalniki uderzeniowe, w których najczęściej część elektroniczna odpowiada za czas opóźnienia zadziałania zapalnika po uderzeniu w cel. Najnowsze zapalniki posiadają wszystkie funkcje działania, czyli czasową, zbliżeniową i uderzeniową.

2. Elektroniczne zapalniki czasowe opracowane w WITU

Opracowane w Pracowni Elektronicznych Systemów Uzbrojenia Wojskowego Instytutu Technicznego Uzbrojenia elektroniczne zapalniki czasowe zbudowane są z czterech podstawowych zespołów:

Modułu czasowego - jest to programowany zespół elektroniczny. Znajduje się w korpusie lub w czepcu zapalnika i służy do odmierzenia czasu opóźnienia liczonego od wystrzału. Moduł zbudowany jest z trzech pakietów:

UC- XX – programowalny pakiet elektroniczny – służy do odmierzenia czasu opóźnienia liczonego od momentu dołączenia obciążenia;

UK-XX – pakiet kondensatorów – dostarcza wymaganą ilość energii do wytworzenia impulsu prądowego w obwodzie wyjściowym;

UB-XX – pakiet zasilania – dostarcza wymaganą ilość energii do zasilania modułu i obwodu wyjściowego.

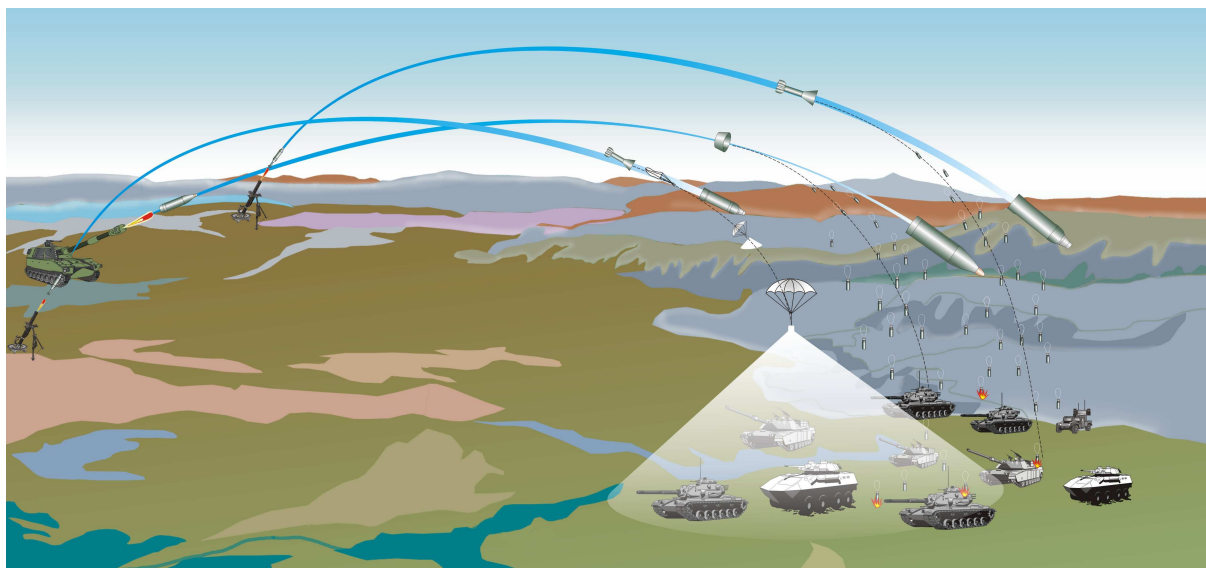
Przy użyciu programatora wprowadza się do zapalnika nastawę czasu zadziałania (od 2.56 do 99.98s). Możliwe jest wybranie jednej z 4872 nastaw, dających czas opóźnienia rozcalenia pocisku z krokiem czasowym co 0.02 s.

Zespół zabezpieczająco-uzbrajający — jest to zespół elektromechaniczny umieszczony w korpusie lub czepcu. Zapewnia bezpieczeństwo eksploatacji i niezawodne uzbrojenie zapalnika. Umożliwia on przekazanie impulsu elektrycznego uruchamiającego modułu czasowego oraz przekazanie energii elektrycznej z zespołu kondensatorów układu zapłonowego na spłonkę zapalającą – będącą pierwszym elementem łańcucha ogniowego zapalnika. Zespół zabezpieczająco-uzbrajający jest konstrukcyjnie przystosowany do inicjowania zadziałania jedynie przez impuls prądu elektrycznego.

Zespół pirotechniczny — jest to wykonawczy element łańcucha ogniowego zapalnika. Po zapaleniu ładunku prochowego, powstające gazy w komorze niskiego ciśnienia pocisku wytwarzają ciśnienie niezbędne do rozcalenia pocisku. Zapalenie i spalenie ładunku jest ostatnią fazą działania zapalnika czasowego.

Kadłub —zapewnia ułożenie zespołów zapalnika. Jest elementem osadczym zapalnika w gnieździe pocisku.

Do chwili obecnej wprowadzono do uzbrojenia WP cztery elektroniczne zapalniki czasowe: moździerzowy zapalnik rozcalający MZR-60, moździerzowy zapalnik rozcalający MZR-96, artyleryjski zapalnik rozcalający AZR-96 i czasowy elektroniczny zapalnik artylerii rakietowej CEZAR-100M.



Fot. 2.1. Działanie elektronicznych zapalników czasowych na torze lotu.

2.1 Elektroniczny zapalnik rozcalający MZR-60

MZR-60 jest moździerzowym zapalnikiem czasowym przeznaczonym do uzbrajania 60mm pocisków oświetlających.



Fot. 2.2. Elektroniczny zapalnik rozcalający MZR-60.

Podstawowe parametry i wymiary

Podstawowe wymiary

- długość zapalnika 89,7 mm;
- zagłębienie zapalnika w gnieździe 29 mm;
- średnica zapalnika 50 mm;
- gwint łączący z pociskiem M45 x 1,5;
- otwór pod klucz pazurowy 3 x 120°- Ø5 x 10;
- wymiary gniazda pod zapalnik min Ø40 x min.30;
- długość gwintu w gnieździe min 30 mm.

Parametry masowe:

- masa całkowita zapalnika 265±4 g;
- masa ładunku prochowego 2,5 g.

- Rodzaj ładunku prochowego proch czarny nr 3.
- Temperaturowy zakres pracy od -30 °C do +55 °C.
- Temperaturowy zakres przechowywania od -50 °C do +65 °C.

Warunki programowania:

- minimalny czas pracy zapalnika 2,56 s;
- maksymalny czas pracy zapalnika 99,98 s;
- liczba nastaw zapalnika 4872;
- skok czasowy między nastawami 0.02 s.

Elektroniczny zapalnik rozcalający MZR-96M

Opracowany zapalnik rozcalający MZR-96M jest pierwszym moździerzowym zapalnikiem czasowym opracowanym w Polsce który przeznaczony jest do 98mm pocisków kasetowych. Zapalnik MZR-96M wraz z pociskiem kasetowym otrzymał w roku 2003 nagrodę MSPO „DEFENDER”.



Fot. 2.3. Elektroniczny zapalnik rozcalający MZR-96M.

Podstawowe parametry i wymiary

Podstawowe wymiary

- długość zapalnika	128,5 mm;
- zagłębienie zapalnika w gnieździe	82,3 mm;
- średnica zapalnika	50 mm;
- gwint łączący z pociskiem	M45 x 1,5;
- długość części gwintowanej	20,2 mm;
- otwór pod klucz hakowy	Ø5,5 x 4,6 na Ø50;
- wymiary gniazda pod zapalnik	min Ø43 x min.84,5;
- długość gwintu w gnieździe	min 20 mm.

Parametry masowe:

- masa całkowita zapalnika	822 g;
- masa ładunku prochowego	20 g.

Rodzaj ładunku prochowego	proch czarny nr 3.
Temperaturowy zakres pracy	od -30 °C do +55 °C.
Temperaturowy zakres przechowywania	od -50 °C do +65 °C.

Warunki programowania:

- minimalny czas pracy zapalnika	2,56 s;
- maksymalny czas pracy zapalnika	99,98 s;
- liczba nastaw zapalnika	4872;
- skok czasowy między nastawami	0.02 s.

2.3 Elektroniczny zapalnik rozcalający AZR-96M

Artyleryjski zapalnik rozcalający AZR-96M jest pierwszym i jedynym zapalnikiem czasowym opracowanym w Polsce który wytrzymuje przeciążenia przy strzelaniu na pełnym ładunku z 122mm haubicy samobieżnej 2S1 Goździk.



Fot. 2.4. Elektroniczny zapalnik rozcalający AZR-96M.

Podstawowe parametry i wymiary

Podstawowe wymiary

- długość zapalnika	101,6 mm;
- zagłębienie zapalnika w gnieździe	44,5 mm;
- średnica zapalnika	40 mm;
- gwint łączący z pociskiem	Sp 36 x 10 zwoi – 25.4 kl. 2;
- długość części gwintowanej	20,3 mm;
- otwór pod klucz hakowy	Ø4 x 2 na Ø40;
- wymiary gniazda pod zapalnik	min Ø43 x min. 84,5;
- długość gwintu w gnieździe	min 20 mm.

Parametry masowe:

- masa całkowita zapalnika	374 g;
- masa ładunku prochowego	20 g.

Rodzaj ładunku prochowego	proch czarny nr 3.
Temperaturowy zakres pracy	od -30 °C do +55 °C.
Temperaturowy zakres przechowywania	od -50 °C do +65 °C.

Warunki programowania:

- minimalny czas pracy zapalnika	2,56 s;
- maksymalny czas pracy zapalnika	99,98 s;
- liczba nastaw zapalnika	4872;
- skok czasowy między nastawami	0.02 s.

2.4. Czasowy elektroniczny zapalnik artylerii raketowej CEZAR-100M.

Czasowy Elektroniczny Zapalnik Artylerii Raketowej CEZAR-100 przeznaczony jest do rozcalania pocisków raketowych z głowicami kasetowymi wystrzeliwanych z wyrzutni BM-21 i RM-70. Na przełomie 2002 i 2003 roku przeprowadzono modernizację zapalnika CEZAR-100 pod kątem zastosowania go w raketowych dalekonośnych pociskach kasetowych FENIKS Z. Modernizacja była niezbędna z uwagi na dużą prędkość pocisku co wywołało znaczne zintensyfikowanie zjawisk termicznych i elektrostatycznych wpływających negatywnie na pracę zapalnika CEZAR-100. W wyniku modernizacji powstał zapalnik CEZAR-100M poprawnie działający w warunkach nowych narażeń.



Fot. 2.5. Czasowy elektroniczny zapalnik artylerii raketowej CEZAR-100M

Podstawowe parametry i wymiary

Podstawowe wymiary

- długość zapalnika	217 mm;
- gwint łączący z pociskiem	Sp 44,96x2;
- otwór pod klucz hakowy	Ø7,2 x 7 na Ø64

Parametry masowe:

- masa całkowita zapalnika	875 ± 25 g;
----------------------------	-------------

Rodzaj ładunku prochowego	proch nitrocelulozowy.
Temperaturowy zakres pracy	od -40 °C do +55 °C.
Temperaturowy zakres przechowywania	od -50 °C do +65 °C.
Zakres nastaw czasu pracy zapalnika (czasy krótsze są realizowane jako 5,00 s)	od 5,00 s do 99,98 s
Krok nastawy	0,02 s
Dokładność odmierzenia czasu	200 ms

3. Wnioski

Prace nad systemami zapalnikowymi są dalej prowadzone w WITU. W ramach projektu celowego pt.: „Nabój z pociskiem oświetlającym do 98mm moździerza M-98” nr 347/B0/B modernizowany jest zapalnik MZR-96. Zapalnik został dostosowany do wymagań STANAG-u 4187 i AOP 16 odnośnie bezpieczeństwa. Ponadto w celu ułatwienia montażu końcowego zmieniono połączenia między blokami funkcjonalnymi.

Następnym wyrobem opracowywanym obecnie jest system zapalnikowy do wytwarzania aerozolu wodnego do gaszenia pożarów. System jest po badaniach partii prototypowej. Praca realizowana była w ramach projektu badawczego rozwojowego nr R00-00003/3 pt.: „Opracowanie metody wybuchowego wytwarzania aerozolu wodnego oraz określenie trajektorii lotu kapsuły wodnej, z której areozol jest wytwarzany”. Prowadzone są również prace nad moździerzowym zapalnikiem zbliżeniowym. Wykonywana jest partia modelowa sensorów zbliżeniowych w dwóch wariantach: radiowym i laserowym. Praca prowadzona jest w ramach projektu „Sensory zbliżeniowe odporne na narażenia mechaniczne występujące podczas strzału” nr 0R00000106. W następnym projekcie nr 0R00004804 pt. „Czasowy zapalnik artyleryjski o podwyższonej wytrzymałości mechanicznej i precyzji działania” opracowywany jest nowy zapalnik o podwyższonej wytrzymałości fizycznej i dokładności odmierzenia czasu. Zapalnik ten zostanie wykorzystany do pocisków odłamkowo-burzących do 120 mm armaty czołgu Leopard 2A4.

Literatura

- [1] G. M. Tretiakow: *Amunicja artyleryjska*, Wydawnictwo MON, W-wa, 1954.
- [2] M. Wasiliew, *Teoria projektowania zapalników*, Wydawnictwo MON, W-wa, 1955..
- [3] STANAG 4187 ED 3. „Fuzing systems. Safety design requirements”
- [4] AOP-16:1999 (edycja 3) – „Fuzing systems: Guidelines for STANAG 4187.”
- [5] Dokumentacja techniczna wyrobów: MZR-60, MZR-96, AZR-96, CEZAR-100M,