



Grey Scale #13



A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19

**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO**  
im. Generała Broni Karola Świerczewskiego

KATEDRA TAKTYKI WOJSK INŻYNIERYJNYCH

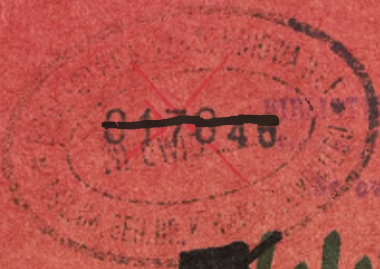
~~...~~  
~~...~~  
~~...~~

Egz. Nr 1

ppłk mgr inż. Br. HUKAŁO  
ppłk mgr inż. J. MAKAREWICZ

**MINY JĄDROWE, ICH BUDOWA, SPOSOBY  
ROZPOZNANIA TECHNICZNEGO, UNIESZKODLIWIANIE  
I LIKWIDACJA**

(Wykład)



44383

WARSZAWA

MAJ

1971



# AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

im. Generała Broni Karola Świerczewskiego

KATEDRA TAKTYKI WOJSK INŻYNIERYJNYCH

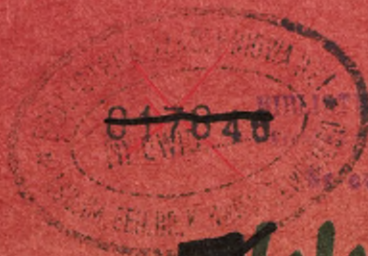
Egz. Nr ..... 1

ppłk mgr inż. Br. HUKAŁO

ppłk mgr inż. J. MAKAREWICZ

## MINY JĄDROWE, ICH BUDOWA, SPOSOBY ROZPOZNANIA TECHNICZNEGO, UNIESZKODLIWIANIE I LIKWIDACJA

(Wykład)



44383

WARSZAWA

MAJ

1971

JAWNE

KATEDRA TAKTYKI WOJSK INŻYNIERYJNYCH

PODSTAWA  
Ustawa z dnia 22 stycznia 1969 roku  
art. 86 ust. 2  
(Dz.U. RP Nr 11 poz. 95)

"ZATWIERDZAM"  
SZEF KATEDRY TWINŻ.

JAWNE

Egz.nr... 1

płk dypl. mgr M. REZIECKI

PRZEKLASYFIKOWANO  
Protokół Nr 12657

ppłk mgr inż. Br. HUKAŁO  
ppłk mgr inż. J. MAKAREWICZ

MINY JADROWE, ICH BUDOWA, SPOSOBY ROZPOZNANIA  
TECHNICZNEGO, UNIESZKODLIWIANIE I LIKWIDACJA

/Wykład/

BIBLIOTEKA NAUKOWA ASB  
Archiwum Biblioteki Zbiorów Specjalnych

Nr ewid. ....



44383

==

1

—

## SPIS TREŚCI

	<u>Str.</u>
1. <u>PODSTAWOWE WIADOMOŚCI O BUDOWIE AMUNICJI JĄDROWEJ</u>	5
1.1. Atomy i energia jądrowa .....	5
1.2. Reakcja łańcuchowa rozszczepienia i reakcja termojądrowa .....	8
1.3. Wielkość krytyczna i forma ładunku jądrowego .....	9
1.4. Schematy konstrukcji ładunków jądrowych .....	11
1.5. Niektóre właściwości konstrukcji broni termojądrowej .....	13
2. <u>KONSTRUKCJA I CHARAKTERYSTYKA BUDOWY MIN JĄDROWYCH ZNAJDUJĄCYCH SIĘ W WYPOSAŻENIU WOJSK NATO.....</u>	14
2.1. Ładunki jądrowe działające na zasadzie łączenia ...	14
2.2. Ładunki jądrowe działające na zasadzie implozji ...	15
2.3. Miny jądrowe .....	16
3. <u>SPOSOBY WYFOLYWANIA WYBUCHÓW MINY JĄDROWYCH .....</u>	19
3.1. Klasyfikacja i ogólna charakterystyka sposobów wywoływania wybuchów min jądrowych .....	19
3.2. Urządzenia wywołujące wybuchy min niekierowanych ..	21
3.3. Urządzenia wywołujące wybuchy min kierowanych .....	23
3.4. Urządzenia zabezpieczające .....	25
3.5. Urządzenia nierozbrajalności i nieusuwalności .....	25
4. <u>TECHNICZNE SPOSOBY I ŚRODKI ROZPOZNANIA MIN JĄDROWYCH .....</u>	29
4.1. Lokalizacja min jądrowych sposobami i środkami rozpoznania powietrznego .....	29
4.2. Charakterystyka i zakres stosowania urządzeń technicznych w bezpośrednim rozpoznaniu min jądrowych..	31
5. <u>TECHNICZNE ŚRODKI I SPOSOBY UNIESZKODLIWIANIA I LIKWIDACJI MIN JĄDROWYCH .....</u>	35
5.1. Ogólna charakterystyka sposobów zakłóceń systemów kierowania wybuchami min jądrowych .....	35
5.2. Niszczenie instalacji odbiorczego systemu kierowania wybuchami .....	38

	<u>Str.</u>
5.3. Likwidacja min jądrowych sposobami minerskimi .....	39
<u>Załącznik 1. Charakterystyka niektórych min jądrowych</u>	
wojsk NATO .....	43
Wykaz literatury .....	44

## 1. PODSTAWOWE WIADOMOŚCI O BUDOWIE AMUNICJI JĄDROWEJ

Do bogatego arsenału środków rażenia przybył jeszcze jeden - broń jądrowa między innymi w postaci min jądrowych.

Niszczące i rażące działanie wybuchu jądrowego wielokrotnie przewyższa skutki działania najcięższych bomb burzących. Różnica między klasycznym wybuchem a wybuchem jądrowym uwidacznia się nie tylko w ilości wydzielanej energii, lecz również w charakterze przemian zachodzących w substancji ładunku. Klasyczne materiały wybuchowe są to złożone, ale stosunkowo niestrawne związki chemiczne. W momencie wybuchu drobiny, z których zbudowane są te związki, przekształcają się w drobiny związków znacznie prostszych i trwalszych. Natomiast atomy, z których zbudowana jest drobina, pozostają bez zmian, następuje jedynie ich przegrupowanie. Na przykład z atomów drobin trotylu powstają podczas wybuchu drobiny wody, azotu, tlenków azotu, tlenków węgla. Energia wydzielana podczas wybuchu klasycznych MW jest wynikiem procesów przemian niestrawnych drobin MW w produkty bardziej trwałe.

W przeciwieństwie do zwykłego wybuchu, w którym źródłem energii są wyłącznie reakcje chemiczne, energia jądrowa powstaje w wyniku zmian zachodzących w samych atomach oraz przemian jednych atomów w inne. Zjawisko to jest bezpośrednio związane z przekształceniami zachodzącymi w jądrach atomów. W chwili wybuchu jądrowego, jądra atomów, z których zbudowana jest substancja ładunku, ulegają przemianom w bardziej trwałe jądra atomów produktów powstających podczas wybuchu.

### 1.1. Atomy i energia jądrowa

Atom jest to najmniejsza część pierwiastka chemicznego zachowująca jego właściwości. Wymiary atomu są bardzo małe. Jeśli wyobrazić sobie atom w postaci kulki, to średnica jego będzie wynosiła około  $10^{-8}$  cm. Atom zbudowany jest z jeszcze mniejszych cząsteczek. W środkowej części atomu znajduje się dodatnio naładowane jądro, wokół którego poruszają się z ogromną prędkością ujemnie naładowane elektrony. Jądro atomu jest  $10^4$ - $10^5$  razy mniejsze od samego atomu i praktycznie w jądrze skupia się cała masa atomu. Jądro atomu jest również złożonym systemem, składającym się z protonów i neutronów

nazywanych ogólnie nukleonami. Protony i neutrony mają prawie jednakową masę, różnią się jedynie ładunkiem elektrycznym. Proton posiada dodatni ładunek elektryczny, natomiast neutron jest cząstką elektrycznie obojętną.

W jądrze każdego pierwiastka chemicznego znajduje się ściśle określona ilość protonów np. jądro wodoru ma jeden proton, jądro helu ma dwa protony, jądro atomu litu posiada trzy protony. Ilość neutronów w jądrach tego samego pierwiastka chemicznego może być różna. Atomy, których jądra zawierają jednakową ilość protonów przy różnej ilości neutronów, mają te same właściwości chemiczne i dlatego znajdują się na tym samym miejscu w układzie okresowym pierwiastków chemicznych Mendelejewa. Takie atomy nazwano izotopami, np. izotopami wodoru są deuter i tryt.

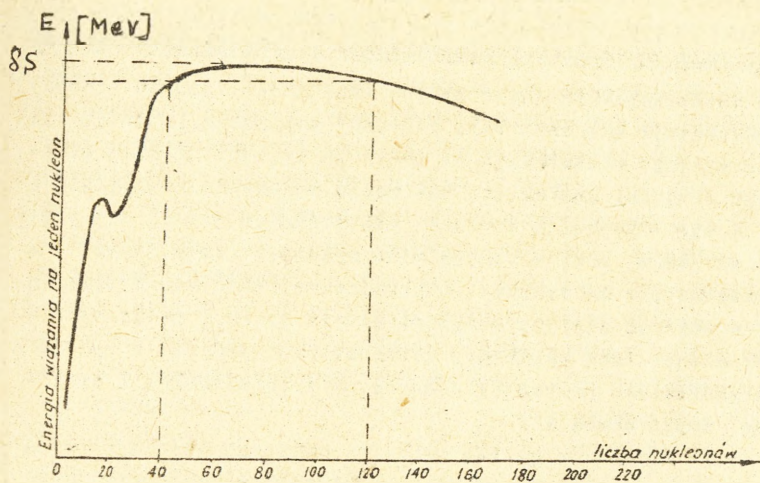
Pod wpływem działania elektrostatycznych sił wzajemnego odpychania zawarte w jądrze atomu protony dążą do ucieczki z jądra w różne strony, jednak na skutek istnienia sił wzajemnego przyciągania między nukleonami protony nie mogą oderwać się od jądra. Siły wzajemnego przyciągania między nukleonami są znacznie większe od elektrostatycznych sił wzajemnego odpychania protonów.

Siły wzajemnego przyciągania nukleonów zwane siłami jądrowymi działają na małych odległościach tylko między sąsiednimi nukleonami, natomiast siły odpychania protonów działają na wszystkie protony w obrębie jądra.

Trwałość jąder atomów różnych pierwiastków chemicznych i izotopów określa się wielkością energii wiązania przypadającej na jeden nukleon.

Największą trwałość mają jądra atomów pierwiastków chemicznych występujących w środkowej części okresowego układu pierwiastków Mendelejewa. Do nich należą jądra atomów o liczbie nukleonów od 40 do 120.

Przemianom atomów, podczas których następuje zmiana ilości nukleonów w jądrze, towarzyszy wydzielanie lub pochłanianie energii. Uzależnione to jest od tego czy w wyniku reakcji jądrowej powstaną jądra bardziej lub mniej trwałe od jąder wyjściowych.



Rys. 1.1. Zależność wielkości energii wiązania jądra od liczby nukleonów w jądrze

Wybuch jądrowy następuje na skutek takiej reakcji jądrowej, w której energia wiązania nukleonów w powstałych jądrach jest większa od energii wiązania w jądrach atomów ładunku jądrowego.

Do oderwania się od jądra atomu tylko jednego nukleonu potrzebna jest olbrzymia ilość energii.

Energia wiązania przypadająca na jeden nukleon jest wiele milionów razy większa od energii wiązania przypadającej na jeden atom drobiny. Ta cecha sił wewnątrzjądrowych wyjaśnia, dlaczego koncentracja energii w strefie reakcji jądrowej jest miliony razy większa od energii wyzwalanej podczas wybuchu zwykłego ładunku MW.

Przy podziale jądra ciężkiego na dwie w przybliżeniu równe części lub połączeniu dwóch jąder lekkich powinno nastąpić wydzielenie energii.

Podczas rozszczepienia jąder atomów 1 g uranu wyzwala się taka ilość energii, jaką można uzyskać przez spalenie 3 t węgla kamiennego lub podczas wybuchu 20 ton trotylu.

## 1.2. Reakcja łańcuchowa rozszczepienia i reakcja termojądrowa

Do rozszczepienia jąder atomów substancji ładunku bojowego wykorzystuje się neutrony. Neutrony posiadają zdolność stosunkowo łatwego przenikania do jądra ze względu na swój elektrycznie obojętny charakter; nie muszą pokonywać elektrostatycznych sił odpychania dodatnio naładowanego jądra. Aby przetrwać do jądra, proton winien mieć prędkość rzędu setek tysięcy kilometrów na sekundę, w przeciwnym razie nie będzie on w stanie pokonać odpychającego działania jądra. Częstki naładowane, mające taką prędkość, można uzyskać jedynie w specjalnych urządzeniach przyspieszających /akceleratorach/ - cyklotronach, fazotronach itp.

Jądro ciężkie w chwili wychwytu neutronu uzyskuje pewną ilość energii. Jeżeli w wyniku tego wzbudzenia energetycznego działające w jądrze siły odpychania zaczną górować nad siłami jądrowymi /siłami wiązania nukleonów w jądrze/, to jądro ulegnie rozszczepieniu na części. Nastąpi reakcja rozszczepienia jądra ciężkiego.

Reakcja rozszczepienia jąder ciężkich  $U^{235}$  i  $P^{239}$  polega na tym, że oprócz dwóch odłamków rozszczepienia wylatujących w przeciwne strony z prędkością rzędu  $10^4$  km/sek. podczas rozpadu każdego jądra wyzwala się 2-3 neutrony. Wyzwolone neutrony mogą spowodować rozszczepienie następnych 2-3 jąder, w wyniku czego pojawiają się dalsze neutrony itd. Tego rodzaju zjawisko stwarza warunki do powstania rozwijającej się samorzutnie lawinowej reakcji rozszczepiania jąder, zwanej reakcją łańcuchową. Jeżeli stworzone zostaną warunki do gwałtownego rozwoju łańcuchowej reakcji jądrowej, to wówczas nastąpi wybuch jądrowy oparty na zasadzie rozszczepienia ciężkich jąder atomów.

Obecnie do produkcji broni jądrowej stosowane są następujące materiały rozszczepialne: uran 235, uran 233, pluton 239 o ilości nukleonów w jądrze atomu 235, 233 i 239. W innych izotopach pierwiastków ciężkich łańcuchowa reakcja rozszczepiania nie może nastąpić, bo powstające w czasie rozszczepiania jąder tych pierwiastków neutrony mają zbyt małą energię, aby wywołać kolejne procesy rozszczepienia.

Druga metoda uzyskania energii jądrowej polega na łączeniu jąder lekkich /reakcja syntezy/. Wykonanie reakcji syntezy jąder lekkich jest o wiele trudniejsze niż reakcja rozszczepienia. Przyczyną tego jest silne wzajemne odpychanie dodatnio naładowanych jąder. Połączeniu mogą ulec tylko jądra mające duży zapas energii. Jądra poruszające się z dużymi prędkościami mogą zbliżyć się do siebie na odległość, w której zaczną działać siły jądrowe wzajemnego przyciągania, warunkujące syntezę jąder. Jądom można nadać wymaganą energię i prędkość, nagrzewając substancję złożoną z izotopów pierwiastków lekkich do temperatury rzędu milionów stopni. Dlatego reakcję syntezy jąder lekkich nazwano reakcją termojądrową.

Warunki do samorzutnych reakcji termojądrowych istnieją w przyrodzie jedynie na słońcu i innych gwiazdach, gdzie temperatura dochodzi do dziesiątków milionów stopni. Uzyskanie tak wysokiej temperatury na ziemi jest możliwe tylko bezpośrednio w strefie wybuchu jądrowego, który następuje na skutek rozszczepienia jąder ciężkich.

Podczas syntezy jąder wodoru i litu, deuteru i trytu z jądra cięższych atomów np. helu wydziela się olbrzymia ilość energii. Na przykład podczas syntezy jednego grama helu z mieszaniny trytu i deuteru /0,4 g deuteru i 0,6 g trytu/ wydziela się taka sama ilość energii, jak podczas wybuchu 80 ton TNT lub podczas rozszczepienia 4 gramów uranu.

W odróżnieniu od wybuchu jądrowego wybuch oparty na syntezie jąder lekkich nazwano termojądrowym. Stanowi to niekiedy kryterium do podziału broni, w której wykorzystano energię jądrową - na jądrową /atomową/ i termojądrową. Ze względu na to, że w działaniu rażącym broni jądrowej i termojądrowej nie ma istotnych różnic, dla obu rodzajów broni przyjęto wspólne określenie - broń jądrowa.

### 1.3. Wielkość krytyczna i forma ładunku jądrowego

Rozszczepienie jąder atomów uranu lub plutonu następuje pod wpływem działania neutronów. Jeżeli w wystarczająco dużym kawałku materiału rozszczepialnego nastąpi jednoczesne rozszczepienie pewnej ilości jąder, to powstające przy tym neutrony wylecą z dużą prędkością w różnych kierunkach. Część z nich

napotka jądra atomów i spowoduje ich rozszczepienie, pozostałe przedostaną się na zewnątrz masy materiału rozszczepialnego i rozproszą się w otaczającej przestrzeni nie biorąc udziału w rozszczepianiu jąder.

Ilość neutronów przedostających się na zewnątrz przez powierzchnię określonej masy materiału rozszczepialnego jest w przybliżeniu proporcjonalna do pola powierzchni tej masy, natomiast ilość neutronów biorących udział w reakcji jest proporcjonalna do objętości masy. Stratę neutronów można określić stosunkiem powierzchni bryły materiału rozszczepialnego do jej objętości.

Pośród brył mających jednakową objętość przy różnym kształcie, najmniejszą powierzchnię ma kula. Dlatego kulisty kształt ładunku jądrowego jest najkorzystniejszy, ponieważ do utworzenia kuli zużywa się najmniejszą ilość cennego materiału rozszczepialnego.

Przy małych wymiarach kulistego ładunku pole jego powierzchni w porównaniu z objętością jest duże i straty neutronów przewyższają ilość neutronów biorących udział w rozszczepianiu jąder. W takich warunkach łańcuchowa reakcja rozszczepienia nie może się rozwijać.

$$\eta = \frac{4\pi r^2}{\frac{4}{3}\pi r^3} = \frac{3}{r} \left[ \frac{1}{\text{cm}} \right]$$

Stopniowe zwiększanie promienia ładunku powoduje względnie zmniejszanie się ilości straconych neutronów. Przy ściśle określonej wielkości kuli zwanej wielkością krytyczną, znaczna część powstających neutronów będzie brała udział w procesie rozszczepiania kolejnych jąder atomów. W masie ładunku jądrowego rozwinię się łańcuchowa reakcja rozszczepienia jąder atomów. Krytyczny promień ładunku kulistego wykonanego z czystych materiałów rozszczepialnych /93,5% czystości/ o normalnej gęstości, wynosi około 8,4 cm dla uranu 235 /ciężar 17kg/.

Promień krytyczny ładunku można poważnie zmniejszyć przez zastosowanie otoczki - reflektora - zdolnej do odbijania uciekających neutronów i kierowania ich do strefy reakcji. Zmniejsza się wówczas straty neutronów i łańcuchowa reakcja jądrowa może przebiegać w mniejszej masie materiału rozszczepialnego.

Reflektory neutronowe mogą być wykonane z berylu, ciężkiej wody lub grafitu. Możliwe są również i inne rozwiązania /mniej skuteczne/, jak zastosowanie glinu, żelaza, naturalnego uranu lub innych materiałów.

Zależność masy krytycznej ładunku jądrowego od rodzaju i grubości reflektora neutronów ilustruje tabela 1.

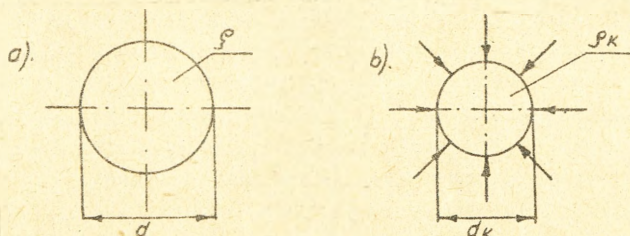
Tabela 1.1.

Rodzaj reflektora	Masa krytyczna uranu 235 w kG przy różnych grubościach reflektora		
	2,5 cm	5 cm	10 cm
Beryl	29,2	20,6	14,1
Ciężka woda	-	27,0	21,0
Grafit	35,5	29,5	24,2
Uran naturalny	30,8	23,5	18,4

Masa krytyczna wzrasta przy wzroście stopnia zanieczyszczenia, natomiast maleje ze wzrostem gęstości materiału rozszczepialnego.

#### 1.4. Schematy konstrukcji ładunków jądrowych

Jeden z wariantów konstrukcji ładunku oparty jest na zasadzie ściśnięcia masy ładunku.



Rys. 1.2. Osiągnięcie wielkości krytycznej przez zwiększenie gęstości masy ładunku

- a - masa materiału rozszczepialnego przed ściśnięciem;
- b - masa materiału rozszczepialnego po ściśnięciu do gęstości krytycznej.



Materiał rozszczepialny ładunku jądrowego ma kształt sferyczny. Masa ładunku jest mniejsza od krytycznej i samoczynny wybuch nie może nastąpić. Po zdetonowaniu koncentrycznie rozmieszczonych ładunków trotylu następuje ściśnięcie masy ładunku jądrowego do gęstości, przy której ładunek osiąga masę krytyczną i następuje szybko narastająca reakcja rozszczepienia. Przy stosowaniu tej metody można zwiększyć gęstość materiału rozszczepialnego prawie dwukrotnie oraz zmniejszyć masę krytyczną czterokrotnie.

Inny wariant schematu konstrukcyjnego ładunku jądrowego może być taki, że ładunek jądrowy dzieli się na kilka części o takich wymiarach i masie podkrytycznej, przy których reakcja rozszczepienia nie może nastąpić samoczynnie. Po połączeniu poszczególnych części w jedną całość o masie nadkrytycznej następuje reakcja łańcuchowa. Reakcja i moc wybuchu uzależnione są od szybkości łączenia się poszczególnych części ładunku jądrowego. Dla nadania im dostatecznie dużej prędkości wykorzystywany jest między innymi klasyczny MW. Wytworzone duże ciśnienie zabezpiecza masę ładunku jądrowego przed przedwczesnym rozpadem i stwarza warunki do nagłego rozpadu dużej ilości jąder, co jest równoznaczne ze zwiększeniem mocy wybuchu.

Po połączeniu poszczególnych części ładunku w jedną całość dla zapoczątkowania reakcji łańcuchowej potrzebny jest co najmniej jeden neutron. Liczenie na zapoczątkowanie reakcji pod wpływem neutronów z przypadkowych przemian jądrowych jest niecelowe, gdyż zjawisko to występuje rzadko w przyrodzie. W uranie 235 jedno rozszczepienie w 1 gramie substancji następuje w ciągu jednej godziny. Na swobodne neutrony z otaczającej atmosfery też nie ma co liczyć, gdyż jest ich bardzo mało. Przez powierzchnię  $1 \text{ cm}^2$  w ciągu 1 sek. przebiega przeciętnie około 6 neutronów. Dodatkową trudnością jest przedostanie się neutronów przez grubą obudowę ładunku jądrowego. Rozwiązaniem tych trudności jest stosowanie sztucznego źródła neutronów, spełniającego rolę detonatora jądrowego. Źródło neutronów zapewnia rozpoczęcie reakcji łańcuchowej w ściśle określonym czasie i w wielu miejscach przez co reakcja przebiega gwałtowniej i moc wybuchu znacznie wzrasta.

Reasumując można przyjąć, że podstawowymi częściami ładunku jądrowego są: materiał rozszczepialny w stanie podkrytycznym, reflektor neutronów, ładunek klasycznego MW i sztuczne źródło neutronów.

Powstające w strefie reakcji olbrzymie ciśnienie, wysoka temperatura powoduje niszczenie obudowy ładunku zanim jeszcze w reakcji weźmie udział cała ilość materiału rozszczepialnego. Obliczenia wykazują, że w ładunkach o średniej mocy współczynnik wykorzystania materiału rozszczepialnego wynosi ~20 %.

Ze zmniejszeniem mocy ładunku zmniejsza się również współczynnik wykorzystania materiału rozszczepialnego.

#### 1.5. Niektóre właściwości konstrukcji broni termojądrowej

Dalszym krokiem w rozwoju broni masowego rażenia było pojawienie się broni termojądrowej, której moc jest praktycznie nieograniczona.

Wybuchowa reakcja syntezy jąder lekkich zachodzi w bardzo wysokiej temperaturze rzędu kilkudziesięciu milionów stopni. Tak wysoką temperaturę na Ziemi praktycznie można uzyskać jedynie w strefie wybuchu jądrowego.

W związku z tym wybuch jądrowy wykorzystywany jest do podgrzania ładunku termojądrowego składającego się z mieszaniny dwóch izotopów wodoru - deuteru i trytu. W chwili reakcji rozszczepienia następuje intensywne łączenie się jąder atomów deuteru i trytu, podczas której wyzwala się olbrzymia ilość energii. Z połączenia atomów deuteru i trytu powstaje jądro atomu helu  $4\text{He}^4$  / i jeden swobodny neutron. Powstająca przy tym energia dzieli się odpowiednio między atom helu /około 4 MeV/ i neutron /około 14 MeV/.

W omawianym ładunku zachodzą kolejno dwie reakcje - rozszczepienia jąder ciężkich i synteza jąder lekkich.

## 2. KONSTRUKCJA I CHARAKTERYSTYKA BUDOWY MIN JĄDROWYCH ZNAJDUJĄCYCH SIĘ W WYPOSAŻENIU WOJSK NATO

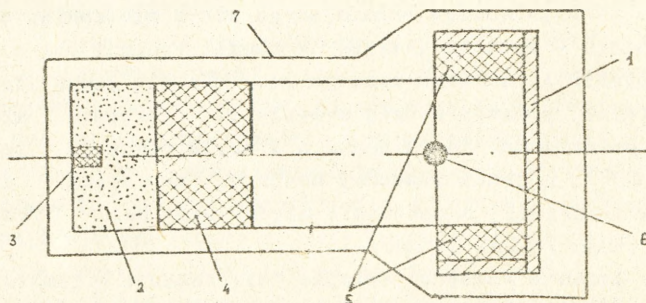
Zasadniczymi elementami konstrukcyjnymi min jądrowych są:

- ładunek jądrowy;
- zapalnik;
- urządzenie do kierowania wybuchami /stosowane tylko w niektórych typach min jądrowych/;
- kadłub.

W siłach zbrojnych Stanów Zjednoczonych A.P. produkowane są dwa typy ładunków jądrowych działających na zasadzie łączenia: typ lufowy i typ implozyjny.

### 2.1. Ładunki jądrowe działające na zasadzie łączenia /lufowe/

Ładunki jądrowe /t.zw. typ lufowy/, działające na zasadzie łączenia dwóch oddzielnych części materiału rozszczepialnego, posiadają kształt cylindryczny. Części składowe oddzielnie wzięte posiadają masę mniejszą od krytycznej i są odsunięte od siebie na odległość uniemożliwiającą samoczynne rozpoczęcie reakcji łańcuchowej prowadzącej do wybuchu jądrowego.



Rys. 2.1. Schemat budowy ładunku jądrowego typu lufowego

- 1 - reflektor neutronów; 2 - ładunek mietający; 3 - zapalnik;  
4 - ruchoma część ładunku jądrowego; 5 - nieruchoma część ładunku jądrowego; 6 - źródło neutronów; 7 - kadłub.

Łączenie części składowych w jedną całość dokonywane jest przez wstrzelenie jednej części w drugą w urządzeniu posiadającym kształt lufy. Dla przyspieszenia rozpoczęcia reakcji łańcuchowej używany jest inicjator /źródło neutronów/ w postaci kapsułki zawierającej niewielką ilość polonu lub radu i berylu.

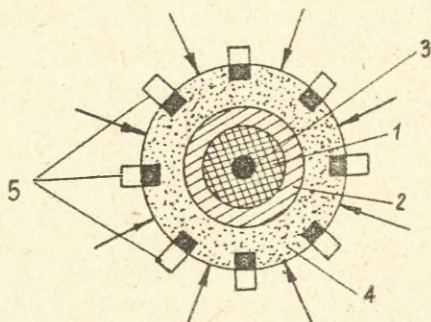
Konstrukcja inicjatora wykonana jest w ten sposób, że wydzielanie neutronów rozpoczyna się dopiero w momencie łączenia się obu części materiału rozszczepialnego.

Ładunki działające na zasadzie łączenia stosowane są w minach o mocy nie przekraczającej 1 kt /wg niektórych materiałów do 0,5 kt/, a więc w minach lekkich M50 i M129 oraz w jednej minie ciężkiej M55.

## 2.2. Ładunki jądrowe działające na zasadzie implozji

Materiał rozszczepialny o średnicy większej od krytycznej wykonany jest w postaci kuli posiadającej wewnątrz wolną przestrzeń. Powierzchnia takiej kuli jest stosunkowo duża w porównaniu z objętością, w związku z tym reakcja łańcuchowa nie zachodzi, ponieważ większość neutronów ucieka poza materiał rozszczepialny. Kula otoczona jest ze wszystkich stron ładunkami klasycznego MW, które są połączone jedną elektryczną siecią strzałową. Generowana fala uderzeniowa wybuchem klasycznego MW powoduje zagęszczenie materiału rozszczepialnego w jednorodną bryłę w kształcie kuli, w której zachodzi reakcja łańcuchowa. W ładunkach działających na zasadzie implozji z reguły stosowane są reflektory neutronów. Jako materiał na reflektory używany jest naturalny uran lub beryl. Odpowiednie wykorzystanie reflektora daje możliwość bardziej ekonomicznego wykorzystania materiału rozszczepialnego. Schemat idealny ładunku jądrowego typu implozyjnego pokazany jest na rys. 2.2. Ładunki jądrowe działające na zasadzie implozji wykorzystywane są w minach ciężkich M59; M125; M127.

Miny te z zasady mają większy ciężar i wymiary w porównaniu z minami posiadającymi ładunki działające na zasadzie łączenia. Są to przeważnie miny będące połączeniem różnej amunicji jądrowej z urządzeniami do kierowania wybuchami.



Rys.2.2. Schemat ideowy ładunku typu implozyjnego

1 - materiał rozszczepialny; 2 - reflektor; 3 - inicjator ;  
4 - ładunek MW; 5 - zapalniki elektryczne.

### 2.3. Miny jądrowe

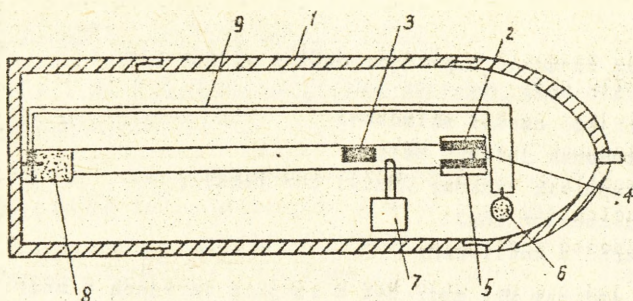
Do chwili obecnej zdołano ustalić w uzbrojeniu sił lądowych Stanów Zjednoczonych A.P. jedenaście typów min jądrowych o mocy od 0,02 do 100 kt /z tym, że do pięciu typów brak bliższych danych/. Taka rozpiętość mocy min jądrowych daje możliwość wyboru odpowiedniego kalibru do zaminowania obiektu dowolnej wielkości.

Miny jądrowe zostały podzielone na dwie grupy:

- lekkie, o ciężarze 27-72 kg i mocy nie większej niż 1kt;
- ciężkie, o ciężarze 136-680 kg i mocy do 47 kt.

#### a/ Miny jądrowe typu lekkiego

Mina jądrowa M50 zbudowana jest w oparciu o ładunek Mk33 wykorzystywany w pocisku artyleryjskim haubicy 203 mm. Ładunek ten działa na zasadzie łączenia dwóch oddzielnych części materiału rozszczepialnego. Mina jest uzbrojona w zapalnik T 780. Moc miny 1 kt, ciężar ogólny 72 kg. Przygotowana do użycia mina składa się z czterech części, każda po 18 kg, przystosowanych do przenoszenia na miejsce ustawienia przez po - jedynczego żołnierza.



Bys.2.3. Schemat miny jądrowej M50 wysadzanej automatycznie po upływie czasu zwłoki

1 - kadłub; 2 - nieruchoma część ładunku jądrowego; 3 - ruchoma część ładunku jądrowego; 4 - inicjator; 5 - reflektor; 6 - zapalnik czasowy T780; 7 - urządzenie zamykające, 8 - ładunek MW /proch/; 9 - elektr. sieć strzałowa.

Mina jądrowa M129 /M159/ jest miną typu lekkiego przystosowaną do przenoszenia przez pojedynczego żołnierza, zbudowaną na bazie ładunku jądrowego Mk54 wziętego z pocisku "Davy Crockett". Ładunek ten posiada moc 0,02 kt, działa na zasadzie łączenia dwóch części materiału rozszczepialnego. Minę przechowuje się i wydaje wojskom w stanie ukompletowanym. Po wyciągnięciu bezpiecznika i ręcznym nastawieniu czasu zwłoki mina przygotowana jest do działania. Wybuch następuje po upływie nastawionego czasu zwłoki.

#### b/ Miny jądrowe typu ciężkiego

Mina jądrowa M55 jest miną typu ciężkiego zbudowana na bazie ładunku jądrowego Mk20 pocisku plot. "Talos". Ładunek ten działa prawdopodobnie na zasadzie łączenia dwóch oddzielnych części. Moc miny 0,5 kt, ciężar ogólny 399 kg. Mina przechowywana i wydawana jest wojskom w stanie ukompletowanym. Przewozi się samochodami lub smigłowcami. Wybuch miny może nastąpić po upływie czasu zwłoki zapalnika lub po nadaniu zakodowanych sygnałów drogą radiową lub przewodową.

Mina jądrowa M59 jest miną typu ciężkiego zbudowana na bazie ładunku jądrowego Mk7 pocisku taktyczno - operacyjnego "Corporal" lub pocisku taktycznego "Honest John". Ładunek

działa na zasadzie implozji. Ogólny ciężar miny M69 wynosi 635 kg /770 kg/.

Najważniejsze części składowe:

- ładunek jądrowy Mk7;
- zapalnik czasowy /M22A1 lub T46E2/;
- detonator 1E23;
- źródło zasilania.

Ładunek jądrowy Mk7 może być w sześciu wersjach o mocy: 0,09; 0,5; 2,5; 9,0; 28 i 47 kt, przechowywany w pojemnikach o jednakowych wymiarach; różnica jest jedynie w ciężarze i oznakowaniach.

Mina jądrowa M125 jest miną typu ciężkiego zbudowana na bazie ładunku jądrowego Mk31 wziętego z nowej wersji pocisku taktycznego "Honest John". Ładunek ten działa na zasadzie implozji. Moc ładunku może być 2,10 i 30 kt. Ciężar ogólny miny wynosi 680 kg. Mina jest przechowywana i wydawana wojskom w stanie ukończonym. Na miejsce ustawienia może być przewożona samochodami ciężarowymi lub śmigłowcami.

Wybuch miny następuje po upływie czasu zwłoki albo po nadaniu zakodowanych sygnałów drogą radiową lub przewodową.

Mina jądrowa M127 /M160/ jest miną typu ciężkiego zbudowana na bazie ładunku jądrowego z pocisku taktycznego "Little John". Ładunek działa na zasadzie implozji. Występuje on w trzech odmianach o mocy: 0,75 kt. 2,5 kt i 11 kt. Ciężar ogólny wynosi 136 kg. Wojskom wydawana jest w stanie ukończonym. Na miejsce ustawienia przewożona jest samochodami terenowo-osobowymi lub ciężarowymi, bądź śmigłowcami.

Wybuch miny następuje po upływie czasu zwłoki lub na sygnał zakodowany podany na drodze radiowej lub przewodowej.

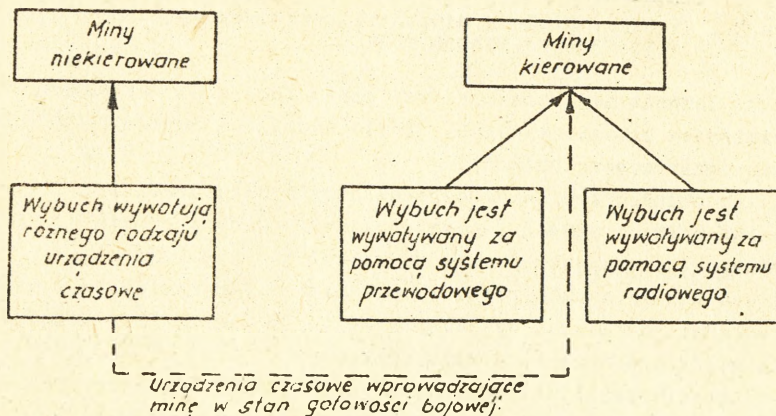
---

### 3. SPOSOBY WYWOŁYWANIA WYBUCHÓW MIN JĄDROWYCH

#### 3.1. Klasyfikacja i ogólna charakterystyka sposobów wywoływania wybuchów min jądrowych

Miny jądrowe ze względu na swój charakter i przeznaczenie są z reguły minami niekontaktowymi, a więc wyposażonymi w niekontaktowe urządzenia wywołujące wybuch. Uwzględniając konstrukcję urządzeń wywołujących wybuch oraz zasadę ich działania można wyodrębnić miny jądrowe:

- niekierowane /opóźnionego działania/, wybuchające automatycznie po upływie ustalonego czasu;
- kierowane, wybuchające w dowolnym czasie na określony sygnał przesłany drogą przewodową lub radiową.

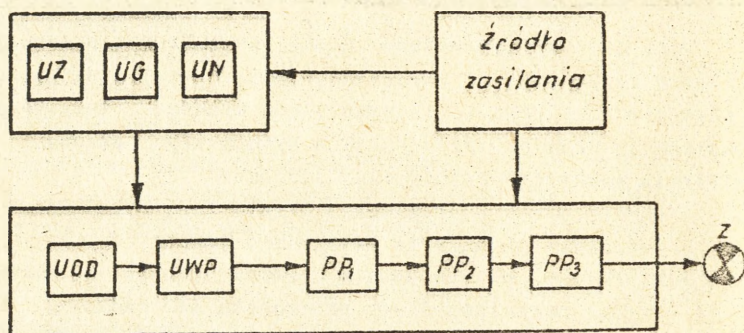


Rys.3.1. Klasyfikacja min jądrowych

W minach jądrowych występują często kombinowane systemy wywołujące wybuch, w skład których wchodzi urządzenia wzajemnie się uzupełniające lub zastępujące, reagujące na różne impulsy.

Wszystkie systemy urządzeń stosowanych w minach jądrowych, mimo różnic konstrukcyjnych wykonują te same zadania, t.j. wprowadzają minę w stan gotowości bojowej lub służą do wywołania jej wybuchu. Wychodząc z tego założenia dowolny nie-

kontaktowy system lub urządzenie do wywoływania wybuchów min można przedstawić za pomocą uniwersalnego, kompleksowego schematu blokowego.



Rys.3.2. Schemat blokowy niekontaktowego urządzenia wywołującego wybuch miny

Schemat ten obrazuje trzy zasadnicze grupy urządzeń: urządzenia zabezpieczające, źródło energii i automatyczny system odbiorczo-wykonawczy.

W skład urządzeń zabezpieczających mogą wchodzić: UZ - jedno lub kilka urządzeń zabezpieczających minę w czasie jej transportu, przygotowywania do ustawienia i ustawiania; UG - urządzenia zabezpieczające, wprowadzające minę w stan gotowości bojowej po upływie określonego czasu; UN - urządzenia nierozbrajalności i nieusuwalności.

Źródło zasilania zapewnia dopływ energii elektrycznej do poszczególnych urządzeń systemu służącego do wywołania wybuchu miny. Źródło zasilania musi zapewnić dopływ energii elektrycznej przez cały okres gotowości bojowej miny, a zatem determinuje jej żywotność.

Automatyczny system odbiorczo-wykonawczy składa się z urządzeń reagujących na określone impulsy i steruje pracą urządzeń, które w ostatniej fazie powodują zamknięcie obwodu elektrycznego "źródło energii-zapalnik". Do tego systemu wchodzi z reguły następujące urządzenia: UOD - urządzenia odbiorczo-deszyfrujące i przetwarzające impulsy przesyłane drogą radiową lub przewodową; UWP - urządzenie wzmacniająco-przetwa -

rzające, wchodzące w skład systemu wówczas, gdy energia odbierana przez UOD wymaga wzmocnienia lub przetwarzania na inny rodzaj energii. PP<sub>1</sub> - przekaźnik pierwotny - przeważnie bardzo czułe urządzenie uruchamiające blok wykonawczy.

PP<sub>2</sub> - przekaźnik pośredni - uruchamia przekaźnik programowy i przygotowuje sieć zasilania "źródło energii - zapalnik".

PP<sub>3</sub> - urządzenie programowe samoczynnie łączące obwody elektryczne systemu inicjującego wybuch, zgodnie z zaprogramowanym czasem i w odpowiedniej kolejności.

### 3.2. Urządzenia wywołujące wybuchy min niekierowanych

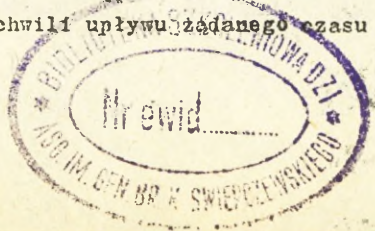
Do wywoływania wybuchów niekierowanych min jądrowych służą różnego rodzaju urządzenia automatyczne składające się z przyrządów uruchamiająco-hamujących oraz systemu styków i przekaźników zamykających obwód sieci "źródło energii - zapalnik". Wspólną cechą tych urządzeń jest możliwość ustalenia ich działania na dowolny okres czasu, wahający się w granicach od kilkudziesięciu minut do kilkuset godzin.

Zaliczamy do nich:

- zwłoczne urządzenia zegarowe;
- zwłoczne urządzenia działające na zasadzie odkształceń metali;
- zwłoczne urządzenia chemiczne.

Zwłoczne urządzenia zegarowe są bardzo zróżnicowane - od prostych konstrukcji mechanicznych, opartych na zasadzie pracy zwyczajnych zegarów, do bardziej złożonych, mechaniczno - elektrycznych. Dodatnią cechą urządzeń zegarowych jest możliwość dokładnego ustalenia żadanego czasu wybuchu miny. Urządzenia zegarowe mogą posiadać konstrukcję metalową lub z tworzyw sztucznych.

W zwłocznych urządzeniach, działających na zasadzie odkształceń metali, wykorzystywane są właściwości plastyczne takich metali, jak: ołów, cyna lub ich stopy. Mechanizm ich składa się na ogół z systemu sprężyn oraz rozciąganego, ściszanego lub przecinanego rdzenia z metalu plastycznego. Wy miary rdzenia lub jego właściwości fizyczne są tak dobrane, aby odkształcenie powodujące zamknięcie sieci "źródło energii - zapalnik", następowało w chwili upływu żadanego czasu zwłoki wybuchu miny.



Dodatnią cechą tych urządzeń jest prostota konstrukcji, natomiast ujemną - mała dokładność czasu zadziałania.

Zwłoczne urządzenia chemiczne lub elektro-chemiczne należą do rzadziej stosowanych, tak ze względu na dość skomplikowaną konstrukcję jak i małą dokładność uzyskania ustalonego czasu zwłoki.

Przedstawione urządzenia zwłoczne, stosowane do wywołania wybuchów min niekontaktowych, mogą znaleźć również zastosowanie w minach kierowanych jako urządzenia wprowadzające je w stan gotowości bojowej.

Przedziały czasu zwłoki wybuchów min niekierowanych lub wprowadzania w stan gotowości bojowej min kierowanych, których uzyskanie jest możliwe za pomocą urządzeń zastosowanych w minach znajdujących się w uzbrojeniu wojsk NATO przedstawiono w tabeli 3.1.

Tabela 3.1.

Typ miny	Sposób wywołania wybuchu		Czas zwłoki wybuchu miny lub wprowadzenia jej w stan got. boj.	
	niekier.	kierowany	minimalny	maksymalny
M-129	+	-	5 min.	48 godz.
M-55	+	+	7 min.	48 godz.
	+	-	30 min.	150 godz.
M-127	+	+	7 min.	48 godz.
M-125	+	+	7 min.	48 godz.
M-59	+	+	15 min.	48 godz.

Do znanych z literatury zwłocznych urządzeń stosowanych do wywołania wybuchów min niekierowanych będących w uzbrojeniu wojsk NATO, należą:

a/ zapalnik czasowy M22A1

Zapalnik czasowy M22A1 z czasem zwłoki 30 min. do 150 godz. działa z dokładnością  $\pm 10\%$ . Zapalnik nie posiada bezpiecznika zwłocznego. Uruchamiany jest ręcznie przez nastawienie czasu zwłoki. Po uruchomieniu zapalnika nie ma możliwości zapo -

bieżenia wybuchowi miny. Przerwanie obwodu elektrycznego , przesunięcie przełącznika uruchamiającego zapalnik lub odłączenie przewodu zasilającego powoduje natychmiastowy wybuch miny. Wynika z tego, że uszkodzenie miny z nastawionym zapalnikiem przez przypadkowy wybuch prowadzi do natychmiastowej detonacji ładunku jądrowego.

b/ Zapalnik czasowy T46E1 /T46E2/

Zapalnik T46E1 z czasem zwłoki od 15 minut do 48 godz., z czasem ustawiania co 30 minut, działa z dokładnością do  $\pm 10\%$ . Zapalnik jest wyposażony w bezpiecznik czasowy z czasem zwłoki od 0 do 30 min. Zapalnik uruchamia się zdalnie przez nadanie zakodowanych sygnałów drogą przewodową. Konstrukcja tego zapalnika daje możliwość przestawienia go w położenie bezpieczne.

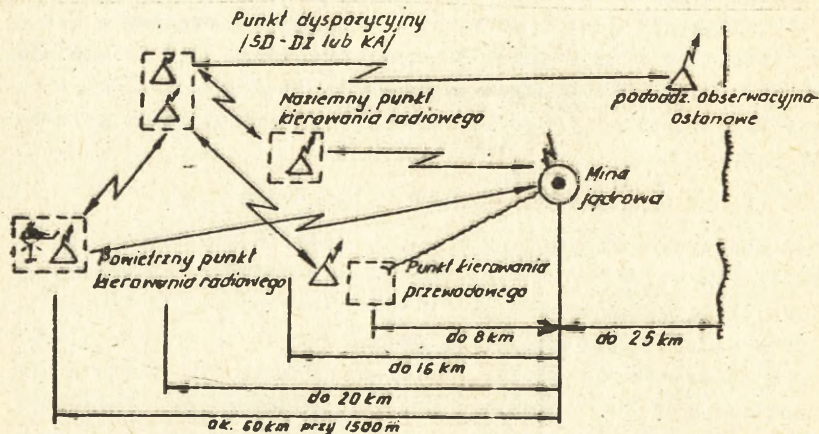
3.3. Urządzenia wywołujące wybuchy min kierowanych

Jak wynika z tabeli 3.1. miny jądrowe znajdujące się w uzbrojeniu wojsk NATO w większości wypadków są wyposażone w kilka systemów służących do wywoływania wybuchu jądrowego . Obok urządzeń automatycznych, pozwalających na wywołanie wybuchu po ustalonym czasie, posiadają systemy do kierowanego wywołania wybuchu w dowolnym czasie, uzasadnionym względami taktycznymi. Do systemów kierowania wybuchami zaliczamy: systemy przewodowe oraz systemy radiowe.

System przewodowy kierowania wybuchami min jądrowych składa się z sieci łączącej minę z punktem kierowania, urządzenia odhiorczo-wykonawczego umieszczonego w kadłubie miny oraz urządzenia sterującego i źródła prądu znajdującego się w punkcie kierowania. System ten mimo swojej prostoty jest rzadziej stosowany, gdyż posiada mankamenty, do których zalicza się:

- konieczność rozwijania sieci przewodów na stosunkowo dużą odległość, niezbędną dla zabezpieczenia załogi punktu kierowania przed działaniem wybuchu miny;
- duże prawdopodobieństwo uszkodzenia sieci w wyniku ostrzału artyleryjskiego;
- możliwość stosunkowo łatwego wykrycia i zniszczenia sieci przez przeciwnika.

Najczęściej stosowanym systemem kierowania wybuchami min jądrowych jest system radiowy. Składa się on z urządzenia odbiorczo-wykonawczego umieszczonego w minie lub w pobliżu miejsca jej ustawienia oraz z urządzenia nadawczo - sterującego znajdującego się w naziemnym lub powietrznym punkcie kierowania. Powietrzny punkt kierowania może się znajdować w śmigłowcu lub w samolocie. Zasięg działania poszczególnych systemów kierowania wybuchami min jądrowych przedstawiono na rys. 3.3.



Rys. 3.3. Usytuowanie elementów systemów kierowania wybuchami min jądrowych

Radiowy system kierowania wybuchami obok wielu zalet posiada również wady, do których można zaliczyć:

- konieczność stosowania systemu szyfrującego;
- wrażliwość na zakłócenia.

Przykładem urządzeń radiowego systemu kierowania wybuchami min jądrowych, stosowanego w siłach zbrojnych NATO jest zestaw urządzeń nadawczych AN/TRT-1 i odbiorczych AN/TRT - 2 . Urządzenia te są wyposażone w szyfratory sygnałów radiowych . Kodowanie sygnałów może być zmieniane przez zastosowanie wymiennych wkładek w urządzeniu nadawczym i odbiorczym. Za pomocą tych urządzeń można wywołać wybuch miny jądrowej w odległości 12 km z naziemnego punktu kierowania lub w odległości 64 km z powietrznego punktu kierowania, znajdującego się w samolocie lub śmigłowcu lecącym na wysokości 1500 m.

### 3.4. Urządzenia zabezpieczające

Urządzenia zabezpieczające przeznaczone są do:

- zapewnienia bezpieczeństwa w czasie przygotowywania i ustawiania miny, a także w określonym czasie po jej ustawieniu;
- wprowadzenia miny w stan gotowości bojowej po upływie ustalonego czasu.

W minach jądrowych może występować kilka urządzeń zabezpieczających o różnej konstrukcji i przeznaczeniu. Najprostszymi urządzeniami zabezpieczającymi są różnego rodzaju mechanizmy blokujące /zawlecзки, płytki, przetyczki/ stosowane w czasie przygotowywania i ustawiania min. Do zabezpieczenia min ustawionych oraz wprowadzania ich po określonym czasie w stan gotowości bojowej służą bardziej skomplikowane urządzenia automatyczne, których charakterystykę podano w punkcie 3.2 niniejszego rozdziału.

### 3.5. Urządzenia nierozbrajalności i nieusuwalności

Urządzenia nierozbrajalności stosowane są w celu uniemożliwienia przeciwnikowi rozpoznania systemu wywołującego wybuch miny i w następnej kolejności jej rozbrojenia, zaś urządzenia nieusuwalności utrudniają lub wręcz uniemożliwiają usunięcie miny z miejsca jej ustawienia. W minach skomplikowanych o szczególnie istotnym znaczeniu, jak w przypadku min jądrowych, oba te urządzenia mogą występować jednocześnie.

Urządzenia nierozbrajalności i nieusuwalności mają na ogół stosunkowo prostą konstrukcję, lecz jednocześnie są pewne w działaniu oraz bezwzględnie zapewniają bezpieczeństwo w czasie przygotowania i ustawiania miny. Urządzenia te składają się przeważnie z następujących elementów: elementu zabezpieczającego, organu reagującego, elementu wykonawczego, źródła zasilania, zapalnika i ładunku materiału wybuchowego. Źródło zasilania, zapalnik i ładunek MW mogą stanowić integralną część systemu wywołującego wybuch miny, względnie występować niezależnie jako wyłączna część urządzenia nierozbrajalności lub nieusuwalności.

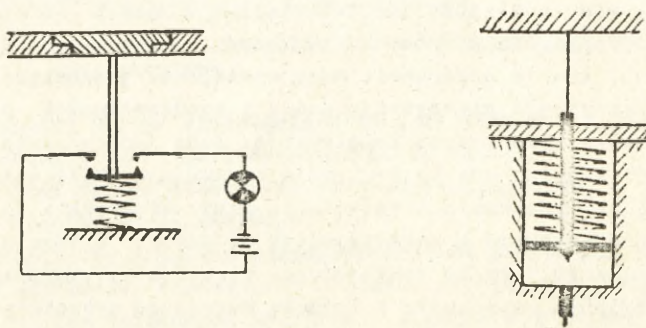
Najistotniejszym elementem urządzeń nierozbrajalności i nieusuwalności jest organ reagujący, służący do odbioru zew -

nętrznego impulsu związanego z procesem rozbrajania lub usuwania min. Takimi impulsami mogą być:

- naruszenie geometrycznej równowagi mechanizmów wskutek otwarcia komory minowej, wiercenia otworów itp.;
- zdejmowanie pokryw i obudowy poszczególnych elementów konstrukcji min;
- wymontowywanie poszczególnych elementów miny;
- przecięcie przewodów elektrycznych itp.

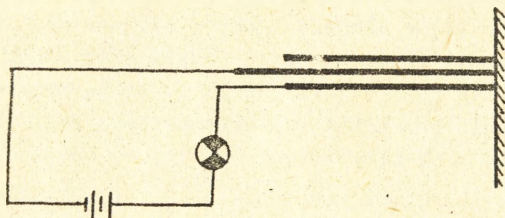
Do najbardziej rozpowszechnionych urządzeń nierozbrajalności i nieusuwalności można zaliczyć:

- a/ urządzenia mechaniczne: naciskowe, odciążeniowe, naciągowe i inne - oparte przeważnie na działaniu napiętej sprężyny, która zwalnia się w procesie rozbrajania min. Przyczyną wyzwalamą energię napiętej sprężyny może być np: wykręcanie łączących i wzmacniających wkrętów, usuwanie pokryw z gniazd, wymontowywanie poszczególnych elementów miny, przecięcie fałszywych przewodów elektrycznych, poruszenie kadłuba miny itp.



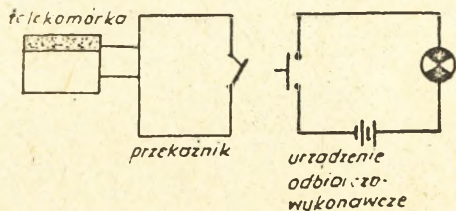
Rys. 3.4. Przykłady mechanicznych urządzeń nierozbrajalności i nieusuwalności

b/ Urządzenia elektrostatyczne: - występują przeważnie w postaci fałszywych przewodów dwuzyłowych lub konców - trycznych, które ulegają zwarceniu podczas przecinania nożycami /nożem/ powodując zamknięcie przewodu elektrycznego "źródło energii - zapalnik".



Rys. 3.5. Przykład elektrostatycznego urządzenia nierozbrajalności

c/ Urządzenia fotoelektryczne: - oparte są na działaniu fotokomórki w momencie odebrania przez nią promieni świetlnych. Fotokomórka może być umieszczona w komorze minowej lub w kadłubie miny. Pod wpływem światła komórka zaczyna działać, pojawia się prąd elektryczny, który przepływając przez uzwojenie przekaźnika wykonawczego powoduje jego uruchomienie. Styki przekaźnika zwierają się i tym samym zamykają obwód elektryczny "źródło prądu - zapalnik".



Rys. 3.6. Przykład fotoelektrycznego urządzenia nierozbrajalności.

d/ Urządzenia próżniowe: - oparte są na zjawisku gwałtownej zmiany ciśnienia, występującej podczas otwierania komory, w której jest umieszczone urządzenie. Z chwilą gwałtownego wzrostu ciśnienia, uruchamia się tłok umieszczony w komorze rozprężania zwierając styki obwodu elektrycznego.

e/ Urządzenia magneto-elektryczne: - działają pod wpływem zmiany parametrów pola magnetycznego, gdy znajdzie się w nim przypadkowy element metalowy np. na rzędzie stosowane przy rozbrajaniu miny. Zmiana parametrów pola magnetycznego powoduje uruchomienie urządzenia przekaźnikowo-wykonawczego zwierającego styki obwodu elektrycznego.

Podane przykłady konstrukcyjnego rozwiązania urządzeń nierozbrajalności i nieusuwalności nie wyczerpują wszystkich możliwych konstrukcji. Różnorodność konstrukcji tych urządzeń wpływa stąd, że praktycznie do ich uruchomienia można wykonać wszystkie operacje związane z rozbrajaniem lub usuwaniem min. Uruchomienie urządzenia nierozbrajalności lub nieusuwalności wywołuje wybuch miny, względnie oddzielnego ładunku MW, przeznaczonego do zniszczenia konstrukcji miny.

---

#### 4. TECHNICZNE SPOSOBY I ŚRODKI ROZPOZNANIA MIN JĄDROWYCH

##### 4.1. Lokalizacja min jądrowych sposobami i środkami rozpoznania powietrznego

Rozpoznanie powietrzne jest zasadniczym rodzajem rozpoznania, pozwalającym ogólnie zlokalizować rejony zapór jądrowych oraz orientacyjnie ustalić rozmieszczenie min jądrowych. Identyfikacja przedsięwzięć nieprzyjaciela związanych z budową zapór jądrowych jest możliwa tylko w warunkach, gdy rozpoznanie powietrzne będzie prowadzone z dużym nasileniem i w sposób ciągły. Szczególnie ciągłość rozpoznania powietrznego prowadzonego różnymi dostępnymi sposobami daje możliwość wczesnego uchwycenia oznak stosowania przez nieprzyjaciela zapór jądrowych.

Do stosowanych obecnie sposobów rozpoznania powietrznego zaliczamy: obserwację wzrokową, fotografowanie lotnicze i wykrywanie środkami radioelektronicznymi.

Obserwacja wzrokowa pozwala załodze samolotu /śmigłowca/ na przeszukanie dużych rejonów i natychmiastowe przekazanie danych. Jednakże obserwacja wzrokowa umożliwia w zasadzie tylko uzyskanie ogólnych danych o wojskach nieprzyjaciela, obiektach i terenie, dlatego musi być uzupełniana innymi sposobami rozpoznania. Możliwości wzrokowego wykonania /identyfikacji/ obiektów z lecącego samolotu zależą od następujących czynników:

- wysokości i prędkości lotu;
- rodzaju, koloru i jaskrawości obiektu oraz tła /warunki fotometryczne/;
- sposobu maskowania obiektu;
- pory doby i przezroczystości powietrza;
- doświadczenia załogi.

Obserwacja wzrokowa będzie z reguły utrudniona z powodu dużego rozśrodkowywania prac związanych z budową zapór jądrowych oraz dobrze zamaskowanych miejsc ustawienia min. Obok wymienionych czynników poważny wpływ na obserwację wzrokową ma również prędkość lotu samolotu. Odległości wzrokowego wykrywania niektórych obiektów z samolotu myśliwskiego lecącego z prędkością 900 km/godz. przedstawiono w tabeli 4.1. opracowanej na podstawie danych z doświadczeń poligonowych.

Tabela 4. 1.

Nazwa obiektu	Odległość wykrycia /km/		
	odległość identyfikacji /km/		
	H=100 m	H=300 m	H=1000 m
Czołgi, transportery, samochody w otwartym terenie	$\frac{5-6}{1-2}$	$\frac{5-7}{2-3}$	$\frac{9}{4-5}$
Czołgi, transportery, samochody w ukryciach /okopach/	$\frac{5-}{1-2}$	$\frac{6-7}{2-3}$	$\frac{7-8}{3-4}$
Artyleria plot na stanowiskach i obiekty zamaskowane	n a d o c e l e m		

Z powyższej tabeli wynika, że na identyfikację nawet nie zamaskowanego obiektu załogę samolotu pozostaje nie więcej jak kilkadziesiąt sekund czasu.

Uzyskanie bardziej wiarygodnych i obiektywnych danych rozpoznawczych zapewni fotografowanie lotnicze. Fotografowanie lotnicze pozwala porównywać i ustalać zmiany zachodzące w rozpoznawanych rejonach /przez powtórne fotografowanie/ oraz uzyskiwać dokładne dane, co do wymiarów i położenia rozpoznawanych obiektów.

Fotografowanie lotnicze dzieli się:

rodzaje: dzienne i nocne;

- ze względu na położenie osi optycznej lotniczego aparatu fotograficznego w momencie ekspozycji, na: pionowe i skośne;
- ze względu na ilość zdjęć potrzebnych do pokrycia fotografowanego terenu, na: pojedyncze, trasowe i powierzone;
- ze względu na stosowane materiały fotograficzne, na : czarno-białe, barwne oraz wykonywane w świetle widzialnym i w podczerwieni.

Dla celów rozpoznawczych szczególne znaczenie ma fotografowanie w podczerwieni, posiadające przewagę nad fotografowaniem w świetle widzialnym, gdyż umożliwia wykrycie obiektów zamaskowanych, nierozpoznawalnych na zwykłych zdjęciach. Urzą-

dzenia i technologie obecnie stosowane przy fotografowaniu lotniczym pozwalają na identyfikację obiektów nawet o wymiarach rzędu kilkudziesięciu centymetrów.

Zadowolające rezultaty identyfikacji, szczególnie takich przedsięwzięć i obiektów jak zapory jądrowe, można uzyskać w wyniku interpretacji różnych rodzajów zdjęć lotniczych tego samego terenu okresowo powtarzalnych.

Ostatnio w rozpoznaniu powietrznym coraz szerzej są stosowane urządzenia radioelektroniczne. Przydatność tych urządzeń, szczególnie do rozpoznawania małych obiektów, jest jeszcze niezadawalająca. Przewiduje się jednak, że dzięki szybkiemu rozwojowi elektroniki, urządzenia te będą doskonalone i w niedalekiej przyszłości pozwolą na uzyskanie efektów zbliżonych do tych, jakie obecnie osiąga się za pomocą fotografowania lotniczego, lecz bez względu na warunki widoczności.

Wykrycie i zlokalizowanie w wyniku rozpoznania powietrznego przedsięwzięć związanych ze stosowaniem przez nieprzyjaciela zapór jądrowych umożliwi organizację bezpośredniego rozpoznania miejsc ustawiania min jądrowych, siłami wydzielonych grup /patroli/ rozpoznawczych.

#### 4.2. Charakterystyka i zakres stosowania urządzeń technicznych w bezpośrednim rozpoznaniu min jądrowych

Grupy i patrole rozpoznawcze prowadząc bezpośrednio oględziny prawdopodobnych miejsc ustawienia min jądrowych mogą stosować techniczne urządzenia rozpoznawcze, jak elektromagnetyczne detektory metali promieniowania radioaktywnego.

Do elektromagnetycznych detektorów metali należą znajdujące się aktualnie w wyposażeniu wojsk inżynieryjnych wykrywacze min W-3-P i W-4-P. Za pomocą tych wykrywaczy można zlokalizować dowolny przedmiot metalowy znajdujący się w gruncie lub w wodzie. Głębokości wykrywania przedmiotów metalowych za pomocą wymienionych typów wykrywaczy min przedstawia tabela 4.2.

Tabela 4.2.

Wykrywany przedmiot	Głębokość wykrywania/m/	
	W-3-P	W-4-P
Zapalnik metalowy MUV	0,1	0,1
Mina TM-53	0,4	0,8
Pocisk kalibru 150 mm	0,5	1,0

Z powyższego zestawienia wynika, że głębokość wykrywania przedmiotów metalowych za pomocą wykrywaczy min jest stosunkowo niewielka, szczególnie w odniesieniu do min jądrowych, które mogą być zakładane na głębokościach do 15 m. Dlatego do rozpoznania min jądrowych obok wymienionych wykrywaczy, należy stosować dodatkowo różnorodne urządzenia mechaniczne w postaci macek głębinowych, świderów itp.

Za pomocą wykrywaczy min, jak również urządzeń mechanicznych, nie można jednak odróżnić, zarówno w gruncie jak i w wodzie, min jądrowych od innych przedmiotów np. amunicji klasycznej. Dlatego istotnym zadaniem jest, aby wśród różnych typów bomb lotniczych i pocisków artyleryjskich wykryć amunicję jądrową.

Amunicję jądrową, w tym również miny, których nie można zidentyfikować przez oględziny bezpośrednie, należy sprawdzać za pomocą radiometrów rejestrujących intensywność promieniowania gamma.

Możliwość pomiaru promieniotwórczości gamma zależy od jego intensywności i czułości urządzeń pomiarowych. Oczywiście jest, że promieniotwórczość gamma będzie silnie osłabiana zarówno przez osłonę ładunku jądrowego zastosowaną w minie, jak również grunt czy inny ośrodek, w którym mina jest ustawiona. Stopień tego osłabienia zależy od grubości i fizycznych właściwości materiału osłony ładunku jądrowego. Dawką promieniowania gamma w pobliżu osłony /powłoki, warstwy ochronnej/ o grubości  $h$  określa się według wzoru

$$D_h = \frac{D_0}{2 \frac{h}{d \mu}}$$

gdzie:  $D_0$  - dawka promieniowania przed osłoną;

$d \mu$  - grubość warstwy połowicznego osłabienia promieniowania gamma w danym materiale osłony.

Grubość warstwy połowicznego osłabienia zależy głównie od gęstości danego materiału. W przybliżeniu można ją określić według wzoru:

$$d \mu = \frac{23}{\rho}$$

Jeżeli ładunek jądrowy znajduje się w ośrodku warstwowym, złożonym z warstw materiałów o różnych właściwościach /np. stal, beton, grunt/, wartość połowicznego osłabienia promieniowa - nia gamma sprowadza się do wartości  $d_{\gamma}$  charakterystycznej dla gruntu, mnożąc grubość warstw innych materiałów przez współczynnik  $k_z$ .

Grubość warstw połowicznego osłabienia promieniowania  $d$  charakterystycznych dla niektórych materiałów oraz wartości współczynnika  $k_z$  przedstawiono w tabeli 4.3.

Tabela 4.3.

Materiał	Gęstość /G/cm <sup>3</sup> /	Warstwa $d_{\gamma}$ /cm/	Współczynnik $k_z$
Ołów	11,3	2	7,1
Stal	7,8	3	4,7
Beton	2,3	10	1,4
Grunt	1,6	14	1,0
Woda	1,0	20	0,7

Na większych odległościach od ładunku jądrowego osłabienie promieniowania gamma określa się według wzoru w postaci:

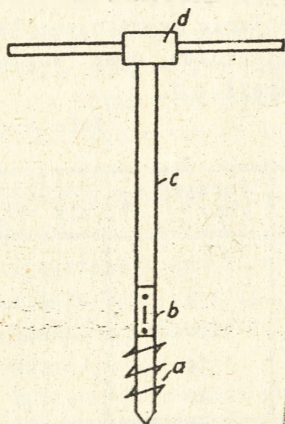
$$D_h = D_0 e^{-\mu h}$$

gdzie:  $\mu$  - liniowy współczynnik osłabienia promieniowania.

Przy warstwie gruntu o grubości  $h = 50$  cm,  $\mu = 3$ , a przy warstwie  $h = 100$  cm,  $\mu = 6$ . Wartość dawki promieniowania gamma po przejściu przez te warstwy gruntu wynosi odpowiednio 10 i 5% w porównaniu z dawką występującą na powierzchni kadłuba ładunku jądrowego. Po przejściu warstwy gruntu o grubości 3m, wartość dawki promieniowania zmniejsza się ponad 4 miliony razy.

Tak więc, gdy mina jądrowa będzie ustawiona pod warstwą gruntu o grubości kilku metrów stopień osłabienia promieniowania gamma będzie tak duży, że na powierzchni jego pomiar, nawet bardzo czułymi urządzeniami, będzie wręcz niemożliwy. Fakt ten wskazuje, że w wypadku wykrycia pod większą warstwą gruntu,

np. za pomocą macki głębinowej, niezidentyfikowanego przedmiotu znajdzie konieczność zdjęcia tej warstwy /co jest jednak niezmiernie pracochłonne/ lub zastosowania urządzenia pozwalającego na zbliżenie czujnika radiometru do rozpoznawanego przedmiotu.



Rys. 4.1. Schemat ideowy świdra wyposażonego w radiometr promieniowania gamma :  
 a/ przenośnik ślimakowy;  
 b/ czujnik radiometru;  
 c/ pręt świdra o przekroju rurowym;  
 d/ wskaźnik promieniowania.

Urządzeniem takim może być np. świder wyposażony w radiometr promieniowania gamma /rys. 4.1./. Użycie takiego świdra umożliwiłoby zbliżenie czujnika radiometru do ewentualnego źródła jądrowego na odległość nieprzekraczającą 30 cm, gwarantującą pozytywny wynik pomiaru.

Bezpośrednie wykrywanie min jądrowych oraz ich identyfikacja jest więc procesem złożonym, wymagającym zebrania szeregu danych, których ustalenie wymaga użycia wielu urządzeń mechanicznych i elektronicznych, stosowanych zarówno w powszechnym rozpoznaniu inżynierskim, jak i zupełnie nowych, przeznaczonych wyłącznie do rozpoznania min jądrowych.

### 5. TECHNICZNE ŚRODKI I SPOSOBY UNIESZKODLIWIANIA I LIKWIDACJI MIN JĄDROWYCH

#### 5.1. Ogólna charakterystyka sposobów zakłóceń systemów kie- rowania wybuchami min jądrowych

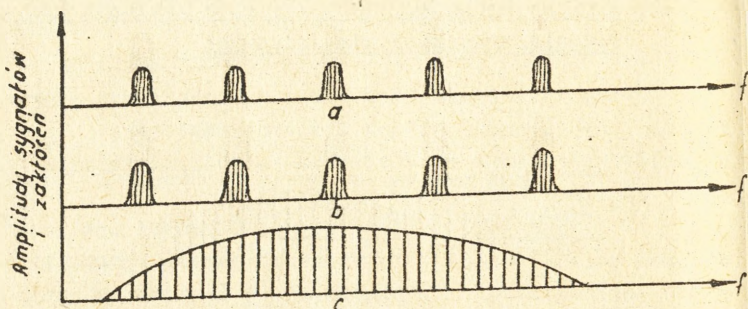
Przeciwdziałanie kierowaniu wybuchami min jądrowych mo-  
że się odbywać przez czynne i bierne zakłócanie radiowych  
sygnałów kierowania oraz niszczenie różnymi metodami odbior-  
czych systemów kierowania wybuchami.

a/ Czynne zakłócenia radiowe. Czynnymi zakłóceniami ra-  
diowymi są zakłócenia wytwarzane za pomocą specjalnych nadaj-  
ników zakłócających. W zależności od charakteru widma promie-  
niowanych sygnałów zakłócających, zakłócenia mogą być: nacelo-  
wane /dostrajane/ lub zaporowe.

Nacelowane zakłócenia radiowe wytwarzane są w stosunko-  
wo wąskim paśmie częstotliwości, które z reguły jest niezna-  
cznie szersze od pasma przepuszczania odbiornika zakłócanego  
urządzenia radiowego. Dzięki temu można stosować w tym wypad-  
ku nadajniki zakłócające o stosunkowo niewielkiej mocy. Jed-  
nakże różnorodność urządzeń, jakie mogą być stosowane przez  
przeciwnika do radiowego kierowania wybuchami min jądrowych  
oraz brak danych odnośnie parametrów sygnałów kierowania, wy-  
nagają będzie stosowania zakłóceń w szerokim paśmie częstotli-  
wości tzw. zaporowych, zdolnych do zakłócenia urządzeń pracu-  
jących na różnych częstotliwościach.

Zakłócenia zaporowe nie wymagają dokładnego pokrywania  
się częstotliwości nadajnika zakłóceń z częstotliwością sygna-  
łu zakłócanego urządzenia radiowego. W ogóle w celu wytworze-  
nia tego rodzaju zakłócenia nie jest wymagana znajomość wielu  
parametrów środków radioelektronicznych, które mają być zakłó-  
cane.

Wadą jednakże zakłóceń zaporowych jest to, że w miarę rozsze-  
rzenia widma częstotliwości sygnałów zakłócających, przy nie-  
zmiennej mocy nadajnika, maleje gęstość mocy zakłócania. Aby  
wytworzyć gęstość mocy zakłócania, wystarczającą do zakłóce-  
nia pracy urządzeń radioelektronicznych przeciwnika, nadajni-  
ki zakłóceń zaporowych powinny mieć bardzo dużą moc całkowitą  
promieniowania. Fakt ten w znacznym stopniu komplikuje kon -



Rys.5.1. Porównanie sygnałów zakłóceń nacełowanych i zaporowych: a/ widmo częstotliwości rbcocznych urządzenia kierowania radiowego; b/ widmo zakłóceń nacełowanych c/ widmo zakłóceń zaporowych

strukcję aparatury, jak również zwiększa ciężar i wymiary stacji wytwarzającej zakłócenia zaporowe.

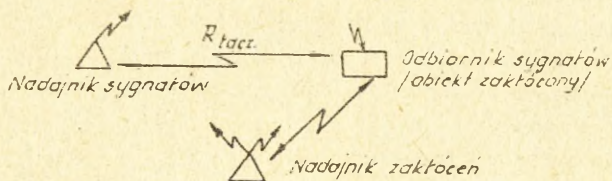
Minimalna wartość stosunku mocy sygnału zakłócającego do mocy sygnału kierowania, przy którym jest jeszcze zapewniony żądany stopień zakłócenia urządzenia radioelektronicznego, nazywany jest współczynnikiem zakłócenia  $K_z$ . Zakłócenie może być uznane za skuteczne, gdy spełniony jest warunek

$$\left( \frac{P_z}{P_s} \right)_{we} \geq K_z$$

gdzie:  $P_z$  wej - moc sygnału zakłócającego na wejściu urządzenia odbiorczego;

$P_s$  wej - moc sygnału użytecznego na wejściu urządzenia odbiorczego.

Współczynnik  $K_z$  zależy od rodzaju zakłócenia. Ogólnie przyjmuje się, że skuteczność zakłócenia zapewniona jest przy wartościach  $K_z = 1,0 - 1,4$ .



Rys.5.2. Schemat zakłóceń łączności radiowej

Moc nadajnika zakłóceń  $P_{nz}$  niezbędną do zakłóceń linii łączności przy danym rozstawieniu środków łączności /rys.5.2./ można określić według wzoru:

$$P_{nz} = K_z \cdot P_{ns} \left( \frac{R_z}{R_{\text{łącz}}} \right)^5$$

gdzie:  $P_{ns}$  - moc nadajnika sygnałów kierowania;

$R_{\text{łącz}}$  - zasięg łączności radiowej;

$R_z$  - zasięg zakłócania.

Pełna skuteczność oddziaływania czynnego zakłócania radiowego na systemy kierowania wybuchami min jądrowych może zostać osiągnięta tylko wówczas, gdy zostanie użyty do tego celu odpowiedni sprzęt oraz, gdy zakłócenia będą realizowane w sposób ciągle od chwili rozpoczęcia działań w rejonie przewidywanego rozmieszczenia min jądrowych do momentu ich likwidacji.

b/ Bierne zakłócenia radiowe. Bierny sposób zakłócania polega na ekranowaniu fal radiowych celem przeszkodzenia w ich odbiorze. Wytwarzanie zakłóceń biernych opiera się na zjawisku rozpraszania fal radiowych przez różne powierzchnie odbijające lub ich pochłanianiu. Służą do tego celu wykonane z różnych materiałów /metal, tworzyw sztucznych/ osłony w postaci mat. Ciężar takich mat waha się w granicach 2-6 kg/m<sup>2</sup>. Niektóre rodzaje osłon pochłaniają do 99% padającej energii w stosunkowo szerokim zakresie fal radiowych. Do osłon takich można zaliczyć i pokrycia wielowarstwowe o różnej strukturze, pokrycia z pnieństego włókna szklanego inne.

Częściowy efekt biernego zakłócenia fal radiowych można uzyskać między innymi przez zastosowanie siatki metalowej, po-

siadającej oczka o wymiarach 0,5 długości fal. Oczywiście, warunkiem stosowania tego sposobu zakłóceń jest dokładna znajomość parametrów fal radiowych wykorzystywanych przez przeciwnika do kierowania wybuchami min oraz posiadanie odpowiedniego asortymentu siatek.

Ogólnie można stwierdzić, że stosowanie różnego rodzaju osłon pochłaniających lub odbijających fale radiowe jest możliwe dopiero wówczas, gdy zostanie zlokalizowane miejsce ustawienia miny, a szczególnie rozmieszczenie radiowego urządzenia odbiorczego. Rozpostarte nad urządzeniem odbiorczym osłony mogą zakłócić odbiór sygnałów radiowych, a więc zapobiec wybuchowi, podczas przygotowywania miny do zniszczenia lub usunięcia.

## 5.2. Niszczenie instalacji odbiorczego systemu kierowania wybuchami

Instalacje i urządzenia wchodzące w skład odbiorczego systemu kierowania wybuchami mogą być uszkodzane lub niszczone mechanicznie, za pomocą ładunków materiału wybuchowego lub za pomocą środków termicznych np. napalmu.

Mechaniczne unieszkodliwianie, uszkodzanie lub niszczenie odbiorczych urządzeń przewodowego względnie radiowego systemu kierowania może być dokonane przez odłączenie lub zniszczenie anten, przecięcie przewodów elektrycznych lub uszkodzenie urządzeń odbiorczo-deszyfrujących. Podobnie można niszczyć te urządzenia przez wysadzanie niedużych ładunków materiału wybuchowego /200-400 G kostek trotylu/.

Jednym z bardziej skutecznych sposobów niszczenia urządzeń odbiorczego systemu kierowania wybuchami, w tym również gdy nie zostaną wykryte wszystkie elementy tych urządzeń, może być spalenie ich za pomocą środków termicznych. Do środków termicznych zaliczamy różnego rodzaju mieszaniny zawierające składniki palne i utleniające jak np. termit glinowo-żelazowy oraz napalm. Temperatura palenia się środków termicznych może dochodzić do 3000°C.

Stosowanie wszystkich wymienionych sposobów niszczenia urządzeń i instalacji odbiorczego systemu kierowania wybuchami wiąże się z ryzykiem spowodowania zadziałania urządzeń nie -

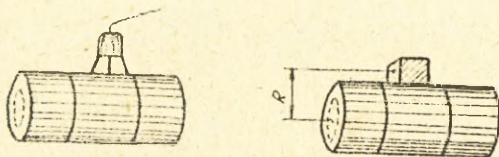
rozbrajalsności lub nieusuwalności /rozdział 3.5./, a tym samym wywołania wybuchu miny jądrowej.

### 5.3. Likwidacja min jądrowych sposobami minerskimi

Zasadniczym sposobem zapobiegania wybuchowi min jądrowych jest ich likwidacja sposobem wybuchowym. Celowość stosowania minerskich sposobów likwidacji amunicji jądrowej, a więc również min jądrowych, uzasadnia się tym, że amunicja ta charakteryzuje się skomplikowaną konstrukcją, przy której dla wyzwolenia niezbędnej energii inicjującej wybuch jądrowy konieczne jest wprost idealne zadziałanie wszystkich elementów. Wybuch jądrowy następuje tylko w warunkach, gdy dokonane zostanie precyzyjne zadziałanie na materiał rozszczepialny, gwarantujące osiową lub sferyczną symetrię. Dlatego też jest mało prawdopodobne aby nastąpiło wyzwolenie się energii jądrowej w wyniku przypadkowego wybuchu kruszącego ładunku materiału wybuchowego.

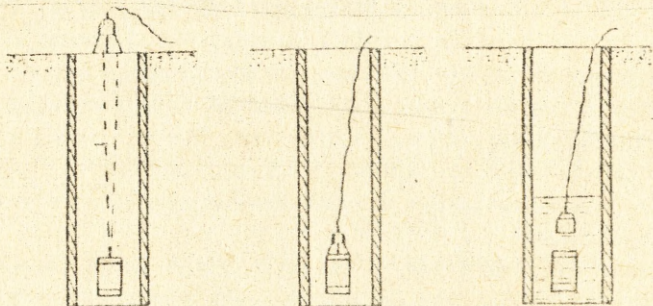
Do likwidacji min jądrowych ustawionych na powierzchni ziemi lub w miejscach dostępnych, pozwalających na bezpieczne założenie ładunku MW na minie, stosuje się z zasady ładunki kumulacyjne lub ewentualnie zwykłe /rys. 5.3./.

Miny jądrowe typu implozyjnego likwiduje się kumulacyjnymi lub zwykłymi ładunkami skupionymi rozmieszczonymi nad powłokami ładunków jądrowych.



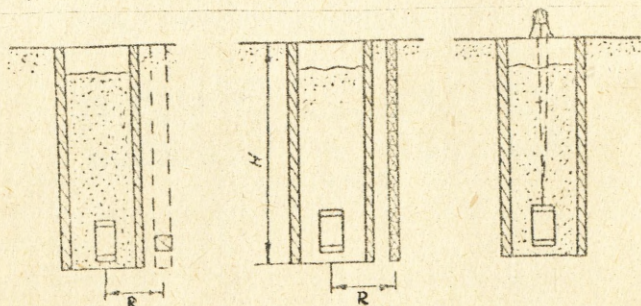
Rys. 5.3. Ułożenie ładunków MW na kadłubach min jądrowych

Miny jądrowe typu lufowego likwiduje się kumulacyjnymi lub zwykłymi ładunkami wydłużonymi i skupionymi. W wypadku stosowania ładunków skupionych umieszcza się je między ruchomą a nieruchomą częścią ładunku jądrowego. Miejsce położenia poszczególnych części ładunku jądrowego można ustalić za pomocą przyrządu radiometrycznego przez pomiar intensywności promieniowania gamma na powierzchni kadłuba miny. W wypadku niemożliwości ustalenia położenia mas ładunku jądrowego, ładunki MW rozmieszcza się pośrodku kadłuba miny.



Rys. 5.4. Sposoby umieszczania ładunków MW przy likwidacji min jądrowych ustawionych w komorach minowych

Miny jądrowe ustawione w komorach minowych z uszczelnieniem mogą być likwidowane skupionymi ładunkami kumulacyjnymi tak dobranymi, aby osiągnąć przebicie uszczelnienia i zniszczenie miny, bądź zwykłymi ładunkami wydłużonymi /skupionymi/ zakładanymi w otworach wykonanych obok komory minowej/rys.5.5./.



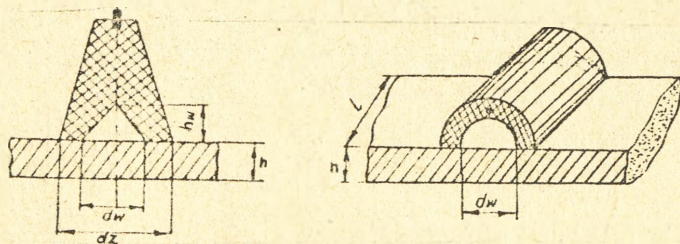
Rys.5.5. Sposoby umieszczania ładunków MW przy likwidacji min jądrowych ustawionych w komorach minowych z uszczelnieniem

Charakterystykę ładunków kumulacyjnych znajdujących się w wyposażeniu wojsk inżynierskich, mogących znaleźć zastosowanie przy niszczeniu min jądrowych, przedstawiono w tabeli 5.1.

Tabela 5.1.

Charakterystyka ładunku	Ładunek kumulacyjny	
	MLK	LK-2
Ciężar ładunku MF /kg/	0,4	9,0
Przebijalność /mm/:-		
- płyta pancerna	160	350
- beton /żelazobeton/	500	1300
- mur kamienny	800	2000

Spśród ładunków przygotowywanych bezpośrednio na polu walki dla przeprowadzenia likwidacji amunicji jądrowej, najbardziej ekonomiczne i efektywne są ładunki wykonywane z plastycznego materiału wybuchowego /rys. 5.6./.



Rys. 5.6. Ładunki kumulacyjne z plastycznego materiału wybuchowego: a/ skupiony, b/ wydłużony

Ciężar i kształt skupionego ładunku kumulacyjnego z plastycznego materiału wybuchowego oblicza się według wzorów:

- ciężar ładunku

$$t = 2.5h [G]$$

- średnica wgłębienia kumulacyjnego /stożkowego/

$$d_w = 1.25h [cm]$$

- wysokość wgłębienia kumulacyjnego

$$h_w = 1.1h \text{ [cm]}$$

- średnica ładunku u podstawy

$$d_z = 1.3 d_w \text{ [cm]}$$

gdzie: h - grubość przebijanego elementu /połowa średnicy miny jądrowej /w cm/.

Przy obliczaniu ciężaru i kształtu wydłużonego ładunku kumulacyjnego można posłużyć się wzorami:

- ciężar ładunku

$$\xi = 10 h \cdot l \text{ [G]}$$

- średnica wgłębienia kumulacyjnego /półcylicyndrycznego/

$$d_w = 1.5 h \text{ [cm]}$$

gdzie: h - grubość przebijanego elementu /połowa średnicy miny jądrowej /w cm/;

l - długość przebijanego elementu w cm.

Zwykle ładunki do niszczenia komór minowych i likwidacji umieszczonych w nich min jądrowych, wykonuje się z trotylu. Ciężary tych ładunków oblicza się według wzorów:

- ciężar ładunku skupionego

$$\xi = 13 R^3 \text{ [kG]}$$

- ciężar ładunku wydłużonego /uszczelnionego - rys. 5.6/

$$\xi = 5R (H + 0.5) \text{ [kG]}$$

gdzie: R - odległość od osi ładunku do środka miny jądrowej w m;

H - głębokość ustawienia miny jądrowej w m.

Uwzględniając fakt, że przy likwidacji amunicji jądrowej ładunkami MW może w niektórych wypadkach nastąpić wybuch jądro-  
drowy, do wysadzania tych ładunków należy stosować zapalniki opóźnionego działania, lub elektryczny sposób zapalania, umożliwiający grupie likwidacyjnej odejście na bezpieczną odległość.

CHARAKTERYSTYKA NIEKTÓRYCH MIN JADROWYCH WOJSK NATO

lp.	Typ miny jądrowej	Moc ładunku /kt/	Typ ładunku jądrowego	Ciepota miny /Kcal/	Spósob wywołania wybuchu	Czas zwłoki wybuchu minimalny	Sposób ustalenia miny /któregoś/
1	M 129 SADM	0,02	implozyjny	27	niekierowany	7 min.	w gruncie lub pod wodą na głębokości do 2 m
2	M 55 TADM	0,5	implozyjny	400	niekierowany lub kierowany: - przewodowy do 8 km - radiowy do 16 km	7 min.	w gruncie do 1,5 m w wodzie do 15,5 m
3	M 50 ADC	1,0	lufowy	77	niekierowany	30 min.	w gruncie lub pod wodą na głębokości do 1 m
4	M 127 MADM	0,75; 2,45; 11,0	implozyjny	136	niekierowany lub kierowany: - przewodowy do 8 km - radiowy do 16 km	7 min.	w gruncie lub pod wodą
5	M 125 HADM	3,0; 10,0; 30,0	implozyjny	680	niekontaktowy lub kierowany: - przewodowy do 8 km - radiowy do 16 km	7 min.	w gruncie
6	M 59 ADM	0,09; 0,5; 2,5; 9,0; 27,0; 28; 47,0	implozyjny	771	niekierowany lub kierowany: - przewodowy do 8 km	15 min.	w gruncie /do 17°/

Oznaczenia przyjęte w armii USA:

- ADC - Jądrowy ładunek wybuchowy;
- ADM - Jądrowa amunicja wybuchowa;
- SADM - specjalna amunicja wybuchowa;
- TADM - taktyczna jądrowa amunicja wybuchowa;
- MADM - średnia jądrowa amunicja wybuchowa;
- HADM - ciężka jądrowa amunicja wybuchowa.

Czas przygotowania miny jądrowej w poszczególnej stopniach gotowości bojowej w minutach:

Typy miny jądrowej	Stopień gotowości			
	I	II	III	IV
M 129	-	-	-	1
M 55	120	30	5	5
M 50	60	5	5	-
M 127	120	45	10	5
M 125	120	45	10	5
M 59	60	20	10	5

Wykaz literatury:

1. Broń jądrowa. MON - 1963 r.
2. Rozpoznanie i pokonywanie zapór jądrowych. MON - 1968 r.
3. Zastosowanie zapór jądrowych oraz warunki pokonywania za -  
pór i niszczeń jądrowych. MON - 1967 r.
4. Instrukcja o pracach minerskich i niszczeniach. MON-1964 r.
5. Instrukcja o zakładaniu i pokonywaniu zapór minowych.  
MON - 1966 r.
6. A. PALIJ. Wojna radiowa. MON - 1966 r.
7. Fotografia na polu walki. MON - 1966 r.
8. J. CIEŚLA, J. MALTOWSKI. Morska broń minowa. MON - 1969 r.
9. B. HUKAŁO, J. MAKAREWICZ. Zasady obliczania ładunków do  
wykonywania przejść w zaporach minowych na lądzie i w wo-  
dzie. WAT - 1964 r.

Wyk. w 80 egz.

Egz. nr 1-80-bibl.tajna

Wyk. ppik HUKAŁO

ppik MAKAREWICZ

Druk JD, dn. 27.7.71 r.

nr ks. 0920/01545/WW.

brudn. 013744.

Kor. HW

