

## ZAPALNIKI DEFINICJE I PODZIAŁ

**Streszczenie:** W artykule przedstawiono definicje, klasyfikację oraz przykłady zapalników w poszczególnych grupach klasyfikacyjnych. Omówione też zostały główne wymagania stawiane przed zapalnikami w poszczególnych grupach, a także sposoby ich realizacji wraz z rozwojem techniki wojennej. Jest on próbą zebrania podstawowych informacji o klasyfikacji zapalników w jedną całość.

Słowa kluczowe: zapalnik, klasyfikacje.

## FUSES DEFINITIONS AND CLASSIFICATION

**Abstract:** In the paper the definitions and the proposals of classification of fuses were presented. The main requirements for particular categories of fuses were also discussed.

Keywords: fuse, classification.

### 1. Wstęp

Pojęcie „zapalnik” nie jest zdefiniowane jednoznacznie. Najogólniej można powiedzieć, że jest to urządzenie pozwalające spowodować zapalenie materiału palnego lub wybuch materiału wybuchowego. Zmieniało się ono wraz z rozwojem używanych materiałów wybuchowych oraz rozszerzaniem się ich zastosowań. Zapalnikiem jest zarówno nasycony siarką, saletrą lub prochem czarnym kłak włókien, jak i skomplikowany mechanizm czy układ elektroniczny umożliwiający zapłon lub wybuch materiału wybuchowego.

Efektem końcowym działania zapalnika zawsze jest pobudzenie materiału kruszącego (lub zapłon materiału palnego). W zależności od pobudzanego materiału cel ten osiągnąć jest za pomocą płomienia lub detonacji odpowiedniej spłonki.

Zapalniki, tak jak materiały wybuchowe mają zastosowanie zarówno cywilne jak i militarne. Zastosowanie cywilne to przede wszystkim górnictwo. Stosowane są też w procesach wyburzania budowli a nawet w gaszeniu dużych pożarów.

Do zastosowań cywilnych używa się przede wszystkim zapalników odpalanych zdalnie i ręcznie, przy pomocy lontów lub prądu elektrycznego.

Znacznie szersze jest wykorzystanie zapalników o zastosowaniu militarnym i te głównie będą przedmiotem dalszych rozważań.

## 2. Definicje zapalników

Definicje zapalnika zależą od okresu powstania i rodzaju uzbrojenia będącego obiektem prac autora definicji.

Najpełniejsze są definicje zawarte w normach obronnych. Jednak i one odnoszą się do współczesnego uzbrojenia i nie definiują całości zagadnienia. Poniżej przytoczone zostało kilka definicji na podstawie literatury fachowej jak i norm obronnych.

**Zapalnikami** nazywamy specjalne mechanizmy i urządzenia przeznaczone do spowodowania wybuchu pocisku po strzale w żądanym punkcie toru pocisku (przed uderzeniem lub po uderzeniu w przeszkodę) [1].

Mechanizmy, które powodują wybuch pocisku (lub miny) nazywamy **zapalnikami** [2].

**Zapalnik** – urządzenie przeznaczone do zapalenia lub wybuchu ładunku bojowego określonego rodzaju amunicji w zadanym miejscu i czasie [3].

**Zapalnik** – urządzenie składające się, z połączonych funkcjonalnie układów pirotechnicznych i zabezpieczających przed niezamierzonym rozpoczęciem programu działania wraz z zespołami inicjującymi ich działanie, przeznaczone do przekazania zamierzonego impulsu inicjującego działanie amunicji w oczekiwanym miejscu i w oczekiwanym czasie [4].

**Zapalnik (system zapalnikowy)** – urządzenie przeznaczone do:

- zabezpieczania amunicji w celu wykluczenia możliwości uzbrojenia się przed osiągnięciem wyznaczonej pozycji lub czasu,
- wykrycia celu lub reakcji na jeden lub więcej określonych parametrów takich jak np. czas, ciśnienie lub komenda,
- wywołania impulsu i przekazania go w postaci detonacji do ładunku wybuchowego [5].

Definicje ujęte w normach obronnych dotyczą wyłącznie zapalników współczesnych. W definicji tej nie mieszczą się zapalniki stosowane w okresach początkowych artylerii czy ogólniej materiałów wybuchowych.

## 3. Podział i klasyfikacja zapalników

W literaturze fachowej zapalniki klasyfikuje się najczęściej według następujących kryteriów:

- przeznaczenia;
- zasad i sposobu działania;
- umiejscowienia w pocisku;
- czasu działania i liczby nastaw;
- stopnia bezpieczeństwa.

### 3.1. Podział według przeznaczenia

Podstawą klasyfikacji zapalników jest podział według przeznaczenia – na działowe, móździerzowe, raketowe, lotnicze (do bomb lotniczych), bliższego pola walki (granatnikowe i do granatów ręcznych) i inne (np.: do min, systemów zakłócających, podpocisków amunicji kasetowej).

Taki podział wynika przede wszystkim z różnicy rodzaju wymuszeń jakie powodują ich zadziaływanie oraz sił, jakie na nie oddziaływają podczas wykorzystania bojowego. Na przykład na zapalniki do min morskich czy lądowych oddziaływają siły wynikające jedynie ze sposobu transportu oraz ustawiani w polu minowym. Przyspieszenia jakim mogą zostać one poddane mogą mieć rząd wielkości pojedynczych „g” (przyspieszenie ziemskie). Natomiast podczas wystrzału z nowoczesnych armat czy haubic przyspieszenia te osiągają wartość rzędu

30 000 „g”. Ponadto zapalniki min nie są poddawane żadnym bodźcom zewnętrznym, mogącym spowodować ich uzbrojenie. Muszą być odbezpieczane (uzbrajane) przez obsługę w trakcie ich ustawiania. Na pociski artyleryjskie podczas wystrzału działają natomiast różnorodne siły zewnętrzne, nieodwołalnie związane z wystrzałem. Są to siły poosiowe, związane z przyspieszeniem pocisku w lufie, siły odśrodkowe związane z wirowaniem pocisku na torze lotu, ciśnienie otaczającego je ośrodka związane z ich ruchem względem tego ośrodka i wiele innych. Siły te wykorzystywane są do uzbrajania się zapalnika już na torze lotu, poza lufą. Ma to wpływ na bezpieczeństwo obsługi czy załogi danego środka bojowego.

### Zapalniki do min lądowych

Zapalniki do min lądowych stanowią najprostszą formę zapalników. Zasadniczym wymogiem wobec nich jest bezpieczeństwo podczas przechowywania oraz uzbrajania. Ponieważ wykorzystywane są w warunkach stacjonarnych nie występują wobec nich specjalne wymagania wytrzymałościowe czy odpornościowe. Wymóg bezpieczeństwa można uzyskać poprzez zabezpieczenie mechaniczne, zdejmowane podczas stawiania pola minowego.

Zasadniczy podział zapalników do min przeciwpiechotnych sprowadza się do sposobu ich aktywacji. Dlatego dzielą się na:

- zapalniki o działaniu dotykowym,
- zapalniki o działaniu naciągowym,
- zapalniki o działaniu naciskowym.

Wszystkie wymienione typy są zapalnikami **kontaktowymi**, to znaczy do zadziałania wymagają kontaktu z celem.

Zapalniki do min przeciwpancernych zasadniczo są o działaniu naciskowym. Jednak obecnie coraz częściej stosowane są zapalniki reagujące na inne bodźce wytwarzane przez pojazdy i dla nich charakterystyczne. Może to być natężenie dźwięku, zakłócenie pola magnetycznego czy zakłócenie wysyłanej wiązki światła. Tym samym nie wymagają bezpośredniego kontaktu z atakowanym celem.

### Zapalniki min morskich

Klasyfikacja zapalników do min morskich jest niemal identyczna jak zapalników do lądowych min przeciwpancernych. Można je klasyfikować jako **kontaktowe** i **niekontaktowe**.

Pierwotnie stosowane były wyłącznie zapalniki o działaniu kontaktowym. Stosowano je w minach kotwiczonych bądź swobodnie pływających. Jednak już podczas II wojny światowej zaczęto używać min dennych. Tym samym pozbawiono je możliwości bezpośredniego kontaktu z atakowanym celem. Reagować musiały na charakterystyczne bodźce wytwarzane przez przepływające statki i okręty. Podstawowymi bodźcami były:

- szum śrub napędowych (bodziec akustyczny),
- duża masa materiału magnetycznego (stali) kadłubów okrętów (bodziec magnetyczny),
- zmiany ciśnienia hydrostatycznego,

Podstawowymi wymaganiami stawianymi przed zapalnikami do min morskich są:

- wodoszczelność,
- odporność na chemiczne oddziaływanie wody morskiej,
- długi czas oczekiwania na cel w stanie uzbrojonym.

### Zapalniki granatów ręcznych

Granaty ręczne są pociskami miotanymi ręcznie przez żołnierzy. Stąd na zapalniki granatów ręcznych nie oddziałują żadne znaczące siły, mogące powodować ich uzbrojenie w okre-

ślonej odległości od miotającego. Dlatego też zapalniki te są zapalnikami typu czasowego (działające ze zwłoką). Uzbrojenie następuje w momencie wyrzutu granatu. Następuje wówczas rozpoczęcie cyklu, którego zakończeniem jest wybuch. Opóźnienie wybuchu realizowane jest najczęściej za pomocą opóźniacza pirotechnicznego. W najnowszych modelach zapalników opóźnienie to może być realizowane za pomocą układu elektronicznego. Taki zapalnik pozwala na wstępne ustawienie wymaganego czasu opóźnienia, zależnie od aktualnego zapotrzebowania. Jednocześnie zapalniki takie znacznie precyzyjniej odmierzają czas opóźnienia niż pirotechniczne. Są więc bezpieczniejsze w użyciu.

Uzbrojenie zapalnika granatu ręcznego następuje poprzez zdjęcie mechanicznej blokady. Odbywa się to poprzez wyciągnięcie zawlecзки. Po wyrzucie uwolniona od zawlecзки „łyżka” zostaje odrzucona i uruchamia mechanizm zapłonowy. Spadająca iglica pobudza spłonkę zapalającą a ta z kolei opóźniacz pirotechniczny.

W innych typach zapalników następuje bezpośrednie zapalenie opóźniacza poprzez potarcie o siebie odpowiednich materiałów i wytworzenie iskry.

W zapalnikach z opóźniaczem elektronicznym następuje uruchomienie układu czasowego, który powoduje zapłon elektrycznej spłonki (detonatora).

### Zapalniki do granatów wyrzeliwanych z granatników ręcznych

Wymagania stawiane zapalnikom do granatów wyrzeliwanych z granatników ręcznych są zbliżone do wymagań stawianych zapalnikom do pocisków moździerzowych. Jednak ograniczeniem jest ich wielkość.

Granatniki ręczne powstały znacznie później niż moździerze i stąd w zapalnikach stosowane są już wyżej rozwinięte technologie. Pozwalają one na spełnienie wymogów miniaturyzacji.

Jednocześnie wzrastają wymagania dotyczące bezpieczeństwa ich użytkowania. Granatniki ręczne są stosowane znacznie powszechniej niż moździerze. Stanowią one jeden z elementów indywidualnego wyposażenia żołnierzy.

### Zapalniki do podpocisków stosowanych w pociskach kasetowych

Zapalniki do podpocisków są chyba najbardziej zróżnicowaną grupą zapalników. Wymagania stawiane tej grupie zapalników zależą od tego, jakimi środkami walki będą one przenoszone. Czy to będą bomby lotnicze, czy pociski raketowe, moździerzowe czy artyleryjskie. Ich konstrukcja zależy też od rodzaju podpocisków (odłamkowe, kumulacyjne, miny narzutowe, specjalne). Zależą także od kalibru samych podpocisków jak i środków ich przenoszenia.

Muszą przy tym charakteryzować się wysokim stopniem bezpieczeństwa w czasie przechowywania i transportu w ich nośnikach. Koniecznością też jest zapewnienie możliwości długotrwałej gotowości do działania, gdyż znajdują się wewnątrz nośników i praktycznie istnieje ograniczona możliwość ich wymiany w okresie przechowywania.

### Zapalniki do pocisków artylerii raketowej

Pociski artylerii raketowej stawiają przed zapalnikami stosunkowo niskie wymagania wytrzymałościowe na oddziaływanie czynników mechanicznych. Dlatego właśnie one w największym stopniu poddały się procesowi elektronizacji. Jednocześnie jednak zespoły zabezpieczająco-uzbrajające tych zapalników muszą być wyjątkowo precyzyjne.

Do uzbrajania zapalników wykorzystywane są najczęściej siły bezwładności występujące podczas startu rakiety oraz po zakończeniu działania silnika. Tym samym uzbrajanie może być dwustopniowe i gwarantować pewne uzbrojenie w określonej odległości od wyrzutni.

Niektórym pociskom raketowym nadawany jest także ruch obrotowy wokół osi podłuż-

nej. Powstająca siła odśrodkowa także może być wykorzystana w procesie uzbrajania zapalników.

### Zapalniki do pocisków moździerzowych

Pociski moździerzowe stawiają przed zapalnikami znacznie wyższe wymagania wytrzymałościowe na oddziaływanie czynników mechanicznych. Przyspieszenia w lufie osiągają wartość 12 000 „g”. A przy współczesnych moździerzach nawet więcej. Dlatego konstrukcje tych zapalników powinny to uwzględniać. Jednocześnie brak ruchu obrotowego pocisków moździerzowych zmusza konstruktorów do wykorzystania w celu uzbrojenia zapalnika na torze lotu pocisku jedynie przyspieszenia osiowego lub dynamikę powietrza opływającego pocisk.

Do uzbrajania zapalników wykorzystywane są najczęściej siły bezwładności występujące podczas wystrzału. Jednak niektóre konstrukcje wykorzystują (w różny sposób) opór powietrza, które np. napędza turbinkę zapalnika.

### Zapalniki do pocisków armatnich i haubicznych

Najwyższe wymagania stawiane są przed zapalnikami do pocisków armatnich i haubicznych. Przy strzelaniu przyspieszenia dochodzą nawet do 30 000g. Wytrzymałość mechaniczna każdego z elementów powinna być jak najwyższa, a jednocześnie masa poszczególnych elementów (szczególnie ruchomych) możliwie najniższa. Najwyraźniej problem ten występował przy zapalnikach czasowych z układami zegarów mechanicznych a także przy pierwszych układach elektronicznych.

Postęp w dziedzinie miniaturyzacji układów elektronicznych przy jednoczesnym wzroście ich odporności i wytrzymałości mechanicznej, pozwolił na usunięcie tego problemu w odniesieniu do układów czasowych. Jednak wymóg przerywania łańcucha ogniowego nie pozwala na wyeliminowanie podzespołów mechanicznych z układów zabezpieczająco-uzbrajających. I to one stanowią najpoważniejszy problem dla konstruktorów.

### Zapalniki do bomb lotniczych

Zapalniki do bomb lotniczych nie stawiają zbyt wysokich wymagań konstrukcyjnych. Można je porównać do wymagań stawianych zapalnikom min lądowych. Jedynym wymogiem jest bezpieczeństwo ich użytkowania. W celu uzyskania efektu uzbrojenia się zapalnika w odpowiedniej odległości od nosiciela bomb wykorzystuje się dynamiczne oddziaływanie ośrodka, w którym się poruszają podczas spadania (powietrza). Dlatego charakterystycznym elementem tych zapalników jest umieszczony na jego czubku wiatraczek. Od turbinek stosowanych w zapalnikach moździerzowych różni go powierzchnia czynna skrzydełek. Musi być ona znacznie większa ze względu na niższą prędkość spadania bomby od prędkości lotu pocisku moździerzowego. I dlatego z reguły nie mieszczą się wewnątrz konstrukcji samego zapalnika, lecz umieszczane są na zewnątrz.

## **3.2. Podział według sposobu działania**

Według zasad i sposobu działania rozróżniamy zapalniki: uderzeniowe, czasowe, zbliżeniowe i wielofunkcyjne). Zapalniki uderzeniowe działają przy uderzeniu pocisku (bomby, torpedy) w przeszkodę (cel). Zapalniki czasowe, czyli zapalniki działające po upływie określonego czasu. Zapalniki zbliżeniowe, które wywołują wybuch z chwilą zbliżenia się do celu na odległość skutecznego rażenia głowicy bojowej. Zapalniki wielofunkcyjne to zapalniki łączące kilka funkcji lub wszystkie w jednym zapalniku np. uderzeniowo – zbliżeniowy czy zbliżeniowo – czasowy.

## Zapalniki uderzeniowe

Zapalnikami uderzeniowymi nazywamy takie zapalniki, które powodują zadziałanie (wybuch) pocisku przy uderzeniu w przeszkodę. Zadziałanie może nastąpić natychmiast po zetknięciu się z celem (przeszkodą) lub po pewnym czasie (zwłóce). Wówczas mówimy o zapalnikach działających ze zwłoką. Zadziałanie zapalnika natychmiast po zetknięciu się z celem (przeszkodą) określane jest, jako zadziałanie natychmiastowe lub bezzwłoczne.

Zwłoka w zadziałaniu zapalnika może być niezbędna w wielu przypadkach. Pozwala wnikać pociskowi na pewną głębokość w cel – na przykład ścianę budowli umocnienia – lub całkowicie przebić osłonę celu. Daje to większą skuteczność oddziaływania pocisków.

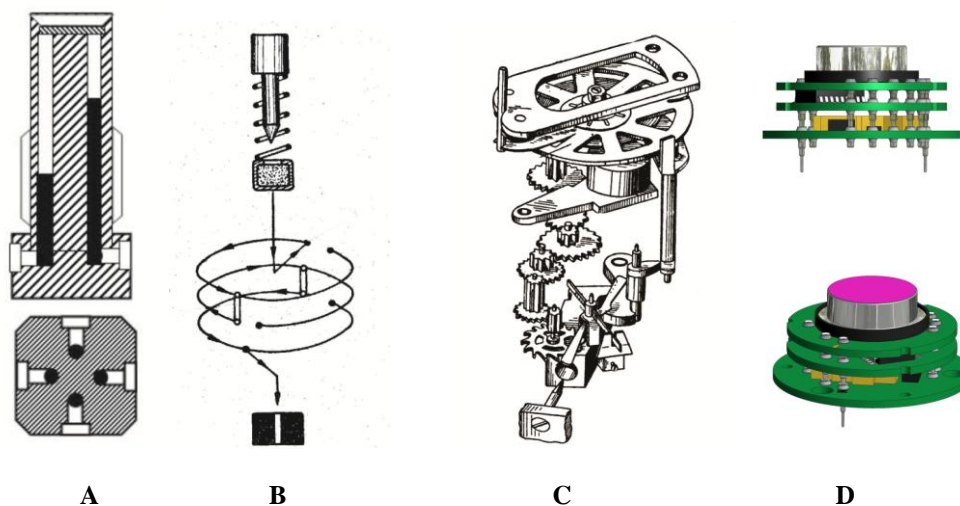
Zwłokę zadziałania zapalnika realizowana była wieloma sposobami. W pierwszych zapalnikach o działaniu ze zwłoką wykorzystywane było opóźnienie za pomocą spalania ścieżki prochowej o określonej długości. Postęp techniczny i technologiczny pozwolił na realizację zwłoki na drodze mechanicznej, a obecnie realizowane to jest za pomocą układów elektrycznych lub elektronicznych, podobnie jak w zapalnikach czasowych.

## Zapalniki czasowe

Zapalnikami czasowymi nazywamy zapalniki, których zadziałanie następuje po określonym, z góry zaprogramowanym czasie od chwili jego uzbrojenia. W minach może to być związane z procesem samolikwidacji pola minowego, w granatach ręcznych z bezpieczeństwem rzucającego. Najczęściej jednak zapalniki czasowe stosuje się w pociskach artyleryjskich, a obecnie w pociskach granatników ręcznych. Zadaniem zapalnika czasowego jest zadziałanie na torze lotu pocisku a nie po uderzeniu w cel lub przeszkodę. Zapalniki takie pozwalają na zwiększenie siły rażenia pocisków artyleryjskich wobec siły żywej przeciwnika poprzez wybuch na pewnej wysokości nad ziemią. Często też stosowane są w pociskach specjalnych, do ich rozcalenia. Pozwala to na rozsypanie na pewnym obszarze podpocisków, które mogą być efektywniej wykorzystane przeciwko sile żywej, pojazdom woskowym przeciwnika lub pojazdom pancernym. Umożliwiają też zdalne stawianie pól minowych metodą narzutową.

Zapalniki czasowe wykorzystane mogą być do zapalenia pocisków oświetlających, dymnych lub rozproszenia środków chemicznych czy biologicznych.

Najważniejszym parametrem zapalników czasowych jest dokładność i powtarzalność odmierzenia zaprogramowanego czasu. Dlatego pierwotnie stosowane układy czasowe pirotechniczne czy mechaniczne zostały obecnie zastąpione precyzyjnymi zegarami elektronicznymi. Ewolucję układów czasowych przedstawia rys. 1. Pozwala to osiągać dokładność odmierzenia czasu na poziomie  $10^{-5}$  czasu zaprogramowanego. Tym samym o rozrzucie miejsca zadziałania decydują parametry balistyczne a nie dokładność zegara w zapalniku.



**Rys. 1. Przykład ewolucji układów czasowych zapalników**

- A – zapalnik czasowy pirotechniczny ze słupkowym elementem czasowym;  
 B – schemat pirotechnicznego, pierścieniowego elementu czasowego;  
 C - schemat mechanicznego układu czasowego (zegarowego);  
 D – widok elektronicznego układu czasowego.

### Zapalniki zbliżeniowe

Powstanie zapalników zbliżeniowych umożliwił rozwój elektroniki. Bez niej nie było możliwości realizacji funkcji im wyznaczonych.

Pierwsze zapalniki zbliżeniowe powstały wraz z powstaniem min morskich dennych. Reagowały one na wytwarzanie konkretnych bodźców, wytwarzanych przez zbliżający się cel. Były to fale akustyczne, zmiany ciśnienia bądź zakłócenia pola magnetycznego ziemi przez dużą masę magnetyczną statku czy okrętu. Działanie ich było pasywne, bowiem oczekiwały na bodziec wytwarzany zewnątrz przez cel. Jednak największe znaczenie znalazły w artylerii przeciwlotniczej. Działanie zbliżeniowe zapalników artyleryjskich podlega innym zasadom niż w minach morskich. Przede wszystkim jest ono aktywne. Sam zapalnik wytwarza sygnał będący bodźcem do jego zadziałania i wysyła go w kierunku spodziewanego celu.

Dopiero odbicie się wysyłanego sygnału i powrót do odbiornika w zapalniku powoduje jego zadziałanie.

Ze względu na rodzaj bodźca zapalniki te można podzielić na:

- radiolokacyjne – gdzie bodźcem jest fala elektromagnetyczna;
- świetlne – gdzie bodźcem jest wiązka światła;
- akustyczne – gdzie bodźcem jest wiązka akustyczna.

Obecnie zalety zapalników zbliżeniowych wykorzystywane są także w artylerii wojsk lądowych, gdzie wypierają zapalniki czasowe, stosowane do powodowania wybuchów pocisków nad ziemią.

### Zapalniki wielofunkcyjne

Zapalniki wielofunkcyjne łączą w sobie funkcje poszczególnych rodzajów zapalników. Mogą je realizować łącznie lub być programowane na dowolną z funkcji bądź ich dowolny zestaw.

Zapalniki wielofunkcyjne powstały u zarania artylerii. Jednak wówczas łączyły w zasadzie tylko dwie funkcje: zapalnika uderzeniowego i czasowego. Obecnie dzięki rozwojowi

elektroniki ten zestaw jest znacznie szerszy i jego dobór bardzo elastyczny. Ponadto każda z tych funkcji może być realizowana w sposób bardziej precyzyjny.

### **3.3. Podział według umiejscowienia w pocisku**

Kryterium umiejscowienia dzieli zapalniki w zależności od ich miejsca umocowania w pocisku na denne i głowicowe. Zapalniki głowicowo denne są to zapalniki, których elementy detonujące znajdują się w części dennej pocisku, a elementy przetwarzające energię mechaniczną (uderzenia w przeszkodę) na energię elektryczną w części głowicowej.

#### Zapalniki denne

Zapalniki denne charakteryzują się tym, że są wkręcane w dno pocisku. Zaletą ich jest zwiększone bezpieczeństwo podczas przenoszenia pocisków na stanowisku ogniowym, większa odporność na uszkodzenia w czasie donoszenia i ładowania pocisków a także na torze lotu.

Wadą jest możliwość dostępu (a więc ustawiania czy programowania) wyłącznie w amunicji rozdzielnego ładowania. Dlatego ich stosowanie jest ograniczone. Ponadto nie ma możliwości dania im funkcji zbliżeniowej.

#### Zapalniki głowicowe

Zapalniki głowicowe są zapalnikami najpowszechniej stosowanymi w artylerii oraz pociskach do innych środków bojowych. Można je stosować zarówno w pociskach rozdzielnego ładowania jak i zespolonych, jest do nich łatwy dostęp. A stosowanie odpowiednich mechanizmów zabezpieczająco-uzbrajających czyni je wystarczająco bezpiecznymi.

#### Zapalniki głowicowo-denne

Zapalniki głowicowo denne to takie zapalniki, w których zespół zabezpieczająco-uzbrajający znajduje się w części głowicowej natomiast pobudzacz w części dennej. Daje to możliwość pobudzenia ładunku zasadniczego pocisku od dna i pozwala zmienić charakterystykę energetyczną ładunku wybuchowego. Częściej jednak stosowany bywa do rozcalania pocisków.

### **3.4. Podział według czasu działania i liczby nastaw**

Ze względu na czas działania i liczbę nastaw rozróżnia się zapalniki o działaniu natychmiastowym, ze zwłoką i uniwersalne (z wieloma nastawami). Zapalniki o działaniu natychmiastowym wywołuje wybuch pocisku prawie momentalnie z chwilą zetknięcia się z przeszkodą. Zapalniki ze zwłoką wywołuje wybuch pocisku po upływie pewnego czasu od chwili zetknięcia się z przeszkodą natomiast uniwersalny umożliwia uzyskanie różnych efektów działania pocisku odpowiednio do rodzaju zwalczanych celów.

#### Zapalniki o działaniu natychmiastowym

Zapalniki o działaniu natychmiastowym powodują wybuch pocisku natychmiast po uderzeniu w cel (przeszkodę). Są to głównie zapalniki typu uderzeniowego. Opóźnienie zadziałania wynika jedynie z czasu reakcji elementów pirotechnicznych (spłonek) i czas między uderzeniem inicjacją materiału wybuchowego ma wartość rzędu setek mikrosekund. Były to podstawowe zapalniki stosowane w początkowym okresie rozwoju artylerii. Obecnie stosowane są przede wszystkim w pociskach przeciwpancernych o działaniu kumulacyjnym, ale także w granatach moździerzowych i artyleryjskich.



## Zapalniki o działaniu ze zwłoką

Zapalniki o działaniu ze zwłoką mają swoje zastosowanie głównie w pociskach artyleryjskich. Schemat ich działania różni się od schematu zapalników o działaniu natychmiastowym wprowadzeniem elementu opóźnienia czasowego między uaktywnieniem zapalnika a pobudzeniem materiału wybuchowego. Ze względu na niskie wymagania co do dokładności czasu zwłoki stosuje się przeważnie opóźniacze pirotechniczne. W zapalnikach sterowanych elektronicznie również poprzez opóźnienie podania impulsu elektrycznego do spłonki zapalającej.

## Zapalniki uniwersalne (z wieloma nastawami)

Zapalniki z wieloma nastawami to praktycznie zapalniki czasowe lub wielofunkcyjne, posiadające cechy zapalników czasowych.

Sposób realizacji wielu nastaw zmieniał się wraz z rozwojem konstrukcyjnym zapalników. Początkowo były to słupki materiału pirotechnicznego o różnej długości. I wybór następował poprzez dobór słupka, który miał być wykorzystany do realizacji opóźnienia. Zwiększenie elastyczności i ilości nastaw opóźniaczy pirotechnicznych nastąpiło poprzez wprowadzenie ścieżek prochowych na pierścieniach nastawczych. Regulacja czasu opóźnienia stała się płynna.

Następnym etapem było wprowadzenie mechanicznych (zegarowych) układów czasowych. Były one precyzyjniejsze niż pirotechniczne, ale znacznie bardziej skomplikowane.

Przełom nastąpił po wprowadzeniu do zapalników układów elektronicznych. Współczesne zapalniki można programować na dowolny czas opóźnienia, a ich błąd w odmierzaniu czasu jest znacznie niższy od błędu wynikającego z rozrzutu pocisków.

### **3.5. Podział według stopnia bezpieczeństwa**

Do niedawna w Wojsku Polskim stosowana była klasyfikacja zapalników, ze względu na bezpieczeństwo zaczerpnięta z nomenklatury rosyjskiej, która definiuje zapalniki następująco:

- całkowicie zabezpieczone;
- częściowo zabezpieczone;
- niezabezpieczone.

Obecnie po wstąpieniu Polski do struktur NATO obowiązuje nas także nowa klasyfikacja zgodna z STANAG 4187 i AOP 16. Te dokumenty normatywne wprowadza norma obronna [5], która rozróżnia zapalniki:

- z przerwany łańcuchem ogniowym [Interrupted Explosive Train] - łańcuch ogniowy, który posiada fizyczną (ogniową) przerwę między elementami go tworzącymi;
- z łańcuchem ogniowym, który nie posiada fizycznej i ogniowej przerwy między elementami go tworzącymi.

## **4. Podsumowanie**

Przedstawione definicje oraz klasyfikacje zapalników nie są pełne. Wypełniają jedynie najogólniejszy podział zapalników. Można dokonywać jeszcze innych, różnych od przedstawionych, klasyfikacji. Zależy to od przyjętych założeń, parametrów czy podziałów. Mogą one ewoluować wraz z rozwojem nowych rodzajów broni i uzbrojenia, nowych typów pocisków czy nowych zadań stawianych przed amunicją.

## Literatura

- [1] Tretiakow G. M., Amunicja artyleryjska, Wydawnictwo MON, Warszawa, 1954
- [2] Mościcki J., Pociski i miny Podstawy konstrukcji i elaboracji, NOT, Warszawa, 1956
- [3] Szczeciński S. i inni, Ilustrowany Leksykon Lotniczy Uzbrojenie, WKŁ, Warszawa, 1991
- [4] NO-13-A001: 2010, Amunicja i jej części składowe Zapalniki Terminologia
- [5] NO-13-A233: 2006, Systemy zapalnikowe Zapewnienie bezpieczeństwa Wymagania konstrukcyjne