



39

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH
KATEDRA TAKTYKI WOJSK CHEMICZNYCH

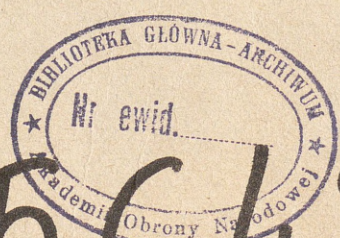
JAWNE
POUFNE
Egz. Nr **3**



Płk dr Jan RABAN
Płk doc. dr hab. inż. Jan PIĘTA

**ZAŁOŻENIA TAKTYCZNO-TECHNICZNE OBRONY
LOTNISKA STAŁEGO PRZED BRONIĄ NEUTRONOWĄ**

Praca studyjna



55647

WARSZAWA

1984



39

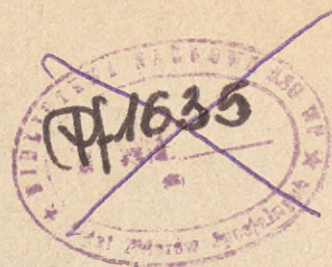
AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

**WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH
KATEDRA TAKTYKI WOJSK CHEMICZNYCH**

JAWNE

POUFNE

Egz. Nr **3**



**Płk dr Jan RABAN
Płk doc. dr hab. inż. Jan PIĘTA**

**ZAŁOŻENIA TAKTYCZNO-TECHNICZNE OBRONY
LOTNISKA STAŁEGO PRZED BRONIĄ NEUTRONOWĄ**

Praca studyjna



55647

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO WP

WYDZIAŁ WOJSK LĄDOWYCH

KATEDRA TAKTYKI WOJSK CHEMICZNYCH



JAWNE

~~PODTYPE~~

Egz.nr 100. 3



plk dr Jan RABAN

plk doc.dr hab.inż. Jan PIĘTA *Archiwum*

ZAŁOŻENIA TAKTYCZNO-TECHNICZNE OBRONY

LOTNISKA STAŁEGO PRZED BRONIĄ NEUTRONOWĄ

Praca studyjna

*Przebadanie
na "JAWNE"
27.03.2003*

ppłk W. I. I. I.

	str.
WSTĘP.....	4
1. CHARAKTERYSTYKA WŁAŚCIWOŚCI RAŻĄCYCH BRONI NEUTRONOWEJ ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM DZIAŁANIA JEJ NA OBIEKTY I URZĄDZENIA LOTNICZE.....	8
1.1. Charakterystyka ogólna broni neutronowej.....	8
1.2. Działanie wybuchu ładunku neutronowego na ludzi.....	18
1.3. Działanie wybuchu ładunku neutronowego na sprzęt i zapasy materiałowe.....	21
1.4. Działanie wybuchu ładunku neutronowego na typowe obiekty znajdujące się na lotnisku.....	26
1.5. Wnioski	29
2. OCENA ZAGROŻENIA LOTNISK STAŁYCH BRONIĄ NEUTRONOWĄ W EWENTUALNEJ WOJNIE	31
2.1. Wprowadzenie	31
2.2. Możliwości rażenia bronią neutronową lotnisk stałych	31
2.3. Przewidywana skuteczność porażenia bronią neutronową podstawowych elementów lotniska stałego	43
2.4. Wnioski.....	47
3. OCHRONA PRZED BRONIĄ NEUTRONOWĄ LUDZI, SPRZĘTU I OBIEKTÓW NA LOTNISKACH	49
3.1. Zasady ogólne ochrony przed bronią neutronową	49
3.2. Ochrona przed bronią neutronową ludzi	61
3.3. Ochrona przed bronią neutronową sprzętu i zapasów materiałowych	81
3.4. Ochrona przed bronią neutronową typowych obiektów znajdujących się na lotnisku	84
3.5. Wnioski	85

4. PRZEWIDYWANA ORGANIZACJA PRZEDSIĘWZIĘĆ OBRONY PRZED BRONIĄ MASOWEGO RAŻENIA NA LOTNISKU W WARUNKACH UŻYCIA BRONI NEUTRONOWEJ	88
4.1. Wprowadzenie	88
4.2. Rozsrodkowanie wojsk i obiektów oraz ich maskowanie	89
4.3. Okresowa zmiana rejonów rozmieszczenia	89
4.4. Inżynieryjna rozbudowa rejonów i przygotowanie dróg manewru	90
4.5. Prognozowanie stref /rejonów/ porażenia, skażenia, zniszczenia i pożarów	90
4.6. Powiadamianie wojsk o skażeniach	91
4.7. Wykorzystanie indywidualnych środków ochrony przed skażeniami oraz właściwości ochronnych sprzętu	91
4.8. Rozpoznanie skażenia w rejonach uderzeń neutronowych	92
4.9. Zapewnienie ludziom ochrony podczas działań w terenie skażonym	93
4.10. Kontrola napromienienia i stopnia skażenia	95
4.11. Zabiegi profilaktyczne	96
4.12. Likwidacja skutków użycia broni neutronowej	97
4.13. Zaopatrywanie wojsk w środki ochronne	100
4.14. Wnioski	100
WNIOSKI KOŃCOWE	103
BIBLIOGRAFIA	105

WSTĘP

Realne i wciąż rosnące zagrożenie ze strony potencjalnego przeciwnika - państw NATO obejmuje, zarówno w skali globalnej jak i europejskiego teatru wojny, możliwość ataku bronią jądrową na państwa naszego obronnego sojuszu - Układu Warszawskiego. W zestawie śmiertelnych i niszczących środków masowego rażenia u nieprzyjaciela występuje broń jądrowa trzeciej generacji - neutronowa. W niniejszym opracowaniu autorzy na podstawie znanych im faktów przedstawiają tę broń jako system broni /ładunki i środki przeniesienia do celu/, bezpośrednio zagrażający wojskom lotniczym bazującym na lotniskach stałych. Lotniska zostały potraktowane z operacyjnego punktu widzenia jako jeden z ważnych elementów w ugrupowaniu wojsk lotniczych, zaś szczegółowo - jako badany przedmiot obrony przed bronią neutronową. Praca studyjna składa się z czterech rozdziałów, w których przedstawiono zarówno problematykę teoretyczną broni neutronowej, jak też założenia taktyczno-techniczne dotyczące obrony lotnisk stałych przed tą bronią, a mogące służyć do podejmowania praktycznych przedsięwzięć ochronnych.

Rozdział pierwszy zawiera właściwości rażące broni neutronowej w stosunku do obiektów i urządzeń lotniczych. Przedstawiono je w oparciu o specyfikę działania wybuchu neutronowego na ludzi, sprzęt bojowy i obiekty terenowe. Stosunkowo obszernie scharakteryzowano broń neutronową jako odmianę broni jądrowej, która różni się od dotychczas znanych jej rodzajów. Działanie wybuchu ładunku neutronowego na ludzi rozpatrzone zostało pod kątem porażenia organizmu promieniowaniem przenikliwym, ono bowiem w głównej mierze decyduje o specyfice tej broni. Natomiast w części, dotyczącej działania broni neutronowej na sprzęt i zapasy materiałowe, na szczególną uwagę zasługuje tabela /2/ przedstawiająca promienie stref utra-

ty ich właściwości użytkowych. Różnią się one znacznie od stref rażenia zwykłym jądrowym ładunkiem rozszczepieniowym i najogólniej mówiąc, są mniejsze. Zasygnalizowane oddziaływanie promieniowania przenikliwego na sprzęt radioelektroniczny otwiera problem ochrony uzbrojenia i urządzeń elektronicznych samolotów bazujących na lotnisku, jako drugi pod względem ważności, po ochronie ludzi /załóg i personelu inżynieryjno-lotniczego/. Ogólny charakter rozważań dotyczących działania wybuchu neutronowego na typowe obiekty znajdujące się na lotnisku uzupełnia tabela /3/ promieni stref utraty właściwości użytkowych konkretnych obiektów na lotnisku stałym. Dane tam zawarte mogą służyć do określania wrażliwości dowolnych obiektów i w każdym punkcie lotniska, na porażenie wybuchem ładunku neutronowego.

W rozdziale drugim scharakteryzowano zagrożenie lotnisk stałych bronią neutronową nieprzyjaciela w ewentualnej wojnie. Wzięto przy tym pod uwagę jego środki przenoszenia broni neutronowej, którymi dysponuje na europejskim teatrze wojny oraz ich rozmieszczenie w stosunku do lotnisk stałych. Te środki przenoszenia broni neutronowej oraz ładunki do nich szczegółowo zostały opisane oraz wytypowano te, które najbardziej zagrażają, ze względu na donośność, lotniskom stałym wraz z bazującymi tam jednostkami lotnictwa. W części rozdziału, dotyczącej przewidywanej skuteczności porażenia bronią neutronową podstawowych elementów lotniska stałego, przedstawiona została wrażliwość na działanie rażących czynników wybuchu neutronowego takich obiektów jak: droga startowa, urządzenia nawigacyjne, magazyny materiałów pędnych i smarów, punkty składowania i elaboracji rakiet. Zasygnalizowane zostały sprawy ochrony przed promieniowaniem neutronowym ukrytych w schronach ludzi i samolotów.

Rozdział trzeci zawiera zasady, metody i sposoby ochrony przed bronią neutronową ludzi, sprzętu i środków materiałowych znajdujących się w schronach i innych obiektach na lotniskach, ze szczególnym uwzględnieniem podstawowego czynnika rażącego tej broni - promieniowania przenikliwego. Obszernie i szczegółowo opisane zostały właściwości osłonowe różnych materiałów osłabiających promieniowanie neutronowe w celu ochrony ludzi i sprzętu, głównie elektronicznego. Opisano i w tabelach /7 i 8/ scharakteryzowano właściwości ochronne przed promieniowaniem najczęściej spotykanych obiektów na lotniskach. Dane te zasługują na uwagę, ze względu na możliwość praktycznego wykorzystania metody obliczeń wymaganych grubości przeciwnutronowej warstwy stropowej obiektów zagłębionych w ziemi. Ponadto przedstawiono zostały wymagania dotyczące grubości warstw osłonowych schronów dla samolotów i ich załóg celem ochrony przed strumieniem neutronów, jak również wnioski w zakresie polepszenia ochrony personelu inżynieryjno-lotniczego.

W rozdziale czwartym przedstawiono właściwości organizacji i realizacji na lotnisku przedsięwzięć obrony przed bronią masowego rażenia /OPBMAR/ w warunkach użycia broni neutronowej. Postuluje się wyposażyć grupy analizy i oceny skutków użycia broni masowego rażenia w niezbędne materiały i pomoce do prognozowania rezultatów uderzeń neutronowych, zastosować wykładziny neutronowe w sprzęcie technicznym, na przykład w środkach transportowych lub ruchomych radiostacjach. W zakresie kontroli napromienienia stanu osobowego podkreśla się nowe wymagania, jakie broń neutronowa stawia przed sprzętem stosowanym do pomiaru dawek promieniowania, zaś w dziedzinie profilaktyki - przed medycyną w zakresie wyposażenia żołnierzy w skuteczniejsze preparaty przeciwpromienne.

W części rozdziału, dotyczącej zasad likwidacji skutków użycia broni neutronowej uwzględniona została specyfika rejonu porażenia neutronowego, różniącego się od innych rodzajem porażenia i strukturą strat ludzkich oraz skutkami działania wybuchu na sprzęt. W związku z tym przedstawiono zmiany zakresu prac ratunkowych, leczniczych i ewakuacyjnych.

Opracowanie zakończone zostało wnioskami, podsumowującymi przeprowadzone studia nad ochroną lotnisk przed bronią neutronową.

1. CHARAKTERYSTYKA WŁAŚCIWOŚCI RAŻĄCYCH BRONI NEUTRONOWEJ ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM DZIAŁANIA JEJ NA OBIEKTY I URZĄDZENIA LOTNICZE

1.1. Charakterystyka ogólna broni neutronowej

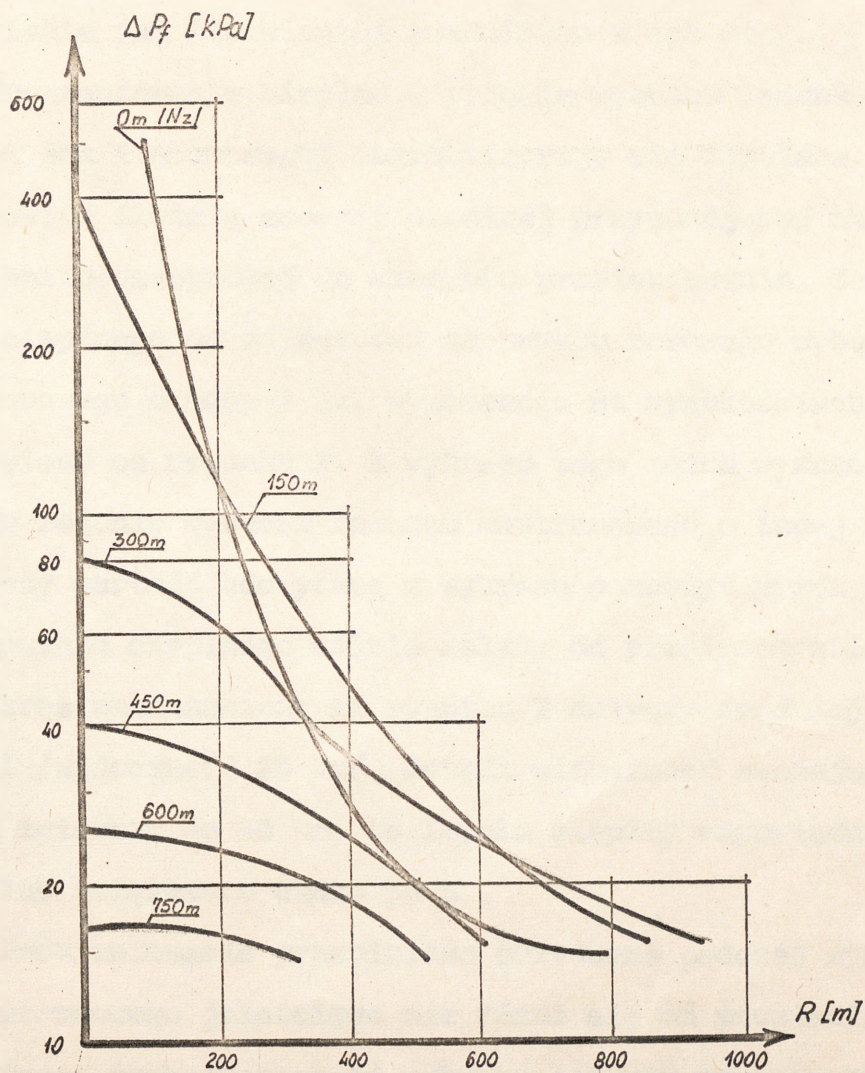
Broń neutronowa jest odmianą broni jądrowej małej mocy, która posiada szereg specyficznych cech odróżniających ją od dotychczas znanych rodzajów broni jądrowej. Cechy te dotyczą budowy i zasady działania ładunku neutronowego oraz zjawisk fizycznych i czynników rażących towarzyszących wybuchowi ładunku neutronowego. Decydują one o specyfice działania broni neutronowej na ludzi, sprzęt bojowy i obiekty terenowe. Warunkiem niezbędnym do wypracowania założeń taktyczno-technicznych obrony lotniska przed bronią neutronową jest wszechstronne poznanie parametrów techniczno-bojowych tej broni, a w szczególności jej działania na obiekty i urządzenia lotnicze. Niżej scharakteryzowane zostaną czynniki rażące broni neutronowej i określone w kategoriach ogólnych intensywności poszczególnych parametrów rażących jako funkcji odległości od wybuchu ładunku neutronowego. Na podstawie tych funkcji określony zostanie następnie zasięg oddziaływania poszczególnych czynników rażenia na ludzi i sprzęt znajdujący się na lotnisku oraz na urządzenia i obiekty lotniskowe.

W broni neutronowej wykorzystywana jest energia uzyskiwana z reakcji jądrowych. Podstawowym źródłem energii wyzwalamącej się podczas wybuchu ładunku neutronowego jest reakcja jądrowa syntezy-termojądrowa. Daje ona 90-95 % ogółu energii. Inicjowanie reakcji syntezy odbywa się ładunkiem rozszczepieniowym, którego wybuch daje pozostałe 5-10 % energii ogólnej. Całkowita ilość energii wyzwalamąca się w czasie wybuchu ładunku neutronowego jest równo-

ważna energii wyzwalającej się w czasie wybuchu od jednej do kilku kt TNT. Broń neutronowa jest więc bronią termojądrową zminiaturyzowaną, gdyż moc wybuchu ładunku neutronowego jest wielokrotnie mniejsza od mocy wybuchu ładunku termojądrowego w dotychczasowym rozumieniu tego terminu.

Wybuchowi ładunku neutronowego towarzyszą takie same zjawiska fizyczne, jakie obserwowane są podczas powietrznego wybuchu ładunku rozszczepieniowego małej mocy, tj. błysk, kula ognista, dźwięk i obłok pyłowy. Oznacza to, że czynnikami rażenia są również fala uderzeniowa, promieniowanie cieplne, promieniowanie przenikliwe i skażenie promieniotwórcze terenu. Podczas wybuchu ładunku neutronowego zupełnie inny jest rozkład energii na poszczególne czynniki rażenia niż przy powietrznym wybuchu ładunku rozszczepieniowego małej mocy. Znacznie mniej energii przypada na falę uderzeniową, promieniowanie cieplne i skażenie promieniotwórcze terenu, natomiast około dziesięciokrotnie więcej na promieniowanie przenikliwe.

Falę uderzeniową wybuchu ładunku neutronowego można scharakteryzować - analogicznie jak ładunków rozszczepieniowych /atomowych/ i termojądrowych - impulsem maksymalnego nadciśnienia czoła fali. Nadciśnienie to jest funkcją mocy, odległości od punktu zerowego i wysokości wybuchu. Na rysunku 1 przedstawiono zależność impulsu nadciśnienia fali uderzeniowej od odległości od wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1 kt, wykonanego na wysokościach 0 - 750 m nad ziemią. Nadciśnienie fali uderzeniowej w dowolnym punkcie pola rażenia w rejonach wybuchów ładunków neutronowych o innych mocach i wykonanych na innych wysokościach można wyznaczyć z wykresu zamieszczonego na rysunku korzystając jedno-



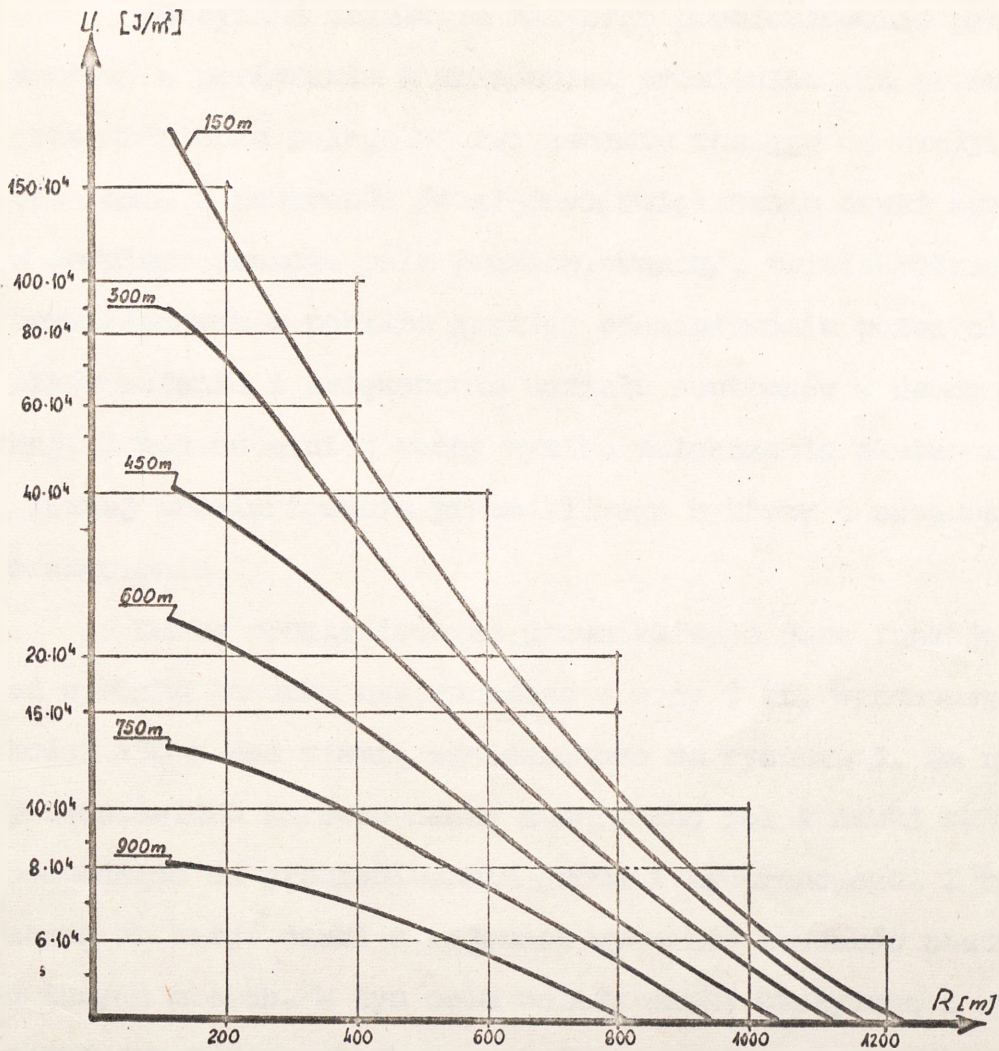
Rys. 1. Nadciśnienie fali uderzeniowej jako funkcja odległości od punktu zerowego wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1kt.

częśnie z prawa podobieństwa wybuchów. Prawo to głosi, że odległości od punktów zerowych /lub wysokości/ wybuchów o różnych mocach, w których panuje to samo nadciśnienie fali uderzeniowej mają się tak do siebie jak pierwiastki sześcienne z ich mocy.

Promieniowanie ciepłe w rejonie wybuchu ładunku neutronowego /tak jak i atomowego/ charakteryzuje się impulsem cieplnym, tj. całkowitą ilością energii cieplnej przypadającej na jednostkę powierzchni prostopadłej do kierunku promieniowania. Zależność impulsu cieplnego od odległości od punktu zerowego wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1 kt, wykonanego na wysokościach 150-900 m przedstawiono na rysunku 2. Z wykresu tego można wyznaczyć impuls cieplny w rejonie wybuchu ładunku neutronowego o innej mocy. W tym celu należy wartość odczytaną z wykresu pomnożyć przez moc. Impuls promieniowania cieplnego silnie zależy od przezroczystości powietrza. Wykres zamieszczony na rysunku 2 dotyczy średniej przezroczystości /widoczność 20 km/. Jeżeli widoczność zmniejszy się do 2 km lub zwiększy do 40 km, to impuls cieplny odpowiednio zmniejsza się lub zwiększa o około 30 % .

Promieniowanie przenikliwe emitowane podczas wybuchu ładunku neutronowego jakościowo nie różni się od promieniowania przenikliwego pochodzącego od wybuchu ładunku rozszczepieniowego. W obydwu przypadkach na promieniowanie przenikliwe składają się strumień neutronów i kwantów gamma. Zasadnicze różnice uwidoczniają się przy charakteryzowaniu ilościowym tego promieniowania.

Podczas wybuchu ładunku neutronowego zasadniczym źródłem neutronów jest reakcja jądrowa syntezy, w której powstają wysokoenergetyczne neutrony o energiach do 14 MeV /w reakcji rozszczepienia maksymalna energia neutronów osiąga wartość kilku MeV/.



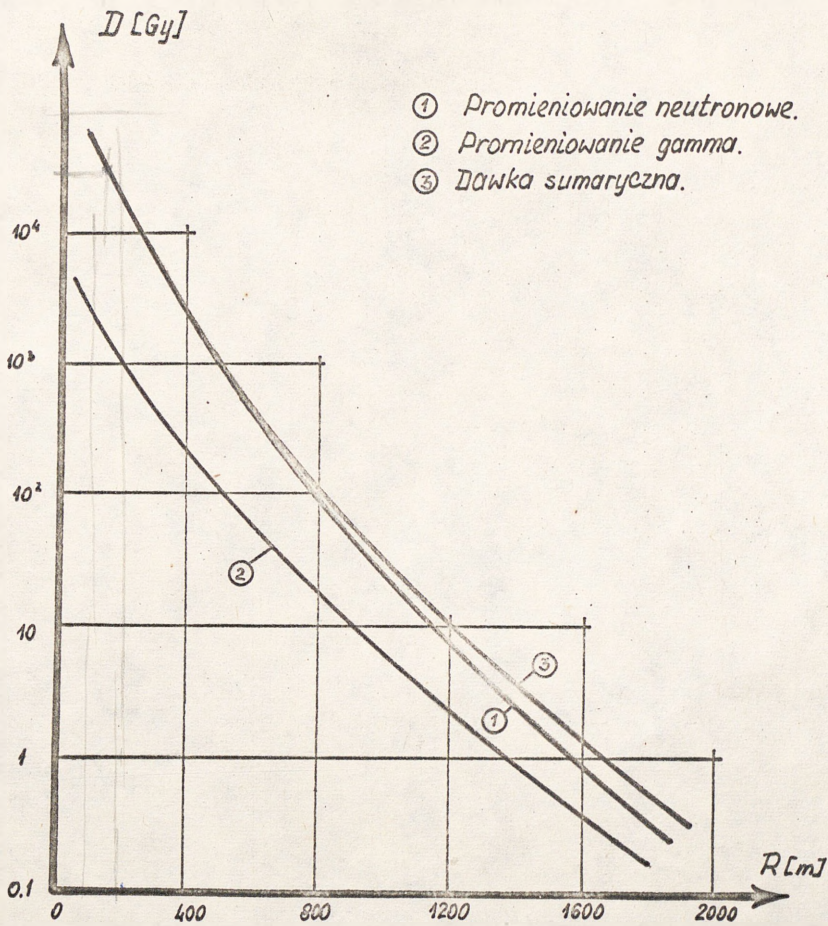
Rys. 2 Impuls cieplny jako funkcja odległości od punktu zerowego wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1kt.

Ilość neutronów emitowanych ze środowiska reakcji jądrowej syntezy jest w przeliczeniu na jednostkę mocy wybuchu 6-8 krotnie większa niż z reakcji rozszczepienia. Źródłem kwantów gamma jest reakcja wychwytu neutronów w powietrzu.

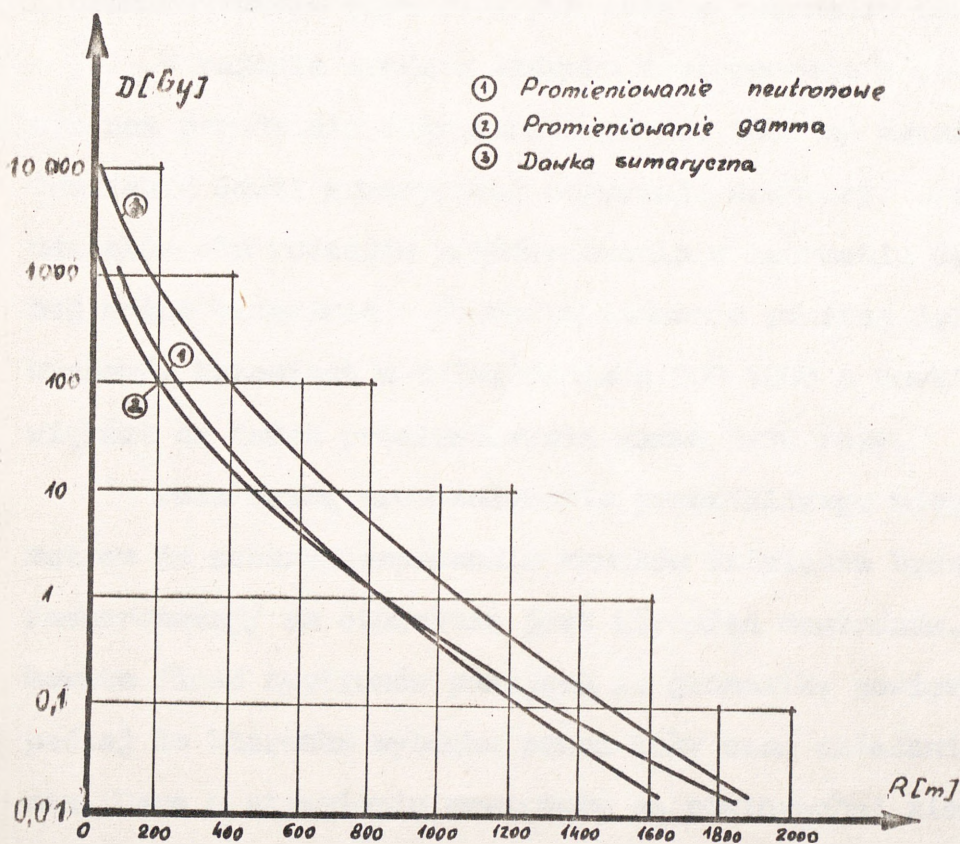
Specyfika działania rażącego promieniowania przenikliwego syntezy w porównaniu z działaniem promieniowania przenikliwego rozszczepienia polega na zwiększeniu zasięgu oddziaływania kwantów gamma i neutronów /względny zwiększeniu dawki sumarycznej w dowolnym punkcie pola promieniowania/, zwielokrotnieniu dawek bezwzględnych w pobliżu granicy oddziaływania pozostałych czynników rażenia i zwiększeniu udziału neutronów w dawce sumarycznej. Z tej ostatniej cechy wynika zwiększenie skuteczności biologicznej promieniowania przenikliwego syntezy w stosunku do rozszczepienia.

Dawkę promieniowania przenikliwego jako funkcję odległości od wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1 kt, wykonanego na wysokości 150 m nad ziemią zamieszczono na rysunku 3. Na rysunku tym przedstawiono zarówno dawkę sumaryczną jak i dawki składowe, tj. pochodzące od promieniowania gamma i neutronowego. Z rysunku tego można obliczyć dawki w rejonach wybuchów ładunków neutronowych o innych mocach. W tym celu należy dawkę otrzymaną z wykresu pomnożyć przez moc wybuchu.

Dla porównania na rysunku 4 uwidoczniło dawkę promieniowania przenikliwego jako funkcję odległości do powietrznego wybuchu ładunku rozszczepieniowego o mocy 1 kt. Zauważamy, że w obydwu przypadkach /ładunek rozszczepieniowy i neutronowy/w pobliżu wybuchu główną rolę w dawce sumarycznej odgrywają neutrony, a w miarę wzrostu odległości zwiększa się udział promieniowania gamma. Inna jest jednak ilościowa charakterystyka tych zmian.



Rys. 3 Dawka promieniowania przenikliwego jako funkcja odległości od punktu zerowego wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1kt.



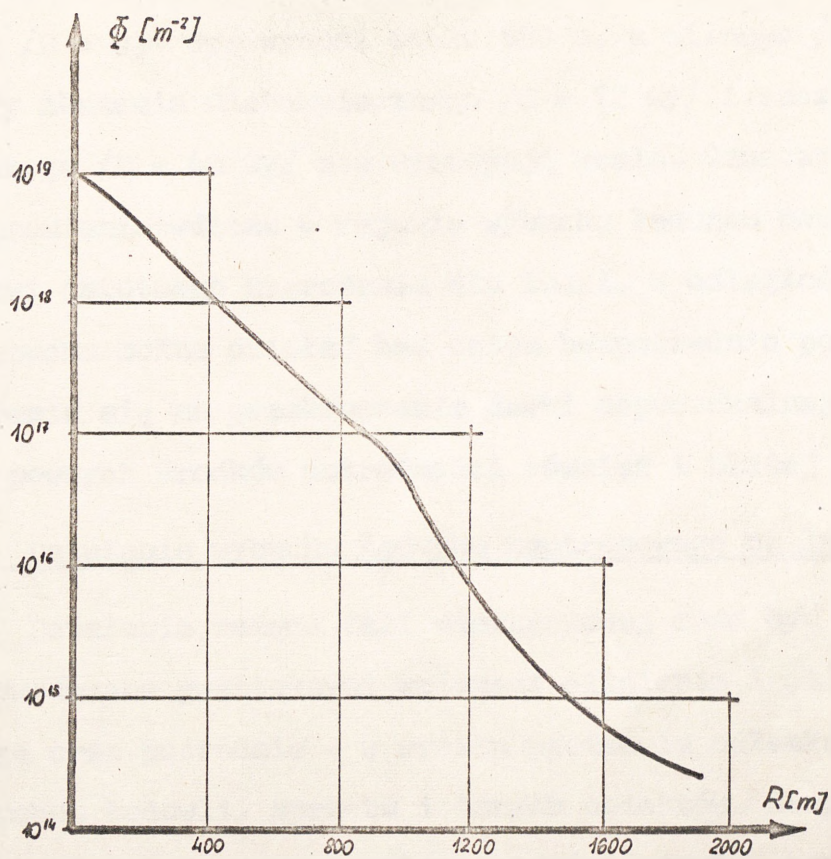
Rys. 4 Zależność dawki promieniowania przenikliwego od odległości od punktu zerowego ładunku rozszczepionowego o mocy 1kt.

W rejonie wybuchu ładunku rozszczepieniowego krzywe dawki sumarycznej i dawki neutronów pokrywają się w pobliżu punktu zerowego, gdzie ludzie rażeni są także falą uderzeniową i promieniowaniem cieplnym. W odległości 500-1000 m, gdzie dawka jest rzędu kilku grejów, wartości dawek promieniowania gamma i neutronowego są tego samego rzędu, natomiast w odległościach większych od 1200 m promieniowanie gamma odgrywa rolę w tworzeniu dawki sumarycznej.

W rejonie wybuchu ładunku neutronowego w całym interesującym nas przedziale odległościowym /do 1800 m/ zasadniczą rolę w tworzeniu dawki sumarycznej odgrywają neutrony. Zrównania się udziałów obu rodzajów promieniowania w tworzeniu dawki sumarycznej można oczekiwać w obszarze znacznie poniżej 0,01 Gy /poza wykresem/. Natomiast w odległościach 500-1200 m dawki neutronów są większe od dawek promieniowania gamma 3-10 razy.

Poza dawką promieniowania przenikliwego niezbędnym parametrem do scharakteryzowania skutków działania broni jądrowej /neutronowej/ na otoczenie jest strumień neutronów. Jest to całkowita ilość neutronów padająca na jednostkę powierzchni prostopadłej do kierunku wybuchu przez cały czas działania promieniowania. Dane o strumieniu neutronów na powierzchni ziemi w różnych punktach pola promieniowania można odczytać z wykresu zamieszczonego na rysunku 5. Dotyczą one wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1 kt, wykonanego na wysokości 150 m. Obliczenie strumienia neutronów w rejonach wybuchów o innych mocach polega na pomnożeniu wartości odczytanej z wykresu przez moc wybuchu.

W wyniku wybuchu ładunku neutronowego powstaje niewielkie skażenie terenu. Źródłem rażenia jest aktywacja gruntu strumieniem neutronów. Skażenie promieniotwórcze terenu ^{pow-} staje tylko w samym rejonie wybuchu w pobliżu punktu zerowego, a nie tworzy się ślad

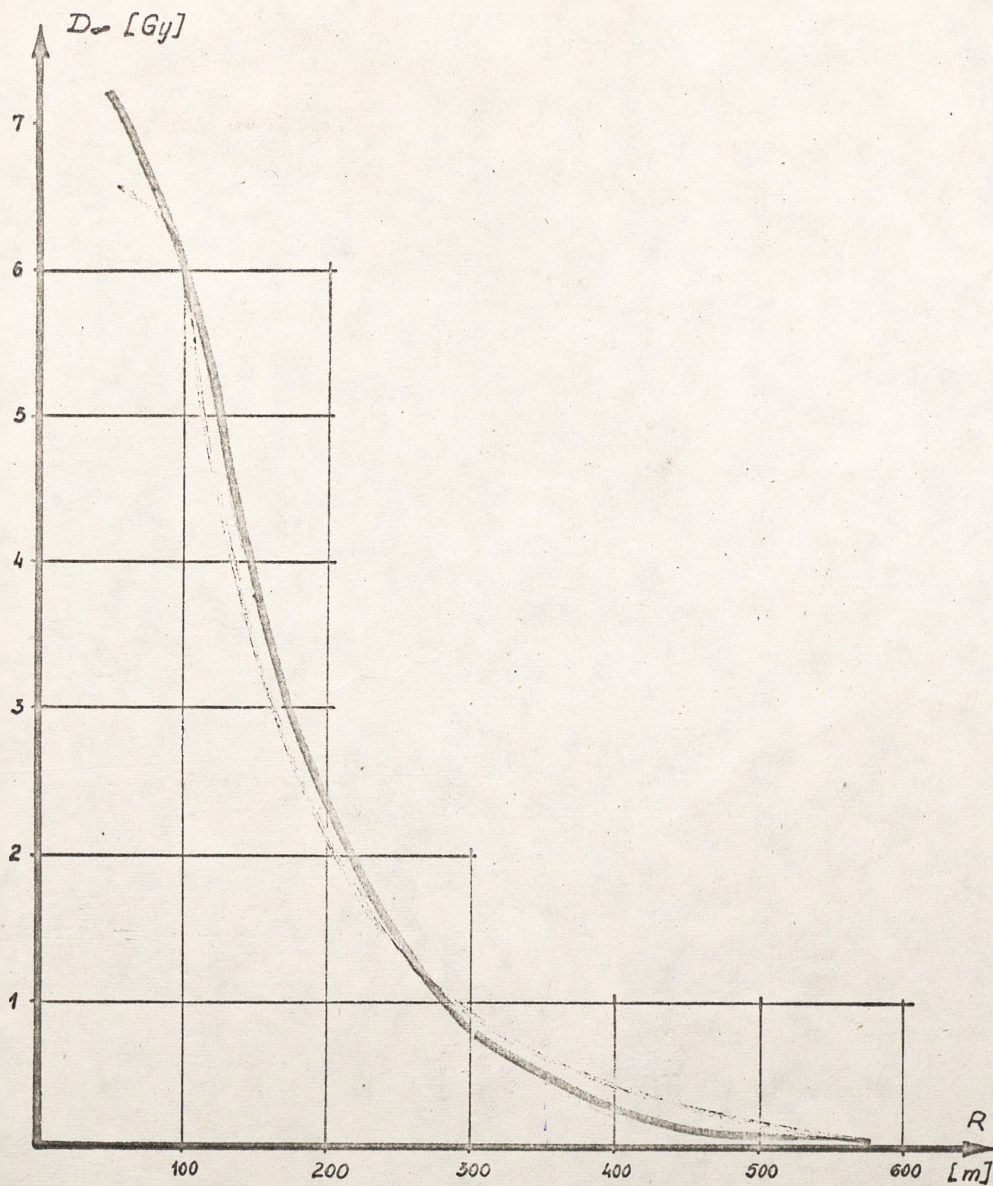


Rys. 5. Strumień neutronów jako funkcja odległości od punktu zerowego wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1kt.

obłoku promieniotwórczego. Dawkę pochłanianą w czasie całkowitego rozpadu substancji promieniotwórczych jako funkcję odległości od punktu zerowego wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1 kt, wykonanego na wysokości 150 m przedstawiono na rysunku 6. Z rysunku wynika, że promień zewnętrznej granicy strefy umiarkowanego skażenia $/D = 0,4 \text{ Gy}/$ wynosi około 350 m, a silnego $/D = 4 \text{ Gy}/$ - 150m. Strefy skażenia niebezpiecznego $/D = 12 \text{ Gy}/$ i szczególnie niebezpiecznego $/D = 40 \text{ Gy}/$ nie występują wcale. Oznacza to, że skażenie promieniotwórcze w rejonie wybuchu ładunku neutronowego nie stanowi istotnego zagrożenia dla ludzi. W odległości ponad 150 m od wybuchu można działać bez osłon bezpośrednio po wybuchu bez narażenia się na przekroczenie dawki dopuszczalnej, a z zachowaniem pewnych środków ostrożności również i bliżej punktu zerowego.

1.2. Działanie wybuchu ładunku neutronowego na ludzi

Działanie rażące fali uderzeniowej może być bezpośrednie - spowodowane gwałtownymi zmianami ciśnienia i ciśnienia dynamicznego oraz pośrednie - w wyniku ugodzenia odłamkami niszczonego podmuchem budowli, sprzętu i innych obiektów. Stopień porażenia ludzi zależy od czasu narastania nadciśnienia, czasu trwania fazy dodatniej i jego maksymalnej wartości oraz maksymalnej wartości ciśnienia dynamicznego, przy czym podstawowym wskaźnikiem jest impuls nadciśnienia. Z porównania impulsów nadciśnienia powodujących rażenie ludzi znajdujących się poza ukryciami z wykresem zamieszczonym na rysunku 1 można ustalić, że w rejonie wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1 kt, wykonanego na wysokości 150 m fala uderzeniowa może spowodować śmierć w odległości 25-50 m, a utratę zdolności do działania w odległości 180-350 m od wybuchu.



Rys. 6 Dawka pochłaniana w czasie całkowitego rozpadu substancji promieniotwórczych jako funkcja odległości od punktu zerowego wybuchu. *rodzina neutronowego*
o mocy 1 kt.

Działanie rażące promieniowania cieplnego polega na wywoływaniu różnych stopni oparzeń ciała. Oparzenia te mogą być bezpośrednie - w wyniku pochłonięcia energii cieplnej rozchodzącej się prostoliniowo od świecącej kuli ognistej i pośrednie - od płomieni palących się przedmiotów. Porażenia ludzi zależy od wielu czynników, m.in. od wielkości i czasu oddziaływania impulsu cieplnego, całkowitej powierzchni ciała poddanej promieniowaniu, wielkości osłoniętej części ciała i rodzaju odzieży, indywidualnej reakcji człowieka na wybuch i innych. Na podstawie wartości impulsów cieplnych w różnych odległościach od wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1 kt, wykonanego na wysokości 150 m /rys.2/ i po uwzględnieniu powyższych czynników można ustalić, że w średnich warunkach promień strefy utraty zdolności do działania ludzi wynosi od 100 do 500 m, a promień strefy porażen ciężkich i bardzo ciężkich /często kończących się zgonem/ od 50 do 400 m.

Porażenie organizmu promieniowaniem przenikliwym wiąże się z ilością pochłoniętej energii, którą charakteryzuje się pochłoniętą dawką. W zależności od czasu, w jakim organizm jest poddany napromienieniu rozróżnia się dawkę ostrą i przewlekłą. W rejonach wybuchów jądrowych /neutronowych/ zawsze mamy do czynienia z dawką ostrą. Dawka ostra /tj. pochłaniana w krótkim czasie/ w porównaniu z przewlekłą powoduje zawsze więcej uszkodzeń w organizmie. Rezultatem pochłonięcia określonej dawki jest choroba popromienna lub śmierć. Dolną granicą dawki powodującej chorobę popromienną /I stopień/ jest 1 Gy. Jako kryteria do oceny zdolności bojowej przyjmuje się dawki wywołujące określony efekt z 50 % prawdopodobieństwem. Dawki te oraz odpowiadające im odległości od punktu zerowego wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1 kt, wykonanego na wysokości 50 m - promienie stref rażenia ludzi -

przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1.

Promienie stref rażenia ludzi ładunkiem
neutronowym o mocy 1 kt.

Rodzaj strat i czas ich wystąpienia po napromienieniu.	Dawka, Gy.	Promień strefy, m.	
Straty natychmiastowe do 15 min.	50	950	
Straty późne	1 godzina	5	1400
	1-2 doby	2,5	1550
	1-2 tygodnie	2	1580

W przypadku rozmieszczenia ludzi w ukryciach promienie stref rażenia zmniejszają się. Współczynniki skrócenia tych promieni dla niektórych ukryć typu polowego są następujące: szczeliny odkryte 1,1 - 1,2 ; szczeliny przykryte 2,6 ; schrony 3 i większe.

1.3. Działanie wybuchu ładunku neutronowego na sprzęt
i zapasy materiałowe

W rejonie wybuchu ładunku neutronowego obszar uszkodzeń i zniszczeń termicznych będzie znacznie mniejszy od obszaru działania na sprzęt powietrznej fali uderzeniowej i promieniowania przenikliwego. Dlatego za strefę utraty właściwości użytkowych sprzętu należy przyjmować obszar działania niszczącego fali uderzeniowej i promieniowania przenikliwego. Działanie tych czynników rażenia zależy zasadniczo od rodzaju sprzętu. Fala uderzeniowa niszczy przede wszystkim sprzęt mało odporny na przeciążenia

mechaniczne, natomiast promieniowanie przenikliwe działa wybiórczo tylko na niektóre rodzaje sprzętu. Niżej rozpatrzymy działanie poszczególnych czynników rażenia wybuchu ładunku neutronowego na samoloty i śmigłowce, sprzęt samochodowy, sprzęt łączności i radiolokacyjny oraz na inny sprzęt specjalny i materiały, które mogą znajdować się na lotniskach.

Uszkodzenia i zniszczenia sprzętu w wyniku działania powietrznej fali uderzeniowej wybuchu ładunku neutronowego powstają analogicznie jak przy wybuchu ładunku rozszczepieniowego małej mocy, tj. krótkotrwałym impulsem nadciśnienia i ciśnieniem dynamicznym, przy czym ilościowym miernikiem uszkodzeń jest nadciśnienie. Nadciśnienie to w dowolnej odległości od wybuchu ładunku neutronowego ma w przybliżeniu taką samą wartość jak w rejonie wybuchu ładunku atomowego o dwukrotnie mniejszej mocy. Korzystając z tych zależności można ustalić orientacyjny promień stref utraty właściwości użytkowych sprzętu znajdującego się na lotniskach w rejonie wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1 kt. Promienie te, oraz nadciśnienia fali uderzeniowej prowadzące do utraty właściwości użytkowych poszczególnych rodzajów sprzętu przedstawiono w tabeli 2.

Promieniowanie przenikliwe wybuchu ładunku neutronowego działa niszcząco na urządzenia elektroniczne, wywołuje aktywność wzbudzoną w metalowych elementach konstrukcyjnych sprzętu i uzbrojenia, może powodować matowienia szkła w urządzeniach optycznych oraz naswietlanie materiałów fotograficznych. Ogólnie przyjmuje się, że najistotniejsze z punktu widzenia użytkowania sprzętu bojowego i uzbrojenia są: działanie neutronów na urządzenia radioelektroniczne i aktywacja metali.

Promienie stref utraty właściwości użytkowych sprzętu i środków materiałowych znajdujących się na lotniskach w wyniku działania fali uderzeniowej wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1 kt wykonanego na wysokości 150 m.

Rodzaj sprzętu i materiałów.		Nadciśnienie kPa.	Promień strefy m.
1	2	3	4
Samoloty i śmigłowce.	Nosiciele rakiet, bombowce odrzutowe i odrzutowe samoloty transportowe.	14	900
	Myśliwce odrzutowe.	33	510
	Płokowe samoloty transportowe, samoloty łącznikowe i śmigłowce.	8	1200
Samochody i ciągniki	Samochody ciężarowe i cysterny.	45	440
	Autobusy i samochody specjalne z nadwoziem typu autobusowego.	25	610
	Ciągniki i traktory gąsienicowe.	65	320
Sprzęt i lokacyjny.	Radiostacje na samochodach.	25	610
	Radiostacje przenośne.	120	200
	Aparatura telefoniczno-telegraficzna.	75	280
	Radioprzełącznikowe linie łączności.	60	250
	Stałe napowietrzne linie łączności.	75	280
	Tyczkowe linie łączności.	40	470
	Nadziemne linie kablowe.	50	420
	Stacje radiolokacyjne P-12M, P-15.	17	760
	Stacje radiolokacyjne PRW-10, P-20.	13	950
	Stacje radiolokacyjne SON-4.	43	450
Towary pędne i smary oraz żywność.	Amunicja jądrowa na samochodach.	60	350
	Amunicja zwykła w stosach.	120	200
	Materiały pędne i smary w opakowaniach metalowych.	120	200
	Smary w opakowaniach drewnianych.	75	280

1	2	3	4
	Żywność i pasza w opakowaniach miękkich i skrzynkach z dykty.	65	320
	Żywność i pasza w beczkach metalowych.	120	200
	Żywność i pasza w beczkach drewnianych.	75	280

Niżej rozpatrzymy tylko działanie promieniowania przenikliwego na urządzenia radioelektroniczne, ponieważ aktywacja metali promieniowaniem neutronowym może być groźna dla ludzi lub przynajmniej stwarzać pewne komplikacje użytkowania tylko w przypadku takiego sprzętu jak: czołgi, bojowe wozy piechoty, transportery opancerzone, działa artyleryjskie itp. sprzętu ciężkiego, a nie dotyczy sprzętu znajdującego się na lotniskach.

Oddziaływanie promieniowania przenikliwego na sprzęt radioelektroniczny w istotny sposób zależy od rodzaju promieniowania. Zniszczenia i uszkodzenia tego sprzętu wynikają z mechanizmów współdziałania fotonów gamma i neutronów z materią. Fotony gamma, oddziaływując na powłoki elektronowe atomów, wywołują jonizację ośrodka, jednak w krystalicznych ciałach stałych nie wywołują trwałych zmian. Neutrony niezależnie od tego, że przenikając przez substancję stałą wywołują jonizację pośrednią i powodują te same zmiany /odwracalne/ co promieniowanie gamma, współdziałając z jądrami atomów trwale naruszają własności fizyczne ciał stałych. W rezultacie zmian zachodzących w ciałach stałych, a szczególnie burzenia ich struktur krystalicznych zmieniają się też ich właściwości elektryczne.

Wrażliwość na promieniowanie neutronowe detali i urządzeń radioelektronicznych zależy od typu detalu /urządzenia/. Najbardziej wrażliwe są te, w stosunku do których stawiane są wysokie

wymagania techniczne, szczególnie dotyczące składu chemicznego i struktury krystalicznej. Wymaganiom takim powinny m.in. odpowiadać urządzenia półprzewodnikowe. W materiałach półprzewodnikowych obserwuje się duże zmiany własności elektrycznych przy stosunkowo małej wartości strumienia neutronów. Głębokie i trwałe /nieodwracalne/ zmiany własności elektrycznych półprzewodników polegają na zmianach napięciowo-prądowych charakterystyk diod, zmniejszeniu prądu wzmocnienia i zwiększeniu prądu wstecznego triod. Wielkości tych zmian zależą od strumienia neutronów i czasu oddziaływania promieniowania. Jest to istotne z punktu widzenia wielokrotnego napromieniowania sprzętu radioelektronicznego, przy którym zmiany własności elektrycznych kumulują się i po przekroczeniu pewnej wartości progowej strumienia neutronów ujawniają się w postaci trwałych uszkodzeń lub zniszczenia sprzętu.

Znaczna część detali i podzespołów radioelektronicznych, takich jak: tranzystory, diody półprzewodnikowe, kondensatory, rezystory, neonówki i urządzenia próżniowe, traci własności użytkowe po napromienieniu strumieniem neutronów w granicach $10^{17} - 10^{18} \text{ m}^{-2}$. Takich wartości strumienia neutronów można się spodziewać w rejonie wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1 kt w odległości ok. 500 m od punktu zerowego. Uszkodzenia /zmiana charakterystyk/ tych detali i podzespołów następuje zazwyczaj po napromienieniu strumieniem neutronów w granicach $10^{15} - 10^{17} \text{ m}^{-2}$. Odpowiada to odległościom od wybuchu 500-1200 m. Strumień neutronów 10^{15} m^{-2} stanowi dolną granicę wrażliwości sprzętu radioelektronicznego na napromienienie, co oznacza, że odległość od wybuchu 1200 m jest zewnętrzną granicą strefy uszkodzeń sprzętu radioelektronicznego w rejonie wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1 kt.

Porównując te dane z promieniami stref utraty właściwości użytkowej sprzętu w wyniku działania fali uderzeniowej zauważamy, że promieniowanie przenikliwe nie ma większego znaczenia w przypadku samolotów odkrytych - są one niszczone falą uderzeniową. Może ono natomiast uszkodzić samoloty ukryte przed zniszczeniem falą uderzeniową lecz niedostatecznie ochronione przed promieniowaniem przenikliwym oraz limituje zniszczenie sprzętu łączności; promienie zniszczeń urządzeń radioelektronicznych są kilkakrotnie większe od promieni stref działania na ten sprzęt fali uderzeniowej.

1.4. Działanie wybuchu ładunku neutronowego na typowe obiekty znajdujące się na lotnisku.

Do obiektów tych zaliczono: pasy startowe i obiekty transportowe, budynki mieszkalne oraz budowle administracyjne i komunalne, urządzenia zagłębione w ziemi i podziemne, a także magazyny, składy i urządzenia energetyczne. Obiekty na lotnisku ulegają różnym uszkodzeniom i zniszczeniu głównie na skutek działania powietrznej fali uderzeniowej. Niektóre elementy tych obiektów, wykonane z drewna i innych łatwopalnych materiałów, mogą wprawdzie zapalić się od impulsu promieniowania cieplnego, jednak z reguły promień strefy zniszczeń tych obiektów falą uderzeniową będzie większy od promienia strefy ich zapalenia się. W związku z tym za podstawę do określenia rozmiarów stref utraty właściwości użytkowych tych obiektów przyjmuje się impuls nadciśnienia fali uderzeniowej. Budynki i różnego rodzaju budowle nadziemne liczone są wytrzymałościowo na obciążenia pionowe i dlatego z reguły są mało odporne na działanie sił poziomych fali uderzeniowej. Natomiast odporne są drogi i urządzenia drogowe, podziemna sieć komunalna oraz wszelkie obiekty za-

głębione w ziemi lub obwałowane.

Rozróżnia się pięć stopni zniszczeń budynków i innych obiektów stałych: zniszczenie całkowite /wykorzystanie obiektu zgodne z przeznaczeniem jest niemożliwe, a odbudowa nieopłacalna/, zniszczenie silne /w przypadku budynków - zawalenie się części ścian i stropów górnych kondygnacji, zachowanie nienaruszonych piwnic, których wykorzystanie możliwe jest po oczyszczeniu wejść/, zniszczenie średnie /obiekt nadaje się do częściowego wykorzystania i odbudowy/, zniszczenie lekkie /obiekt wymaga remontu lecz nadaje się do wykorzystania/ oraz uszkodzenie /obiekt wymaga naprawy bieżącej, w przypadku budynku - jest to zniszczenie oszklenia, częściowe odpadnięcie tynku, uszkodzenia dachu, okien i ścianek działowych/.

Z powyższej klasyfikacji zniszczeń i uszkodzeń rozpatrywanych obiektów wynika, że za promień strefy utraty właściwości użytkowych można uznać odległości od punktu zerowego wybuchu ładunku neutronowego na których następują zniszczenia średnie tych obiektów. Promienie stref utraty właściwości użytkowych obiektów lotniskowych w rejonie wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1 kt, wykonanego na wysokości 150 m i nadciśnienia fali uderzeniowej powodujące niszczenia tych obiektów przedstawiono w tabeli 3.

Promienie strefy utraty właściwości użytkowych
obiektów znajdujących się na lotnisku w rejonie
wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1 kt, wyko-
nanego na wysokości 150 m.

1	Rodzaje obiektów.	Nadciśnienie kPa.	Promień strefy m.
	2	3	4
Pasy startowe i obiekty transportowe.	Pasy startowe o pokryciu betonowym.	2000	-
	Pasy startowe o pokryciu metalowym.	400	-
	Drogi o nawierzchni asfaltowej i betonowej.	1500	-
	Drogi o nawierzchni żuźlowej.	1000	-
	Drogi o nawierzchni żwirowej i z tłucznią.	500	-
	Tory kolejowe.	400	-
	Ruchome urządzenia kolejowe.	60	350
Budynki mieszkalne oraz administracyjne i urządzenia komunalne.	Budynki murowane wielopiętrowe.	15	850
	Budynki murowane o małej ilości kondygnacji.	20	720
	Domy /budowle/ drewniane.	10	1100
	Budynki o ciężkiej konstrukcji stalowej i żelbetonowej.	50	420
	Budynki o lekkiej konstrukcji stalowej.	30	530
	Budowle naziemne z betonu i żelbetonu	100	220
	Sieć gospodarki komunalnej /wodociągi, kanalizacje, przewody gazowe/.	1000	-
Schrony i inne urządzenia zagłębione w ziemi oraz podziemne.	Schron dla samolotu i obsługi.	100	220
	Urządzenia stanowisk dowodzenia i węzłów łączności obliczone na nadciśnienie p /200,500,1000,1500,2000 kPa/.	1,5.p	od 0 do 50
	Schrony dla ludzi obliczone na nadciśnienie p /100,200,300 kPa/.	1,5.p	od 0 do 150
	Podziemne budowle typu metra płytko zagłębione.	400	-

1	2	3	4	
	Odkryte szczeliny nie odziane.	65	320	
	Odkryte szczeliny odziane.	120	200	
	Przykryte szczeliny.	80	270	
Magazyny i składy.	Magazyny składów pocisków jądrowych.	10000	-	
	Magazyny składów pocisków klasycznych.	300	50	
	Naziemne urządzenia pomocnicze magazynów.	30	530	
	Zagłębione i obwałowane zbiorniki MPS.	150	160	
	Polowe magazyny MPS typu półzagłębionego.	50	420	
	Naziemne zbiorniki MPS.	65	320	
	Magazynowe rurociągi składane - ułożone na powierzchni.	120	200	
	Magazynowe rurociągi składane ułożone w rowkach na głębokości 20 cm.	400	-	
	Urządzenia energetyczne.	Podstacje transformatorowe.	50	420
		Linie wysokiego napięcia.	60	350

1.5. Wnioski.

1. Specyficzną cechą broni neutronowej jest to, że w porównaniu z bronią atomową kosztem zmniejszenia udziałów energetycznych fali uderzeniowej, promieniowania cieplnego i skażenia promieniotwórczego terenu, przeważająca część energii wybuchu wydzielą się w postaci promieniowania przenikliwego, a w tym głównie wysokoenergetycznego promieniowania neutronowego.

2. Zasięg działania rażącego promieniowania przenikliwego na ludzi zwiększa się ~~co~~ najmniej dwukrotnie w stosunku do jego zasięgu po wybuchu ładunku rozszczepieniowego o tej samej mocy. Promień strefy rażenia ludzi ładunkiem neutronowym o mocy 1 kt sięga 1-1,5 km i jest porównywalny z promieniem rażenia ludzi ła-

dunkiem rozszczepieniowym średniej mocy /10-50 kt/. Zasięg pozostałych czynników rażenia, tj. fali uderzeniowej i promieniowania ciepłego zmniejsza się 2-4 razy.

3. Zasadniczą przyczyną zniszczeń i uszkodzeń sprzętu i materiałów znajdujących się na lotniskach w rejonie wybuchu ładunku neutronowego jest - podobnie jak przy wybuchu ładunku rozszczepieniowego - działanie powietrznej fali uderzeniowej. W przypadku wybuchu o mocy 1 kt na wysokości 150 m samoloty tracą właściwości użytkowe w strefach o promieniach 500-1200 m, a inny sprzęt i materiały mogące znajdować się na lotniskach - w strefach o promieniach 200-600 m.

Promieniowanie przenikliwe wywiera negatywny wpływ na sprzęt radioelektroniczny. Sprzęt ten może utracić właściwości użytkowe w strefie o promieniu około 500 m, a pogorszenie jego parametrów technicznych może nastąpić w strefie o promieniu do 1200 m.

4. Obiekty lotniskowe stałe są niszczone i ulegają różnorodnym uszkodzeniom głównie w wyniku działania fali uderzeniowej, przy czym większość tych obiektów jest dość odporna na zniszczenie. W rejonie wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1 kt, wykonanego na wysokości 150 m nie ulegają zniszczeniu pasy startowe, drogi i tory kolejowe, a z grupy obiektów transportowych w promieniu około 350 ulegają zniszczeniu tylko ruchome urządzenia kolejowe. Promień zniszczeń większości budynków waha się w granicach 200-800 m, a domów drewnianych wynosi 1100 m. Bardzo odporne na zniszczenia ładunkiem neutronowym są wszelkie urządzenia podziemne lub chociażby częściowo zagłębione w ziemi. Promień uszkodzeń tego typu obiektów nie przekracza 320 m. Średnią odpornością na działanie ładunku neutronowego wykazują się naziemne magazyny, składy i urządzenia energetyczne. Niszczony są one w promieniu 200-500 m od wybuchu.

2. OCENA ZAGROŻENIA LOTNISK STAŁYCH BRONIĄ NEUTRONOWĄ W EWENTUALNEJ WOJNIE

2.1. Wprowadzenie

W siłach zbrojnych głównych państw NATO broń neutronową traktuje się wyjątkowo i wiąże z nią poważne nadzieje, zarówno w płaszczyźnie czysto militarnej /w dziedzinach od taktyki do strategii/, jak i w płaszczyźnie konfrontacji psychologiczno-politycznej z państwami socjalistycznymi. W związku z tym należy liczyć się z tym, że w ewentualnej wojnie potencjalny nieprzyjaciół może użyć broni neutronowej do wyeliminowania z walki również wojsk lotniczych. W oparciu o wnioski wynikające z ćwiczeń NATO można stwierdzić, że lotniska i bazujące na nich samoloty traktowane przez nieprzyjaciela jako pierwszoplanowe cele do uderzeń jądrowych, mogą być rażone również bronią neutronową. Będzie to dotyczyć przede wszystkim lotnisk stałych, głównie ze względu na niemożliwość ich zamaskowania przed rozpoznaniem przeciwnika z jednej strony, z drugiej zaś - z powodu wysokiej skuteczności i opłacalności rażenia tych obiektów przez nieprzyjaciela. Niżej przedstawione zostaną możliwości wykonania przez nieprzyjaciela uderzeń neutronowych na lotniska stałe, przewidywana skuteczność porażen neutronowych podstawowych elementów lotniska stałego czyli ich wrażliwość na uderzenia neutronowe wraz ze wspomnianą wyżej opłacalnością rażenia obiektów tego typu przez nieprzyjaciela.

2.2. Możliwości rażenia bronią neutronową lotnisk stałych

Zagrożenie naszych wojsk bronią neutronową wynika z możliwości technicznych i taktyki działania środków przenoszenia ładunków neutronowych, ilości tych ładunków i środków ich przenoszenia będą-

cych w dyspozycji potencjalnego nieprzyjaciela oraz od ogólnej koncepcji użycia broni neutronowej na polu walki. Również możliwości wykonania przez nieprzyjaciela uderzeń bronią neutronową na lotniska stałe wraz ze znajdującymi się tam oddziałami /związkami taktycznymi/ lotnictwa będą zależne od rodzajów środków przenoszenia broni neutronowej, którymi będzie on dysponować na danym kierunku operacyjnym /teatrze działań wojennych/ oraz od ilości ładunków do nich. Lecz poza tym możliwości powyższe będą uwarunkowane również rozmieszczeniem tych środków w stosunku do lotnisk stałych, jako potencjalnych celów dla broni neutronowej.

W warunkach teoretycznie nieograniczonych odległości przeniesienia broni jądrowej do celu przez rakiety międzykontynentalne i lotnictwo dalekiego zasięgu, dla ładunków neutronowych te odległości są ograniczone, bowiem narazie skonstruowano je tylko do niektórych środków przenoszenia broni jądrowej.

Z doniesień prasowych i publikacji popularno-naukowych wynika, że ładunki neutronowe mogą być przenoszone do celu przez artylerię atomową /155 mm i 203,2 mm haubice/ oraz rakiety taktyczne Lance i rakiety średniego zasięgu Pershing 2. O możliwości użycia ładunków neutronowych w bombach lotniczych i głowicach rakiet innych typów spotyka się bardzo rzadkie i ogólnikowe informacje.

Gdyby ustawić środki przenoszenia broni jądrowej w kolejności według prawdopodobieństwa użycia przez nie ładunków neutronowych, to otrzymany szereg byłby następujący:

- haubice 203,2 mm /opracowano prototypy ładunków neutronowych, podjęto decyzję o ich produkcji seryjnej, szeroko omawia się taktykę ich użycia w walce/;

- rakiety Lance /opracowano prototypy ładunków neutronowych, podjęto decyzję o ich produkcji, wspomina się o możliwości ich zastosowania/;

- haubice 155 mm i rakiety Pershing 2 /opracowano prototypy ładunków neutronowych, wspomina się o możliwości ich zastosowania/;

- pozostałe środki /wspomina się o możliwości przenoszenia przez nie ładunków neutronowych/.

Teoretycznie można założyć, że maksymalna moc ładunków neutronowych nie przekroczy 3 do 5 kiloton, a z reguły będą one charakteryzowały się mocą wybuchu rzędu 1 kilotony lub mniejszą. Według dotychczasowych danych, moc skonstruowanych ładunków jądrowych wynosi:

- do kalibru 155 mm - około 1 kilotony /kt/;
- do kalibru 203,2 mm - 1,1 oraz 1,6 kt ;
- do rakiety Lance - 1,2 oraz 1,7 kt ;
- do rakiety Pershing 2 - 1 do 3 kt.

Bliższe dane o tych ładunkach i środkach ich przenoszenia przedstawiono w tabeli 4.

Samobieżne haubice 155 mm oznaczone symbolem M-109 przygotowywane są do prowadzenia ognia amunicją zwykłą i jądrową, przy czym w armii USA we wszystkich pododdziałach artylerii haubice te są przystosowane do prowadzenia ognia amunicją jądrową, a w armiach pozostałych państw NATO - tylko w niektórych jednostkach artylerii. Haubice te są ciągle modernizowane, m.in. celem zwiększenia donośności pocisku, który z dodatkowym napędem rakietowym osiąga odległość do 25 km. Kolejne wersje zmodernizowanych haubic 155 mm /M-109 A2 i M-109 A3/ mają osiągnąć zasięg do 30 km.

Charakterystyka środków przenoszenia broni neutronowej i ładunków do nich

Środki przenoszenia.	Donośność.	Typ pocisku / głowicy / i masa	Typ ładunku neutronowego	Moc /kt/		ładunku detonatora rozszczep.	Współczynnik termojądrowości /% / 2/
				ogólna ładunku neutronowego	podstawowego ładunku syntezy		
Haubica 155 mm	około 25 km / po modernizacji /	XM-517 46 kg	Mk-74 Pal " E "	około 1	-	-	-
Haubica 203,2 mm	około 30 km / po modernizacji /	XM-673 90 kg	Mk-75 Pal " E "	1,1 / 1,6	0,9 / 0,9	0,2 / 0,7	80 / 60
Rakietka LANCE	około 120 km / po wprowadzeniu ładunków lżejszych - do 137 km /	W-70 206 kg	Mod 3	1,2 / 1,7	1,0 / 1,0	0,2 / 0,7	80 / 60
Rakietka PERSHING 2	1800 / 3 / km / 100	brak danych	danych	1 do 3	brak danych	brak danych	brak danych

1/ Dane z podręcznika " Obrona wojsk przed bronią neutronową ". Sygn.Chem. 289/80. Wyd.MON 1980r. str. 10.

2/ Część ogólnej energii wybuchu, przypadająca na energię syntezy ładunku podstawowego /termojądrowego/

3/ W liczniku - donośność, w mianowniku - minimalna.

Samobieżne haubice 203,2 mm oznaczone symbolem M-110, mogą być przystosowane również do strzelania amunicją zwykłą i jądrową. Modernizowane i ulepszone poprzez wydłużenie lufy i stosowanie dodatkowego napędu pocisku, mogą osiągać maksymalną odległość strzelania około 30 km /hb M-110 A2/.

Artyleria atomowa /haubice 155 mm i 203,2 mm/ ma wiele zalet wyróżniających ją spośród innych środków przenoszenia ładunków jądrowych. Ma ona najlepszą ze wszystkich środków celność, zaś jej działanie jest mało uzależnione od pory doby, roku i warunków atmosferycznych. Stąd ta artyleria najlepiej nadaje się do rażenia celów w strefie taktycznej, lecz ze względu na stosunkowo mały zasięg /do 30 km/ nie jest typowym środkiem przenoszenia ładunków neutronowych do takich celów, jak lotniska stałe będące miejscem bazowania oddziałów /ZT/ lotnictwa. Oczywiście, nie można całkowicie wykluczyć takiej możliwości rażenia, bowiem zawsze może zdarzyć się nagłe przesunięcie linii styczności wojsk lądowych, a tym samym przybliżenie stanowisk ogniowych artylerii atomowej do lotnisk stałych.

Rakiety Lance znajdują się w wojskach amerykańskich, zachodnioniemieckich i brytyjskich wchodzących w skład NATO zaledwie od kilku lat. Zestawy te zakupują również inne państwa NATO: Belgia, Holandia i Włochy. Raketami Lance zastępuje się wycofywane rakiety Honest John i Sergeant. Są to rakiety o nowocześniejszych rozwiązaniach technicznych i doskonalszych parametrach taktycznych. Pocisk raketowy Lance, który pod względem wykorzystania bojowego i manewrowości można porównać z artylerią klasyczną, jest naddźwiękowym środkiem przenoszenia broni jądrowej na odległość 120 km. Przewiduje się, że głowice neutronowe, tzw. o podwyższonej radiacji /Enhanced Radiation Warhead = ERW/ będą posiadać moc od jednej do kilku kiloton.

Układ napędowy pocisku jest napełniony paliwem ciekłym w zakładach produkcyjnych i posiada pięcioletnią gwarancję, nie wymagając w tym okresie zabiegów konserwacyjnych. Bezwładnościowy układ naprowadzania pocisku zostaje zaprogramowany w trakcie przygotowania go do odpalenia. Po starcie, ten układ koryguje lot pocisku utrzymując go na zadanym torze, a tym samym zapewnia bardzo wysoką celność /dokładność/ strzelania wynoszącą przy średnich odległościach /50-60 km/ około 50 m. Maksymalny błąd kołowy na największych odległościach strzelania nie przekracza 100 m. Ruchoma wyrzutnia pocisków Lance na pojeździe gąsienicowym lub kołowym może poruszać się w trudnych warunkach terenowych i pokonywać wpływ przeszkody wodnej, co oznacza możliwość względnie szybkiego nadszarpnięcia za nacierającymi wojskami i przybliżania się do planowanych celów rażenia.

Rakiety operacyjno-taktyczne Pershing 2 weszły do uzbrojenia wojsk amerykańskich w Europie w końcu 1983r. Na terytoriach RFN, Wielkiej Brytanii i Włoch planuje się rozmieścić 108 ruchomych wyrzutni oraz wyprodukować do nich 917 rakiet w bieżącym dziesięcioleciu.

Wraz z 464 pociskami samosterującymi Cruise wystrzeliwanymi z wyrzutni naziemnych na terytoriach Wielkiej Brytanii, Belgii i Holandii, łącznie mają tworzyć podstawowe siły pierwszego uderzenia jądrowego NATO na europejskim teatrze wojny.

Rakieta Pershing 2 jest kolejnym mutantem rakiet Pershing 1 i Pershing 1a, których trzy dywizjony /po 36 rakiet/ aktualnie stacjonują na terytorium RFN. Pershing 2 jest rakieta typu balistycznego o średnim zasięgu, który wynosi co najmniej 1800 km. Odchylenie trafienia od punktu celowania wynosi 35-40 m, co zezwala na użycie również ładunków konwencjonalnych, lecz ze względu na wysoki koszt rakiety jest to mało prawdopodobne.

Tak wysoką celność uzyskano dzięki zastosowaniu głowic z radiolokacyjnym systemem porównywania programu z terenem w rejonie celu. W tym systemie kierowania rakietą podąża torem balistycznym w kierunku celu do momentu oddzielenia się manewrującego pojazdu głowicowego od drugiego stopnia rakiety. Wówczas zainstalowany w pojeździe radiolokator zaczyna poszukiwać właściwego kierunku na zasadzie porównywania obrazu terenu z jego obrazem w pamięci komputera.

Rakiety Lance i Pershing 2 są najbardziej typowymi środkami rażenia lotnisk stałych bronią neutronową. Dywizjony raketowe Lance przeznaczone są do bezpośredniego wsparcia jądrowego działań bojowych sił lądowych NATO na szczeblu korpusu armijnego i dywizji, przy czym głównym ich zadaniem jest wykonywanie uderzeń w interesach KA na kluczowe obiekty i cele leżące poza zasięgiem lufowej artylerii atomowej. Dywizjon składa się z dwóch lub trzech baterii ogniowych, a każda bateria - z dwóch plutonów startowych po jednej wyrzutni. Bateria ogniowa dysponuje więc dwoma, a dywizjon czterema lub najczęściej sześcioma wyrzutniami pocisków raketowych Lance. Organizacja i wyposażenie dywizjonu Lance w sprzęt umożliwiają działanie samodzielne poszczególnych jego baterii ogniowych, a w sprzyjających warunkach - samodzielne wykonywanie zadań przez plutony startowe. Odległość stanowisk startowych dywizjonu Lance od rubieży styczności bojowej wojsk wynosi zwykle od 8 do 20 km.

Rakiety Pershing 1, które były rozmieszczone w RFN od 1964r. jako broń wsparcia taktycznego amerykańskiej 7 armii polowej i znajdowały się w dyspozycji dowództwa NATO w Europie, od końca lat sześćdziesiątych występują jako broń uderzeniowa teatru działań. Należy sądzić, że po rozmieszczeniu w Europie rakiet Pershing 2 będą one także występować w takim charakterze na ETW. Zorganizowane będą w trzy dywizjony, po 36 wyrzutni w każdym.

Ich stanowiska startowe będą zazwyczaj znajdować się za pierwszorzutowymi związkami operacyjnymi, tj. w odległości 100 km i więcej od przedniego skraju.

Możliwości rażenia lotnisk stałych przez nieprzyjaciela bronią neutronową można więc określić, porównując zasięgi jego środków przenoszenia tej broni w głąb naszego ugrupowania operacyjnego z odległościami bazowania lotnictwa od linii frontu /granicy państwowej/, które wynoszą dla: lotnictwa myśliwskiego i myśliwsko-bombowego 50-200 km, lotnictwa bombowego 150-350 km. Donośności tych środków wynoszą: artylerii atomowej 25-30 km, rakiet Lance 120 km i Pershing 2 1800 km. Zgodnie z normami taktycznymi wojsk NATO środki te rozmieszcza się w następujących odległościach od rubieży styczności bojowej wojsk: artyleria 4-8 km, wyrzutnie Lance 8-20 km i wyrzutnie Pershing 2 - ponad 100 km. Po odjęciu powyższych odległości od zasięgu poszczególnych środków przenoszenia broni neutronowej możemy stwierdzić, że w średnich warunkach zasięg tych środków w głąb ugrupowania naszych wojsk może wynosić: artylerii atomowej około 20 km, wyrzutni Lance około 100 km i Pershing 2 około 1700 km. Zagrożenie sił lotniczych bronią neutronową na lotniskach wynikające z donośności poszczególnych środków przenoszenia ładunków neutronowych przedstawiono na rysunku 7.

Z rysunku wynika, że wszystkie lotniska bazowania /w tym również stałe/ lotnictwa myśliwskiego, myśliwsko-bombowego i bombowego mogą być rażone bronią neutronową nieprzyjaciela, przede wszystkim przy pomocy rakiet. Rakietami Lance nieprzyjaciel może uderzać na lotniska rozmieszczone do 100 km w głąb naszego ugrupowania operacyjnego, zaś głębiej - rakietami Pershing 2 obejmującymi swoim zasięgiem lotniska stałe w najdalszych strefach bazowania lotnictwa, aż do wschodniej granicy państwowej PRL.

do 1800 km

Pociski rakietowe Pershing 2

Pociski rakietowe Lance

Artyleria atomowa

Wschodnia granica PRL

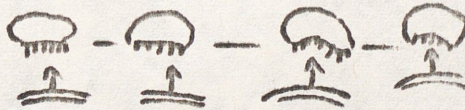
Lotnictwo myśliwskie i myśliwsko-bombowe

Lotnictwo bombowe

Drugie rzuty (odredy, setady) operacyjne

Drugie rzuty (odredy) taktyczne

Taktyczna strefa obrony



hb 2032 mm hb 155 mm

100 km 20 km 8 km 6 km 4 km 0 20 km 50 km 100 km 150 km 200 km 350 km

Rys. 7 Zagrożenie sił lotniczych wynikające z bliskości środków przenoszenia ładunków neutronowych

Możliwości liczbowe wykonania uderzeń neutronowych na poszczególne elementy ugrupowania bojowego /operacyjnego/ naszych wojsk, w tym również wojsk lotniczych będą zależne od ilości ładunków w dyspozycji wojsk nieprzyjaciela. Przydział amunicji neutronowej dla związków operacyjnych, taktycznych oraz poszczególnych rodzajów środków jej przenoszenia jest narazie niewiadomy, lecz napewno będzie zależny od ogólnej ilości ładunków neutronowych, jaka może być w dyspozycji dowództwa NATO. Z niezbyt precyzyjnych informacji prasowych wynika, że docelowo planuje się wprowadzenie do wyposażenia wojsk NATO około 2000 ładunków neutronowych, przy czym w pierwszej kolejności wyprodukowane zostanie 1180 ładunków /380 sztuk do głowic pocisków raketowych Lance i 800 do haubic 203,2 mm/. Porównując te ilości z liczbą ładunków jądrowych zgromadzonych aktualnie w Europie zachodniej możemy wprawdzie stwierdzić, że jest to zaledwie kilkanaście procent arsenału jądrowego NATO na europejskim teatrze wojny, lecz jednocześnie musimy zdawać sobie sprawę z faktu docelowego ich wprowadzenia do wszystkich uprzednio wymienionych środków przenoszenia. Mimo, że ładunki neutronowe w dającej się przewidzieć przyszłości nie zastąpią i nie wyeliminują dotychczasowych rozszczepieniowych ładunków jądrowych, to uzupełnią one i wzbogacą arsenał jądrowy państw NATO, umożliwiając ich wojskom bardziej elastyczne, selektywne, dostosowane do zadań bojowych i w lepszej zgodności z decyzjami politycznymi użycie broni jądrowej w ewentualnym konflikcie zbrojnym w Europie. Jeżeli przyjąć, że ładunki neutronowe znajdują się w dyspozycji wojsk nieprzyjaciela w tych samych proporcjach co środki ich przenoszenia, to mogą one stanowić ponad połowę ogółu ładunków jądrowych przydzielonych korpusom armijnym i dywizjom. Proporcje pomiędzy ilością użytych ładunków neutronowych i innych rodzajów

ładunków jądrowych zmieniać się będą w miarę oddalania się od rubieży styczności bojowej wojsk. Te proporcje można zilustrować obrazowo, posługując się wariantem rozkładu uderzeń jądrowych nieprzyjaciela na naszym terytorium /rys.8/. Zakładając wykonanie przez nieprzyjaciela serii 100 uderzeń jądrowych /w tym 16 neutronowych/ w pierwszym przedziale czasowym i w pasie o szerokości 50 km na ugrupowanie operacyjne naszych wojsk i zaplecze kraju, możemy z dużym prawdopodobieństwem określić rozkład ilościowy ładunków jądrowych, a w tym i neutronowych:

- strefa na głębokości 0-20 km - 20 uderzeń jądrowych, w tym 10 /50 %/ ładunków neutronowych;

- strefa na głębokości 20-100 km - 20 uderzeń jądrowych, w tym 3 /15 %/ ładunków neutronowych;

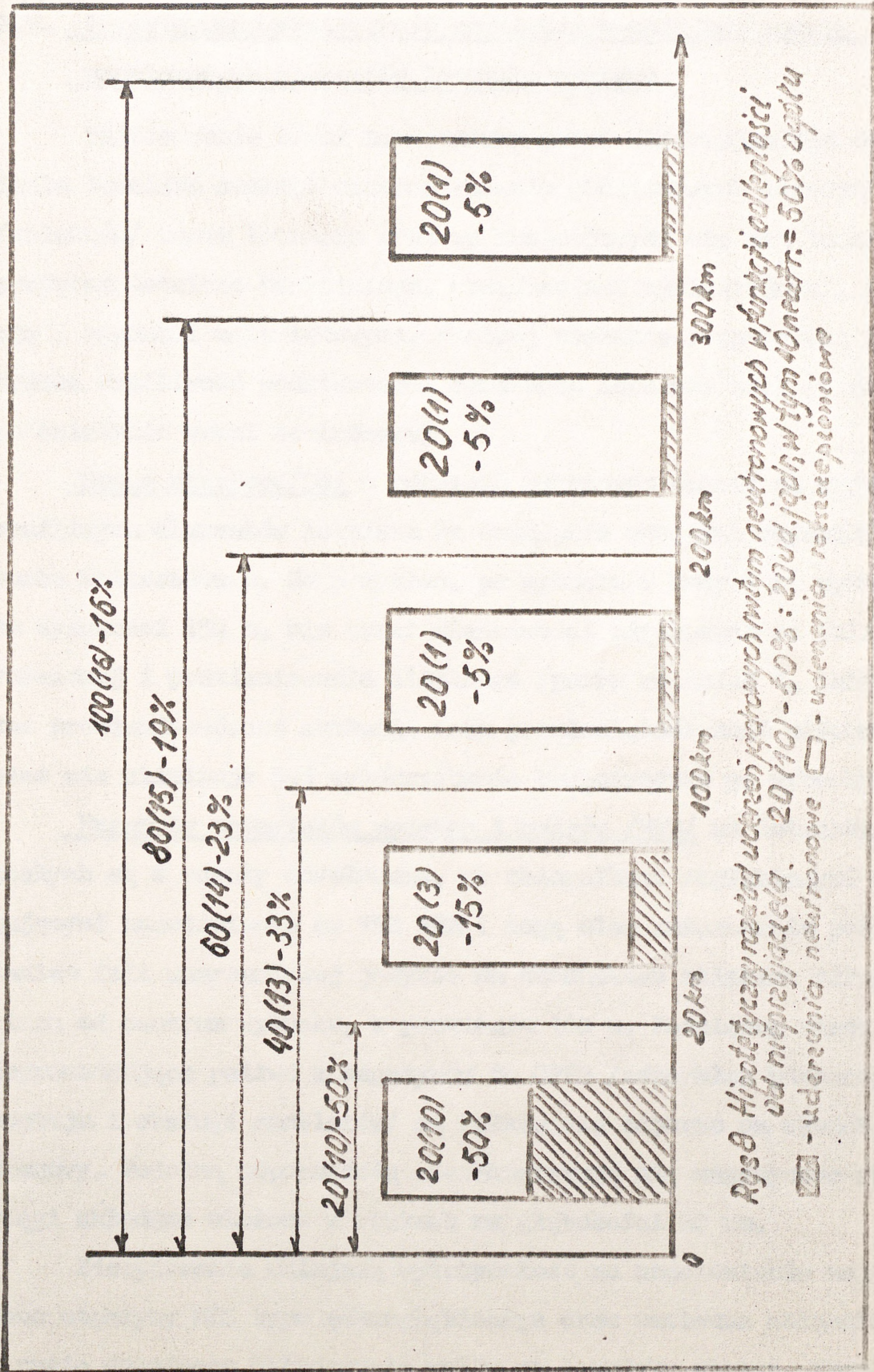
- strefa na głębokości 100-200 km - 20 uderzeń jądrowych, w tym 1 /5 %/ neutronowe;

- strefa na głębokości 200-300 km - 20 uderzeń jądrowych, w tym 1 /5 %/ neutronowe;

- strefa na głębokości ponad 300 km - 20 uderzeń jądrowych, w tym 1 /5 %/ neutronowe.

W całym pasie, przechodzącym przez front i zaplecze, otrzymujemy założone 100 uderzeń jądrowych, w tym 16 /16 %/ neutronowych.

Powyższy wariant przypuszczalnego rozkładu wybuchów neutronowych w funkcji oddalenia od rubieży styczności bojowej wojsk jest konsekwencją wprowadzenia ładunków neutronowych do uzbrojenia środków przenoszenia o różnej donośności, sięgającej nawet poza strefy bazowania lotnictwa frontowego. W tej sytuacji możliwość rażenia bronią neutronową lotnisk stałych na odległościach uwarunkowanych zasięgiem poszczególnych środków przenoszenia ładunków neutronowych, a zwłaszcza raket jest całkowicie realna.



Rys. 8 Hipotetyczny method usterzen jutronych w tym neutronowych w funkcji odleglosci od nieprzejscia. 20 (10) - 50% : 20 ud. jadr, w tym 10 neutr. = 50% opolu
[hatched box] - uderzenia neutronowe [empty box] - uderzenia rozroczajacze

2.3. Przewidywana skuteczność porażenia bronią neutronową podstawowych elementów lotniska stałego

Zastosowanie broni neutronowej przez nieprzyjaciela do porażenia lotniska stałego oznacza rażenie podstawowych elementów /obiektów/ tegoż lotniska wraz ze znajdującymi się tam ludźmi, sprzętem lotniczo-technicznym, urządzeniami nawigacyjnymi, amunicją i zapasami materiałowymi. Poniżej zostanie rozpatrzona przewidywana wrażliwość podstawowych elementów lotniska stałego na rażące działanie broni neutronowej.

Druga startowa/DS/ o pokryciu betonowym należy do najmniej wrażliwych elementów lotniska na działanie rażących czynników wybuchu neutronowego. Na przykład, po wybuchu o mocy 1 kt wykonanym na wysokości 150 m, nie traci właściwości użytkowych od fali uderzeniowej i promieniowania cieplnego /patrz rozdział 1, tabela 3/, zaś promieniotwórcze skażenie oraz promieniotwórczość wtórna również nie eliminuje jej wykorzystania bezpośrednio po wybuchu.

Magazyny materiałów podnych i smarów /MPS/ na lotniskach stałych są z reguły obwałowane, ze zbiornikami zagłębianymi wytrzymującymi nadciśnienie do 150 kPa i mogą ulec zniszczeniu pod działaniem fali uderzeniowej jedynie na stosunkowo bliskich odległościach od centrum wybuchu, w promieniu 160 m. Podziemne rurociągi, doprowadzające paliwo z magazynów do CPPS /centralna płaszczyna postoju i obsługi samolotów/ są całkowicie odporne na wybuch neutronowy. Podobną odpornością charakteryzują się magazynowe rurociągi składane ułożone w rowkach na głębokości 20 cm.

Zdecydowanie mniejszą wytrzymałość na nadciśnienie mają polowe magazyny MPS typu półzagłębionego oraz naziemne zbiorniki, w razie doraźnego składowania paliw na lotnisku stałym. Mogą one

ulec zniszczeniu w promieniu, odpowiednio 420 i 320 m, zaś magazynowe rurociągi składane ułożone na powierzchni - w odległości 200 m od centrum wybuchu neutronowego.

Urządzenia nawigacyjne lotniska stałego wraz z obsługą, rozmieszczone w przestrzeni otwartej, są bardziej lub mniej wrażliwe na skutki wybuchu neutronowego, zależnie od położenia w stosunku do centrum wybuchu. Narażenie na obezwładnienie lub zniszczenie zmniejsza się wraz ze zwiększeniem ich odległości od centrum wybuchu. Jeżeli założymy wybuch ładunku neutronowego o mocy 1 kt na wysokości 150 m i nad środkiem drogi startowej /DS/, to wskaźniki porażenia urządzeń nawigacyjnych lotniska stałego wraz z ich obsługą mogą być takie, jak pokazano w poniższej tabeli.

Orientacyjne wskaźniki porażenia
urządzeń nawigacyjnych lotniska stałego wraz z ich
obsługą / $q = 1 \text{ kt}$ /

Nazwa urządzenia	Położenie urządzenia na lotnisku	Odległość od centrum wybuchu /w m/	Stan urządzenia po wybuchu	Stan obsługi po wybuchu
1	2	3	4	5
Startowe stanowisko dowodzenia /SSD/	Na środku lotniska	do 500	zniszczone	Natychmiastowa utrata zdolności bojowej
Urządzenie ścieżki schodzenia /PRMG/	Bliżej środka DS, 150 m w bok od osi DS	250	zniszczone	- jak wyżej
Radiostacja lotniskowa /RSL/	Na środku lotniska w pobliżu PRMG	do 400	zniszczona	- jak wyżej

1	2	3	4	5
Radiostacja bliższej nawigacji /RSBN/	Poza polem wzlotów, 1500 m w bok od progu DS	około 3 000	sprawna	Zachowuje zdolność bojową
Bliższa radiostacja prowadząca	1 000 m od progu DS	około 2 500	sprawna	- jak wyżej
Dalsza radiostacja prowadząca	ok. 4 000 m od progu DS	około 5 500	sprawna	- jak wyżej

Uwaga: zewnętrzna granica strefy utraty właściwości użytkowych:

- samochodów specjalnych - 610 m;
 - sprzętu radiotechnicznego - 1200 m.
- promienie utraty zdolności bojowej żołnierzy:
- natychmiast - 940 m;
 - w ciągu 1 godziny - 1350 m;
 - w ciągu 1 doby - 1470 m.

Powyższe odległości podaje się w celu wykonania obliczeń, gdy położenie urządzenia nawigacyjnego w stosunku do centrum wybuchu będzie inne, niż pokazane w tabeli.

Samoloty i śmigłowce na lotnisku stałym są ukryte w żelbetonowych schronach^{x/} budowanych w celu ochrony tego sprzętu przed odłamkami bomb i bezpośredniego zniszczenia raketami typu powietrze - ziemia. W zależności od położenia względem centrum wybuchu jądrowego /neutronowego/ schrony te mogą także ochronić sprzęt przed zniszczeniem falą uderzeniową. W takim stanie rzeczy, najważniejszym problemem w zakresie obrony przeciwnetronowej samolotów i śmigłowców jest ochrona ich sprzętu elektronowego przed zniszczeniem strumieniem neutronów. Szczegółowe obliczenia i wnioski w tym zakresie przedstawione zostaną w kolejnych rozdziałach pracy, jest to bowiem jeden z najważniejszych problemów obrony lotnisk stałych przed bronią neutronową i wymaga bardziej obszernych wyjaśnień.

x/ Wrażliwości sprzętu lotniczego na uderzenia neutronowe na centralnej płaszczyźnie postoju i obsługi samolotów nie rozpatruje się, ze względu na to, że w wyższych stanach gotowości bojowej z tego elementu lotniska stałego nie korzysta się.

Podobnie sprawa przedstawia się z ochroną ludzi, to jest personelu latającego i inżynieryjno-lotniczego.

Personel latający, na lotniskach stałych dysponuje ukryciami /schronami/ z żelbetonowych prefabrykatów obsypanych ziemią. Natomiast personel inżynieryjno-lotniczy /obsługi/ może ukrywać się w szczelinach przeciwlotniczych obudowanych żelbetonowymi prefabrykatami bądź w obwałowaniach na samochody i agregaty. Pod względem wrażliwości na działanie rażących czynników wybuchu neutronowego, w tej grupie potencjalnych celów uderzeń nieprzyjaciela na lotnisku stałym można określić jako najbardziej narażony na zniszczenie - personel inżynieryjno-lotniczy.

Rakiety przy samolotach oraz w punktach składowania i elaboracji są narażone w różnym stopniu na uszkodzenie, przy czym chodzi tu głównie o wrażliwość na promieniowanie neutronowe ich urządzeń elektronicznych. Rakiety przeznaczone do bezpośredniego podwieszenia, znajdujące się w przybudówkach do schronów na samoloty będą narażone na utratę właściwości użytkowych na równi ze sprzętem lotniczym i powinny znaleźć się za podobnymi, jak on, osłonięci. Natomiast pozostałe rakiety znajdujące się w punktach składowania i elaboracji w bezpośrednim obrębie lotnisk są narażone na uszkodzenie strumieniem neutronów w takiej odległości od punktu zerowego wybuchu, jak odkryte samoloty.

Lotniska są dla nieprzyjaciela niezwykle opłacalnym do porażenia celem. Uderzenie ładunkiem neutronowym w zasadzie nie narusza głównej infrastruktury lotniska i stwarza nieprzyjacielowi możliwość, w niektórych działaniach bojowych i operacjach /rajdowych, desantowych/, niemal natychmiastowego jego wykorzystania. Pozostaje możliwa do wykonywania startów i lądowań droga startowa, nie uszkodzona część urządzeń nawigacyjnych, jak również nie zniszczone za-

pasy MPS i innych środków materiałowych. Wybuch neutronowy unieruchamia sprzęt lotniczy głównie poprzez uszkodzenie jego urządzeń elektronicznych, a więc daje szansę ponownego wykorzystania go po odpowiednim remoncie /być może również przez nieprzyjaciela/. Nade wszystko jednak wybuch neutronowy zabija ludzi - personel latający i obsługujący samoloty, co jest jednoznaczne z całkowitą utratą zdolności bojowej danego pododdziału /oddziału/ lotnictwa. Przy masowych stratach tego rodzaju specjalistów, trudno będzie odtworzyć naruszoną zdolność bojową.

2.4. Wnioski

1. W ewentualnej przyszłej wojnie z użyciem broni jądrowej lotniska wraz z bazującymi na nich oddziałami wojsk lotniczych będą celami uderzeń neutronowych nieprzyjaciela. Wśród narażanych na te uderzenia różnych rodzajów lotnisk, drogowych odcinków lotniskowych i lądowisk, lotniska stałe będą szczególnie zagrożone zarówno ze względu na znane ich położenie z czasów pokoju jak też możliwość wykorzystania przez nieprzyjaciela ich infrastruktury, stosunkowo odpornej na skutki uderzeń neutronowych.

2. Lotniska bazowania pododdziałów i oddziałów wszystkich rodzajów lotnictwa mogą być rażone bronią neutronową nieprzyjaciela przede wszystkim przy pomocy rakiet Lance i Pershing 2. Te rakiety są wyposażone w głowice z ładunkiem neutronowym i obejmują zasięgiem swojej donośności wszystkie lotniska stałe nawet w najdalszych strefach bazowania wojsk lotniczych frontu i obrony powietrznej kraju.

3. Przewidywania dotyczące skuteczności porażenia bronią neutronową podstawowych elementów lotniska i ugrupowania bojowego bazujących tam wojsk lotniczych wskazują, że najbardziej wrażliwymi na

skutki rażenia tą bronią, a zwłaszcza na promieniowanie przenikliwe będą ludzie oraz podzespoły elektroniczne samolotów, ich uzbrojenia i urządzeń nawigacyjnych. Na ich ochronę należy więc zwrócić szczególną uwagę, poddając weryfikacji właściwości osłonowe budowli fortyfikacyjnych /schronów i ukryć/ dla ludzi i samolotów. Takie obiekty lotnisk stałych, jak: betonowe drogi startowe, zagłębione magazyny materiałów pędnych i smarów, podziemne rurociągi paliw jako niewrażliwe na działanie promieniowania przenikliwego, są również stosunkowo odporne na działanie innych czynników rażących wybuchu neutronowego, mniej niszczących niż przy wybuchu ładunku rozszczepieniowego. Wrażliwość urządzeń nawigacyjnych na uszkodzenie lub zniszczenie będzie zależne od ich położenia w stosunku do centrum wybuchu ładunku neutronowego.

4. Lotniska wraz z bazującymi tam jednostkami wojsk lotniczych są bardzo opłacalnym celem uderzeń neutronowych dla nieprzyjaciela, ponieważ te uderzenia niszczą to, co najcenniejsze i w pewnych warunkach trudne lub niemożliwe do uzupełnienia - stan osobowy tych jednostek, głównie personel latający i inżynierjno-lotniczy. Poza tym prawie nie naruszają uprzednio wspomnianej infrastruktury lotnisk, która może być wykorzystana przez nieprzyjaciela w pewnych rodzajach prowadzonych przez niego działań bojowych.

3. OCHRONA PRZED BRONIĄ NEUTRONOWĄ LUDZI, SPRZĘTU I OBIEKTÓW NA LOTNISKACH

3.1. Zasady ogólne ochrony przed bronią neutronową

Ochrona ludzi, sprzętu i obiektów na lotniskach przed bronią neutronową polega na wyeliminowaniu lub maksymalnym osłabieniu skuteczności poszczególnych czynników rażenia, tj. fali uderzeniowej, promieniowania cieplnego, promieniowania przenikliwego i skażenia promieniotwórczego. Przy organizowaniu ochrony należy uwzględniać specyficzne cechy broni neutronowej, a więc działanie promieniowania przenikliwego. Niżej scharakteryzowane zostaną zasady ogólne i metody ochrony przed poszczególnymi czynnikami rażenia oraz opisane sposoby ochrony ludzi, sprzętu i obiektów lotniskowych. Przy czym szczególna uwaga zwrócona zostanie na podstawowy czynnik rażenia broni neutronowej - promieniowanie przenikliwe.

Najlepszą ochronę ludzi i sprzętu przed bronią jądrową dają różnorodne ukrycia naturalne i specjalnie w tym celu budowane. Dla żołnierzy i ludności wykonuje się szczeliny i różnego typu schrony, a dla sprzętu i środków materiałowych - buduje się ukrycia w postaci odkrytych i przykrytych wykopów. Ponadto w osiedlach wykorzystuje się piwnice z trwałymi stropami, tunele i inne urządzenia podziemne. Ukrycia zapewniają dobrą ochronę ludzi, sprzętu i materiałów przed działaniem wszystkich czynników rażenia broni jądrowej, tj. fali uderzeniowej, promieniowania cieplnego, promieniowania przenikliwego i skutkami skażenia promieniotwórczego. W przypadku ochrony przed bronią neutronową interesuje nas przede wszystkim promieniowanie przenikliwe. Właściwości ochronne przed tym promieniowaniem charakteryzuje się współczynnikiem osłabienia promieniowania $k_{osł}$. Określa on krotkość zmniejszenia dawki w ukryciu w sto-

sunku do dawki zewnętrznej. Wartości tych współczynników zależą od właściwości pochłaniających materiałów, z których zbudowane są te ukrycia.

Osiabienie promieniowania w dowolnym materiale wynika z mechanizmów współdziałania neutronów i kwantów gamma z materią. Ilość pochłoniętych cząstek /kwantów/ lub pochłoniętej energii zależy od grubości i kształtu osłony, od własności fizycznych materiału osłonowego oraz rodzaju promieniowania, jego energii i sposobu propagacji. Właściwości ochronne materiału charakteryzuje się współczynnikiem pochłaniania promieniowania, długością drogi relaksacji lub warstwą pochłonną.

Współczynnik osłabienia promieniowania w danym materiale definiuje się identycznie jak współczynniki dla ukryć. Jest on funkcją wykładniczą grubości osłony wykonanej z danego materiału. Długością drogi relaksacji lub średnią drogą przebiegu cząstki w materiale nazywamy taką grubość materiału osłonowego, która osłabia promieniowanie e /około 2,7/ razy, natomiast warstwą pochłonną nazywamy taką jego grubość, która osłabia promieniowanie dwukrotnie. Związki pomiędzy współczynnikiem osłabienia promieniowania, długością drogi relaksacji i warstwą pochłonną są następujące:

$$k = e^{\frac{x}{\lambda}} \quad /1/$$

$$k = 2^{\frac{x}{\lambda}} \quad /2/$$

$$d = \lambda \cdot \ln 2 \quad /3/$$

gdzie: k - współczynnik osłabienia promieniowania;

λ - długość drogi relaksacji;

d - warstwa pochłonna;

x - grubość osłony.

Po zlogarytmowaniu stronami wzorów 1 i 2 otrzymujemy równanie:

$$\lg k = C \cdot x \quad /4/$$

gdzie: C - wartość stała dla danego rodzaju materiału. Wynosi ona w w przybliżeniu $0,3160 : \lambda$ lub $0,3010 : d$.

Długości dróg relaksacji i warstwy półchłonne dla typowych materiałów konstrukcyjnych stosowanych do budowy ukryć przed promieniowaniem wyznaczane są eksperymentalnie. W tabelach podawane są ich wartości w stosunku do całego widma energetycznego promieniowania gamma i neutronów wybuchu jądrowego. Dane te dla niektórych materiałów osłonowych, dotyczące składników promieniowania przenikliwego rozszczepienia i syntezy zestawiono w tabelach 4 i 5.

Tabela 4.

Długości dróg relaksacji promieniowania
przenikliwego rozszczepienia / $\lambda_{gr}, \lambda_{nr}$ /
i syntezy / $\lambda_{gs}, \lambda_{ns}$ / dla niektórych ro-
dzajów materiałów osłonowych

Rodzaj materiału i jego gęstość /kg/m ³ /	Promieniowanie gamma		Promieniowanie neutronowe	
	λ_{gr}	λ_{gs}	λ_{nr}	λ_{ns}
1. Drewno /700/	44	57	14	20
2. Polietylen /900/	31,4	44	3,9	7
3. Woda /1000/	29,5	40	3,9	7
4. Ziemia /1600/	18,8	26	12,7	16
5. Cegła /1600/	18,8	26	14,4	20
6. Beton /2300/	13,7	18	11,8	14
7. Pancierz /7800/	5	5	16,6	17

Warstwy pochłonne promieniowania przenikliwego
rozszczerzenia / r. nr/ i syntezy / s. ns/
dla niektórych rodzajów materiałów osłonowych, em.

Rodzaj materiału i jego gęstość /kg/m ³ /.	Promieniowanie gamma		Promieniowanie neutronowe	
	r	s	nr	ns
1. Drewno /700/	30,5	40	9,7	14
2. Polietylen /900/	21,8	31	2,7	4,9
3. Woda /1000/	20,4	28	2,7	4,9
4. Ziemia /1600/	13	18	9	11
5. Cegła /1600/	13	18	10	14
6. Beton /2300/	9,5	12,5	8,2	9,8
7. Pancierz /7800/	3,5	3,5	11	12

Z tabel 4 i 5 wynika, że o ile dla promieniowania gamma możemy zaobserwować pewną prawidłowość wzrostu właściwości ochronnych materiałów /zmniejszenie długości drogi relaksacji i warstwy pochłonnej/ wraz ze wzrostem gęstości materiału, to dla promieniowania neutronowego prawidłowość taka nie występuje. Przykładowo polietylen i woda lepiej osłabiają promieniowanie neutronowe niż pancierz i beton choć ich gęstości są kilkakrotnie mniejsze od żelaza i betonu. Zjawiska te są w pełni uzasadnione wspomnianymi w rozdziale pierwszym różnicami w mechanizmach współdziałania promieniowania korpuskularnego i falowego z ośrodkiem materialnym. Warto zwrócić także uwagę na fakt, że wszystkie materiały pochłaniające promieniowanie przenikliwe wyszczególnione w tabelach 4 i 5 z wyjątkiem pancierza znacznie lepiej pochłaniają neutrony niż fotony gamma - bezwzględne wartości dróg relaksacji i warstw pochłonnych w stosunku do promieniowania gamma są znacznie większe /w skrajnym przypadku osmiokrotnie/ niż dla neutronów.

W przypadku pancerza następuje odwrócenie sytuacji, gdyż lepiej on pochłania promieniowanie gamma niż neutronowe. Drogi relaksacji i warstwy pochłonne są ponad trzykrotnie większe dla promieniowania neutronowego niż gamma. Konsekwencją tego faktu jest właśnie tak dobra skuteczność broni neutronowej użytej przeciwko obiektom opancerzonym. Dane zamieszczone w tabelach wskazują ponadto, że zarówno promieniowanie gamma jak i neutronowe pochodzące z wybuchu ładunku syntezy /neutronowego/ jest bardziej przenikliwe /gorzej pochłaniane we wszystkich bez wyjątku materiałach osłonowych/ od promieniowania pochodzącego od wybuchu ładunku rozszczepieniowego. Zwiększenie dróg relaksacji i warstw pochłonnych jest w granicach 10-30 %.

Na podstawie danych zawartych w tabelach 4 i 5 oraz współzależności pomiędzy poszczególnymi wielkościami charakteryzującymi osłabienie promieniowania przenikliwego, opisanymi wzorami 1-4, sporządzone zostały wykresy współczynników osłabienia promieniowania gamma i neutronowego jako funkcji grubości warstw różnych materiałów osłonowych. Wykresy te przedstawiono na rysunkach 5 i 6.

Na podstawie tych wykresów można dokonać ilościowych porównań zdolności pochłaniających promieniowania przenikliwego i syntezy ^{rozszczeplenia} różnych materiałów osłonowych. Weźmy dla przykładu 60 centymetrową warstwę ziemi. Osłabia ona dawkę promieniowania gamma 25 krotnie w rejonie wybuchu ładunku rozszczepieniowego i 10 krotnie w rejonie wybuchu ładunku neutronowego. Ta sama warstwa ziemi osłabia dawkę neutronów odpowiednio: około 120 i 95 razy.

Mówiąc o długościach dróg relaksacji, warstwach pochłonnych i współczynnikach osłabienia promieniowania w różnych materiałach oddzielnie rozpatrujemy pochłanianie promieniowania gamma i neutronów.

Natomiast wiadomo, że w rejonie wybuchu jądrowego /w tym i neutronowego/ obydwaj rodzaje promieniowania występują zawsze jednocześnie. Współczynnik osłabienia promieniowania charakterystyczny dla każdego ukrycia $k_{osł.}$ jest więc ilorazem sumy dawek promieniowania gamma i neutronowego poza ukryciami i ich sumy w ukryciach:

$$k_{osł.} = \frac{D_{\gamma} + D_n}{D_{\gamma x} + D_{n x}} \quad /5/$$

gdzie: D_{γ} - dawka promieniowania gamma w terenie odkrytym;

D_n - dawka promieniowania neutronowego w terenie odkrytym;

$D_{\gamma x}$ - dawka promieniowania gamma w ukryciu;

$D_{n x}$ - dawka promieniowania neutronowego w ukryciu.

Wyznaczenie współczynników osłabienia promieniowania przenikliwego dla poszczególnych ukryć na drodze czysto teoretycznych wyliczeń jest w zasadzie niemożliwe. Oprócz trudności dotyczących współczynników osłabienia w poszczególnych materiałach /skład promieniowania zmienny w funkcji odległości od wybuchu, szeroki zakres energetyczny promieniowania i szeroka wiązka/ dochodzą problemy związane ze zmiennym kątem pionowym ^{i poziomym} padania promieniowania. Pionowy kąt padania promieniowania /wysokość wybuchu/ wywiera szczególnie duży wpływ na krotność osłabienia dawki w odkrytych urządzeniach fortyfikacyjnych /np. szczeliny odkryte/. Duży wpływ na współczynnik osłabienia promieniowania kąta poziomego /kierunku wybuchu/ zaznacza się w przypadkach ukryć o dużej niejednorodności przestrzennej ich właściwości ochronnych.

Na podstawie doświadczeń i szacunkowych obliczeń ustalono współczynniki osłabienia promieniowania w niektórych typowych ukryciach polowych, dotyczące składu i energii promieniowania wybuchu ładunku rozszczepieniowego /tabela 6/.

Bardzo orientacyjny charakter współczynników osłabienia promieniowania przenikliwego, przyjmowanych dla różnych ukryć typu polowego ilustruje następujący przykład.

Dla transzei i rowów łączących o profilu podstawowym zwykle przyjmuje się krotność osłabienia dawki promieniowania przenikliwego od wybuchu jądrowego małej mocy: 1,8 - w przypadku wybuchu powietrznego i 2 - przy wybuchu naziemnym. Faktycznie jednak kiedy kierunek padania promieniowania jest równoległy do transzei /rowu/ to współczynnik ten w obydwu przypadkach jest bliski jedności /urządzenia te nie chronią zupełnie przed promieniowaniem przenikliwym/. Jeżeli natomiast promieniowanie pada pod kątem 45-90 stopni, to w przypadku wybuchu naziemnego krotność osłabienia dawki wynosi: na wysokości przedpiersia /człowiek znajduje się w transzei w pozycji stojącej/ 1,5-2, na wysokości 1 m od dna /człowiek w pozycji siedzącej/ 3-5 i na wysokości 30 cm od dna /człowiek w pozycji leżącej/, 15-20. Z przykładu widać dobitnie, że pojęcie współczynnika osłabienia promieniowania ma sens jedynie w znaczeniu statystycznym /przy masowości rozpatrywanych zjawisk/, a obliczanie go tylko na podstawie właściwości ochronnych materiałów użytych do budowy konkretnego ukrycia i jego geometrii jest niecelowe.

Dlatego oszacowanie współczynników osłabienia promieniowania przenikliwego syntezy /wybuch neutronowy/ oprzemy na założeniu, że warunki determinujące krotność osłabienia promieniowania przenikliwego rozszczepienia /kształt ukrycia, kierunek padania promieniowania itp./ dotyczą również promieniowania syntezy, przy czym wybuch ładunku neutronowego można rozpatrywać jak powietrzny wybuch zwykłego ładunku jądrowego małej mocy, a różnice w pochłanianiu obydwu promieniowań wynikają tylko z różnic we właściwościach ochronnych materiałów konstrukcyjnych w stosunku do promie-

niowania przenikliwego rozszczepienia i syntezy.

W tym celu ze wzoru /2/ wyznaczmy wartość zmiennej niezależnej /x/ dla promieniowania przenikliwego rozszczepienia i syntezy:

$$x_r = \frac{\lg k_r \cdot d_r}{\lg 2} \quad /5/$$

$$x_s = \frac{\lg k_s \cdot d_s}{\lg 2} \quad /6/$$

gdzie: x_r - grubość warstwy osłonowej pochłaniającej promieniowanie przenikliwe rozszczepienia;

x_s - grubość warstwy osłonowej pochłaniającej promieniowanie przenikliwe syntezy;

k_r - współczynnik osłabienia promieniowania przenikliwego rozszczepienia /znany/;

k_s - współczynnik osłabienia promieniowania przenikliwego syntezy /szukany/;

d_r - uśredniona warstwa półchłonna promieniowania przenikliwego /gamma i neutronowego/ rozszczepienia;

d_s - uśredniona warstwa półchłonna promieniowania przenikliwego /gamma i neutronowego/ syntezy.

Zgodnie z wyżej przyjętym założeniem możemy napisać, że

$x_r = x_s$, a zatem:

$$\lg k_s = \lg k_r \cdot \frac{d_r}{d_s} \quad /7/$$

Wzór 7 można zapisać w postaci:

$$\lg k_s = \lg k_r \cdot n(r/s) \quad /8/$$

$$\lg k_r = \lg k_s \cdot n(s/r) \quad /9/$$

lub

$$k_s = k_r^{n(r/s)} \quad /10/$$

$$k_r = k_s^{n(s/r)} \quad /11/$$

gdzie: $n(r/s) = d_r : d_s$

$n(s/r) = d_s : d_r$

Ze wzorów 7-11 wynika, że znając współczynnik osłabienia promieniowania rozszczepienia można znaleźć współczynnik osłabienia promieniowania syntezy i odwrotnie. W tym celu współczynnik osłabienia promieniowania przenikliwego rozszczepienia podnosimy do potęgi $n(r/s)$ lub syntezy - do potęgi $n(s/r)$. Rozwiązanie problemu sprowadza się więc do wyznaczenia wykładników tych potęg, tj. ilorazu uśrednionych warstw pochłonnnych.

W celu ustalenia uśrednionych warstw pochłonnnych promieniowania przenikliwego należy znać udziały obydwu składników promieniowania /gamma i neutronowego/ w tworzeniu dawki sumarycznej, gdyż jest oczywiste, że jeżeli dominuje promieniowanie gamma to d_r i d_s bliskie są d_r i d_s , natomiast gdy dominuje promieniowanie neutronowe to d_r i d_s bliskie są d_{nr} i d_{ns} . Ogólnie dla promieniowania przenikliwego rozszczepienia i syntezy można zapisać:

$$d_r = a \cdot d_r + /1-a/ d_{nr} \quad /12/$$

$$d_s = b \cdot d_s + /1-b/ d_{ns} \quad /13/$$

gdzie: a - udział promieniowania gamma w dawce sumarycznej promieniowania przenikliwego rozszczepienia;
 b - udział promieniowania gamma w dawce sumarycznej promieniowania przenikliwego syntezy.

Wykładniki potęg we wzorach 10 i 11 przyjmują zatem postać:

$$n(r/s) = \frac{a \cdot d \uparrow r + /1-a/ \text{ dnr}}{b \cdot d \uparrow s + /1-b/ \text{ dns}} \quad /14/$$

$$n(s/r) = \frac{b \cdot d \uparrow s + /1-b/ \text{ dns}}{a \cdot d \uparrow r + /1-a/ \text{ dnr}} \quad /15/$$

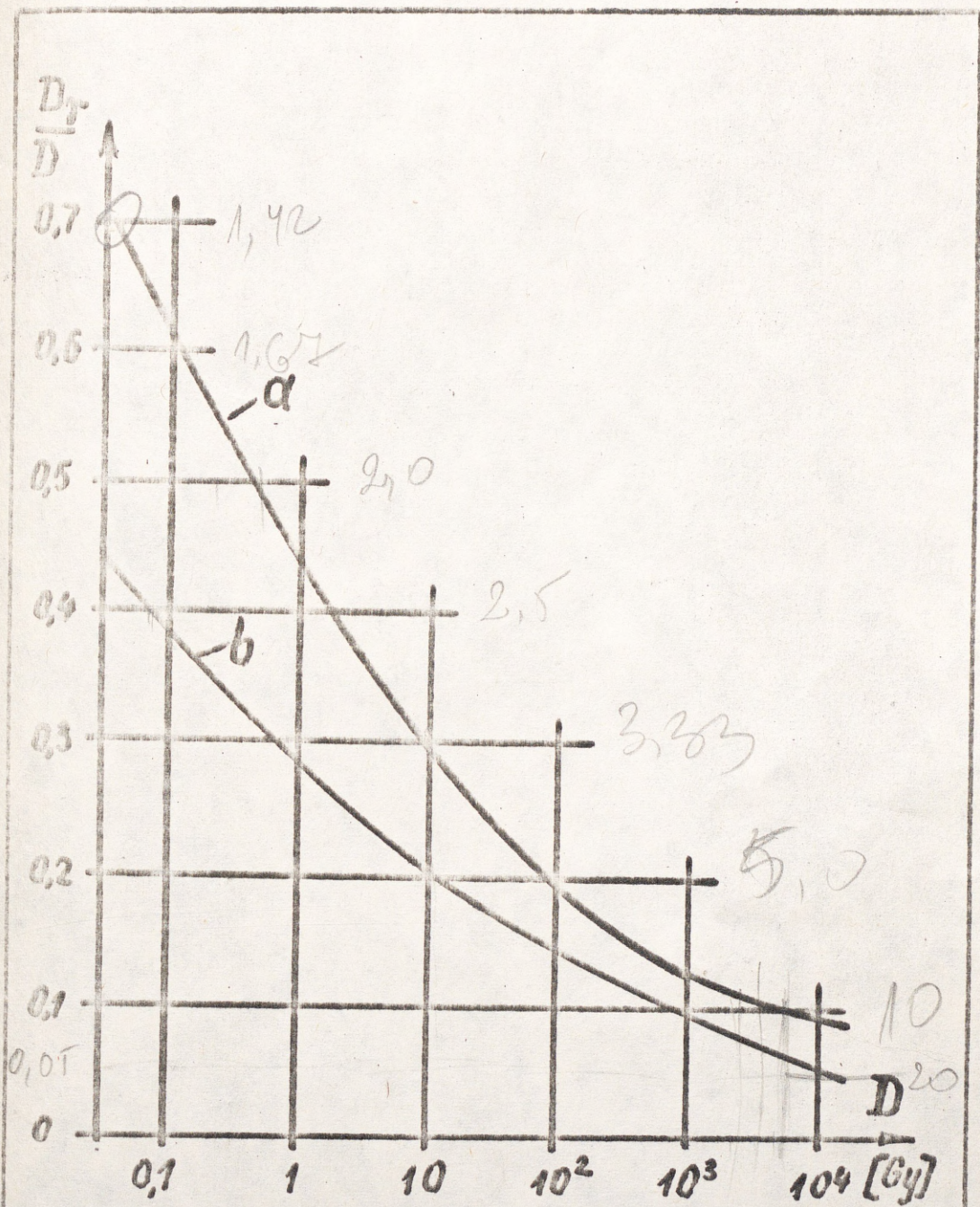
Udziały promieniowania gamma w dawce sumarycznej promieniowania przenikliwego rozszczepienia /a/ i syntezy /b/ można odczytać wprost z wykresów zamieszczonych na rysunkach 3 i 4. Udziały te rosną w miarę oddalenia się od punktu zerowego wybuchu, a więc zmniejszają się w miarę wzrostu dawki sumarycznej. Wykresy udziałów promieniowania gamma rozszczepienia /a/ i syntezy /b/ w dawce sumarycznej promieniowania przenikliwego jako funkcje tej dawki przedstawiono na rysunku 9.

Z wykresów wynika, że dla dawek z przedziału $1-10^4$ Gy i dla których współczynniki osłabienia do dawki dopuszczalnej jednorazowej - 0,5 Gy - wynoszą od 2 do $2 \cdot 10^4$ odpowiadają wartości: $0,43 \leq a \leq 0,09$ i $0,28 \leq b \leq 0,05$. Przyjmując takie udziały promieniowania gamma w dawce sumarycznej promieniowania przenikliwego rozszczepienia i syntezy na podstawie wzorów 14 i 15 ustalono wykładniki potęg $n(r/s)$ i $n(s/r)$. Ich wartości dla wszystkich uprzednio rozpatrywanych materiałów osłonowych zestawiono w tabeli.6.

Tabela 6.

Wartości wykładników
potęg $n(r/s)$ i $n(s/r)$.

Rodzaj materiału	$k_{\text{osł.}}$	a	b	$n(r/s)$	$n(s/r)$
1	2	3	4	5	6
Drewno	2	0,43	0,28	0,88	1,14
	20	0,30	0,20	0,83	1,20



Rys. 9 Udziały promieniowania gamma w dawkę sumarycznej promieniowania przenikliwego rozszczepienia (α) i syntezy (b) jako funkcje tej dawki

$\frac{D_\gamma}{D}$

1	2	3	4	5	6
	200	0,19	0,14	0,77	1,29
	2000	0,14	0,09	0,77	1,30
	20000	0,09	0,05	0,76	1,32
Polietylen	2	0,43	0,28	0,89	1,12
	20	0,30	0,20	0,83	1,20
	200	0,19	0,14	0,74	1,35
	2000	0,14	0,09	0,74	1,35
	20000	0,09	0,05	0,71	1,40
Woda	2	0,43	0,28	0,91	1,10
	20	0,30	0,20	0,84	1,19
	200	0,19	0,14	0,75	1,34
	2000	0,14	0,09	0,74	1,35
	20000	0,09	0,05	0,71	1,41
Ziemia	2	0,43	0,28	0,83	1,21
	20	0,30	0,20	0,82	1,22
	200	0,19	0,14	0,81	1,23
	2000	0,14	0,09	0,82	1,21
	20000	0,09	0,05	0,82	1,21
Cegła	2	0,43	0,28	0,77	1,34
	20	0,30	0,20	0,74	1,36
	200	0,19	0,14	0,73	1,38
	2000	0,14	0,09	0,73	1,38
	20000	0,09	0,05	0,72	1,38
Beton	2	0,43	0,28	0,83	1,21
	20	0,30	0,20	0,83	1,20
	200	0,19	0,14	0,83	1,20
	2000	0,14	0,09	0,83	1,20

1	2	3	4	5	6
	20000	0,09	0,05	0,84	1,19
Pancerz	2	0,43	0,28	0,81	1,23
	20	0,30	0,20	0,85	1,18
	200	0,19	0,14	0,86	1,13
	2000	0,14	0,09	0,89	1,13
	20000	0,09	0,05	0,89	1,12

3. 2. Ochrona przed bronią neutronową ludzi

Ochrona ludzi przed bronią jądrową polega na korzystaniu z indywidualnych i zbiorowych środków ochrony przed skażeniami oraz wykorzystywaniu właściwości ochronnych sprzętu i terenu do ochrony przed wszystkimi czynnikami rażenia tej broni, tj. falą uderzeniową, promieniowaniem cieplnym, promieniowaniem przenikliwym i skażeniem promieniotwórczym. Prześledźmy więc możliwość wykorzystania tych wszystkich środków do ochrony przed bronią neutronową.

Indywidualne środki ochrony przed skażeniami chronią oczy, drogi oddechowe, drogi pokarmowe i skórę przed skażeniem promieniotwórczym i częściowo zmniejszają stopień porażenia promieniowaniem cieplnym. Nie chronią natomiast przed falą uderzeniową i promieniowaniem przenikliwym. Promieniowanie gamma i neutronowe swobodnie przenika przez materiały, z których wykonane są maski przeciwigazowe i odzież ochronna. Właściwości ochronne tych środków polegające na częściowej ochronie ludzi przed promieniowaniem cieplnym mogą odgrywać pewną rolę w przypadku wybuchów ładunków rozszczepieniowych są jednak bez znaczenia przy wybuchach ładunków neutronowych, gdyż promieniowanie cieplne nie odgrywa istotnej roli w rażeniu ludzi ładunkiem neutronowym.

Jego działanie rażące na ludzi może przejawiać się bowiem w odległości od wybuchu mniejszej od 0,5 km /moc 1 kt/, natomiast ludzie znajdujące się w odległościach mniejszych od 0,7 km otrzymują dawki promieniowania przenikliwego powodujące natychmiastową utratę świadomości i rychłą śmierć. Wykonanie indywidualnych środków ochrony przed skażeniami osłabiających w istotnym stopniu promieniowanie przenikliwe jest z technicznego punktu widzenia nieuzasadnione i niemożliwe.

Jak wspomniano już po wybuchu ładunku neutronowego może powstać niewielkie skażenie terenu. Zabezpieczeniem przed dostaniem się substancji promieniotwórczych do wnętrza organizmu i na skórę mogą być indywidualne środki ochrony przed skażeniami. Wykorzystanie ich może być celowe w pobliżu punktu zerowego w ciągu kilku godzin po wybuchu.

Piwnice pod budynkami, ukrycia ziemne i obiekty fortyfikacji polowej chronią ludzi przed wszystkimi czynnikami rażenia broni jądrowej. W przypadku broni neutronowej, główne zainteresowanie należy oczywiście skierować na promieniowanie przenikliwe. Współczynniki osłabienia promieniowania przenikliwego rozszczepienia i, obliczone zgodnie z metodyką podaną w podrozdziale 3.2, współczynniki osłabienia promieniowania przenikliwego syntezy zestawiono w tabeli 7.

Wzajemne porównanie tych współczynników oraz analiza ich wartości bezwzględnych wskazują, że najmniej, bo kilkakrotnie, redukują dawkę promieniowania przenikliwego transzeje, rowy, szczeliny i okopy. Stosowanie ich do ochrony ludzi przed bronią neutronową jest niemierniej bardzo celowe. Przede wszystkim dlatego, że są to najprostsze i łatwe w masowym wykonaniu ukrycia. Nie wymagają one

Tabela 7.

Współczynniki osłabienia promieniowania
przenikliwego rozszczepienia k_r i syntezy
 k_s niektórych obiektów na lotniskach słu-
żących jako ukrycia przed promieniowaniem.

Rodzaj obiektu /ukrycia/	Współczynnik osłabienia promieniowania.	
	rozszczenia k_r	syntezy k_s
Rowy i szczeliny odkryte	1,8	1,6
Szczeliny przykryte	3	2,5
Domy drewniane	10	9
Budynki murowane niskie	15	8
Budynki murowane wielopiętrowe	20	10
Piwnice podbudynkami	200	80
Schron dla samolotu i obsługi	10^3	300
Schrony dla ludzi oraz urządze- nia stanowisk dowodzenia i węz- łów łączności obliczone na nad- ciśnienie od 100 do 300 kPa	$10^3 - 10^4$	$3 \cdot 10^2 - 2 \cdot 10^3$
Schrony dla ludzi oraz urzą- dzenia stanowisk dowodzenia i węzłów łączności obliczone na nadciśnienie 0,5-2 MPa	$10^5 - 10^7$	$10^4 - 10^6$

specjalnie przygotowanych materiałów i łatwo jest mechanizować prace ziemne. Z ukryć tych na lotnisku powinny być wykonywane przede wszystkim szczeliny. Ilość ich powinna być taka, aby w każdej chwili żołnierze /personel lotniska/ mogli z nich skorzystać znajdując się w dowolnym miejscu na lotnisku i wykonując dowolne prace.

Dobrymi parametrami ochronnymi charakteryzują się schrony różnego typu. Współczynniki redukcji dawek osiagają w nich wartości od kilku-set do kilku milionów. Celowość budowania i wykorzystania tych obiektów do ochrony przed bronią neutronową nie podlega więc dyskusji. Co więcej, można powiedzieć, że są to obiekty wyjątkowo skutecznie chroniące ludzi przed tą bronią. Ukrycie ludzi w odpowiednio przygotowanych schronach może nawet postawić pod znakiem zapytania celowość użycia broni neutronowej, jako środka mało skutecznego. Na tym tle niestety małym współczynnikiem osłabienia promieniowania syntezy wykazuje się schron dla samolotu i jego załogi, bo osłabia on to promieniowanie zaledwie 300 razy. Niezbyt wysokimi parametrami ochronnymi wykazują się także budynki mieszkalne, a szczególnie piwnice pod budynkami. Wykorzystanie ich do ochrony przed bronią neutronową jest jednak ze wszech miar celowe.

Dalsza analiza danych w tabeli 7, a ściślej porównanie współczynników osłabienia promieniowania przenikliwego rozszczepienia i syntezy wskazuje, że właściwości ochronne wszystkich tych obiektów przed promieniowaniem przenikliwym emitowanym w momencie wybuchu ładunku neutronowego pogarszają się w stosunku do właściwości ochronnych przed promieniowaniem przenikliwym pochodzącym od wybuchu ładunku rozszczepieniowego. Miarą tego pogorszenia jest zmniejszenie współczynników osłabienia promieniowania /od kilkudziesięciu do ponad 10 razy dla schronów stałych/. Zwiększenie pola rażenia promieniowaniem przenikliwym i zmniejszenie współczynników redukcji dawki od wybuchów neutronowych w porównaniu z rozszczepieniowymi powoduje, że powierzchnie stref rażenia ludzi zwiększają się kilkakrotnie /przy tych samych mocach wybuchów/. Fakty te po-

wodują, że dla zachowania wymogów gwarantujących niezbędny stopień bezpieczeństwa ludzi korzystających z ukryć należy dokonać częściowych zmian w ich konstrukcji. Zmiany te powinny prowadzić do radykalnej poprawy współczynników osłabienia promieniowania przenikliwego.

Wylania się przy tym podstawowe pytanie: Jakie powinny być wartości współczynników redukcji dawek poszczególnych ukryć? Otóż w rejonie wybuchu każdego rodzaju z rozpatrywanych ładunków /rozszczeniowego i neutronowego/ i dla każdego ukrycia można określić pewną maksymalną wartość redukcji dawki, której powiększenie nie wpływa już na zmniejszenie strefy rażenia ludzi. Jest to współczynnik redukcji dawki do wartości dopuszczalnej w takiej odległości od punktu zerowego wybuchu, która równa jest promieniowi strefy zniszczenia danego ukrycia falą uderzeniową. Promienie tych stref dla ładunku neutronowego o mocy 1 kt zawierają się pomiędzy punktem zerowym i odległością od niego równą 1100 m. W tabeli 8 zamieszczono promienie zniszczeń, dawki i wymagane współczynniki redukcji dawek do wartości dopuszczalnych. Do ukryć tych zaliczono różne obiekty znajdujące się na lotnisku, które mogą chronić ludzi przed promieniowaniem. Wymagany współczynnik redukcji $k_{osł}$ dawki jest ilorazem dawki faktycznej i dopuszczalnej, która przy jednokrotnym napromienieniu wynosi 0,5 Gy dla wszystkich żołnierzy z wyjątkiem personelu latającego i 0,25 Gy dla tego personelu.

Porównując wymagane współczynniki redukcji dawek /z tabeli 8/ z faktycznymi /z tabeli 7/ dochodzimy do wniosku, że właściwości ochronne prawie wszystkich ukryć nie spełniają wymogów stwarzanych przez broń neutronową. Wynika z tego konieczność wprowadzenia zmian konstrukcyjnych i innych działań zmierzających do poprawy właściwo-

ści ochronnych ukryć.

Tabela 8.

Dawki promieniowania przenikliwego w odległościach od wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1 kt odpowiadających promieniom stref zniszczeń ukryć oraz wymagane współczynniki osłabienia promieniowania w tych ukryciach do wartości dopuszczalnej.

Rodzaje obiektów /ukryć/ i promienie ich zniszczeń /km/.	Dawka Gy	Wymagany $k_{osł.}$
Transzeje, rowy, szczeliny odkryte /0,30/	$6 \cdot 10^3$	$1,2 \cdot 10^4$
Szczeliny przykryte /0,27/	10^4	$2 \cdot 10^4$
Domy drewniane /1,1/	20	40
Budynki murowane niskie /0,72/	$2,5 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^2$
Budynki murowane wielopiętrowe /0,85/	90	$1,8 \cdot 10^2$
Piwnice pod budynkami /0,15/	$4 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^4$
Schrony dla samolotów i obsługi /0,22/	$1,1 \cdot 10^4$	$4,4 \cdot 10^4$
Schrony dla ludności oraz urządzenia stanowisk dowodzenia i węzłów łączności obliczone na nadciśnienie 100-200 kPa /0,05/	$9 \cdot 10^4$	$1,8 \cdot 10^5$
Schrony dla ludności oraz urządzenia stanowisk dowodzenia i węzłów łączności obliczone na nadciśnienie 0,5-2 MPa /0/	105	$2 \cdot 10^5$

x - $k_{osł.}$ otrzymano z podzielenia dawki przez 0,5 Gy we wszystkich przypadkach z wyjątkiem schronu dla samolotów i obsługi, gdzie dawkę tę podzielono przez 0,25 Gy.

Poprawa właściwości ochronnych pomieszczeń znajdujących się w kondygnacjach nadziemnych w domach drewnianych i murowanych jest trudna i prawdopodobnie nieopłacalna. Można zatem rozpatrywać tylko piwnice pod budynkami, schrony różnego typu i inne obiekty zagłębione w ziemi. Wyjątek stanowi tu schron na samolot i obsługę, który mimo iż jest budowlą nadziemną należy zabezpieczyć przed promieniowaniem, gdyż jest jednym z najważniejszych ukryć dla samolotu i ludzi znajdujących się na lotnisku.

Do podstawowych zmian konstrukcyjnych i zabiegów mających na celu przystosowanie obiektów do ochrony ludzi przed bronią neutronową można zaliczyć: zwiększenie głębokości ich posadowienia, zwiększenie grubości obsypki stropowej, wykonanie obwałowania lub pogrubienie istniejącego wału, umieszczenie w warstwie stropowej materiałów dobrze pochłaniających promieniowanie oraz okresowe nawilżanie gruntu przykrywającego te obiekty.

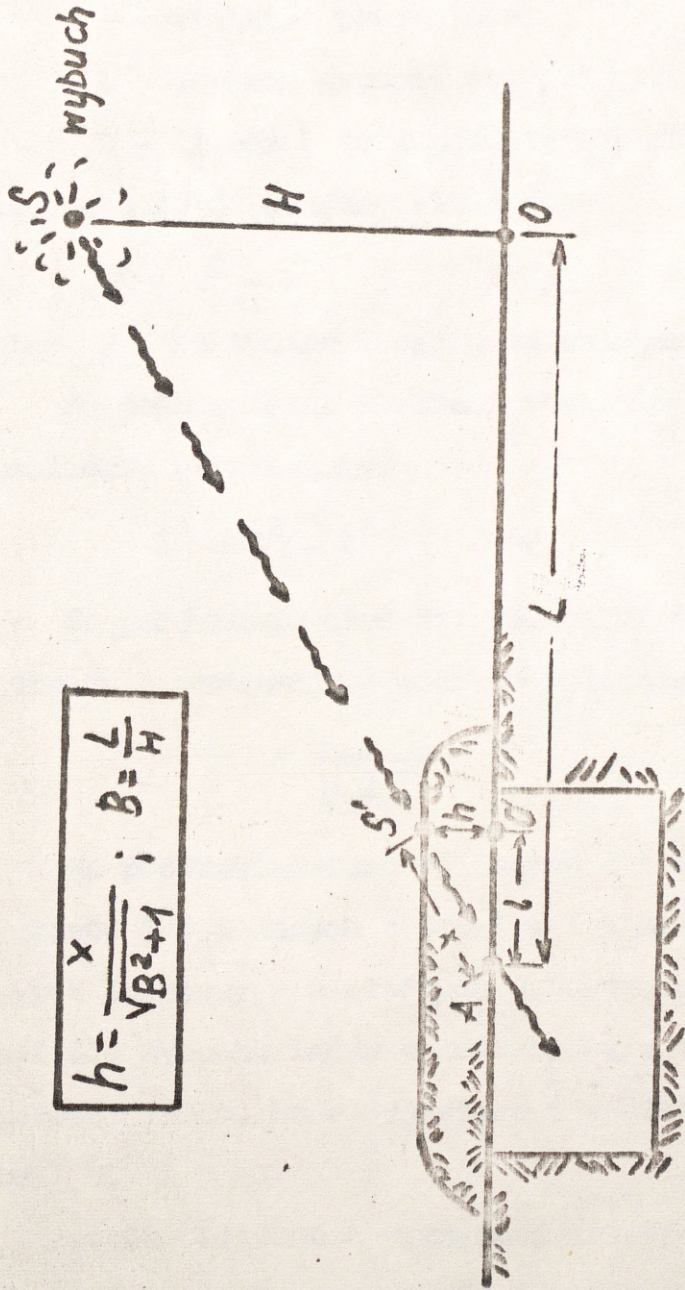
Poprawa właściwości ochronnych drogą zwiększenia głębokości posadowienia dotyczy obiektów nowobudowanych. Zabieg ten jest na tyle oczywisty, że nie wymaga szerszego komentarza.

Zwiększenie grubości obsypki stropowej dotyczy zarówno obiektów nowobudowanych jak i istniejących. Sposób obliczania wymaganej grubości obsypki stropowej obiektów zagłębionych w ziemi przedstawiono na rysunku 10. Dotyczy on takiego przypadku, gdy odległość od punktu zerowego wybuchu, na której dany obiekt zostaje zniszczony falą uderzeniową, jest większa od zera. W przypadku tym faktyczna droga promieniowania przenikliwego w obsypce jest większa od grubości obsypki.

Z podobieństwa trójkątów AOS i AO'S' wynika następująca proporcja:

$$B = \frac{L}{H} = \frac{1}{h}$$

/16/



$$h = \frac{x}{\sqrt{B^2 + 1}} ; B = \frac{L}{H}$$

Rys. 10 Sposób obliczania wymaganej grubości stropowej obiektów zagłębionych w ziemi, przy $L > 0$

gdzie: L - odległość od punktu zerowego wybuchu, na której dane ukrycie zostaje zniszczone falą uderzeniową;

H - wysokość wybuchu;

l - wielkość pomocnicza;

h - szukana grubość obsypki stropowej;

B - iloraz L do H pozwalający skrócić zapis.

Z trójkąta AO'S' wynika zależność:

$$l^2 = d^2 - h^2 \quad /17/$$

gdzie: x - faktyczna droga promieniowania przenikliwego w obsypce.

Po podniesieniu stronami równania 16 do kwadratu i jego przekształceniu otrzymujemy:

$$l^2 = B^2 \cdot h^2 \quad /18/$$

Po porównaniu stronami równań 17 i 18 i przekształceniu ostatecznie otrzymujemy wzór do obliczenia grubości obsypki:

$$H = \frac{x}{\sqrt{B^2+1}} \quad /19/$$

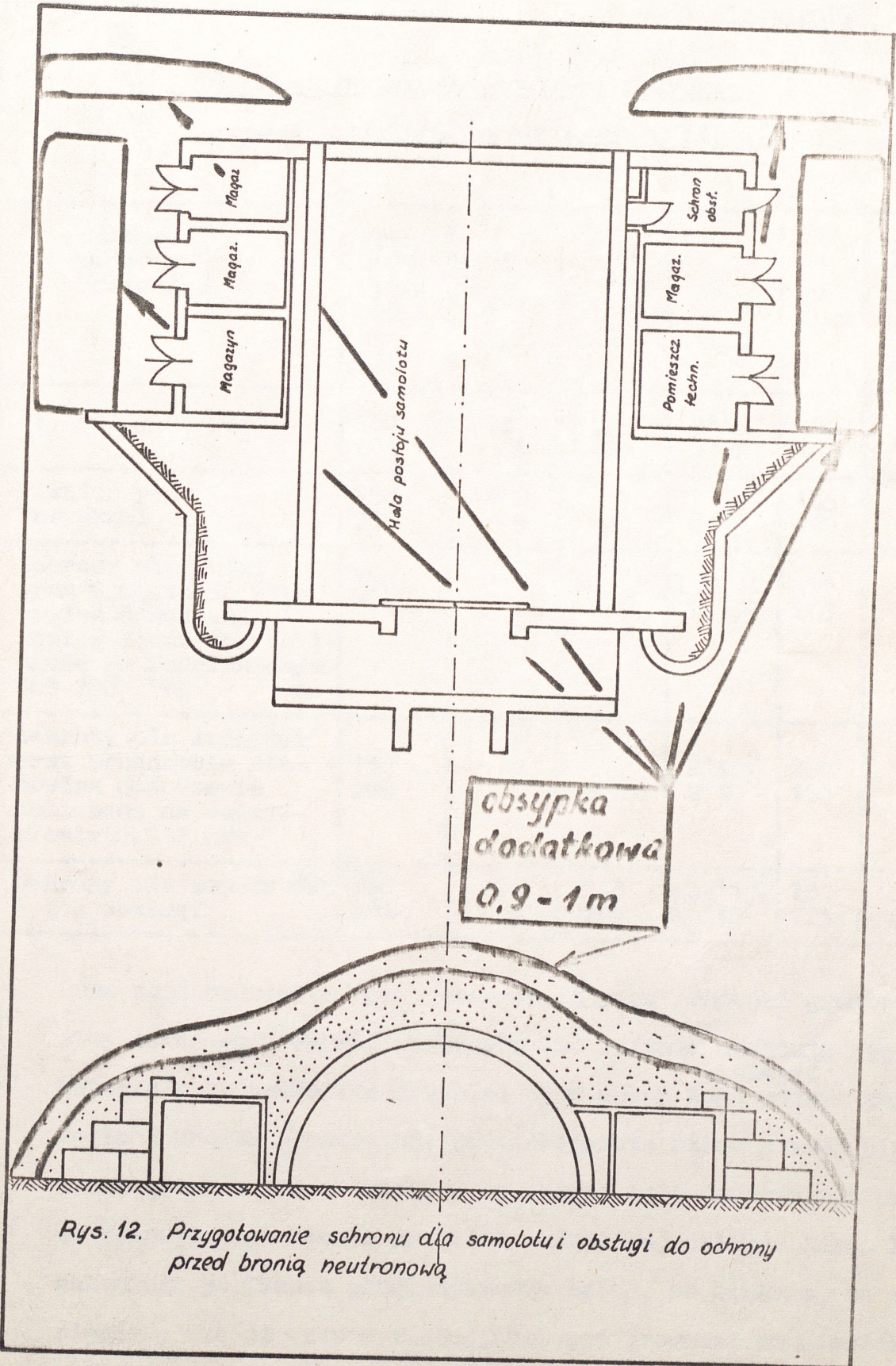
Na podstawie wzoru 19 danych z tabeli 8, wykresu z rysunku 3, wzorów 1-5 i danych z tabel 4 i 5 obliczono wymagane grubości obsypki stropowych niektórych typowych obiektów zagłębionych w ziemi dla wybuchu ładunku neutronowego o mocy 1 kt wykonanego na wysokości 150 m. Dane wyjściowe i wyniki obliczeń zestawiono w tabeli 9.

Sposób obliczania wymaganej grubości obsypki stropowej obiektów zagłębionych w ziemi dla takiego przypadku, gdy odległość od punktu zerowego na której obiekt zostaje zniszczony falą uderzeniową jest równa zero /zasięg niszczącego działania na dany obiekt fali uderzeniowej jest mniejszy od wysokości wybuchu/ przedstawiono na rysunku 11. Chodzi o to, że wykres dawki promieniowania

przenikliwego jako funkcji odległości od punktu zerowego wybuchu /przedstawiamy na rysunku 3/ dotyczy wybuchu wykonanego na wysokości 150 m. Oznacza to, że gdybyśmy z tego wykresu odczytali dawkę dla odległości zerowej dotyczyłoby to wybuchu w punkcie S'. Natomiast nasz wybuch jest faktycznie w punkcie S, a dawka od tego wybuchu jest taka sama jak dla wybuchu wykonanego na wysokości 150 m w punkcie S''. Z rysunku wynika, że dla wybuchu wykonanego na wysokości 300 m nad obiektem dawkę z wykresu na rys. 3 należy odczytać dla odległości $L'' = 150 \cdot \sqrt{3} \approx 260$ m. Wynosi ona około 10^4 Gy. Współczynnik osłabienia dla wszystkich rodzajów wojsk powinien zatem wynosić $2 \cdot 10^4$, a dla personelu latającego $4 \cdot 10^4$. Dane te i odpowiadające im grubości obsypki stropowej zamieszczono w tabeli 9.

W przypadku obiektów nie zagłębionych - znajdujących się na powierzchni - oprócz grubości obsypki stropowej interesuje nas także grubość obsypki bocznej /obwałowania/. Dla obiektów tych, dla których L jest większe od H można w uproszczeniu przyjąć, że grubość obwałowania równa jest faktycznej długości drogi promieniowania w materiale osłonowym. Oznacza to, że grubości $x = h$ otrzymujemy bezpośrednio posługując się wymaganymi współczynnikami osłabienia dawki. Dane wyjściowe do obliczeń i wymagane grubości obsypki bocznej /obwałowania/ niektórych obiektów naziemnych zestawiono w tabeli 10.

Wykonując praktycznie obsypkę stropową i obwałowanie obiektów należy z tabel 9 i 10 brać zawsze wielkości większe. Np. grubość obsypki stropowej schronu dla samolotów i obsługi powinna wynosić nie 100 a 175 cm, natomiast jego obwałowanie - nie 175 a 180 cm. Obsypkę stropową i obwałowanie tego schronu przedstawiono schematycznie na rysunku 12.



Rys. 12. Przygotowanie schronu dla samolotów i obsługi do ochrony przed bronią neutronową

Tabela 9.

Obliczenie wymaganej grubości obsypki
stropowej obiektów zagłębionych w ziemi.

Rodzaj obiektu /ukrycia/	Wy- kość wybu- chu H /m/	L /m/	B lub L ^o /m/	kosł	x /cm/	Gru- bość obsy- pki. h /cm/
Szczeliny przykryte	150 300	270 0	1,8 260	$2 \cdot 10^4$ $2 \cdot 10^4$	160 160	78 160
Piwnice pod butynkami	150 300	150 0	1 260	$8 \cdot 10^4$ $2 \cdot 10^4$	185 160	130 160
Schrony dla ludzi oraz urządzenia sta- nowisk dowodzenia i węzłów łączności obli- czone na nadciśnienie 100-200 kPa.	150 300	50 0	0,33 260	$1,8 \cdot 10^5$ $2 \cdot 10^4$	195 160	185 160
Schrony dla ludności oraz urządzenia sta- nowisk dowodzenia obliczone na nadciś- nienie 0,5-2 MPa	150 300	0 0	0 260	$2 \cdot 10^5$ $2 \cdot 10^4$	200 160	200 160
Schrony dla samolotów i ich obsługi	150 300	220 0	1,5 260	$4,4 \cdot 10^4$ $4 \cdot 10^4$	180 175	100 175

Dane zamieszczone w tych tabelach dotyczą grubości gruntowej war-
stwy osłonowej. Jeżeli w stropie lub ścianie znajdują się inne
materiały to całkowite grubości tych osłon mogą pewnym zmianom.
Cegła i drewno pochłaniają promieniowanie nieco gorzej niż ziemia
i zastąpienie części warstwy osłonowej tymi materiałami prowadzi
do pewnego pogrubienia grubości całkowitej osłony. Nieco lepiej
natomiast pochłania promieniowanie beton, co oznacza, że zasta-
pienie w części osłony ziemnej betonem prowadzi do niewielkiego
zmniejszenia jej grubości całkowitej. Znaczne zmniejszenie grubo-

Tabela 10.

Obliczenie wymaganej grubości osypki
bocznej /obwałowania/ obiektów w zbudowa-
nych na powierzchni ziemi.

Rodzaj obiektu /ukrycia/	Wysokość wybuchu H /m/	L /m/	$k_{osł}$	Grubość obwałowa- nia $x = h$ /cm/
Domy drewniane	150	1100	40	60
	300	1200	20	50
Budynki murowane niskie	150	720	500	120
	300	870	120	75
Budynki murowane wielopiętrowe	150	850	180	110
	300	900	70	70
Schrony dla samolotów i obsługi	150	220	$4,4 \cdot 10^4$	180
	300	0	$4 \cdot 10^4$	175

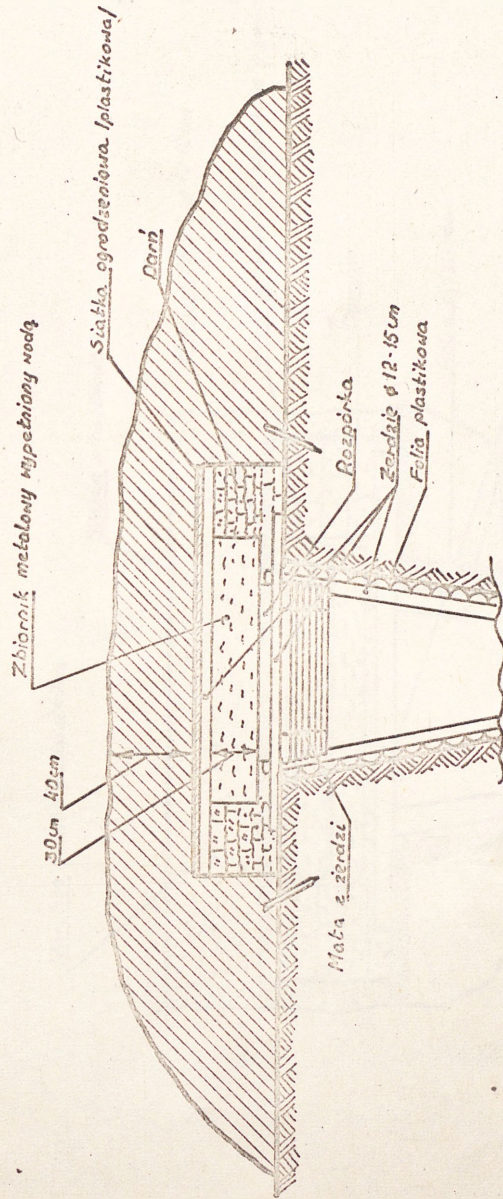
ści osłon ziemnych można osiągnąć po zastosowaniu materiałów dobrze pochłaniających promieniowanie.

Umieszczanie w warstwach osłonowych materiałów dobrze pochłaniających promieniowanie przenikliwe i nawilżanie osłon gruntowych wodą są zupełnie nowymi przedsięwzięciami, nie praktykowanymi do momentu pojawienia się groźby użycia na polu walki broni neutronowej. Są one skierowane na maksymalne osłabienie promieniowania neutronowego w odróżnieniu od przedsięwzięć wyżej omówionych, które miały na celu osłabienie obydwu składowych promieniowania /gamma i neutronowego/. Jak wiadomo, woda, węglowodory i inne związki chemiczne zawierające pierwiastki lekkie /wodór, węgiel, tlen, azot itp/ bardzo dobrze pochłaniają energię niesioną przez neutrony i dzięki temu są dobrymi materiałami do budowy osłon przeciwneutronowych. Zalecenia wykorzystywania wody jako materiału osłonowego wynikają przede wszystkim z jej ogólnej dostępności niemal w każdych warunkach.

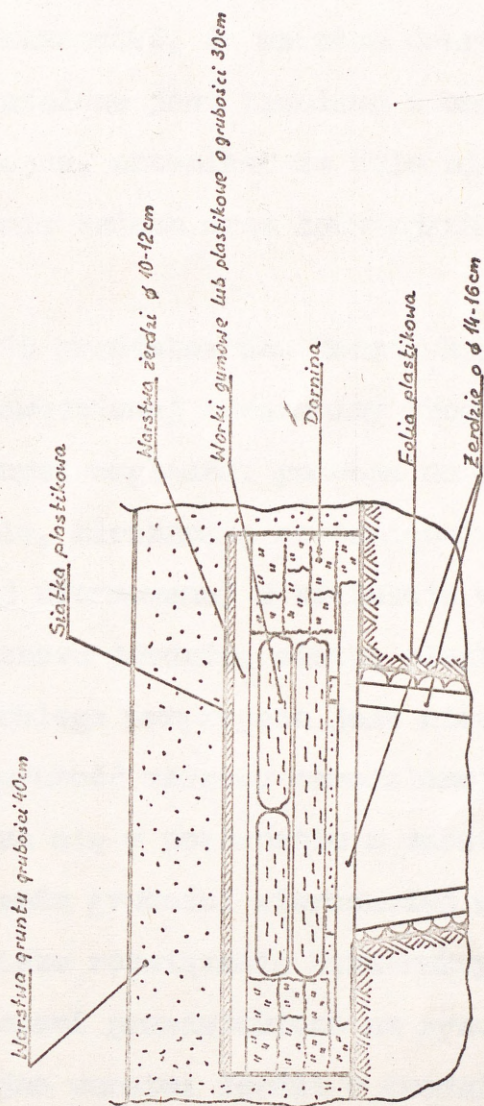
Na rysunkach 13-16 przedstawiono niektóre najprostsze sposoby wykonywania przykryć szczelin i innych prostych ukryć polowych z zastosowaniem wody jako materiału pochłaniającego neutrony.

Na rysunku 13 przedstawiono schematycznie przekrój warstwy ochronnej, w której umieszczono stalowy zbiornik wypełniony wodą. Konstrukcja takiego przykrycia jest następująca. Dolną warstwę stropową, a zarazem nośną, stanowią ułożone żerdzie o przekroju 14-16 cm. Jeżeli przykrycie ma być szersze, zamiast żerdzi mogą być użyte okrągłaki, kantówki lub belki. Na warstwie tej umieszczony jest prostopadłościenny zbiornik metalowy wypełniony wodą. Wymiary poziome zbiornika mogą być różne lecz należy je dobierać tak, aby brzegami opierał się na krawędziach ukrycia. Wysokość zbiornika powinna wynosić minimum 30 cm. Wzdłuż ścian bocznych układa się warstwy darniny o szerokości 50-70 cm i wysokości przekraczającej nieco wysokość zbiornika. Darnina ta przenosi obciążenie kolejnych warstw przykrycia i dzięki temu zabezpiecza zbiorniki przed zgnieceniem lub innymi uszkodzeniami. Na darninie oparta jest kolejna warstwa żerdzi o nieco mniejszym przekroju, na nich ułożona jest siatka plastikowa, a następnie warstwa gruntu o grubości 40 cm. Długość odcinka przykrytego zależy od ilości ustawionych obok siebie zbiorników. Z każdego zbiornika powinna być wyprowadzona do góry rura stalowa służąca do uzupełnienia ubytków wody.

Na rysunku 14 przedstawiono sposób wykonania warstwy ochronnej z wykorzystaniem pojemników foliowych lub gumowych wypełnionych wodą. Warstwy ochronne przedstawione na tym i poprzednim rysunkach są w swej idei identyczne. Różnią się jedynie materiałem, z którego wykonano zbiorniki wodne. Przyjęcie pierwszego lub drugiego wariantu powinno być podyktowane dostępnością odpowiednich materiałów.



Rys. 13. Przeciwneutronowa warstwa ochronna wykonana przy użyciu zbiorników stalowych wypełnionych wodą.



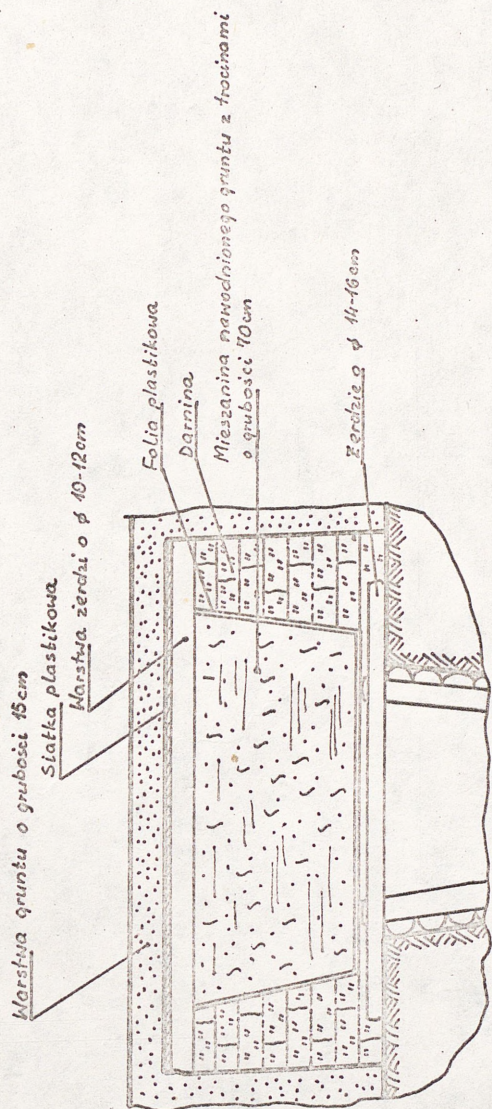
Rys. 14. Przeciwneutronowa warstwa ochronna wykonana przy użyciu pojemników foliowych wypetnionych wodą.

Należy przy tym zaznaczyć, że warstwa ochronna, w której wykorzystano zbiorniki stalowe jest trwalsza i bardziej odporna na przeciążenia mechaniczne, natomiast ze zbiornikami plastikowymi lub gumowymi - znacznie tańsza oraz łatwiejsza do wykonania w skali masowej.

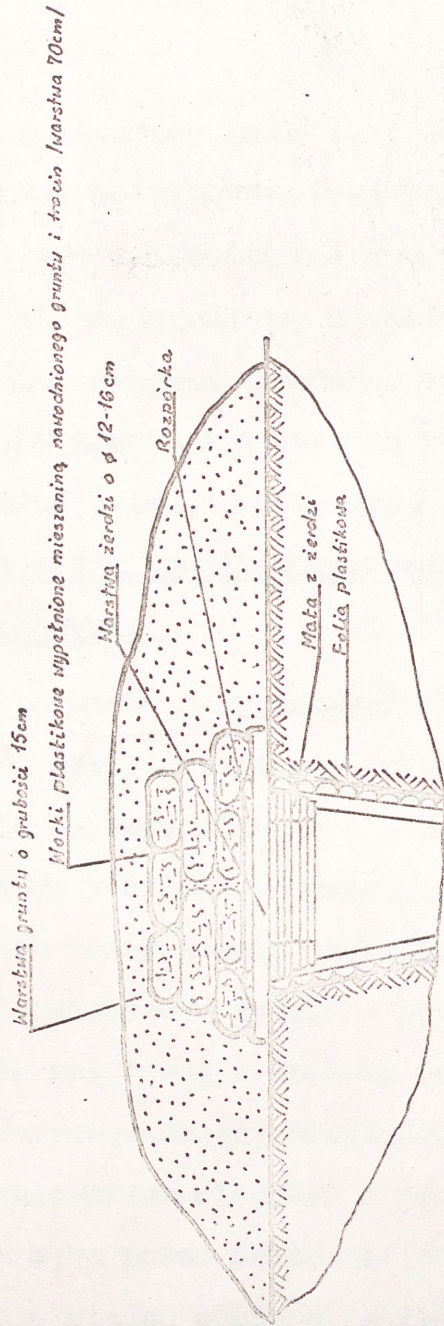
Na rysunku 15 przedstawiono konstrukcję warstwy ochronnej z wykorzystaniem nawodnionej mieszanki trocin i gruntu. Wykonanie jej jest pod pewnymi względami podobne do poprzednich. Kolejno układa się żerdzie, mieszankę nawodnionego gruntu z trocinami w folii plastikowej uformowanej w kształcie wanny i obramowanej darciną, następnie znowu żerdzie, siatkę plastikową i warstwę gruntu. Łączna grubość takiego przykrycia jest nieco większa od poprzedniej, przy czym grubość warstwy nawodnionej mieszanki gruntu z trocinami zwiększa się w porównaniu z warstwą czystej wody /o 40cm/ kosztem zmniejszenia grubości wierzchniej warstwy gruntu /o 25 cm/.

Nieco prostsze rozwiązanie konstrukcyjne przykrycia ochronnego przed neutronami przedstawiono na rysunku 16. Składa się ono z ułożonych kolejno warstw: żerdzi o średnicy 14-16 cm, worków plastikowych wypełnionych nawodnioną mieszanką gruntu z trocinami o grubości 70 cm i obsypki gruntowej o grubości 15 cm. Ten sposób wykonania warstwy ochronnej różni się od poprzedniego tym, że po jej wykonaniu nie ma potrzeby częstego uzupełniania wody, która w przypadku niehermetycznego ułożenia nawodnionej warstwy gruntu z trocinami szybko wysycha.

Wszystkie warstwy ochronne w takiej postaci jak je przedstawiono na rysunkach 12-15 zaleca się stosować do przykrywania odcinków tranzei i szczelin. Podobne konstrukcje można także stosować do przykrywania schronów typu polowego i innych ukryć przed promieniowaniem zwiększając odpowiednio całkowitą grubość przykry-



Rys. 15. Przeciwnutronowa warstwa ochronna wykonana przy użyciu nawodnionej mieszanki gruntu i trocin.



Rys. 16 Przeciwneutronowa warstwa ochronna wykonana przy użyciu worków plastikowych wypełnionych nawodnioną mieszaniną trocin i gruntu.

cia i grubości poszczególnych warstw oraz sposoby i kolejność ułożenia materiałów osłonowych. Przykładowo przy wykonywaniu schronów typu lekkiego zwiększyć należy obsypkę wierzchniej warstwy gruntu do 50-60 cm, a poprawę właściwości ochronnych piwnic pod budynkami można osiągnąć układając worki foliowe wypełnione nawilżoną mieszaniną trocin i gruntu na podłodze w pomieszczeniach parterowych, wzdłuż ścian zewnętrznych i w otworach okiennych.

3.3. Ochrona przed bronią neutronową sprzętu i zapasów materiałowych.

W dotychczasowych opracowaniach dotyczących ochrony przed bronią jądrową sprzętu bojowego, uzbrojenia, środków transportowych i zapasów materiałowych omawia się prawie wyłącznie ochroną przed falą uderzeniową i częściowo promieniowaniem cieplnym. W przypadku wybuchu ładunku neutronowego czynniki te pozostają nadal istotne lecz dochodzi dodatkowy czynnik - promieniowanie przenikliwe. Oznacza to, że rozpatrując sposoby ochrony sprzętu przed wybuchem ładunku neutronowego należy uwzględnić ochroną przed falą uderzeniową, promieniowaniem cieplnym i promieniowaniem przenikliwym. Do ochrony sprzętu przed zniszczeniem tymi czynnikami można stosować obwałowania miejsc postoju /składowanie/, ukrycia ziemne odkryte i przykryte oraz ukrycia betonowe.

Na samoloty i śmigłowce na lotnisku stałym wykonuje się ukrycia betonowe typu schronowego. Ukrycia takie w pełni zabezpieczają ten sprzęt przed falą uderzeniową w takiej odległości od wybuchu w jakiej nie ulegają one zniszczeniu działaniem tej fali. W podrozdziale 3.2. obliczyliśmy, że w celu ochrony ludzi należy schron dla samolotu i obsługi przykryć warstwą ziemi o grubości 180 cm. Należy zatem sprawdzić, czy ta grubość ziemi wystarczająca jest do

osłabienia strumienia neutronów działającego na sprzęt radioelektroniczny samolotu. Z wykresu zamieszczonego na rysunku 5 odczytujemy, że w odległości 220 m od punktu zerowego wybuchu strumień neutronów wynosi około $4 \cdot 10^{18} \text{ m}^{-2}$. Dopuszczalny strumień /rodział 1/ wynosi 10^{15} m^{-2} . Współczynnik osłabienia powinien zatem wynosić $4 \cdot 10^3$. Zakładając wprost proporcjonalną zależność pomiędzy osłabioną energią i strumieniem neutronów otrzymujemy, że niezbędna warstwa ziemi powinna wynosić około 140 cm. Oznacza to, że przykrycia obliczone na zabezpieczenie ludzi jest wystarczające do zabezpieczenia samolotu przed promieniowaniem przenikliwym.

Do ochrony samochodów i ciągników powinny być wykonane ukrycia typu wykopowego z pochylnią wjazdową i wyjazdową. Głębokość ukrycia nie powinna być mniejsza niż wysokość ukrytego w nim sprzętu, aby uniknąć zniszczenia jego górnej części /plan-deki, dachu autobusu, pokrycia kabiny itp./ falą uderzeniową. Szerokość dna i pochylenie ścian bocznych wykopu powinny umożliwiać osunięcie się gruntu i przysypanie kół pojazdu. Dno, wjazd i wyjazd wykopu powinny być utwardzone, a ścianki boczne odziane faszyną, drewnem lub płytami betonowymi. Dla kierowców samochodów i żołnierzy obsług urządzeń specjalnych zamontowanych na samochodach należy wykonać oddzielne ukrycia w pobliżu wykopów na samochodach. Należy przy tym pamiętać, że żołnierze znajdujący się w wykopach przy sprzęcie, a także w szczelinach typu odkrytego mogą zostać porażeni w znacznie większych odległościach niż niszczone jest sprzęt samochodowy w wykopach. Dlatego ukrycia dla żołnierzy powinny być trwałe i dobrze chronić przed promieniowaniem przenikliwym, np. schrony typu lekkiego z przeciweutronową stropową warstwą ochronną.

Sprzęt łączności i radiolokacyjny należy chronić przed wszystkimi czynnikami rażenia broni neutronowej, przy czym głównie przed promieniowaniem przenikliwym. Samochody z radiostacjami i aparaturą telefoniczno-telegraficzną rozmieszczać należy także w ukryciach typu wykopowego, jeżeli ukrycia typu zakrytego uniemożliwią korzystanie z tego sprzętu zgodnie z jego przeznaczeniem. Należy się jednak liczyć z tym, że wykopy nie chronią przed promieniowaniem przenikliwym i sprzęt ten z konieczności będzie narażony na uszkodzenie. Poprawę sytuacji mogą tu przynieść zmiany konstrukcyjne sprzętu, tj. zapewnienie jego większej odporności na promieniowanie poprzez zastosowanie innych elementów konstrukcyjnych i osłon najbardziej wrażliwych węzłów i detali. Przenośne środki łączności /aparaty telefoniczne, łącznice, radiostacje/ powinny być ukryte w schronach. Kablowe linie łączności powinny być układane w rowkach i zakopane na głębokości 20-25 cm.

Amunicja, materiały pędne i smary oraz żywność powinny być chronione przed zniszczeniem na dotychczasowych zasadach, tj. rozmieszczone w sposób rozśrodkowany i zabezpieczone przed falą uderzeniową i promieniowaniem cieplnym wybuchu jądrowego. Najlepsze zabezpieczenie środków materiałowych osiąga się w magazynach podziemnych. W przypadku magazynów częściowo zagłębionych w ziemi lub znajdujących się na powierzchni wskazane jest ich dodatkowe obwałowanie. Szczególnie dotyczy to magazynów amunicji, bomb i materiałów wybuchowych oraz materiałów pędnych i smarów. Rurociągi składowane powinny być ułożone w rowkach na głębokości 20-25 cm.

3.4. Ochrona przed bronią neutronową typowych obiektów znajdujących się na lotniskach.

Celem ochrony przed bronią neutronową obiektów znajdujących się na lotnisku jest zapewnienie ich zdolności użytkowej po wykonaniu uderzeń neutronowych. Ponieważ obiekty te mogą utracić właściwości użytkowe w wyniku działania fali uderzeniowej /tabela 3/, ~~prace zabezpieczające je przed zniszczeniem polegać powinny przede wszystkim na zwiększeniu wytrzymałości obiektów na przeciążenia mechaniczne~~, a drewniane zapalić się od impulsu cieplnego, to prace zabezpieczające je przed zniszczeniem powinny polegać przede wszystkim na zwiększeniu ich wytrzymałości na przeciążenia mechaniczne, a drewnianych - uodpornienie dodatkowe na zapalenie się. Ponieważ fala uderzeniowa i promieniowanie cieplne wybuchu ładunku neutronowego wywołują mniej zniszczeń niż czynniki te innych rodzajów ładunków jądrowych o zbliżonych mocach ogólnych, to prace zmierzające do zabezpieczenia obiektów przed bronią neutronową w zasadzie mieszczą się w ramach dotychczasowych przedsięwzięć ochrony przed bronią jądrową.

Pasy startowe, drogi i tory kolejowe nie wymagają dodatkowych zabiegów, gdyż są dostatecznie odporne na zniszczenie falą uderzeniową.

Budynki mieszkalne, administracyjne i magazynowe /nowo budowane/ powinny być niskie i rozrzucone na lotnisku w sposób rozśrodkowany, uniemożliwiający poczynienie dużych zniszczeń jednym wybuchem jądrowym /neutronowym/. Piwnice pod budynkami służące jednocześnie jako schrony dla ludzi powinny być zabezpieczone nie tylko przed promieniowaniem przenikliwym, ale także przed zawaleniem się w przypadku zniszczenia górnych kondygnacji budynku.

W tym celu należy zbadać /ocenić/ wytrzymałość stropu i w przypadku wytrzymałości niedostatecznej należy zastosować dodatkowe belki i podpory /stemple/. Ponadto należy wzmocnić drzwi i zamknięcia otworów okiennych.

Urządzenia zagłębione w ziemi takie jak podziemne stanowiska dowodzenia i węzły łączności, pomieszczenia schronowe dla ludzi i przykryte szczeliny nie wymagają dodatkowych zabezpieczeń przed falą uderzeniową ładunku neutronowego, gdyż ze swej istoty są przeznaczone do ochrony ludzi przed bronią jądrową.

Magazyny i składy częściowo zagłębione i podziemne nie wymagają dodatkowego zabezpieczenia przed bronią neutronową, gdyż podobnie jak schrony są one przystosowane do ochrony materiałów przed zniszczeniem bronią jądrową.

Urządzenia energetyczne powinny być chronione przed zniszczeniem poprzez ich zagłębienie w ziemi.

3.5. Wnioski

1. Ochrona przed bronią neutronową ludzi, sprzętu i obiektów znajdujących się na lotnisku to przede wszystkim ochrona przed promieniowaniem przenikliwym. Promieniowanie przenikliwe /gamma i neutronowe/ emitowane w momencie wybuchu ładunku neutronowego jest gorzej pochłaniane w masowo stosowanych materiałach osłonowych /takich jak: drewno, polietylen, woda, ziemia, cegła, beton i pancierz/ niż emitowane podczas wybuchu ładunku rozszczepieniowego. Miarą pogorszenia właściwości pochłaniających materiałów osłonowych jest zmiana współczynników osłabienia promieniowania przenikliwego syntezy w stosunku do rozszczepienia. Współczynniki osłabienia promieniowania syntezy można określić podnosząc współczynnik pochłaniania promieniowania rozszczepienia do potęgi $n(r/s)$.

Wykładnik $n/r/s/$ jest funkcją rodzaju materiału i wartości współczynnika osłabienia promieniowania zbudowanego z tego materiału ukrycia $/k_{osl}/$. Ogólnie zawiera się on w granicach 0,7 - 0,9.

2. Indywidualne środki ochrony przed skażeniami nie chronią zupełnie przed bronią neutronową i technicznie niemożliwe jest zbudowanie takiej odzieży, aby w istotny sposób osłabiała promieniowanie przenikliwe. Dobrymi własnościami ochronnymi charakteryzują się różnego rodzaju ukrycia typu fortyfikacji polowych oraz piwnice pod budynkami i schrony stałe. Obiekty te powinny być szeroko stosowane do ochrony personelu lotniska przed bronią neutronową. Obiekty te charakteryzują się - podobnie jak materiały, z których są zbudowane - pogorszeniem właściwości osłabienia promieniowania syntezy w porównaniu z promieniowaniem rozszczepienia. Miarą tego pogorszenia jest zmniejszenie współczynnika osłabienia promieniowania k_{osl} . Zmniejszenie to rośnie wraz ze wzrostem wartości bezwzględnych współczynników i wynosi: dla obiektów fortyfikacji polowej - kilkadziesiąt procent, dla budynków - około 2 razy, dla piwnic pod budynkami około do 3 razy i dla schronów od ponad 3 do 10 razy. Ze względu na zwiększenie zasięgu rażącego działania promieniowania przenikliwego i skrócenia zasięgu niszczącego fali uderzeniowej w rejonie wybuchu ładunku neutronowego w stosunku do rozszczepieniowego nie zadawalająca jest poprawa współczynnika osłabienia syntezy do wartości odpowiadającej aktualnie współczynnikiem osłabienia promieniowania syntezy, ale należy je wielokrotnie zwiększyć /do wartości rzędu 10^4 - 10^5 /. Można to osiągnąć stosując zwiększenie głębokości posadowienia obiektów, zwiększenie obsypki stropowej i obwałowania, umieszczanie w warstwie stropowej materiałów dobrze pochłaniających promieniowanie i okresowe nawilżanie gruntu przykrywającego obiekty.

3. Ochrona sprzętu przed bronią neutronową powinna uwzględniać działanie fali uderzeniowej i promieniowania przenikliwego. Dobrym zabezpieczeniem przed tymi czynnikami rażenia samolotów i śmigłowców są ukrycia betonowe typu schronowego o pogrubionym przykryciu stropowym. Obwałowane samochody i ciągniki wystarczy ukryć przed falą uderzeniową w wykopach, gdyż nie wymagają one ochrony przed promieniowaniem przenikliwym. Najtrudniejsze wydaje się być przygotowanie odpowiednich ukryć dla sprzętu łączności, szczególnie zamontowanego na samochodach, który z różnych względów nie może być ukryty w pomieszczeniach typu schronowego. Linie kablowe powinny być zakopane w ziemi.

Najlepszymi ukryciami dla amunicji i materiałów pędnych jest umieszczanie ich w magazynach podziemnych lub częściowo zagłębionych w ziemi i obwałowanych.

4. Ochrona przed bronią neutronową obiektów znajdujących się na lotniskach polega wyłącznie na ochronie przed zniszczeniem falą uderzeniową, a drewnianych dodatkowo przed impulsem cieplnym. Prace polegające na zwiększeniu wytrzymałości mechanicznej i odporności na zapalenie się dotyczące ochrony przed bronią neutronową mieszczą się w ramach dotychczasowych przedsięwzięć ochrony przed bronią jądrową.

4. PRZEWIDYWANA ORGANIZACJA NA LOTNISKU PRZEDSIĘWZIĘĆ OBRONY PRZED BRONIĄ MASOWEGO RAŻENIA W WARUNKACH UŻYCIA BRONI NEUTRONOWEJ.

4.1. Wprowadzenie

Obrona lotniska przed bronią neutronową to nie tylko opisana w rozdziale trzecim ochrona ludzi i sprzętu, obiektów znajdujących się na lotnisku przed czynnikami rażenia tej broni. Powinna ona obejmować kompleks działań i zabiegów których celem jest uniknięcie porażenia lub minimalizacja skutków użycia tej broni, a tym samym zachowanie zdolności bojowej ludzi i sprzętu oraz sprawności technicznej urządzeń i obiektów znajdujących się na lotnisku. Działania te i zabiegi powinny być wykonywane w ramach przedsięwzięć obrony lotniska przed bronią masowego rażenia. Do przedsięwzięć tych zaliczamy: rozśrodkowanie wojsk i obiektów oraz ich maskowanie; okresową zmianę rejonów rozmieszczenia; prognozowanie stref /rejonów/ porażen, skażeń, zniszczeń i pożarów; powiadamianie wojsk o skażeniach; wykorzystanie indywidualnych środków ochrony przed skażeniami oraz właściwości ochronnych sprzętu i terenu; rozpoznanie skażeń; przekraczanie stref skażonych i zapewnienie ludziom ochrony w terenie skażonym; kontrolę napromienienia i stopnia skażenia; zabiegi profilaktyczne; likwidację skutków użycia przez nieprzyjaciela broni masowego rażenia i zaopatrywanie wojsk w środki ochronne.

Z treści powyższych przedsięwzięć obrony przed bronią masowego rażenia wynika, że część z nich - dotycząca broni jądrowej - obejmuje również obronę przed bronią neutronową. Jest jednak oczywiste, że różnice w rażącym działaniu na ludzi, sprzęt i obiekty terenowe ładunków neutronowych i rozszczepieniowych spowodują

powstanie pewnych specyficznych cech organizacji obrony przed bronią masowego rażenia w warunkach użycia broni neutronowej. Tak więc, aby obrona przed bronią neutronową była skuteczna cechy te powinny uwzględnić.

W dalszej części rozdziału przeanalizujemy poszczególne przedsięwzięcia obrony przed bronią masowego rażenia w celu ustalenia, które z nich nie ulegają zmianom^a realizacja których będzie przebiegać odmiennie w warunkach użycia broni neutronowej.

4.2. Rozsrodkowanie wojsk i obiektów oraz ich maskowanie

Rozsrodkowanie wojsk i obiektów na lotnisku wynika z przyjęcia zasady, aby jednym uderzeniem jądrowym średniej mocy nie porazić dwóch pododdziałów równorzędnych batalionowi /dywizjonowi, eskadrze/. Maskowanie utrudnia nieprzyjacielowi rozpoznanie elementów lotniska, zidentyfikowanie na nim najważniejszych obiektów i wykonanie celnych uderzeń jądrowych.

Z powyższego wynika, że broń neutronowa nie wnosi nic nowego do realizacji tego przedsięwzięcia zarówno w czasie budowy jak i bojowej eksploatacji lotniska. Tak więc istota, zakres i treść czynności związanych z rozsrodkowaniem i maskowaniem nie ulegną zmianom w warunkach stosowania broni neutronowej.

4.3. Okresowa zmiana rejonów rozmieszczenia

Okresową zmianę rejonów rozmieszczenia wojsk i obiektów tyłowych przeprowadza się w celu utrudnienia nieprzyjacielowi ich wykrycia i zniszczenia oraz wprowadzenia^{nia} nieprzyjaciela w błąd i ukrycia zamiarów /planów/ taktycznych i operacyjnych. Zmiana rejonów dotyczy tylko obiektów, które mogą być przeniesione z miejsca na miejsce a nie dotyczy lotnisk stałych, co oznacza, że rozpatrywa-

nie tego przedsięwzięcia jest niecelowe.

4.4. Inżynierska rozbudowa rejonów i przygotowanie dróg manewru

Inżynierska rozbudowa rejonów w zakresie obrony przed bronią masowego rażenia obejmuje budowę dla żołnierzy szczelin, okopów, transzei, schronów przedpiersiowych i schronów wyposażonych w urządzenia filtrowentylacyjne, a dla sprzętu bojowego i uzbrojenia - różnego rodzaju ukryć ziemnych. Problematyka ta została szczegółowo przedstawiona w rozdziale 3.

W kwestii dotyczącej przygotowania dróg manewru należy stwierdzić, że ze względu na niewielkie oddziaływanie wybuchów neutronowych na drogi, broń ta nie stwarza żadnych dodatkowych komplikacji w realizacji tego przedsięwzięcia, w porównaniu z działaniami bojowymi w warunkach użycia ładunków rozszczepieniowych.

4.5. Prognozowanie stref /rejonów/ porażen, skażeń, zniszczeń i pożarów

Prognozowanie stref /rejonów/ porażen, skażeń, zniszczeń i pożarów po użyciu przez nieprzyjaciela broni masowego rażenia wykonują w pełnym zakresie sztaby związków operacyjnych i taktycznych. Wykorzystują do tego etatowe stacje obliczeniowo-analityczne skażeń /SOAS/. Sztaby oddziałów prognozują tylko skażenia chemiczne, w razie potrzeby skażenia promieniotwórcze. Celem prognozowania jest określanie możliwych strat ludzi, sprzętu bojowego i środków materiałowych, skorygowanie dalszych zadań bojowych, a także orientacyjne określenie rodzaju i zakresu prac związanych z likwidacją skutków użycia przez nieprzyjaciela broni masowego rażenia. Na lotnisku stałym w pomieszczeniach sztabowych /najczęściej w schronie/ powinno być wyznaczone miejsce do pracy nieeta-

towej grupy do prognozowania i oceny skutków użycia broni masowego rażenia oraz do kierowania ich likwidacją. Broń neutronowa nie wnosi żadnych zmian w sposoby działania i metody pracy wymienionej grupy, natomiast w pomieszczeniu przewidzianym do pracy tej grupy powinny znaleźć się niezbędne materiały do prognozowania i oceny skutków użycia tej broni /tabele, szablony, metodyki, kalkulatory itp. materiały pomocnicze/.

4.6. Powiadamanie wojsk o skażeniach

Powiadamanie wojsk o skażeniach organizuje się w celu przedsięwzięcia środków ochronnych po wykryciu skażeń. Ustala się dla wszystkich rodzajów skażeń /promieniotwórczych, chemicznych i biologicznych/ i wszystkich rodzajów wojsk jednolity sygnał powiadamiania, który przekazuje się poza kolejnością przez wszystkie kanały łączności. Środkami przewodowymi sygnał podaje się otwartym tekstem. W pododdziałach powiadamiania się żołnierzy sygnałem dźwiękowym i wzrokowym.

Cel tego przedsięwzięcia jak i sposób jego wykonania nie zależy od przyczyn powstania i rodzaju skażenia. Oznacza to, że broń neutronowa nie wnosi nic nowego do przyjętych zasad powiadamiania wojsk o skażeniach.

4.7. Wykorzystanie indywidualnych środków ochrony przed skażeniami oraz właściwości ochronnych sprzętu.

Indywidualne środki ochrony przed skażeniami chronią oczy, drogi oddechowe, drogi pokarmowe i skórę przed skutkami działania broni chemicznej i biologicznej oraz przed skażeniem pyłem promieniotwórczym. Środki te zmniejszają również stopień porażenia promieniowaniem cieplnym. Promieniowanie gamma i neutronowe prak-

tycznie rzecz biorąc przenika bez przeszkód przez materiały, z których wykonane są środki ochronne. Oznacza to, że środki te nie chronią zupełnie przed promieniowaniem przenikliwym wybuchu jądrowego /neutronowego/.

Wykonanie indywidualnych środków ochrony przed skażeniami znacząco osłabiających promieniowanie przenikliwe jest przy obecnie używanych materiałach nieuzasadnione z punktu widzenia technicznego. Z obliczeń wynika, że np. odzież ochronna osłabiająca moc dawki promieniowania gamma o połowę musiałaby ważyć 400 kg.

W rejonie wybuchu ładunku neutronowego następuje niewielkie skażenie terenu w pobliżu punktu zerowego. Wykorzystanie indywidualnych środków do ochrony przed przedostaniem się substancji promieniotwórczych na skórę i do wewnątrz organizmu konieczne będzie tylko w wyjątkowych przypadkach, tj. podczas wykonywania prac bezpośrednio po wybuchu w pobliżu punktu zerowego. W innych przypadkach korzystanie ze środków indywidualnych nie będzie konieczne.

Sprzęt znajdujący się na lotnisku /samochody z nadwoziem typu autobusów sztabowych/ praktycznie nie chroni przed promieniowaniem przenikliwym. W wojskach lądowych w takim sprzęcie jak: czołgi, transportery opancerzone i bojowe wozy piechoty stosuje się wykładziny, które osłabiają dawkę 2-6, a nawet więcej razy. Zastosowanie tych wykładzin w sprzęcie znajdującym się na lotnisku jest celowe tylko w tych przypadkach o ile sprzęt ten jest w miarę odporny na zniszczenie falą uderzeniową i promieniowaniem cieplnym. Wykładziny powinny być w tym przypadku wykonane z tzw. materiałów ciężkich, tj. zawierających obok węgla i wodoru także ołów. Chodzi o to, że poza neutronami należy osłabić także promie-

niowanie gamma, które np. w czołgu jest dobrze pochłaniane w stalowym pancerzu.

4.8. Rozpoznanie skażeń w rejonach uderzeń neutronowych.

Rozpoznanie skażeń organizuje się w celu dostarczenia w odpowiednim czasie dowódcom i sztabom niezbędnych danych o skażeniach w rejonach rozmieszczenia i działania wojsk. Na lotnisku rozpoznanie skażeń organizuje szef zabezpieczenia chemicznego pułku lotnictwa.

Niezależnie od rodzaju wykonywanych zadań we wszystkich pododdziałach szczebla eskadra /kompania/ oraz batalion rozpoznanie skażeń prowadzą posterunki i patrole rozpoznania skażeń lub wyznaczeni obserwatorzy z drużyn schemizowanych. Przy SD pułku i ewentualnie SD eskadry bazującej na drugim lotnisku /drogowym odcinku lotniskowym/ rozpoznanie skażeń prowadzą drużyny rozpoznania ze składu plutonu chemicznego. Jeżeli pułk bazuje na jednym lotnisku, jedną drużynę wyznacza się do rozwinięcia posterunku obserwacji skażeń, a drugą pozostawia w odwodzie - do wykonania zadań doraźnych.

Rozpoznanie skażeń w rejonie wybuchu jądrowego ma na celu oznaczenie granic skażenia silnego i niebezpiecznego na kierunkach przewidywanego działania grupy ratunkowo-ewakuacyjnej oraz wyznaczenia dróg obejścia stref skażonych. Strefy te w rejonach wybuchów ładunków neutronowych są niewielkie, co oznacza, że rozpoznanie ich będzie w wielu przypadkach łatwiejsze i prostsze niż po wybuchach ładunków rozszczepieniowych.

4.9. Zapewnienie ludziom ochrony podczas działań w terenie skażonym.

Sposoby zapewnienia ludziom ochrony w terenie skażonym

w rejonie wybuchu ładunku neutronowego zależą od takich czynników jak: stopień skażenia, który ściśle wiąże się z odległością od punktu zerowego i mocą wybuchu; czas jaki upłynął od momentu wybuchu oraz warunki meteorologiczne i przewidywana długotrwałość przebywania w terenie skażonym. W rejonie wybuchu o mocy 1 kt promień strefy silnego skażenia /B/ wynosi około 100 m, a umiarkowanego /A/ - około 300 m, natomiast strefy niebezpiecznego skażenia /C/ i szczególnie niebezpiecznego skażenia /D/ nie wystąpią. W świetle powyższego można stwierdzić, że krótkotrwałe przebywanie bezpośrednio po wybuchu ładunku neutronowego, np. podczas udzielania pomocy porażonym, ewakuacji uszkodzonego sprzętu itp., bez narażenia się na przekroczenie dawki dopuszczalnej możliwe jest w odległości większej od 100 m od punktu zerowego. Bliżej punktu zerowego krótkotrwałe przebywanie możliwe jest po upływie kilku godzin od momentu wybuchu. Długotrwałe przebywanie w rejonie wybuchu ładunku neutronowego możliwe jest w odległościach większych od 300 m od punktu zerowego. Wykorzystując okresowo różnego rodzaju ukrycia, w szczególności w ciągu kilku pierwszych godzin po wybuchu możliwe jest długotrwałe przebywanie w dowolnym punkcie rejonu wybuchu.

Podczas długotrwałych działań w terenie skażonym w pobliżu punktu zerowego należy korzystać z indywidualnych środków ochrony przed skażeniami. Zasady ich wykorzystania są analogiczne jak w rejonach wybuchów ładunków rozszczepieniowych i termojądrowych. Podczas pogody suchej i wietrznej, a zimą - zamieci, przebywając poza ukryciami, w odkrytych i przykrytych szczelinach, schronach nie wyposażonych w urządzenia filtrowentylacyjne i innych niewentylowanych ukryciach należy posługiwać się maską przeciwgazową

/respiratorem/. Przebywając przy tej pogodzie w ukryciach wyposażonych w urządzenia filtrowentylacyjne z indywidualnych środków ochrony nie korzysta się. Podczas pogody wilgotnej oraz po opadach deszczu /zimą śniegu/ działając pieszo poza ukryciami korzystamy tylko z pończoch ochronnych. Natomiast w dowolnych ukryciach typu przykrytego można przebywać bez środków indywidualnej ochrony przed skażeniami.

Podczas długotrwałego przebywania w rejonie wybuchu ładunku neutronowego w pobliżu punktu zerowego pozostają oczywiście w mocy wszystkie inne zasady działania w terenie skażonym, dotyczące np. zabiegów specjalnych i sanitarnych, zażywania preparatów radioochronnych, przygotowania i spożywania posiłków itd.

4.10. Kontrola napromienienia i stopnia skażenia.

Kontrolę napromienienia przeprowadza się w celu ustalenia zdolności bojowej żołnierzy oraz w celach profilaktycznych, leczniczych i ewakuacyjnych. Obejmuje ona: wyposażenie żołnierzy w dozymetry, okresowe odczytywanie dawek, okresowe ładowanie dozymetrów /z wyjątkiem chemicznych/, ewidencjonowanie napromienienia i okresowe obliczanie dawek biologicznie czynnych. Za wyposażenie żołnierzy znajdujących się na lotnisku w techniczne środki kontroli napromienienia /dawkomierze i czytniki/ i organizowanie ich naprawy oraz za organizowanie pomiaru dawek odpowiedzialny jest szef zabezpieczenia chemicznego oddziału lotniczego. Ewidencję napromienienia prowadzi pomocnik szefa sztabu do spraw organizacyjno-ewidencyjnych. Ewidencję napromienienia w pododdziałach prowadzą dowódcy pododdziałów.

Jest oczywiste, że cel, zakres, czynności i zasady organizowania kontroli napromienienia obowiązujące obecnie nie ulegają zmia-

nie również w warunkach użycia broni neutronowej. Broń neutronowa stawia natomiast nowe wymagania przed sprzętem stosowanym do pomiaru dawek. Powszechnie stosowane dozymetry jonizacyjne DS-50 i DKP-50 i chemiczne DP-70M mierzą tylko dawkę promieniowania gamma, a nie rejestrują dawek promieniowania neutronowego. Promieniowanie to rejestruje dozymetr DI-77, który aktualnie wprowadzany jest do wyposażenia wojsk. Daje on poprawne wyniki przy energii neutronów do 3 MeV. Neutrony syntezy, których energia sięga 14 MeV rejestrowane są z dużym błędem. Problem ten wymaga więc rozwiązania.

Kontrolą stopnia skażenia substancjami promieniotwórczymi obejmuje się żołnierzy, sprzęt bojowy, zapasy środków materiałowych, żywność i wodę. Stopień skażenia kontroluje się po wyjściu z terenu skażonego, a samolotów - po wykonaniu lotów w warunkach skażenia atmosfery. Kontrola ta pozwala określić możliwość działania wojsk bez indywidualnych środków ochrony przed skażeniami, zakres prac przy likwidacji skażeń oraz skuteczność przeprowadzonych zabiegów specjalnych i sanitarnych.

Organizacja kontroli stopnia skażenia w warunkach użycia broni neutronowej nie ulega zmianie w stosunku do zasad obowiązujących aktualnie. Po wybuchu ładunku neutronowego skażenie będzie minimalne i zakres kontroli stopnia skażenia - niewielki. Kontrola stopnia skażenia sprzętu zawierającego duże elementy metalowe może być utrudniona ze względu na ich aktywację.

4.11. Zabiegi profilaktyczne

Zabiegi profilaktyczne mające na celu zwiększenie odporności ludzi na działania promieniowania polegają na stosowaniu preparatów radioochronnych. Do najbardziej znanych substancji chemicznych posiadających właściwości radioochronne i uznanych za przy-

datne dla ludzi zalicza się: cysteinę, cystaminę, AET i metyloaminę. Mogą one być stosowane oddzielnie lub w postaci mieszanek. Własności radioochronne tych substancji, charakteryzujące się współczynnikiem redukcji dawki, wahają się w granicach od 1,5 do 2. Mieszanki mogą redukować dawki nawet 4 krotnie. Z wymienionych substancji w wojsku stosuje się cystaminę. Wchodzi ona w skład indywidualnego pakietu radioochronnego /IPR/, znajdującego się w wyposażeniu każdego żołnierza.

Środki wchodzące w skład IPR działają dość skutecznie w przypadku wprowadzenia ich do organizmu przed spodziewanym napromienieniem, np. podczas przekraczania stref skażeń promieniotwórczych lub długotrwałego działania w terenie skażonym. Są natomiast mało skuteczne przy napromieniowaniu niespodziewanym. Jest oczywiste, że trudno przewidzieć kiedy mogą być wykonane przez nieprzyjaciela uderzenia jądrowe i przewidzieć czas wprowadzenia do organizmu środki radioochronne. Również duże dawki pochłaniane przez żołnierzy w czasie uderzeń neutronowych wymagają większych współczynników ich redukcji niż zapewniają obecnie stosowane preparaty.

Z tego wynika, że żołnierzy należy wyposażyć w inne, skuteczniejsze środki radioochronne, w tym działające skutecznie po wprowadzeniu ich do organizmu po napromienieniu. W świetle różnych danych literaturowych jest to w pełni realne.

4.12. Likwidacja skutków użycia broni neutronowej.

Likwidacja skutków użycia przez nieprzyjaciela broni neutronowej na lotnisku będzie organizowana w ramach kompleksu przedsięwzięć związanych z likwidacją skutków użycia przez nieprzyjaciela różnych rodzajów broni masowego rażenia. Do przedsięwzięć tych zaliczamy: rozpoznanie rejonów porażenia; odtwarzanie naruszonego

dowodzenia; prace ratunkowe, lecznicze i ewakuacyjne; zabiegi specjalne i sanitarne; gaszenie, lokalizacja pożarów; odbudowa zniszczonych dróg i obiektów; uzupełnianie zniszczonych zapasów środków materiałowych.

Rozpoznanie rejonów porażenia ma na celu jak najszybsze dostarczenie dowódcom i sztabom informacji, będących podstawą decyzji do przeprowadzenia innych prac związanych z likwidacją skutków uderzeń. Prowadzą je patrole ogólnowojskowe /często oficerskie/ rozpoznania skażeń i rozpoznania inżynieryjnego. Istotne różnice w prowadzeniu rozpoznania rejonów porażenia po wybuchach ładunków rozszczepieniowych i neutronowych polegają na innym stopniu trudności realizacji tych zadań. Z reguły stopień trudności będzie mniejszy po użyciu broni neutronowej. Wynika to ze zmiany proporcji pomiędzy wielkością stref porażenia z jednej strony, a stref pożarów, zniszczeń terenowych i skażeń - z drugiej.

Każde uderzenie jądrowe niezależnie od rodzaju użytego ładunku, wykonane bezpośrednio na stanowisko dowodzenia oddziału lub związku taktycznego eliminuje go z systemu dowodzenia. Oznacza to, że sposoby odtwarzania systemu dowodzenia po użyciu broni neutronowej nie powinny różnić się od dotychczas praktykowanych. Przy tym w przypadku rozmieszczenia stanowisk dowodzenia w ukryciach podziemnych po użyciu ładunków neutronowych częściej niż po użyciu ładunków rozszczepieniowych stosowany będzie sposób polegający na uzupełnieniu ludźmi i sprzętem częściowo obezwładnionego punktu dowodzenia, a rzadziej tworzenia go od nowa.

Prace ratunkowe, lecznicze i ewakuacyjne obejmują: wyszukiwanie rannych i chorych, wyprowadzanie ich i wynoszenie z uszkodzonych i zniszczonych obiektów i pojazdów, udzielanie pomocy w rejo-

nie porażenia, ewakuację z tego rejonu i udzielanie pomocy medycznej, a także ewakuację i naprawę sprzętu technicznego. W celu wykonania tych prac na lotnisku powinny być przygotowane siły i środki zdolne wkroczyć do akcji po uderzeniu jądrowym /neutronowym/. Najczęściej tworzą one grupę ratunkowo-ewakuacyjną w składzie kilku pododdziałów/podgrup/ do: rozpoznania, zapewnienia ochrony i porządku, torowania i gaszenia pożarów, wyszukiwania i wnoszenia porażonych oraz do ratownictwa technicznego.

W rejonie wybuchu ładunku neutronowego zmieniają się rodzaje porażen i struktura strat ludzi oraz inne skutki działania wybuchu na sprzęt i obiekty w porównaniu z wybuchem ładunku rozszczepieniowego. Zmieni się zatem zakres prac ratunkowych, leczniczych i ewakuacyjnych. Na obszarze przekraczającym 90 % pola powierzchni rejonu porażenia nie będzie trudności z dotarciem żołnierzy z grupy ratunkowo-ewakuacyjnej do porażonych i prowadzeniem akcji ratowniczej. Udzielenie pierwszej pomocy w rejonie porażenia ograniczy się do podawania środków antyradiacyjnych, wzmacniających i uspakajających, gdyż nie będą występować typowe objawy porażen kombinowanych /stłuczenia, rany cięte, złamania kończyn i oparzenia połączone ze skażeniem promieniotwórczym/. Ułatwiona będzie ewakuacja ze względu na rodzaj porażen, jednak pracowitość ratownictwa, udzielania pomocy medycznej i ewakuacji może wzrosnąć ze względu na zmianę proporcji pomiędzy stratami sanitarnymi i bezpowrotnymi, oczywiście na korzyść sanitarnych.

Pododdziały wyprowadzane z rejonów porażenia bronią neutronową nie będą wymagać zabiegów sanitarnych i specjalnych. Pojedyncze egzemplarze sprzętu mogą być poddawane dezaktywacji w przypadku skażeń wtórnych w niesprzyjających warunkach meteorologicznych

/po opadach deszczu, śniegu/.

Problem gaszenia pożarów wystąpi niewątpliwie z mniejszą ostrością niż po wybuchu ładunku rozszczepieniowego.

Niewielkie zniszczenia dróg i obiektów nie będą wymagać angażowania dużych sił i środków do ich naprawy /odbudowy/.

Uzupełnianie zniszczonych zapasów przebiegać będzie na ogólnie przyjętych zasadach.

Ogółem proces likwidacji skutków użycia ładunków neutronowych będzie mniej pracochłonny niż proces ten po użyciu ładunków rozszczepieniowych i termojądrowych. Do najbardziej pracochłonnego przedsięwzięcia należy ratownictwo, udzielanie pomocy medycznej i ewakuacja ludzi. Specyfika tych przedsięwzięć po użyciu broni neutronowej powinna być uwzględniona w organizowaniu obrony lotniska przed bronią masowego rażenia.

4.13. Zaopatrywanie wojsk w środki ochronne.

Wojska zaopatruje się w środki ochronne i tworzy zapasy tych środków zgodnie z tabelami należności. W warunkach jednoczesnego stosowania ładunków rozszczepieniowych i neutronowych nie ulegają zmianom zasady zaopatrywania wojsk i rozmiary zapasów środków ochronnych.

4.14. Wnioski.

1. Przeprowadzona analiza poszczególnych przedsięwzięć obrony przed bronią masowego rażenia na lotnisku stałym wykazuje, że w działaniach bojowych w warunkach użycia broni neutronowej zasady i sposoby realizacji części z nich nie ulegają zmianie w stosunku do zasad i sposobów obecnie obowiązujących. Do przedsięwzięć tych należy zaliczyć: rozśrodkowanie wojsk i obiektów oraz ich

maskowanie, powiadamianie wojsk o skażeniach i zaopatrywanie w środki ochronne, a ponadto nie dotyczy lotnisk stałych okresowa zmiana rejonów rozmieszczenia.

2. Ważną rolę w ochronie przed bronią neutronową odgrywa pełna inżynierska rozbudowa rejonów zajmowanych przez wojska, przy czym zmianie ulegną sposoby wykonania niektórych obiektów inżynierskich. Broń neutronowa nie wpływa natomiast na przygotowanie dróg manewru.

3. Praca nieetatowej grupy prognozowania skutków użycia broni masowego rażenia nie ulega zmianie, przy czym w wyposażeniu tej grupy powinny znaleźć się materiały do prognozowania skutków użycia broni neutronowej.

4. Środki indywidualnej ochrony przed skażeniami i sprzęt znajdujący się na lotnisku nie chronią ludzi przed bronią neutronową. Przystosowanie środków indywidualnych do tego celu jest niemożliwe, natomiast zastosowanie osłon przeciweutronowych w sprzęcie ma sens tylko wówczas jeśli dany sprzęt jest odporny na działanie fali uderzeniowej.

5. Rozpoznanie skażeń w rejonach uderzeń neutronowych będzie zazwyczaj łatwiejsze i prostrze niż po użyciu ładunków rozszczepieniowych. Przedsięwzięcie to nie wymaga dodatkowych zabiegów i przygotowań.

6. Zasady zapewnienia ludziom ochrony podczas długotrwałych działań w terenie skażonym nie ulegają zmianie w warunkach użycia broni neutronowej.

7. W celu prawidłowej realizacji zadań kontroli napromienienia i stopnia skażenia należy wyposażyć żołnierzy w nowy sprzęt dozymetryczny.

8. Istniejące preparaty radioochronne mają za niskie współczynniki redukcji dawek i są mało skuteczne w przypadku ich zażywania po napromienieniu. Broń neutronowa stawia więc nowe wymagania w zakresie profilaktyki antyradiacyjnej, polegające na konieczności wyposażenia wojsk w nowe, skuteczniejsze specyfiki.

9. Likwidacja skutków użycia broni neutronowej będzie zazwyczaj łatwiejsza niż po użyciu ładunków rozszczepieniowych, przy czym ogólna pracochłonność tego przedsięwzięcia może wzrosnąć, ze względu na większą liczbę strat sanitarnych w stratach ogólnych.

WNIOSKI KOŃCOWE

1. Broń neutronowa jest nowym rodzajem broni jądrowej małej mocy, której zasadniczym czynnikiem rażenia jest promieniowanie przenikliwe. Promieniowanie to działa przede wszystkim na ludzi i częściowo na sprzęt. Na samoloty i inny mało odporny i nie ukryty sprzęt znajdujący się na lotnisku może także działać niszcząco fala uderzeniowa wybuchu ładunku neutronowego. Obiekty lotniskowe stałe, a przede wszystkim budowle odporne mechanicznie nie ulegają zniszczeniu w rejonie wybuchu ładunku neutronowego w odległościach ponad 200-500 m od punktu zerowego.

2. W ewentualnej przyszłej wojnie lotniska stałe mogą być obiektami uderzeń neutronowych, mimo, że broń ta przeznaczona jest głównie do rażenia wojsk zmechanizowanych i pancernych. Na potwierdzenie tej tezy można przytoczyć wiele argumentów, z których najważniejsze to: wystarczająca donośność środków przenoszenia ładunków neutronowych, duża skuteczność obezwładnienia personelu latającego i obsługi lotniska oraz spowodowanie poważnych uszkodzeń sprzętu elektronicznego, a także powodowanie minimalnych uszkodzeń obiektów stałych, co umożliwi wykorzystanie lotnisk przez nieprzyjaciela prawie natychmiast po ich opanowaniu.

3. Ochrona przed bronią neutronową ludzi, sprzętu i obiektów lotniskowych polega przede wszystkim na ochronie przed promieniowaniem przenikliwym. Promieniowanie to emitowane podczas wybuchu neutronowego jest gorzej pochłaniane w różnych materiałach niż promieniowanie emitowane w czasie wybuchu ładunku rozszczepieniowego. Pogorszenie pochłaniania zależy od rodzaju materiału i obiektu z niego zbudowanego i wynosi od kilkudziesięciu procent /dla obiektów fortyfikacji polowej/ do 10 razy /dla schronów stałych/. Poprawę właściwości ochronnych obiektów służących do ochrony ludzi można

osiągnąć poprzez zwiększenie głębokości ich posadowienia i obsypki stropowej, a także ich obwałowanie oraz stosowanie materiałów dobrze pochłaniających promieniowanie. Przygotowanie obiektów służących do ochrony sprzętu w zakresie ochrony przed bronią neutronową polega przede wszystkim na wykonywaniu ukryć ziemnych i ich obwałowania. Obiekty znajdujące się na lotniskach powinny być chronione przed bronią neutronową w taki sam sposób jak przed innymi rodzajami broni jądrowej, tj. powinna być poprawiana ich wytrzymałość mechaniczna oraz odporność na zapalenie się.

4. Przedsięwzięcia obrony przed bronią masowego rażenia na lotnisku stałym w warunkach użycia broni neutronowej w większości będą wykonywane zgodnie z dotychczas obowiązującymi zasadami. Realizacja części tych przedsięwzięć po użyciu przez nieprzyjaciela ładunków neutronowych może okazać się prostsze i łatwiejsze niż po użyciu ładunków rozszczepieniowych. Wynika to przede wszystkim z braku silnych skażeń promieniotwórczych i zniszczeń budowli oraz różnych obiektów znajdujących się na lotniskach. Pewne trudności mogą wystąpić podczas likwidacji skutków uderzenia neutronowego, w związku z dużą liczbą porażonych i trudnościami dozymetrii neutronowej. Większość tych problemów nie wpływa na sposób przygotowania lotnisk do ochrony przed bronią neutronową.

BIBLIOGRAFIA

1. Broń jądrowa /podręcznik/, wyd. MON, Warszawa 1964r.
2. Glasstone S. Skutki działania broni jądrowej. cz. I-IV. wyd. 010EJ Warszawa 1964r.
3. Iwanow A. Promieniowanie jądrowe wybuchu atomowego. Wyd. MON, Warszawa 1957 r.
4. Iwanow A. Rybkin G. Działanie rażące wybuchu jądrowego. Wyd. MON, Warszawa 1963r.
5. Jadernoe orużije. Fiziczeskie osnovy. /Broń jądrowa. Podstawy fizyczne/. Wyd. MO ZSRR, Moskwa 1965r.
6. Nejman M. Sadilenko K. Broń termojądrowa. Wyd. MON, Warszawa 1959r.
7. Obrona pododdziałów przed bronią masowego rażenia w działaniach bojowych /podręcznik/. Wyd. MON, Warszawa 1979r.
8. Obrona wojsk przed bronią masowego rażenia /podręcznik/. Wyd. MON, Warszawa 1969r.
9. Stephenson R. Wwiedienije w jadernuju fiziku /wstęp do fizyki jądrowej/. Wyd. Gos. Izdat. TTL Moskwa 1956r.
10. Szarski K. Zminiaturyzowane ładunki jądrowe. Wyd. MON. Warszawa 1980r.
11. Woźniecki B. NATO lat osiemdziesiątych. Wyd. MON. Warszawa 1982r.

Wykonano w 3 egz.

Egz.nr 1-2 - Zarząd lotniskowy WL

Egz.nr 3 - Bibl.Nauk. ASG WP - DZS

Wyk. - płk Jan PIETA

Druk. - T.S. dnia 28.03.1984r.

Nr ks.masz. Pf 18/KTWChem.

