

Ing KOVARŽ MILOŠ

MOGUĆNOSTI TEHNIČKE ZAŠTITE OD NUKLEARNE EKSPLOZIJE

Zaštita protiv dejstva nuklearnog oružja pretstavlja novo područje tehnike, koje se nalazi još u toku razvoja. U do sada objavljenim publikacijama i dostupnim materijalima posvećena je pretežno pažnja strukturi materijala i dejstvu oružja. Radovi posvećeni isključivo zaštiti su još uvek prilično oskudni i malobrojni. Međutim, stepen saznanja i razvoja na području tehnike zaštite od nuklearnog oružja dozvoljava već da se donesu određene preporuke i sprovedu određene tehničke zaštitne mere.

MOGUĆNOST TEHNIČKE ZAŠTITE

Današnji razvoj tehnike omogućava da se postigne potpuna zaštita, čak i od najjačih poznatih nuklearnih oružja.

Međutim, bilo bi potpuno nerealno poći od pretpostavke da je moguće izgraditi toliki broj objekata (bunkera, skloništa i dr.) i koji bi bili sigurni u svim prilikama. Ovo važi za sve zemlje bez obzira na njihovu vojno-ekonomsku moć. Ustvari, ovakvi objekti grade se samo za izuzetne potrebe. S obzirom na to treba izvršiti određivanje stepena zaštite koja se želi postići. Pri ovome se polazi od namene objekata koje treba zaštititi, njihove ugroženosti, materijalnih sredstava i raspoloživog vremena. Međutim, kao što se kod otpornosti bunkera ili skloništa postavlja izvesna razumna granica u pogledu veličine projektila, odnosno bombe, od kojih treba da štite.

tako isto treba usvojiti razumnu granicu otpornosti i protiv dejstva nuklearnog oružja.

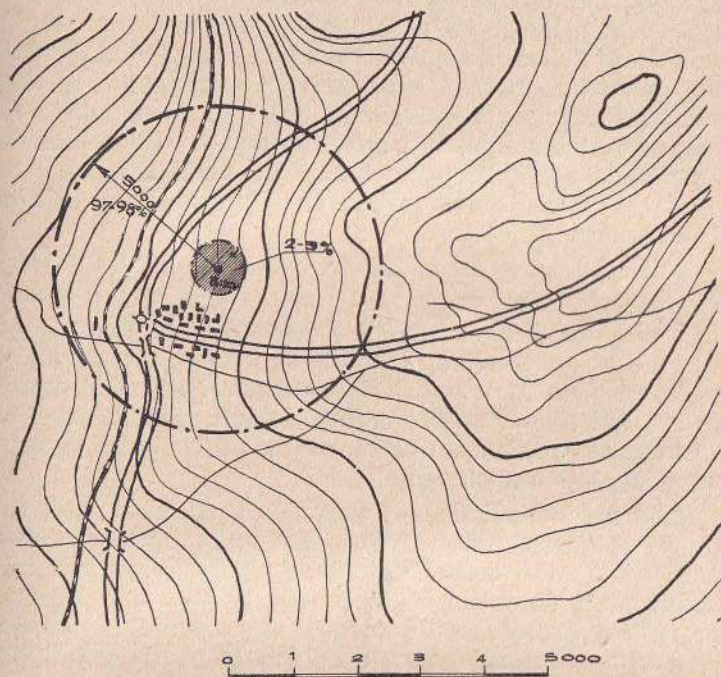
Ta granica bi bila, po svoj prilici, za obične objekte bez posebnih osiguranja, udaljenost od 600 do 800 metara od NT eksplozije nominalne nuklearne bombe, mada su neki primeri iz do sada poznatih eksplozija pokazali da su neka jednostavna skloništa izdržala na udaljenosti od 100 do 300 metara od nulte tačke.

Pod nazivom zaštitne građevine (objekata) podrazumevaju se svi objekti koji svojom konstrukcijom, oblikom i položajem pružaju zaštitu živoj sili, ratnoj tehnici i materijalu od dejstva nuklearnih oružja. Tu spadaju fortifikacioni objekti, kao: rovovi, bunker, osmatračnice, komandna mesta, skloništa svih vrsta (za ljudstvo, štabove za posebne namene, za stanovništvo i radnike po industrijama, za smeštaj sirovina, namirnica, pogonskog materijala, municije, kao i za smeštaj industriskih pogona, saobraćajnih i plovnih objekata). Tu spadaju i građevinske mere za zaštitu raznih instalacionih vodova, energetskih izvora, kaptaznih građevina, rezervoara pijaće vode itd.

Značaj i uloga ovakvih građevina (skloništa) može se posmatrati sa gledišta mogućnosti pružanja zaštite na ogromnom prostoru na kome bi nezaštićena živa sila, ratna tehnika i materijal inače bili neminovno izloženi uništavanju ili teškom oštećenju. Tako napr., ako je zona u kojoj treba očekivati povrede i gubitke od nuklearne eksplozije kružne površine poluprečnika 4 do 5 km, odnosno oko 80 km², a otpornost skloništa, bunkera i rovova samo takva da se pouzdana zaštita može očekivati tek na 700 do 800 metara od nulte tačke, odnosno 900 do 1.000 metara od centra eksplozije u vazduhu (što odgovara približno uobičajenoj otpornosti objekata poljske fortifikacije ili običnih skloništa sigurnih protiv bliskih pogodaka klasičnih bombi¹⁾), onda površina na kojoj treba očekivati

¹⁾ Pod bliskim pogotkom podrazumeva se ovde ono otstojanje pogotka od objekta koje je jednako poluprečniku levka eksplozije.

gubitke iznosi oko 2 km², odnosno svega 2 do 3% od ukupne površine na kojoj je ispoljeno dejstvo eksplozije.



Slika 1. — Odnos zone dejstva eksplozije A bombe u vazduhu u kojoj štite objekti uobičajene otpornosti u poljskoj fortifikaciji i skloništu prema zoni u kojoj treba očekivati gubitke usled nedovoljne otpornosti takvih objekata.

KARAKTERISTIKE DEJSTVA NUKLEARNE EKSPLOZIJE U VEZI ZAŠTITE

Mogućnosti zaštite proističu iz pojedinih dejstava nuklearnog oružja, koja su već bila predmet opšteg razmatranja u drugim temama ove knjige.

Tri vrste dejstva — toplotno, udarno i radioaktivno — imaju sledeće karakteristike bitne sa gledišta zaštite:

Toplotno dejstvo karakteriše se kratkotrajnim i vrlo visokim temperaturama. Najveći deo toplotne energije

emituje se u prvoj sekundi posle eksplozije, a posle tri sekunde praktično nema više nikakvog toplotnog zračenja. Opasni domet toplotnog zračenja je veći od dometa eksplozivnog udara i početnog radioaktivnog zračenja. Osobe koje su već izvan dometa ova dva poslednja dejstva, mogu da pretrpe ozbiljne ozlede od toplotnog dejstva. Kod potpuno nezaštićenih osoba može da dođe do opekotina trećeg stepena i na otstojanju od 1.700 metara, a opekotine prvog stepena mogu se očekivati čak i do 3 km., dakle već daleko izvan zone opasnosti od radijacije ili udarnog dejstva.

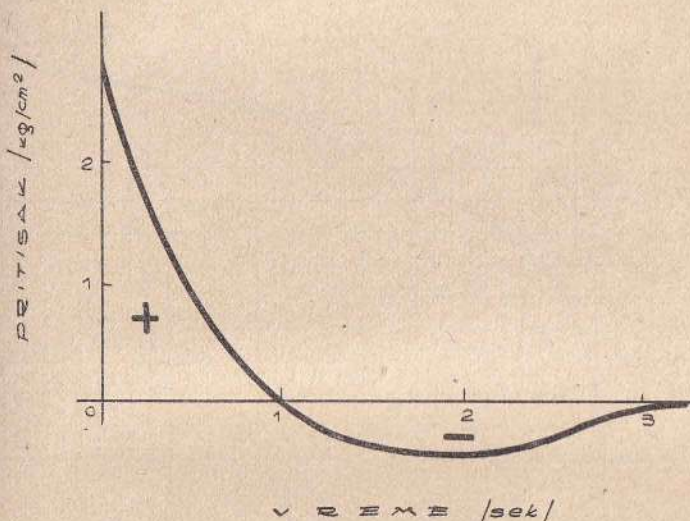
Neke tehničke mere zaštite protiv toplotnog dejstva bile bi sledeće:

Treba težiti da se zaštitne konstrukcije sagrade od nesagorljivog materijala. Ukoliko se primenjuje drvo, što će biti čest slučaj u poljskoj fortifikaciji i kod improvizovanih skloništa, treba spoljne delove zaštititi zemljanim nasipom, premazom blata, ili krečom, snegom ili drugom nezapaljivom oblogom.

Kod skloništa i drugih zaštitnih građevina preporučuje se zatvaranje svih otvora kopcima, vratima ili bar zavesama sličnim onima koje se upotrebljavaju kod improvizovanih skloništa ili objekata poljske fortifikacije kao zaštita protiv bojnih otrova. Zatvaranje otvora ne pretstavlja apsolutni uslov, ali je mera protiv eventualnog pravoliniskog prodiranja toplotnog zračenja kroz te otvore, slično svetlosnim zracima, ukoliko se građevinskim merama, kao što su zalamanje ulaza, zidovi oko otvora i natstrešnice nad otvorima, nije unapred isključila takva mogućnost. Ova mera zaštite se preporučuje i s obzirom na mogućnost reflektovanja (odbijanja) toplotnog zračenja, što bi moglo u nekim slučajevima da dovede do prodiranja toplotnog zračenja u unutrašnjost objekta.

Najzad, moglo bi se reći da od toplotnog zračenja, bez nekih posebnih mera, štiti po pravilu svaki objekat koji pruža zaštitu od konvencionalnih oružja ili bilo kog drugog dejstva nuklearne eksplozije.

Udarno dejstvo prilikom nuklearne eksplozije razlikuje se po veličini i trajanju od udarnog dejstva proizvedenog brizantnim eksplozivom. Dok je trajanje detonacionog talasa eksplozije brizantnog eksploziva 10^{-3} do 10^{-4} (1/1.000—1/10.000) sekundi, kod nuklearne eksplozije iznosi 1/100 do 1 sekunde. Usled toga ovo dejstvo približava se donekle statičkom pritisku snažnog vetra (dijagram sl. 2). Druga karakteristika je srazmerno visok pritisak (u kg/sm^2) na velikoj površini i na znatnim ot-

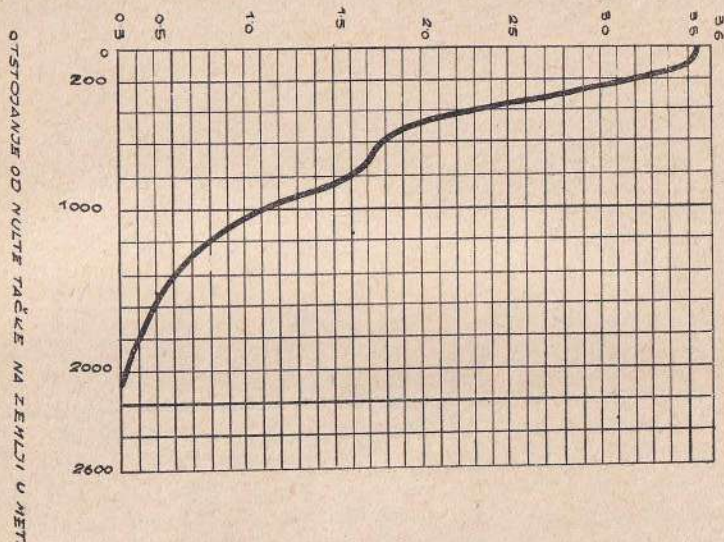


Slika 2. — Dijagram udarnog talasa po vremenu na oko 300 m od nulte tačke.

stojanjima od centra eksplozije. U dijagramu sl. 3 dati su orijentacioni podaci o veličini tih pritisaka. Karakteristično je da je pritisak u nultoj tački kod eksplozije nominalne nuklearne bombe na visini od 600 do 700 metara svega oko $3,5 \text{ kg}/\text{sm}^2$, dok je otpornost ljudskog organizma takva da je potreban pritisak od najmanje $7 \text{ kg}/\text{sm}^2$ da bi izazvao teške ili smrtonosne ozlede. Dakle, ljudski organizam je u stanju da izdrži pritiske kod kojih

se već ruše solidno sagrađene građevine. Ovo ukazuje da glavna opasnost po čoveka ne leži u neposrednom udarnom dejstvu već u mogućnosti ozleđivanja posrednim dejstvom — usled parčadi koja polete sa zemlje, rušenjem objekata kao i usled udara o zemlju ili druge predmete. Ova se opasnost naročito povećava u naseljenim mestima, izgrađenim područjima i u šumama.

NAJVEĆI NADPRITISAK NA ZEMLJI [kg/cm^2]



Slika 3. — Dijagram procenjenih natpritisaka na tlu na raznim otstojanjima od nulte tačke za eksploziju nominalne A bombe na visini od oko 600 m

Računsko određivanje zaštitnih dimenzija konstrukcija, koje treba da protivstanu udarnom dejstvu, predstavlja složen zadatak, koji se praktično ne može u svemu obuhvatiti egzaktnim matematičkim putem.

Naime, dejstvo udarnog talasa na određeni objekat ili konstrukciju zavisi od mnogo faktora, od kojih su neki: otstojanje i položaj prema eksploziji, veličina i oblik

objekta, stepen ukopavanja, zaklonjenost, topografski oblik terena, geološki sastav zemljišta, mogućnost uvećavanja pritiska refleksijom sa zemlje ili drugih predmeta.

Isto tako treba imati na umu da se udarni talas ispoljava kao dinamičko opterećenje sa različitim karakteristikama u zavisnosti od vrste bombe i njenog položaja u trenutku eksplozije. Ovo znači da nije dovoljno da je poznata veličina pritiska na određenoj površini (napr. kg/sm²), već je važno da se zna i dužina trajanja ovog dejstva kao i druge činjenice koje prelaze okvir ovog razmatranja. Poznato je da konstrukcije i građevine izdržavaju veće dinamičke pritiske od statičkih. Ovo objašnjava naizgled čudnovatu pojavu da ostaju često neporušeni objekti i konstrukcije iako su bili izloženi daleko većem pritisku (dinamičkom) udarnog dejstva od mirnog (statičkog) opterećenja, koje bi mogli da izdrže prema proračunu.

Slikovito bi se razlika dejstva statičkog i dinamičkog pritiska mogla prikazati na sledeći način: prislonjena vrata pokreću se lako blagim mirnim pritiskom prsta (statičko opterećenje); međutim, ista vrata će se jedva pokrenuti ako udarimo vrlo snažno ali kratko celom šakom ili pesnicom po njima (dinamičko opterećenje) iako je upotrebljena sila nekoliko puta veća. Ovo znači da dejstvo zavisi od sile i vremena trajanja. Moć razaranja udarnog talasa izražava se, prema tome, obično »impulsom« tj. proizvodom sile i vremena.

Zato se određuju zaštitne debljine, konstrukcije i oblici građevina uglavnom na osnovu iskustva i rezultata dobivenih do sada izvršenim i poznatim opitima.

Prilikom procene izdržljivosti neke konstrukcije ili građevine treba takođe uzeti u obzir da se ona obično proračunava u granicama elastičnih deformacija. To znači da se uzima kao granica izdržljivosti ona dimenzija konstrukcije ili građevine kod koje za dato opterećenje neće ostati nikakvi trajni tragovi (deformacije) na konstrukciji po prestanku delovanja sile (opterećenja). Međutim, kod zaštitnih konstrukcija koje treba da se suprotstave rušecom dejstvu udarnog talasa može se dozvoliti

da naprezanje u konstrukciji pod silom prelazi granice elastičnih deformacija do izvesnih granica, tj. da po prestanku dejstva sile ostanu izvesne trajne deformacije, kao što su manje naprsline ili pomeranje konstrukcije. Ako se ovo prihvati, tj. ako se dozvoljava da dođe do izvesnih trajnih (plastičnih) deformacija, onda je otpornost svake konstrukcije daleko iznad računске granice za opterećenja za koja je proračunata u granicama elastičnih deformacija.

Neke tehničke mere protiv dejstva eksplozivnog udara bile bi i sledeće:

Zidove i tavanice zaštitnih građevina (bunkera i skloništa) izraditi dovoljno jake da izdrže pritisak na otstojanju za koje se predviđa otpornost objekta. Objekte izraditi kao podzemne ili poluukopane, jer su na taj način najviše zaklonjeni. Kod delimično ukopanih objekata treba delu koji se nalazi nad zemljom dati aerodinamičan oblik zaštitnim zemljanim nasipom ili samim oblikovanjem objekta. Ulaze i druge otvore osigurati otpornim vratima i kopcima, zaštitnim zidovima, zalamanjem prilaza i slično.

U naseljenim mestima su podrumi armiranobetonskih skeletnih građevina veoma povoljni za skloništa. Ovakve građevine su naročito otporne prema udarnom dejstvu i potresu.

Zaključak bi bio da su sve mere koje se primenjuju protiv eksplozivnog udara konvencionalnih projektila efikasne i pod novim uslovima. Svakako treba težiti u novoj situaciji za što jačim i solidnijim konstrukcijama. Naime, efekat zaštite raste naglo sa otpornošću konstrukcija. Zaštita će biti i pod novim uslovima utoliko efikasnija ukoliko se doslednije primenjuju i do sada poznata konstruktivna načela. Ne može se međutim govoriti o nekim posebnim »atomskim« konstrukcijama.

Radioaktivno zračenje pretstavlja jedini novi efekat dejstva po kome se nuklearna eksplozija u osnovi razlikuje od eksplozije konvencionalnih (klasičnih) eksploziva. Ono se sastoji od alfa, beta, gama zračenja i neutronskeg dejstva. Sa vojničkog gledišta je od praktičnog značaja, a

posebno kao problem zaštite, gama zračenje, a u nekim slučajevima i dejstvo neutrona.

Mere protiv početnog radioaktivnog zračenja bile bi uglavnom sledeće:

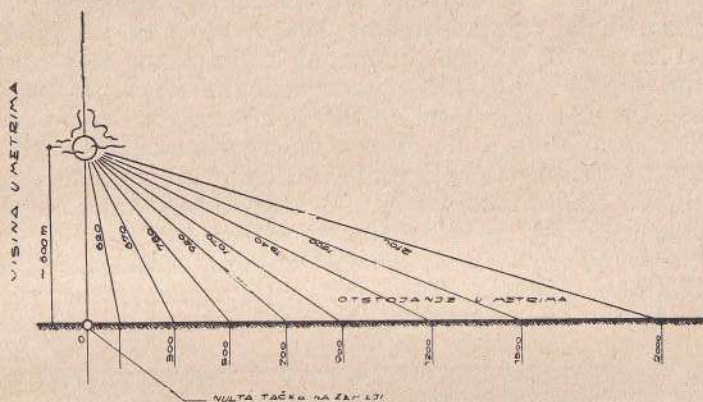
Jedinu efikasnu zaštitu pretstavlja kompaktan i deo zaklon između izvora zračenja i tela koje treba zaštititi.

Zaštitne građevine (zaklone, bunkere, skloništa i sl.) treba graditi sa zidovima i tavanicama od takvog materijala i u takvim debljinama, koji će zračenje smanjiti na bezopasnu meru. Debljina se određuje prema stepenu zaštite koja se želi postići na određenom otstojanju. Zaštitna moć srazmerna je masi zaštitnog materijala i raste praktično pravoliniski sa njegovom zapreminskom težinom. Uopšte, ukoliko je neki materijal teži, tj. ima veću zapreminsku težinu, utoliko mu je moć zadržavanja radioaktivnog zračenja veća. Intenzitet zračenja, izražen u rendgenima po času, zavisi od otstojanja od centra eksplozije. Na sledećoj tablici dati su intenziteti gama zračenja za razna otstojanja od centra eksplozije nominalne nuklearne

Otstojanje od centra eksplozije	Količina gama zračenja
metara	rendgena
640	10.000
800	6.000
1000	2.500
1220	600
1280	400
1500	250
1600	150
1750	50
2000	30

Količina gama zračenja za neka otstojanja od centra eksplozije

bombe u vazduhu. Data otstojanja se odnose na centar eksplozije, što znači da se otstojanje od 640 metara odnosi na samu nultu tačku. Odnos između otstojanja merenih od centra eksplozije i onih merenih od nulte tačke za jednu te istu eksploziju vidi se na slici 4. Razume se da se za određeno otstojanje intenzitet zračenja menja sa promenom visine eksplozije odnosno sa udaljenjem od NT i veličinom bombe.



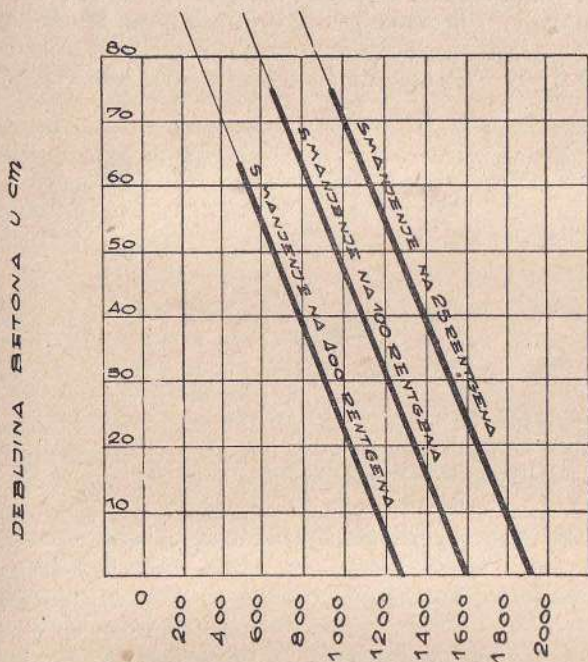
Slika 4. — Odnos otstojanja od centra eksplozije prema otstojanjima od nulte tačke

Kod projektovanja i građenja zaštitnih objekata treba imati u vidu sledeće:

Debljine zidova i tavanica treba tako odrediti da smanje radioaktivno zračenje na bezopasnu ili bar podnošljivu meru. Teoretski ne postoji mogućnost da se gama zraci potpuno zaustave, ali je to sa praktičnog gledišta bez značaja.

Glavni materijali zaštitnih konstrukcija su: zemlja, beton, kamen i čelik. U izvesnim uslovima mogu biti i voda i sneg, a kao obloga olovo, kadmijum i drugo. Drvo, koje je inače jedan od osnovnih građevinskih materijala, naročito u poljskoj fortifikaciji i kod izgradnje improvi-

zovanih skloništa, ima praktično slabu zaštitnu moć. Kombinuje se samo sa drugim materijalom koji pruža efikasniju zaštitu.



OTSTOJANJE OD CENTRA EKSPLOZIJE U METRIMA

Slika 5. — Dijagram zaštitnih debljina za beton za smanjenje radioaktivnog zračenja na 400, 100 i 25 rendgena

U dijagramu (sl. 5) date su zaštitne debljine betona koje će, u zavisnosti od otstojanja od centra eksplozije, smanjiti gama zračenje na 400, 100, odnosno 25 rendgena. Ovi podaci dati su na osnovu publikovanih materijala Atomske komisije SAD, i treba ih smatrati orijentacionim. Otstojanja u dijagramu data su od centra eksplozije, a ne od nulte tačke.

U sledećoj tablici dati su grubi koeficijenti, dovoljno tačni za praksu, za neke materijale, kojima treba pomnožiti debljine date za beton u dijagramu (sl. 5), da bi se dobila potrebna zaštitna debljina za olovo, gvožđe, zemlju i vodu. Napr., ako je potrebna debljina betona 60 sm, onda je potrebna zaštitna debljina gvožđa, koja pruža istu zaštitu, $0,30 \times 60 = 18$ sm, ili za zemlju $60 \times 1,65 = 99$ sm.

Materijal	Koeficijent
Olovo	0,15
Gvožđe	0,30
Beton	1,00
Zemlja	1,65
Voda	2,75

Tablica grubih koeficijenata za određivanje zaštitnih debljina za neke materijale u odnosu na beton

Za praktično određivanje zaštitnih debljina može se koristiti i donja tablica, koja daje t.zv. »poludebljine« za neke materijale. Pod poludebljinom nekog materijala podrazumeva se ona debljina koja smanjuje (reducira) dato gama zračenje, izraženo u rendgenima, na jednu polovinu. Napr. količinu zračenja od 10.000 rendgena (što

Materijal	Poludebljine u sm
Olovo	2
Gvožđe	4
Beton	12
Zemlja	20

Tablica poludebljina za neke materijale

odgovara približno nultoj tački) smanjiće zaštitni sloj betona od oko 12 sm na 5.000 rendgena, sloj betona od 60 sm na oko 300 rendgena, a 72 sm na oko 150 rendgena. U stvarnosti biće ovo smanjenje još nešto veće usled odbijanja gama zrakova, računajući da se oko 10% gama zrakova odbijaju od površine zaštitnog sloja.

Zaštitna moć betona može se znatno povećati dodavanjem nekih primesa (kao što su čelične strugotine, limonit, barit, magnezit i drugo), a u određenim razmerama.

U pogledu položaja skloništa na terenu važi osnovno pravilo da je najpovoljniji podzemni ili poluukopani položaj. U ovom slučaju okolno zemljište deluje kao zaštitni sloj protiv zračenja.

Prema dosadašnjem iskustvu, nema osnova da se preceni opasnost od neutronske zračenja kod eksplozije u vazduhu. O tome svedoče i neka jednostavna skloništa u Japanu koja nisu bila osigurana ni običnim vratima. Potreba za zatvaranjem otvora skloništa pojavljuje se zbog mogućnosti da udarni talas kao i snažno vazdušno strujanje koje ga prati, ne ubaće u sklonište izvesnu količinu radioaktivne prašine.

Naknadno radioaktivno zračenje ne iziskuje posebne konstruktivne mere, sem izloženog za početno zračenje. Posebno pitanje predstavlja uklanjanje kontaminiranosti sa konstrukcija i građevina, ukoliko je do toga došlo, o čemu će biti govora u temama ove knjige.

Za bezbednost u zatvorenim objektima naknadno zračenje ne predstavlja neposrednu opasnost.

Zaštitne debljine zidova, tavanica, vrata, kapaka, itd., koji štite protiv početnog zračenja, mogu se smatrati sigurnim i protiv eventualne pojave naknadne radioaktivnosti izvan objekta. Izvesnu opasnost predstavlja mogućnost unošenja radioaktivnih čestica sa odećom, obućom i opremom. Ukoliko postoji sumnja da je došlo do kontaminacije zemljišta, vazduha ili predmeta oko skloništa, treba preduzeti sve mere da se spreči njihovo unošenje u objekat. U te mere spadaju: hermetizacija, skidanje odeće i obuće pre ulaženja, a za opremu — mehaničko uklanjanje

eventualnih radioaktivnih taloga na način kako je to izloženo u postupku radiološke dekontaminacije. Posebno pitanje predstavlja evakuacija ljudstva iz fortifikacijskih građevina, skloništa, zgrada i drugih objekata koji se nalaze na kontaminiranom terenu. Svakako je preporučljivo da se objekti, koji se nalaze u takvom području, evakuišu, ali tek na osnovu procene u datoj situaciji i prema uputstvima stručnih organa.

Uticaj položaja bombe na dejstvo eksplozije

Dosadašnja razmatranja odnosila su se na nominalnu nuklearnu bombu pri eksploziji u vazduhu, na visini oko 600 metara. U ovakvom položaju bombe smatra se da se postižu najveća ukupna dejstva.

Na osnovu izloženog, eksplozija u vazduhu imaće najveće udarno i toplotno dejstvo na velikoj površini. Početno radioaktivno zračenje je znatno na velikom prostanstvu. Naknadno zračenje biće neznatno i može se praktično zanemariti. Potres zemlje biće srazmerno neznatan.

Pri eksploziji na površini zemlje (ili blizu zemlje) ukupan prečnik dejstva je znatno manji nego kod eksplozije u vazduhu. Potres zemlje, sličan zemljotresu, pojavice se na bližim otstojanjima od nulte tačke kao ozbiljniji faktor, naročito po stabilnost ukopanih objekata.

Kod podzemne eksplozije eksplozivni udar i početno radioaktivno zračenje ne dolaze praktično do izražaja i ostaju lokalizovani na malom području. Dejstvo potresa zemlje biće jako, tako da bi konstrukcije, a naročito one ukopane bliže nultoj tački, mnogo više trpele. Ovo navodi na izgradnju građevinskih objekata prema načelima koja se primenjuju u trusnim područjima protiv dejstva zemljotresa. Efikasan domet potresa ne može se tačno odrediti, pošto prenošenje potresa kroz zemlju (rasprostiranje) uveliko zavisi od geološkog sastava tla (dok će kroz peškovite terene biti slabo i ograničeno, kroz kompaktnu vlažnu glinu biće vrlo snažno i na veće daljine). Prisustvo stenovitih slojeva srazmerno blizu površine tla može ta-

kođe znatno da poveća dejstvo rasprostiranja. Ne upuštajući se u detaljnije razmatranje ovog problema, ukazuje se samo na složenost problematike tehničke zaštite koja, između ostalog, zahteva i pravilnu geološku procenu situacije.

Površinski i plitko ukopani objekti u zoni levka bili bi neefikasni i sa njihovim uništenjem treba računati. Tu mogu da protivstanu samo specijalno otporno izgrađeni objekti postavljeni na velikim dubinama, sa moćnim zemljanim natslojevima i vrlo solidnim konstrukcijama sposobnim da prime znatna naprezanja i potrese. Objekti bi izvan zone levka pružali kao i kod eksplozije u vazduhu odgovarajuću zaštitu, mada postoji, usled potresa zemlje, velika opasnost od obrušavanja zemlje i rušenja rovova i objekata poljske fortifikacije.

Podvodna eksplozija pretstavlja poseban vid i može da nastupi u moru i velikim vodenim tokovima i površinama. Udar kroz vodu zahvatio bi veliko područje na kome treba očekivati oštećenja kako plovnih objekata tako i obalskih postrojenja i uređaja. Posebnu opasnost pretstavlja velika masa radioaktivno kontaminirane vode koju eksplozija izbacuje u vidu vodenog stuba, velikog talasa i čestica disperzovane vode i pare, i koja se može sručiti na živu silu, objekte i postrojenja na širem području. Ovo bi imalo za posledicu radioaktivnu kontaminaciju (naknadnu radioaktivnost) područja i objekata za izvesno vreme. Prilikom izgradnje zaštitnih građevina, koje bi mogle biti zahvaćene dejstvom podvodne eksplozije, treba obratiti naročitu pažnju na situiranje objekata, tako da ne mogu biti zahvaćeni talasom, da budu otporni protiv udara detonacionog talasa kroz vodu i da su obezbeđeni pokrivačima, vratima i drugim zatvaračima za zaštitu žive sile i opreme od neposrednog dejstva radioaktivno kontaminiranih vodenih masa i taloga.

Veličina bombe

Svakako da izbor veličine bombe, koja će se primeniti u konkretnoj situaciji, zavisi od niza faktora. Očekuje

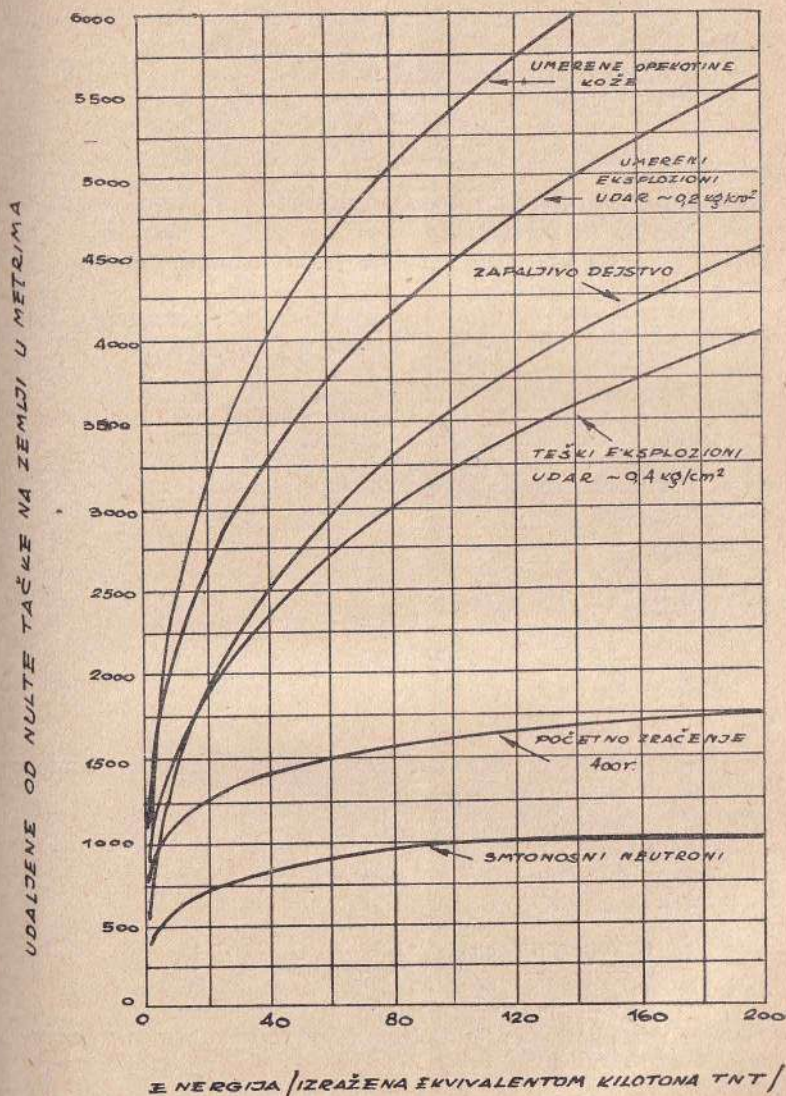
se da će većina taktičkih ciljeva biti izložena uglavnom oružjima slabijim — manjim od nominalne nuklearne bombe, dok bi se moglo pretpostaviti da će samo neki strategijski ciljevi biti dovoljno rentabilni za veća, a možda i najveća oružja. Treba se ovde potsetiti na izvesnu analogiju sa konvencionalnim projektilima. Artiljerijski projektili dostizali su još tokom prošlog rata težinu od blizu 1.000 kg (poznati top »Little David«). Aviobombe dostizale su težinu od 10 tona. Međutim, težina bombe kod napada na gradove ili utvrđena mesta kretala se u proseku oko 250 kg, a protiv živih ciljeva daleko ispod toga, a sve u zavisnosti od rentabilnosti i vrste cilja i drugih faktora. Isto tako usvojena je otpornost (sem retkih izuzetaka) kod fortifikacionih objekata ili skloništa za zaštitu stanovništva i industrije, na osnovu raznih procena, uglavnom za srednje ili čak male kalibre, u poređenju sa najvećim poznatim artiljeriskim zrnima ili aviobombama. Analogno se postavlja pitanje veličine nuklearnog projektila, koja bi mogla da služi za određivanje prosečnih tehničkih zaštitnih mera. Ima osnova svakako da se i u ovom slučaju, kao kod klasičnih oruđa, polazi od srednjeg rešenja.

Ne ulazeći na ovom mestu ni u procenjivanje raznih faktora koji će biti konačno odlučujući, a još manje u definisanje veličine bombe ili projektila koji se može danas smatrati srednjim rešenjem, kao osnov ovom izlaganju uzeta je nominalna nuklearna bomba. Na sličan način se postupa i u inostranstvu kada se vrše slične procene, predviđanja ili proračuni.

Uticao veličine atomske bombe na dejstvo

Bez obzira koja će bomba pod određenim uslovima biti upotrebljena postavlja se pitanje dejstva bombi raznih veličina.

Ova dejstva se mogu odrediti na osnovu poznatih dejstava nominalne ili druge bombe, pomoću t.zv. zakona stepenovanja, kao i na osnovu raznih podataka i dijagrama objavljenih u stručnoj literaturi. Dijagram br. 6



Slika 6. — Udaljenja od eksplozije na kojima bombe sa različitim ekvivalentom energije proizvode određena dejstva

dat je na osnovu materijala Atomske komisije SAD u knjizi »The Effects of Atomic Weapons«²⁾.

Za eksplozivni udar važi

$$\frac{R}{R_0} = \sqrt[3]{\frac{P}{P_0}}$$

gde je

R_0 = radijus (otstojanje) za određeno dejstvo poznate bombe (u metrima)

R = radijus (otstojanje) za isto dejstvo bombe druge veličine (u metrima)

P_0 = eksplozivno punjenje poznate bombe izražene u KT

P = eksplozivno punjenje bombe druge veličine u KT

1. primer

Dato je: Udarno dejstvo nominalne nuklearne bombe iznosi na otstojanju od 1.000 m oko 0,7 kg/sm².

Traži se: Na kom otstojanju će izazvati isti pritisak neka četiri puta veća bomba (dakle sa ekvivalentnom energijom 80 KT)?

$$R_0 = 1.000 \text{ m}$$

$$R = ?$$

$$P_0 = 20 \text{ KT}$$

$$P = 80 \text{ KT}$$

$$\frac{R}{R_0} = \sqrt[3]{\frac{P}{P_0}} \quad R = R_0 \sqrt[3]{\frac{P}{P_0}} = 1.000 \sqrt[3]{\frac{80}{20}} = 1.585 \text{ m}$$

Odgovor glasi: na 1.585 m

2. primer

Dato je: Pritisak udarnog talasa nominalne nuklearne bombe iznosi na otstojanju od 600 m 1,75 kg/sm².

Traži se: Koja je veličina bombe potrebna da izazove isti pritisak na otstojanju od 9.000 m?

$$R_0 = 600 \text{ m}$$

$$R = 900 \text{ m}$$

$$P_0 = 20 \text{ KT}$$

$$P = ?$$

$$\frac{R}{R_0} = \sqrt[3]{\frac{P}{P_0}} \quad \frac{900}{600} = \sqrt[3]{\frac{P}{20}} \quad ; \quad 1,5 = \sqrt[3]{\frac{P}{20}} ;$$

$$P = 1,5^3 \times 20 = 68 \text{ KT (ili okruglo 70 KT)}$$

Odgovor glasi: potrebna je približno 3,5 puta veća bomba sa ekvivalentnom energijom 70 KT.

²⁾ U našem izdanju nosi naziv »Atomska bomba i lična zaštita« (izdanje VIZ »Vojno delo«).

Za toplotno zračenje važi:

$$\frac{R}{R_0} = \sqrt[3]{\frac{P}{P_0}}$$

R_0 = radijus (otstojanje) za određeno dejstvo poznate bombe (u metrima)

R = radijus (otstojanje) za isto dejstvo bombe druge veličine (u metrima)

P_0 = eksplozivno punjenje poznate bombe u KT

P = eksplozivno punjenje bombe druge veličine u KT.

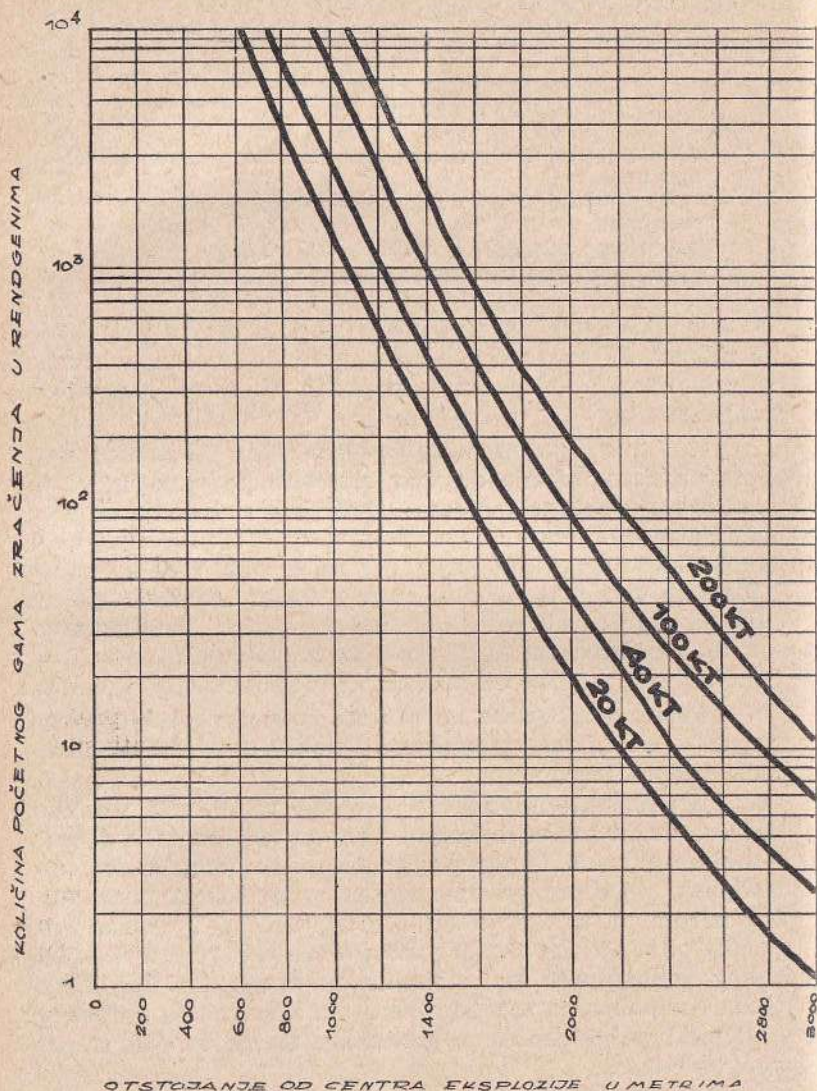
Pomoću ovog zakona mogu se, kao što je prikazano za udarno dejstvo, odrediti otstojanje ili veličina bombe u upoređenju sa nominalnom ili drugom poznatom bombom.

Ovaj zakon je, međutim, manje tačan od zakona stepenovanja za udarno dejstvo, naročito kod znatno većih bombi i sa velikim dometom. Ovo zbog slabljenja dejstva usled atmosferskog uticaja. Dejstvo će biti za znatno veće bombe kao i za velika otstojanja nešto slabije od računom dobijenih vrednosti. Ovo se može utvrditi i upoređivanjem računom dobijenih rezultata sa vrednostima iz dijagrama (sl. 6). Prilikom sastavljanja dijagrama vodilo se računa i o uticajima koji nisu obuhvaćeni zakonom stepenovanja.

Međutim, za grube aproksimacije potrebne za praksu mogu se zakonom stepenovanja dobiveni rezultati smatrati zadovoljavajućim.

Za radioaktivno zračenje može se takođe utvrditi dejstvo većih i manjih bombi. Ovo se vrši pomoću eksponencijalnih zakona za gama zračenja i neutronske dejstvo. Računski postupak je vrlo složen za praktičnu primenu. S obzirom na to dat je samo dijagram (sl. 7) (sastavljen prema objavljenim materijalima Atomske komisije SAD) a koji zadovoljava kao orijentacioni podatak. Očigledno je da radioaktivno zračenje ne raste linearno sa porastom veličine bombe, već da je porast sve manji ukoliko se povećava bomba.

Približne vrednosti ukupnog početnog zračenja mogu se dobiti za bombe sa nekim drugim ekvivalentom ener-



Slika 7. — Dijagram ukupnog početnog gama zračenja kao funkcije
 otstojanja od centra eksplozije i ekvivalenta veličine bombe

gije P u KT i prostim množenjem ordinata dijagrama (sl. 7) sa P/20. Naprimer, za bombu od 20 KT iznosi zračenje na otstojanju od 1250 m oko 400 rendgena. Za bombu od 50 KT iznosilo bi $50/20 \times 400 = 1.000$ r.

Ovo kratko razmatranje pokazuje da je porast glavnih dejstava srazmerno mali u poređenju sa porastom veličine bombe. Ilustracije radi sastavljeni su u sledećej tabeli neki podaci za bombu od 20, 100 i 200 KT.

Veličina bombe u KT	V r s t a d e j s t v a			
	Smrtonosni neutroni	Početno zračenje 400 r	Eksplozivni udar od 0,4 kg/sm ²	Zapaljivo dejstvo
	D o m e t u m e t r i m a			
20	725	1250	1925	1925
100	975	1650	3275	3625
200	1050	1825	4150	4675

Domet nekih dejstava u vezi sa veličinom bombe

Napomena: — Sve mere su približne — zaokrugljene.

Može se zaključiti da izvesno povećanje bombe preko veličine za koju je zaštitna konstrukcija ili sklonište projektovano nema bitnog uticaja na opšti efekat zaštite. Pa čak i kod upotrebe vrlo velikih bombi ne prestaje efikasnost skloništa izgrađenih protivu dejstva nominalne ili slabije bombe. Ovo iz razloga što se kod skloništa izgrađenih na jednom velikom području povećava samo poluprečnik u kome postaju neefikasna, tj. procenat gutitaka se povećava u smislu izloženog na str. 225 i 226.

Kolektivna zaštita

Kolektivna zaštita se sastoji:

- U taktičkim i organizacijskim merama kao: rasturanju i evakuaciji žive sile, materijala i ratne tehnike.
- U organizaciji saobraćaja, snabdevanja i proizvodnje pod posebnim uslovima atomskog ratovanja.
- U organizaciji sanitetske službe.

— U građevinsko-tehničkim merama svih vrsta. Tu spadaju razne zaštitne građevine, tj. objekti poljske i stalne fortifikacije kao i civilne zaštite (rovovi, zakloni, bunker, skloništa).

— U zaštiti industrije, materijala i opreme, kao napr. pogona, energetskih postrojenja, skladišta, instalacija, saobraćajnih sredstava i drugog.

— U građevinsko-urbanističkim merama za zaštitu gradova i naseljenih mesta (t.zv. urbanizam civilne zaštite).

Nepoznavanje dejstava i zaštite koju treba preduzeti pretstavlja skoro veću opasnost od samog nuklearnog oružja, a nepoznavanje prirode i veličine opasnosti dovodi redovno do pogrešnih postupaka koji mogu da izazovu više žrtava nego samo dejstvo napada.

Savremeni rat, koji više ne poznaje front i pozadinu, odnosno ne vrši podelu na borce i neboraćko stanovništvo, nameće imperativno i tretiranje problema zaštite u najširem obimu. Ratni potencijal jedne savremene armije vezan je nerazdvojivo za privredni i industrijski potencijal zemlje, kapacitet sirovinskih baza i stepen organizovanog rada, proizvodnje i život proizvođačkog stanovništva. Radi toga kolektivna zaštita pretstavlja, sa vojnog gledišta, jedan široki i kompleksni problem, koji obuhvata vrlo široko područje delatnosti i u kome fortifikacija pretstavlja samo jednu oblast.

Uslovi zaštite prema vrsti objekta

Efikasnost zaštite zavisi od:

- položaja zaštitne građevine prema centru eksplozije;
- topografije terena;
- stepena i mogućnosti zaklanjanja okolnim terenom ili objektima;
- oblika i veličine objekta;
- geološkog sastava zemljišta;
- stepena ukopavanja;
- otpornosti konstrukcije;

- vrste materijala objekta;
- uređaja i opreme, kao i niza drugih faktora.

Ukoliko se više vodi računa o zadovoljenju svih uslova koje treba savremena zaštitna građevina da ispuni, utoliko je objekat sigurniji i stepen zaštite veći. Zaštitne građevine se mogu podeliti prema vrsti, obliku i položaju.

— Po vrsti se dele na: rovove, bunkere (sa toparnicama ili puškarnicama) i skloništa.

— Po obliku: teži se da se objekat što više približava obliku kocke. Od toga se izuzimaju podzemne građevine tunelskog tipa, koje se izgrađuju, kako im već naziv kaže, u vidu tunela, odnosno galerija, a po potrebi sa šahtovima, ulaznim građevinama i borbenim mestima bunkerskog tipa po površini.

— Po položaju na: nadzemne, ukopane i podzemne.

Rovovi

Ukopavanje žive sile, ratne tehnike i materijala dobija prvorazredni značaj u uslovima nuklearnog ratovanja. Može se bez preterivanja reći da je ono tim bolje zaštićeno što je bolje ukopano. U takvoj svetlosti dobijaju i obični rovovi poseban značaj. Oni mogu da budu nepokriveni (otvoreni) i pokriveni. Nepokriveni rovovi štite protiv udarnog dejstva, toplotnog i radioaktivnog zračenja, zavisno od položaja rova prema mestu eksplozije.

Naime, toplotno zračenje, koje se kreće pravoliniski ne prodire kroz zemlju, tako da je zaštićena svaka osoba koja se nalazi u senci rova. Isto tako smanjiće dozu zračenja za odgovarajući iznos sloj zemlje kroz koju prodire gama zračenje, koje se takođe kreće uglavnom pravoliniski. Ako je napr. sloj zemlje debljine 60 sm, a poludebljina oko 20 sm onda će se količina zračenja od 600 rendgena smanjiti na oko 75 rendgena. Navedeni primer ukazuje na značaj i ovako jednostavnih skloništa.

Rov će biti utoliko efikasniji ukoliko ispunjava sledeća načela:

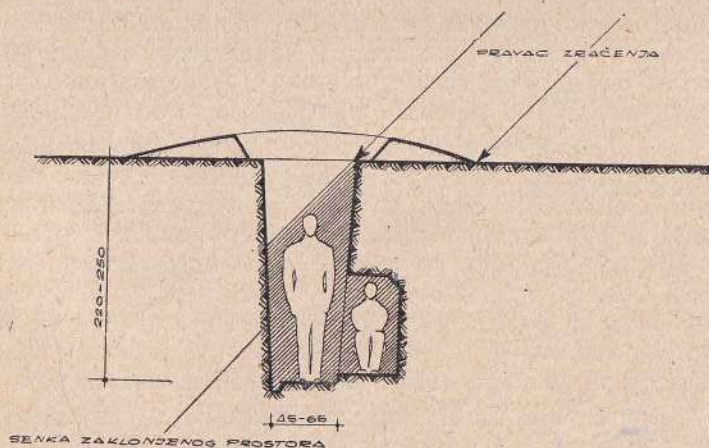
- Da je što uži.

— Da je što dublji. Ukoliko nema posebnih razloga za drugu dubinu, preporučuje se 2,2—2,5 m, odnosno dubina kod koje ostaje iznad glave sklonjenog ljudstva oko 50 sm do površine terena. Ovaj zahtev za što većom dubinom neće se međutim uvek uskladiti sa taktičkim potrebama, naročito kod streljačkih zaklona.

— Da bude osiguran od obrušavanja i zatvaranja zemljom usled potresa. Ovaj zahtev se postavlja naročito oštro kod dubokih rovova u slabom zemljištu. Osiguranje treba izvršiti pažljivo na jedan od načina poznatih iz poljske fortifikacije. Pri tome treba imati u vidu potrebu za povećanom otpornošću. U ovu svrhu mogu se vrlo uspešno primenjivati i razne montažne konstrukcije, kao što su prefabrikovani armiranobetonski elementi, čelični okviri i sl.

— Da budu po pravcu izlomljeni i presečeni traverzama (poprečnim gredama). Ovo je naročito efikasno kod eksplozija u pravcu ose rova.

— Da se u rovu izgrade, gde god zato ima uslova, podgrudobranske niše — lisičje jame za sklanjanje ljudstva, koje mogu biti vrlo efikasne svojim zemljanim nat-slojem (sl. 8).



Slika 8. — Rov sa podgrudobranskom nišom

Svakako da će zaštita u nepokrivenom rovu biti neefikasna kod eksplozija na vrlo bliskim otstojanjima ili uzduž rova — kada neće biti »senke«.

Najzad, potpuno uopšteno, može se reći da zaštita u nepokrivenom rovu ili jami uveliko zavisi od položaja rova prema eksploziji, tj. da li ivica rova stvara »senku« u rovu ili ne.

Pokriveni rovovi

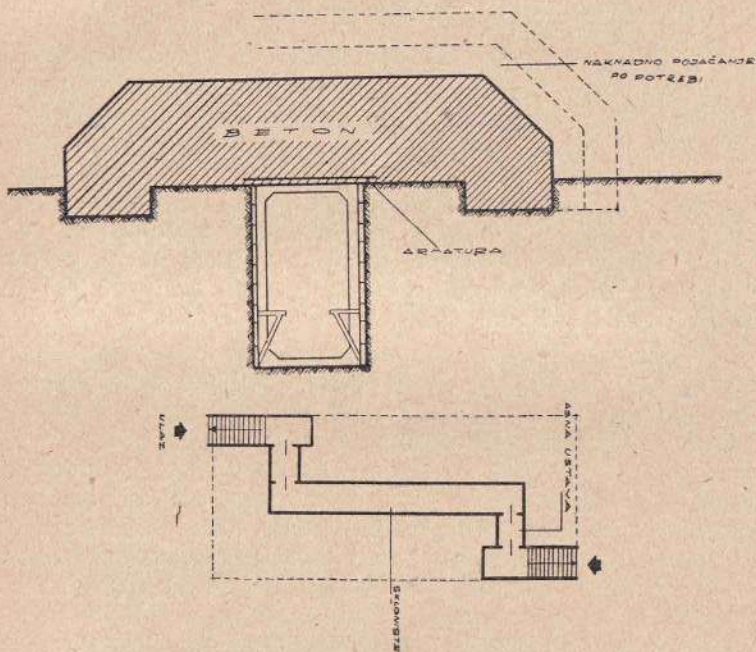
Pokriveni rovovi pružaju veću zaštitu od otvorenih. Glavno preimućstvo leži u pokrivci koja štiti i tamo gde otvoreni rov »senkom« svojih zidova više ne štiti. Efikasnost pokrivke zavisi od vrste upotrebljenog materijala, otpornosti konstrukcije i debljine. Već kod pokrivke od drvenih greda, se natslojem zemlje od 60—80 sm može očekivati dobra zaštita i na manjim otstojanjima od nulte tačke (vidi zaštitne debljine, tabele na str. 234). Uostalom za izgradnju ovakvih rovova važi sve što je izloženo za otvorene rovove.

Pokriveni rovovi čine već prelaz ka improvizovanim skloništima i drugim građevinama poljske fortifikacije. Tu spadaju razna ojačana rovovska skloništa, improvizovana skloništa, samostalna ili u sklopu zgrada, mitraljeski ili artiljerijski zakloni, osmatračnice, komandna mesta i sl. Može se računati da će takvi objekti izdržati dejstvo nuklearne eksplozije i vrlo blizu nulte tačke. Poznati su slučajevi da su skloništa ovakve vrste izdržala u Hirošimi na otstojanjima od 100—300 m od nulte tačke. Skloništa su bila poluukopana, ojačana drvenom tavanicom i podupiračima i pokrivena zemljom. Mana im je bila što nisu imala ni najmanje osiguranje ulaza protiv neposrednog dejstva nuklearne eksplozije. Slična zapažanja postoje sa posleratnih opita.

Pokrivka kod ove vrste objekata može da bude od drvenih greda, gvozdениh i armiranobetonских nosača i drugog priručnog materijala. Preko pokrivke treba obavezno izraditi zemljani nasip za zaštitu od zračenja. Sloj zemlje od 60—80 sm pretstavlja već ozbiljnu zaštitu na

umerenim otstojanjima, a nasip od 1,5—2 m pretstavlja vrlo efikasnu zaštitu i oko nulte tačke, gde će, međutim, biti najvažnija otpornost protiv rušenja od udarnog dejstva.

Još tokom Drugog svetskog rata primenjivana su rovovska skloništa ojačana armiranobetonskim pokrivačima. Ovakva su skloništa u uslovima nuklearnog ratovanja





Slika 9. — Rovovsko sklonište ojačano armiranobetonskom pločom

naročito pogodna usled moćne zaštite koju pružaju takvi pokrivači. Preimućstva se sastoje u velikoj otpornosti kako mehaničkoj tako i protiv zračenja, u srazmerno lakoj izradi i mogućnosti naknadnog ojačavanja pokrivača prostim dobetoniranjem odgovarajućeg sloja betona što se vidi i na sl. 9 kao jedno takvo rešenje.

Objekti poljske fortifikacije

Konstrukcije objekata poljske fortifikacije, koji se izrađuju protiv dejstva nekih konvencionalnih oruđa, predstavljaju i značajan faktor zaštite protiv dejstva nuklearnog oružja. Svakako treba imati u vidu što solidniju izradu, veće debljine pokrivača i izloženih zidova, doslednije ukopavanje, veću otpornost protiv potresa, osiguranja prilaza i ulaza zalamanjem i zatvaranjem otvora. Neophodne otvore, kao što su puškarnice, toparnice, prorezi za osmatranje, treba svesti na najmanju meru koju dozvoljava brižljiva taktička procena. Ovakve otvore treba što više zaklanjati izvučenim bočnim zidovima i ispuštenom pokrivkom preko otvora, radi zaštite od neposrednog prodiranja zračenja i udarnog talasa u objekat. Pored toga, treba čak i za takve otvore predvideti rezervne zatvarače, koji se po potrebi mogu postaviti u otvore.

Nadzemnoj silueti objekata, ukoliko je po svojoj funkcionalnoj nameni ili iz drugih razloga moraju imati, treba obavezno dati aerodinamički oblik. Ovo radi ublažavanja udarnog dejstva.

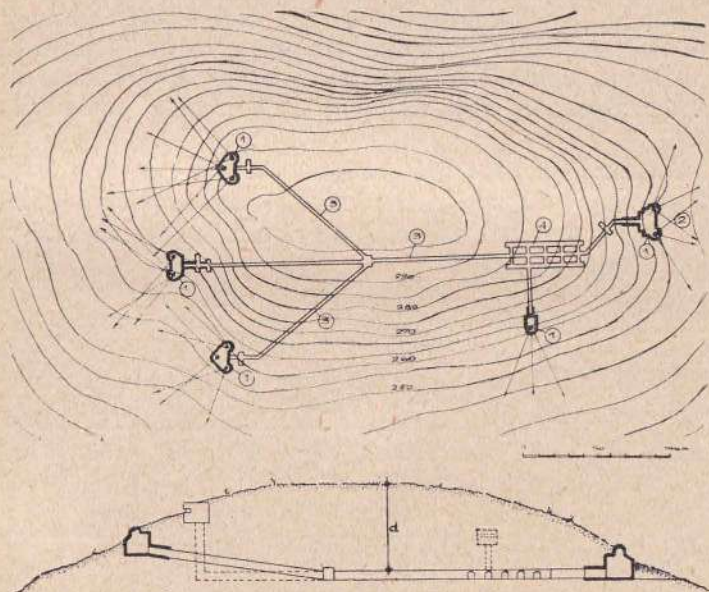
Debljine ploče u sm						
Opterećenje t/m ²	10 t/m ²		30 t/m ²		90 t/m ²	
Marka betona	220	300	220	300	220	300
Slobodno 	35	30	65	45	95	80
Uklješteno 	30	25	50	40	80	65

Kod procenjivanja efikasnosti ovakvih objekata protiv radijacije važe podaci na str. 225—237, a treba se rukovoditi jačinom udarnog talasa koji se očekuje (vidi str. 229).

U tablici (str. 249) date su kao primer debljine armiranobetonskih ploča MB 220 i 300 za normalne raspone (oko 3 m) za pritiske od 10, 30 i 90 t/m²

Objekti stalne fortifikacije

Tu spadaju mitraljeski, artiljeriski i drugi bunker, osmatračnice, komandna mesta, skloništa za živu silu, ratnu tehniku i materijal. Objekti mogu biti samostalni ili povezani u utvrđeni položaj. On se obično sastoji iz većeg broja bunkera, podzemnih skloništa za ljudstvo, municiju i drugi materijal, mašinskih postrojenja i dr. po pravilu povezanih podzemnim galerijama.

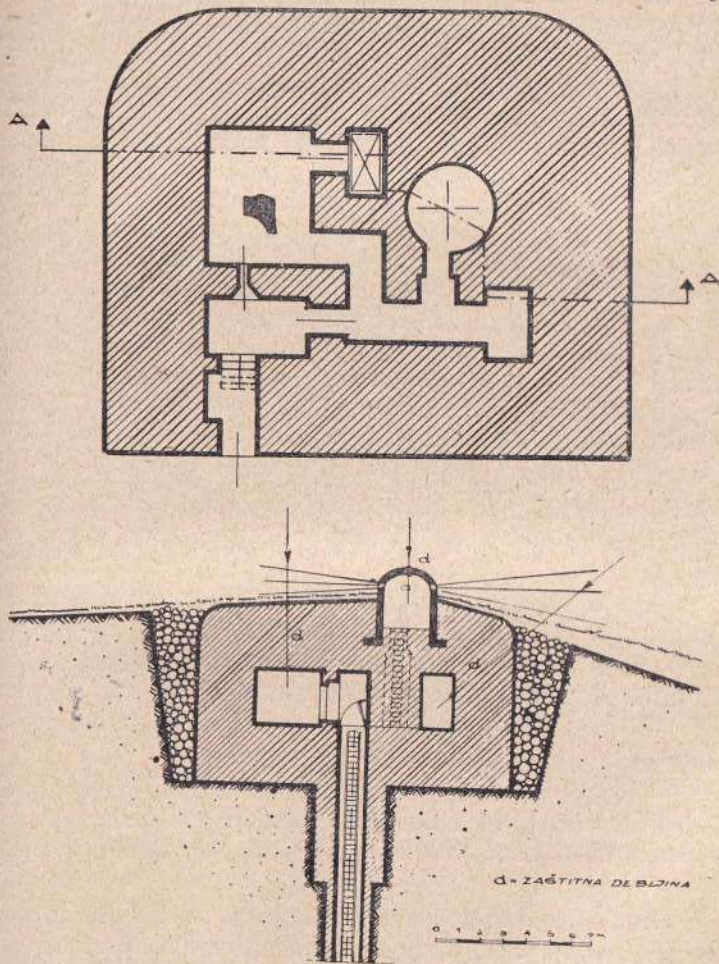


Slika 10. — Šematski izgled utvrđenog oslonca u tipu stalne fortifikacije:

- 1) bunker
- 2) ulaz
- 3) galerije
- 4) skloništa
- 5) d = zaštitna debljina natsloja

Podzemni delovi nalaze se često na znatnim dubinama (više desetina metara ispod površine).

Razmotriće se samo bunker. Podzemni objekti, tj. galerije, skloništa i druge podzemne prostorije, nemaju,



Slika 11. — Šema armiranobetonskog bunkera sa čeličnim zvonom u tipu stalne fortifikacije

sem po nameni, nikakve posebne karakteristike. Za njih važi ono što je izloženo za tunelska skloništa.

Bunker se izgrađuju kao armiranobetonske građevine obično sa čeličnim oklopima na otvorima. Oni štite protiv direktnih pogodaka artiljerijskih projektila, razornih i drugih bombi, kao i dejstva nuklearnih oružja.

Po konstrukciji ovakvi objekti se rešavaju kao zatvorena okvirna konstrukcija. Teži se, prema tome, obliku kocke. Debljina zidova, tavanica i poda iznosi najmanje 2—3 m najkvalitetnijeg armiranog betona. Tačne debljine određuju se u svakom konkretnom slučaju za konvencionalna oruđa, a prema taktičkoj proceni računskim putem, pomoću raznih, uglavnom empirijskih obrazaca ili postojećih dijagrama i tablica. Zaštitne debljine dostizale su po katkad još tokom Drugog svetskog rata 5—7 pa i više metara. Ovakvi objekti imaju po pravilu solidno osiguranje ulaza i drugih otvora, ventilacione uređaje i druge instalacije. Bunker pretstavljaju efikasnu zaštitu i pod uslovima atomskog ratovanja.

Da bi što bolje odgovarali novim uslovima treba, pored taktičkih mera, kao što su razređeni raspored objekata, a pri tome veće vatrene povezanosti, obratiti pažnju na:

— Što došlednije ukopavanje i izbegavanje nadzemnih silueta do krajnjih mogućnosti;

— Nadzemnim delovima dati aerodinamičan oblik i dopuniti ih zemljanim pokrivačem debljine oko 50 sm, gde god to uslovi dozvoljavaju. Ovo radi bolje zaštite od eksplozivnog udara i početne radijacije;

— Neophodne otvore svesti na najmanju meru i obezbediti ih zaštitnim zidovima, zalamanjem prilaza, pancirno-hermetičkim vratima ili kopcima iste otpornosti kao i objekat.

Dimenzije toparnice i puškarnice svesti, na osnovu taktičke procene, na najmanju meru. Ovakvi otvori pretstavljaju, u novim uslovima, potencijalnu opasnost, jer postoji mogućnost prodiranja udarnog talasa, toplotnog

i radioaktivnog zračenja, kao i taloženja radioaktivne prašine i drugog radioaktivnog materijala. Ovo navodi na razmišljanje o potrebi doslednog zatvaranja toparnica i puškarnica oklopima, koji će praktično izvršiti hermetizaciju objekata. Primena takvih oklopa naprimer po principu brodskih tornjeva, kuglastih zglobova i sl., ne pretstavlja novinu i poznata je u stalnoj fortifikaciji. Međutim, njihova primena bila je do sada retka čak i na utvrđenjima Mažino, Sigfridove linije, ili Atlantskog bedema. U pogledu zaštitne moći treba da budu u skladu sa opštom otpornošću celog objekta.

U svemu ostalom važi izloženo za masivna skloništa, od kojih se bunker i u konstruktivnom pogledu praktično malo razlikuju.

Skloništa civilne zaštite

Tu spadaju (po načinu izrade):

— Improvizovana skloništa kao što su: rovovi, rovovska skloništa, podrumi i druge pogodne prostorije naknadno ojačane.

— Obična skloništa, armiranobetonska, otporna protiv rušenja i bliskih pogodaka.

— Masivna skloništa, armiranobetonska i otporna protiv direktnih pogodaka.

— Tunelska skloništa, podzemna, izgrađena tunelskom metodom rada. Otporna su protiv direktnih pogodaka.

Improvizovana skloništa

Glavni pretstavnici ove grupe su rovovi i rovovska skloništa. Ona se od improvizovanih skloništa poljske fortifikacije nipočemu ne razlikuju, sem po nameni. Ostala improvizovana skloništa, kao što su ojačane prostorije, obično po podrumima zgrada, zavisno od stepena solidnosti objekta i izvršenih ojačanja, predstavljaju objekte ograničene moći zaštite. Prilikom adaptiranja takvih prostorija treba se rukovoditi opštim načelima

zaštite izloženim u ovoj glavi kod izbora rešenja, materijala i konstrukcija. Improvizovana skloništa ne dozvoljavaju nikakvo uopštavanje zaključka u pogledu stepena njihove efikasnosti.

Obična skloništa

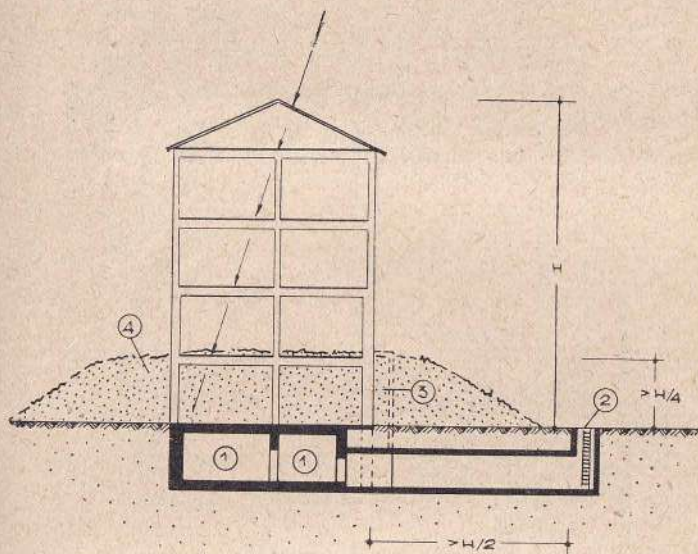
Izgrađuju se kao armiranobetonska, samostalna ili u sklopu zgrada. Po pravilu su kao ukopana ili u podrumskim i suterenskim prostorijama već postojećih zgrada. Ona štite protiv bliskih pogodaka, razornih bombi, dejstva rušenja i ruševina zgrada iznad i oko njih kao i nekih dejstava nuklearnih oružja — u zavisnosti od konstrukcije i raspoloživih zaštitnih debljina.

Uobičajeno je da se takva skloništa izgrađuju kao armiranobetonska zatvorena okvirna konstrukcija, od kvalitetnog betona MB 300—400, sa debljinom zidova, tavanica i poda 50—60 sm, ređe tanjim. Ukoliko se sklonište nalazi izvan zgrade, izgrađuje se kao ukopano sa zemljanim nasipom kao dopunskom zaštitom protiv radijacije. Debljina nasipa iznosi obično od 50—150 sm (sl. 12).

Kod skloništa u zgradi tavanice spratova služe takođe kao zaštita protiv zračenja i udarnog dejstva. Podesne su višespratne armiranobetonske skeletne zgrade koje su izvanredno otporne.

Skloništa treba postaviti najmanje za $\frac{3}{4}$ ispod nivoa terena, sa što manje izloženih, tj. spoljnih zidova. Nadzemne delove spoljnih zidova, ukoliko takvih ima, treba osigurati zemljanim nasipom ili drugim odgovarajućim načinom. Kod ukopanih skloništa okolno zemljište predstavlja moćnu zaštitu, te se ne postavlja problem ojačanja zidova protiv zračenja. Najzad, ne ulazeći dalje u konstruktivne pojedinosti, ovakva skloništa treba da budu opremljena gasnom ustavom, otpornim vratima, zaštitom ulaza, rezervnim izlazom, ventilacionim i filtracionim uređajem i da je mogućna hermetizacija u slučaju potrebe. Obična skloništa predstavljaju danas skelet civilne zaštite. Ona pružaju efikasnu zaštitu na 600—800 metara od nulte tačke kod eksplozije nominalne nuklearne bombe

u vazduhu. Na osnovu dosadašnjih zapažanja može se međutim očekivati da će biti efikasna i na manjim otstojanjima.

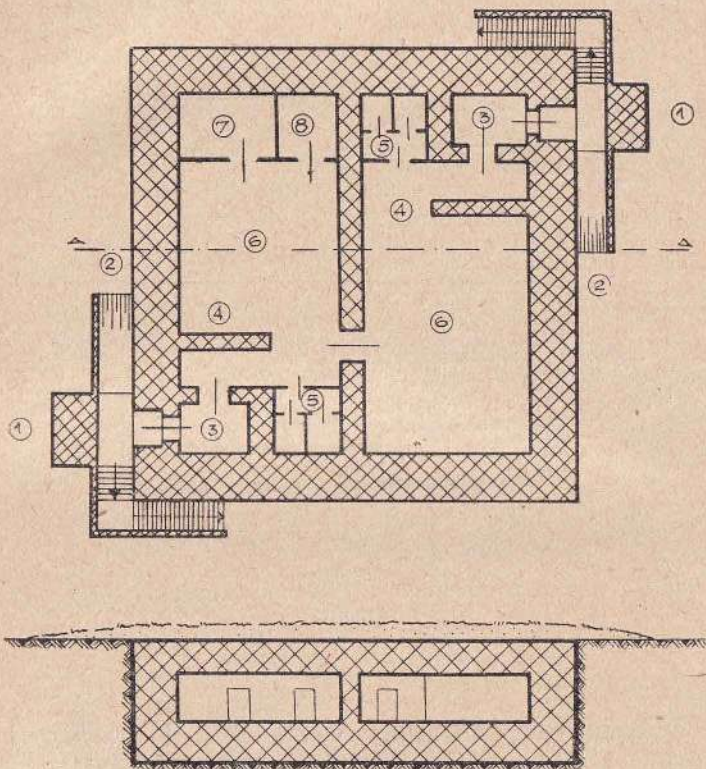


Slika 12. — Obično sklonište u podrumu zgrade sa rezervnim izlazom

Masivna skloništa

Izgrađuju se kao armiranobetonska, obično kao samostalna i ukopana. Ona štite protiv punih pogodaka razornih bombi, zapaljivih sredstava, požarnih oluja, atomskih i hemiskih oružja — srazmerno usvojenim zaštitnim debljinama. Takva skloništa se grade po pravilu sa debljinom zidova, tavanica i poda od 2,5, 3 pa i više metara armiranog betona MB 300—400 (sl. 14). Usvojena debljina zavisi u prvom redu od zahtevane otpornosti prema dejstvu aviobombi. Tako je napr., prema opšte poznatim podacima, potrebna debljina armiranobetonskog pokrivača od 2,5—3,5 metra za dejstvo aviobombe od 1.000 kg. Jasno

je da su takve debljine otporne protiv udarnog dejstva nominalne nuklearne bombe, čak i u slučaju da se iz nekih posebnih razloga objekat sagradi kao nadzemni. Takve



PRESEK A-A

Slika 13. — Primer običnog ukopanog armiranobetonskog skloništa za 25 do 30 osoba:

- 1) ulaz
- 2) gasna ustava
- 3) prostor za boravak
- 4) rezervni izlaz
- 5) WC
- 6) zaštita ulaza

debljine zidova u stanju su da zaustave radioaktivno zračenje ili da ga u najnepovoljnijem slučaju smanje na bezopasnu meru čak i u blizini centra eksplozije. Ovaj tip skloništa u stanju je da izdrži pritisak od više desetina atmosfera. Pravilnim rešenjem prilaza i ulaza i njihovim osiguranjem, zalamanjem, amortizerima, zaštitnim zidovima, pancirno-hermetičkim vratima sa otpornošću od 9—10 atm. pa i više, kao i mogućnošću hermetizacije, ugrađenim ventilacionim i filterskim uređajima, postiže se vrlo visok stepen sigurnosti. Bezbednost može biti dovedena u pitanje pod normalnim okolnostima jedino ako bi došlo do eksplozije blizu zemlje ili pod zemljom i to u slučaju kada bi se sklonište nalazilo u zahvatu vatrene lopte ili u levku eksplozije.

Tunelska skloništa

Izgrađuju se kao podzemne prostorije u vidu tunela i galerija sa prirodnim natslojevima zemlje ili stene.

Ona štite protiv punih pogodaka, razornih bombi, zapaljivih sredstava, požarnih oluja, kao i hemiskog i atomskog oružja.

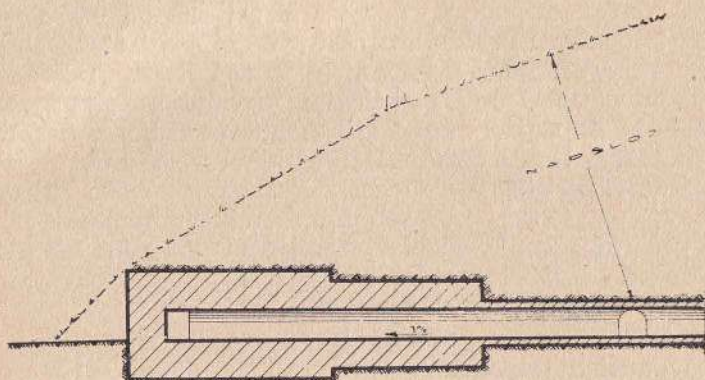
Za izgradnju ovakvih skloništa naročito su povoljni brežuljkasti i brdoviti tereni. Izgrađuju se međutim kao dubinski i po ravnom zemljištu, gde to podzemna voda i geološki uslovi dozvoljavaju.

Stepen zaštite zavisi u prvom redu od debljine natsloja i njegovog geološko-petrografskog sastava.

Vrsta materijala	Tvrda stena (jedra)	Tvrda stena (trošna) i meka stena	Pesak šljunak	Zemlja
Debljina natsloja u metrima	15	25	30	40

Napomena: Za objekte po padinama treba računati sa prosečno 50% uvećanim vrednostima (sl. 14).

Nemačke smernice za građenje skloništa (iz 1955 godine³⁾ predviđaju napr. minimalne vrednosti natslojeva (tabela na str. 257).



Slika 14. — Presek ulaza tunelskog skloništa u padini

Iako su ovi podaci samo orijentacioni, vidi se da su u pitanju moćni natslojevi koji štite i protiv najtežih razornih bombi. Napr., objavljene švajcarske smernice (iz 1949 godine) zahtevaju sledeće zaštitne debljine protiv razornih bombi (donja tablica).

Tunelska skloništa mogu pod određenim uslovima da protivstanu čak i ispod centra podzemne eksplozije. Razume se da je osnovni preduslov za ovakvu pretpostavku moćan natsloj čija bi se debljina kretala po

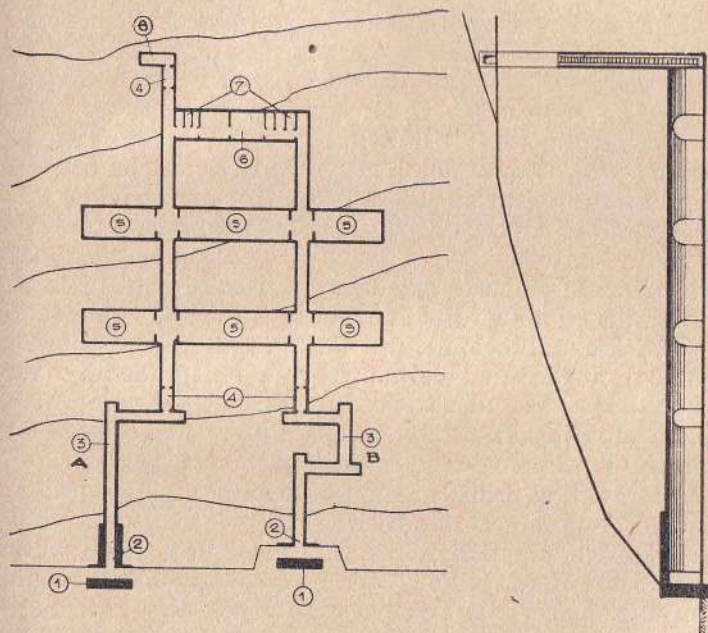
MATERIJALI (vrste zašt. natsloja)	Težina bombe u kg				
	100	250	500	1000	2000
	Potrebna deb. zašt. natsloja u m.				
Zemlja	10	15	20	25	30
Meka stena	5	7	10	12	15
Tvrda stena	2	3	3,5	4	7

Zaštitne debljine natslojeva protiv dejstva razornih bombi

³⁾ Richtlinien für Schutzraumbauten 1955.

svoj prilici u višestrukom iznosu od vrednosti (tablica na str. 257). Međutim, da sklonište bude tačno ispod centra podzemne eksplozije, može se smatrati kao dosta neverovatna pretpostavka, a samim tim ekstremna. Svaki drugi položaj, pa i u zoni levka, je neuporedivo povoljniji i zahteva daleko manje zaštitne natslojeve.

Tunelska skloništa se izgrađuju obično sa dva ili više ulaza, rezervnim izlazom, potrebnim instalacijama, ventilacionim uređajima, a prema značaju i sa posebnim mašinskim postrojenjima, kao što su električne centrale



Slika 15. — Šema jednog tunelskog skloništa

- 1) zaštitni zid ulaza
- 2) ulaz
- 3) osiguranje zalamanjem
- 4) gasna ostava
- 5) prostorija za boravak
- 6) WC
- 7) mašinske prostorije
- 8) rezervni izlaz

i dr. Obezbeđenje ulaza i izlaza vrši se u građevinama izgrađenim po načelima masivnih skloništa sa zaštitnim zidovima ispred ulaza, zalamanjem, gasnim ustavama, pancirno-hermetičkim vratima sposobnim da izdrže udarni talas od 10 pa i više atmosfera. Tunelska skloništa predstavljaju najidealniji oblik zaštite, a ukoliko su pravilno izgrađena sa dovoljnim natslojevima, mogu se smatrati da štite čak i protiv direktnih pogodaka.

Zaštita gradova

Ogromna razorna moć nuklearne eksplozije na velikom prostranstvu zahteva posebne građevinsko-urbanističke mere radi zaštite gradova i smanjenja stepena njihove povredljivosti. Ovakve mere bile su već neophodne i protiv konvencionalnih bombi tokom Drugog svetskog rata. U gradovima gde nisu zadovoljena osnovna načela zaštite često su udesetostručene materijalne štete i broj žrtava. Ovo potvrđuju čitave uništene gradske četvrti u najviše bombadovanim gradovima Evrope i Azije. Glavne slabosti ogledaju se u suviše gusto izgrađenim i naseljenim rejonima, tesnim ulicama, nedostatku sigurnih komunikacionih pravaca prema periferiji grada za slučaj nužde, nedovoljnom broju neizgrađenih površina, često stihiskom rasporedu industriskih postrojenja, velikoj zapaljivosti zgrada, nedostatku planske izgradnje skloništa i njihovog međusobnog povezivanja i dr.

Zahtevi koji proizilaze iz problematike zaštite gradova rešavaju se posebnim studijama analiza gradova i posebnim urbanističkim planovima zaštite. Razume se da ovakvi planovi čine nerazdvojnu celinu sa opštim urbanističkim rešenjima. Mere koje zahteva zaštita poklapaju se umnogome sa savremenom izgradnjom gradova. Međutim, ima i takvih koje nisu uvek u skladu sa opštim urbanističkim koncepcijama i ekonomikom. Težište pravilnog rešenja leži često u razumnom usklađivanju ovih katkada oprečnih zahteva.

Neki zahtevi zaštite bili bi:

— Asanacija starih gradskih četvrti.

— Smanjenje gustine izgrađenosti i naseljenosti po jedinici površine. Smisao ove mere je u tome što je intenzitet razaranja obrnuto proporcionalan sa površinom naselja.

— Izgrađene četvrti protkati zelenim i drugim neizgrađenim površinama međusobno povezanim do periferije grada radi obezbeđenja evakuacije i spasavanja stanovništva u slučaju masovnog rušenja i površinskih požara. Veličina ovih površina treba da je takva da obezbeđuje bezbednost i kod masovnih požara.

— Rešenje glavnih saobraćajnih arterija u skladu sa potrebama odbrane i zaštite. Tu spadaju: radijalni putevi sa transverzalnim ili kružnim vezama dovoljne širine da obezbede komunikaciju po njima i u slučaju katastrofalnih rušenja objekata koji se nalaze pored njih. Ovo važi i za rešenje važnih raskrsnica.

— Lokacija osetljivih industrijskih postrojenja prema njihovoj nameni, koristeći za naročito važne objekte kao zaštitu oblik zemljišta, a po potrebi i posebna skloništa.

— Odvajanje ugroženih postrojenja i većih industrija od stanbenih površina.

— Rešenje komunalnih postrojenja i uređaja tako da mogu da funkcionišu i pod uslovima većih razaranja. Tu spada, između ostalog, i izgradnja rezervnih vodovoda, cisterni, bazena, veštačkih jezera i dr.

— Smanjenje požarne osetljivosti.

— Rasturanje zdravstvenih ustanova, vatrogasnih stanica i sl. po periferiji grada.

Izloženo pretstavlja samo manji deo problematike koja ukazuje na složenost ovog pitanja. Svakako da zaštita gradova pretstavlja u detaljima studiju koja izlazi iz okvira ovoga izlaganja.

Zaštita industrije

Postiže se rasturanjem, lokacijom, rasporedom objekata, konstruktivnim merama i zaštitnim građevinama.

Rasturanje se sastoji u rastresitom rasporedu i razmeštaju novih i postojećih industriskih postrojenja. Ovim postupkom se opasnost od razaranja lokalizuje samo na pojedina postrojenja, a isključuje se masovno uništavanje koncentrisanih pogona. Ova mera pretstavlja teoretski jedno od najboljih rešenja. Sa gledišta praktične izvodljivosti, pojavljuju se, međutim, često teškoće koje ovo otežavaju a, ukoliko se radi o već postojećim industrijama, pokatkad i potpuno onemogućavaju. Glavne teškoće prilikom izgradnje novih industrija pretstavljaju komunikacije koje će povezati pojedine pogone za sirovinске baze i to usled povećanih produkcionih troškova koji proizilaze iz takvog rasporeda kao i zbog izgradnje stanbenih naselja i dr. Najzad ne treba potcenjivati i teškoće održavanja i funkcionisanja saobraćajnih veza između većeg broja ovako udaljenih pogona širom zemlje u uslovima rata.

Lokacija se sastoji u određivanju mesta industriskih pogona i rasporeda pojedinih objekata tako, da se njihova povredljivost od razaranja svede na što manju meru. Neke od ovih mera bile bi:

— izbor što zaklonjenijeg mesta sa terenskim neravninama i u planinskim masivima;

— udaljavanje od važnijih centara, saobraćajnih čvorova, arterija i uopšte od značajnih objekata i postrojenja;

— rastresiti raspored pojedinih objekata. (Atomska komisija SAD preporučila je napr. rastojanje najmanje 30—40 m.⁴) Ovaj zahtev, međutim, na osnovu dosadašnjih iskustava, vrlo je skroman i trebalo bi ga, gde god zato ima uslova, povećati do krajnjih mogućnosti koje dozvoljavaju uslovi produkcije i ekonomike. Raščlanjivanje velikih objekata u veći broj manjih, a u skladu sa procesom produkcije;

— izbegavati višespratne industriske objekte, gde to proces produkcije izričito ne zahteva, jer kod takvih objekata nastupa obično jednovremeno razaranja mašinskih postrojenja kroz više spratova.

⁴) Vidi već citiranu knjigu u napomeni na str. 240.

Konstruktivne mere pružaju takođe šire mogućnosti zaštite. Neke od njih bi bile:

— primena armiranobetonskih skeletnih građevina koje su se pokazale naročito otpornim;

— izgradnja objekata otpornih protiv potresa, konstruisanih prema načelima koja se u običnom građevinarstvu primenjuju protiv zemljotresa;

— smanjivanje zastakljenih površina na nužnu meru;

— primena objekata uopšte bez prozora, za naročito osetljive pogone sa odgovarajućom opremom koja omogućava redovnu produkciju (osvetljenje, ventilacija);

— izbegavanje nezaštićenih drvenih i gvozdениh konstrukcija;

— primena podeonih zidova koji će lokalizovati razaranja;

— zaštitne građevine za smeštaj industriskih pogona i naročito osetljivih postrojenja izgrađuju se u svemu prema načelima izloženim za skloništa civilne zaštite. Osnovni i najefikasniji oblik zaštite predstavlja podzemni smeštaj industrije u posebno opremljena i izgrađena tunnelska skloništa.

Izgradnja nadzemnih pa i ukopanih armiranobetonskih objekata, izgrađenih po načelima masivnih skloništa, predstavlja takođe meru zaštite; samo je njihova izgradnja skopčana s velikim troškovima.

Zaštita industrije jeste složen problem, koji se ne može rešiti po jednom opštem obrascu. Tehnika je u stanju da reši svaki željeni stepen zaštite ali, razumljivo, da tu mogućnost treba uskladiti sa ekonomskim mogućnostima i rentabilnošću takvih mera za svaki konkretni slučaj. Tek na osnovu takvih studija mogu se doneti konkretne odluke, koristeći naznačene mogućnosti radi postizanja što efikasnije zaštite.

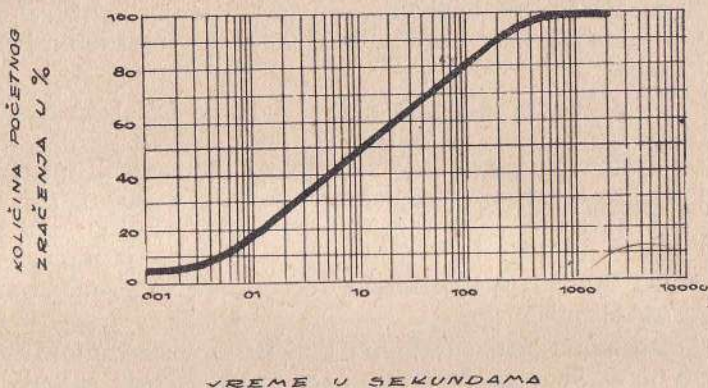
Lična zaštita

Pošto na otvorenom prostoru i uopšte izvan skloništa postoji mogućnost iznenađenja, to je lična zaštita isto tako ozbiljna kao i kolektivna. U danom trenutku, naiz-

gled vrlo jednostavne mere mogu da odlučuju o životu i smrti. Zadatak lične zaštite jeste da odredi mere i sredstva zaštite i preporuke o postupcima u takvom slučaju.

Protiv udarnog dejstva i toplotnog zračenja treba primenjivati mere kao protiv istih dejstava izazvanih konvencionalnim oružjima, pošto ne pokazuju nikakve posebne karakteristike.

Ljudstvo treba u tom pravcu vežbati. Osnovni uslov uspeha kod mera lične zaštite jeste brzo reagovanje.



Slika 16. — Orijentacioni podatak o vremenskoj raspodeli početnog gama zračenja na ostojanju od oko 1250 m od eksplozije nominalne A bombe

Ako nezaštićena osoba dospe do bilo kakve zaštite u vreme trajanja udarnog talasa, toplotnog i radioaktivnog zračenja, izbeći će deo dejstva srazmerno vremenu u kome je uspela da se zaštiti. Naprimer, ako uspe da se zakloni u prvoj sekundi, smanjiće dozu zračenja za oko 50% (vidi sl. 16). To znači, ako je doza bila oko 400 rendgena (dakle već 50% smrtonosne doze) smanjiće se na oko 200 rendgena, tj. ispod smrtonosne doze. Isto važi za toplotno i udarno dejstvo. Kod poslednjeg treba imati u vidu i opasnost od dejstva parčadi zemlje i ruševina, koje nosi talas sa sobom, u trajanju od 10 i više sekundi.

Na otvorenom prostoru trčanje ka nekom zaklonu, koji se nalazi na udaljenju više koraka, potpuno je bez vrednosti. Dok bi stigli bilo bi prekasno. U takvom slučaju treba smesta zauzeti ležeći položaj i to potrbuške. Pri tome koristiti kao zaklon: uvalu, jarak, nasip, stenu, rov, levak od eksplozije, zidove, ograde, stabla drveća, pa i najmanji štit koji se može staviti između tela i mesta eksplozije. U ležećem stavu treba ostati najmanje 8—10 sekundi, dok traje udarni talas.

Pri zaštiti od toplotnog zračenja treba se okrenuti od mesta eksplozije. Obnažene delove tela (lice, vrat, ruke) treba što bolje pokriti šinjelom, torbom, čebetom, šatorskim krilom i drugim materijalom koji se nalazi pri ruci. Lice se zaklanja najbolje u pregibima laktova.

I tanki materijali, ukoliko su neprozirni, pružaju već zaštitu od toplotnog dejstva i pored visokih temperatura. Povoljno sa gledišta zaštite jeste pravolinisko prostiranje toplotnog zračenja, tako da je deo tela koji se nalazi u senci bilo kakve pregrade uglavnom zaštićen. Poznata su u tom pogledu iskustva sa takozvanim profilnim opekotinama u Japanu.

Te su opekotine, napr. po licu, tačno ograničene ivicom senke koju je bacio štit kape, ili, po rukama, senkom ivice prozora pored koga se osoba u trenutku eksplozije nalazila.

Odelo pruža izvesnu zaštitu od toplotnog dejstva. Guste (deblje) tkanine i svetlije boje su efikasnije. Isto tako široka odela, koja ne prilegnu uz telo, tako da stvaraju vazdušni izolacioni sloj, efikasnija su od tesnih odela.

Odelo, ogrtač i sl. ne štite od početnog radioaktivnog zračenja. Jedinu zaštitu pruža čvrsta i masivna (deblja) pregrada između izvora zračenja i tela. Kao štit može da služi svaki prirodni zaklon, kao što su već spomenute stene, zidovi, jarkovi, terenske uvale i dr., mada i oni štite samo u određenoj meri. Pri tome zemlja pretstavlja dobar zaštitni materijal. Zaštita može biti efikasna čak i u slučaju da raspoloživi zaklon štiti samo deo tela, jer

se i time smanjuje doza zračenja koju bi inače celo telo primilo. Ta razlika može upravo da bude odlučujuća da li će neko primiti smrtonosnu dozu ili je neće primiti.

Za zaštitu od eventualne radioaktivne prašine preporučuje se, kao opšta mera lične zaštite, korišćenje šlemova, ogrtača, gasmaski, kapuljača sa respiratorima i sl.

Neke od mera lične zaštite posle eksplozije bile bi još:

— Ne kretati se posle eksplozije, dok se ne završi dejstvo udarnog talasa;

— izbegavati kontaminirane prostorije. Ako se posumnja da je posle eksplozije nastupila radioaktivna kontaminacija terena treba ga što pre napustiti, idući najkraćim putem u suprotnom pravcu od centra eksplozije.

Kao pravilo važi da uobičajena ispravna sredstva za zaštitu od bojnih otrova (tj. gasmaske, zaštitne rukavice, zaštitne čarape i ogrtač) pružaju dobru zaštitu i od radioaktivnog zračenja. Ova sredstva ne pružaju efikasnu zaštitu od početnog radioaktivnog zračenja nuklearnog oružja, sem što štite od toplotnog dejstva do izvesnog udaljenja od mesta eksplozije. Isto pravilo je da se individualna sredstva zaštite skoro isključivo koriste zbog naknadnog radioaktivnog zračenja ili, bolje rečeno, i zbog zaštite od radioaktivne prašine, da ne bi dospela u organizam (disanjem) ili da ne bi popadala po koži. Za ovakvu zaštitu navedena sredstva su sasvim dobra.

* * *

Pukovnik GAJIĆ ing VLADETA

RADIOLOŠKA DEKONTAMINACIJA

CILJ DEKONTAMINACIJE

Radiološka dekontaminacija spada u najvažnije, najobimnije i najteže probleme koji se postavljaju u atomskom ratu. Ona obuhvata i sve predmete kojima se armija služi (uključujući ovde i živu silu i zemljište), a koji iz bilo kakvih razloga nisu bili dovoljno zaštićeni od posledica nuklearne eksplozije, te mogu postati radioaktivno zatrovani.

Pod pojmom radiološka dekontaminacija podrazumeva se uklanjanje radioaktivne zatrovanosti sa raznih predmeta, zemljišta ili žive sile, na koje je ova dospela bilo posle nuklearne ili termonuklearne eksplozije.

Poznato je da se radioaktivno raspadanje ne može sprečiti, niti se na njegovu brzinu može uticati nekim hemiskim ili fizičkim metodama. Za dekontaminaciju se ne mogu koristiti dekontaminatori, slični onim kod BOt, koji bi uništili ili učinili bezopasnom tu radioaktivnost. *Ona se može izvršiti jedino uklanjanjem radioaktivne prašine sa površine kontaminiranih predmeta najčešće pranjem običnom vodom ili se ovoj dodaju takvi materijali (hemikalije) koji će ovo pranje olakšati i ubrzati.*

Radiološka dekontaminacija u armiji obuhvata dekontaminaciju svih elemenata koji su armiji potrebni za izvršenje njenog zadatka. Pri dekontaminaciji svakog materijala uvek je isti cilj: ukloniti radioaktivnu zatrovanost, tj. radioaktivnu prašinu. Ova radioaktivna prašina sastoji se iz nekih 34 hemiskih elemenata koji su zastupljeni sa

oko 200 svojih izotopa. Svaki od tih hemiskih elemenata ima svoje specifične hemiske osobine, koje mogu uticati na izbor sredstva za dekontaminaciju. Neki su rastvorni u vodi, a neki se vrlo teško rastvaraju i u jakim kiselinama ili alkalijama. Ovi elementi nisu u hemiski čistom stanju, već u obliku jedinjenja, najčešće oksida. Baš zbog te raznolikosti, pri dekontaminaciji se moraju naći univerzalnija sredstva, koja će biti podjednako dobri dekontaminatori za sve te hemiske elemente koji ulaze u sastav radioaktivne prašine. Hemiski elementi koji čine radioaktivnu prašinu, najpre potiču od fisije nuklearnog eksploziva, zatim od materijala iz koga su izrađeni pojedini delovi atomskog oružja (košuljica, tempirni uređaj i dr.), a mogu postati i od sastojaka zemljišta, pri prizemnoj ili podzemnoj eksploziji, kada i samo zemljište postaje veštački radioaktivno.

Ako se ne bi izvršila dekontaminacija radioaktivno zatrovanih predmeta kojima se ljudstvo služi, došlo bi do ozlede toga ljudstva, jer radioaktivno zračenje tako deluje na pojedine ćelije i organe živih bića, da ovi obole od t.zv. radijacione bolesti. Ona može biti vrlo teška, pa i smrtonosna. Naročito je opasno ako radioaktivna prašina dospe na neki način u organizam (putem udisanja vazduha ili uzimanjem hrane i vode, pa i ulaskom u pore na koži ljudi i životinja).

METODE RADIOLOŠKE DEKONTAMINACIJE

Uglavnom postoje dva načina radiološke dekontaminacije.

Prvi način pretstavlja dekontaminaciju u pravom smislu tj. uklanjanje radioaktivnosti sa zatrovanih predmeta. Drugi je način da se kontaminirani predmeti privremeno zakopaju u zemlju ili sklone u specijalna i izolovana skloništa, pa da se tako spreči dodir sa njima. Ukoliko dekontaminacija nije izvodljiva ni na jedan od ova dva načina a opasnost od kontaminacije je veoma ozbiljna, tada se kontaminirani predmeti moraju uništiti. Uništavanje se vrši potapanjem u dubine mora, dubokim

zakopavanjem u zemlju ili spaljivanjem i zakopavanjem stvorenog pepela.

Koji će se od ovih načina primeniti zavisi od mnogih okolnosti (stepena i vrste zatrovanosti, prirode i količine zatrovanog materijala, borbene situacije i dr.). Svakako da treba težiti da se prvi način što više primenjuje pošto on dovodi do brzog ponovnog korišćenja zatrovanog materijala, ali on nije uvek ni dovoljno brz ni dovoljno lak, a zahteva i veće učešće radne snage.

Za sada ne postoje univerzalne metode, sredstva i postupci kojima bi se vršila dekontaminacija svih predmeta koji bi mogli biti zatrovani i bez obzira kakvom su vrstom radioaktivnog materijala zatrovani.

Postoje dve metode radiološke dekontaminacije: fizička i hemiska. Fizičkom metodom se uklanja radioaktivna zatrovanost (prašina) sa površine zatrovanih predmeta primenom čisto fizičkih postupaka (počev od pranja vodom pa do skidanja zatrovanog površinskog sloja). Hemiskom metodom se uklanja radioaktivna zatrovanost primenjujući razne hemikalije koje stvaraju hemiska jedinjenja sa radioaktivnim materijama, pa na taj način olakšavaju uklanjanje ovih sa površine zatrovanih predmeta. Izbor hemikalija zavisi od vrste hemiskih elemenata koji vrše to radioaktivno zatrovanje.

IDENTIFIKOVANJE VRSTE MATERIJALA KOJI PROUZROKUJE RADIOLOŠKU KONTAMINACIJU

Rečeno je da će hemiske metode radiološke dekontaminacije zavisiti i od vrste hemiskih elemenata koji svojom radioaktivnošću stvaraju kontaminaciju. Važno je pri tome zapamtiti da sama hemiska priroda ostaje nepromenjena i kod radioaktivnih izotopa, te se oni u hemiskim reakcijama ponašaju kao i stabilan izotop toga elementa. Ovo vredi ne samo za slučaj kada je kontaminacija nastala produktima fisije pri nuklearnoj eksploziji, već kada je do nje došlo usled radioaktivnih produkata koji su upotrebljeni kao radiološko oružje (t.zv. bojno-radioaktivne materije — BRM). U drugom slučaju, međutim,

može biti primenjen ili samo jedan određen radio izotop ili mešavina od nekoliko radio izotopa različitih hemiskih elemenata, dobivenih ekstrahiranjem produkata cepanja (naprimer, onih koji se proizvedu u nuklearnom reaktoru). U ovom slučaju bi se identifikacija izvršila na jedan od sledeća dva načina.

Prvi, ako je radio izotop jedan od već poznatih (što će skoro uvek biti). Tada je poznata njegova brzina raspadanja, te su podaci uneti i u specijalne tabele koje su publikovane. U tom slučaju bilo bi dovoljno merenje njegove brzine raspadanja (da bi se dobio njegov poluživot) i merenje dometa nuklearnih čestica koje on emituje i koje su karakteristične za energiju svakog izotopa. Ova dva podatka bi bila dovoljna da se utvrdi koji je izotop prisutan.

Drugi, kada je prisutna mešavina izotopa više elemenata. Tada bi trebalo primeniti hemiski metod identifikacije, tj. hemisku analizu. Mada je ovaj metod spori i zahteva dobar stručan kadar i pokretne laboratorije ipak se tu ima bogato iskustvo, koje je stekla posebna grana hemije nazvana hemija radioaktivnih elemenata. I vrlo male količine kontaminacionog materijala (radioaktivne prašine) mogu dati podatke o tome koji su radioizotopi prisutni.

Prilikom analize najpre se rastvori materijal, koji sadrži radio izotope, pa mu se dodaje stabilan izotop onog hemiskog elementa za koji se veruje da je tu prisutan kao radio izotop. Naprimer, ako se sumnja da je u pitanju radio izotop joda, rastvoru se dodaje dovoljna količina nekog običnog jedinjenja joda (napr. kalijum jodid). Jod se tada nataloži pomoću odgovarajućeg reagensa i ako se u talogu nalazi sva radioaktivnost koja je u početku konstatovana, tada je sigurno da je radioaktivnost poticala od radioaktivnog izotopa joda. No ovde može nastati slučaj da se sa jodom nataložio i neki drugi radioaktivni element, koga je talog joda apsorbovao. Da bi se sprečilo taloženje i toga drugog radioaktivnog elementa, rastvoru se dodaje sredstvo poznato pod imenom »zadrživač«

(holdback carrier), koje će sprečiti taloženje toga drugog radio elementa.

Ako pak u talogu joda nema nikakve aktivnosti, tada je sigurno da nije u pitanju radioaktivni jod, te se pokušava taloženje sa nekim drugim elementom, na koji se sumnja. No može se desiti i to da talog sadrži samo deo početne radioaktivnosti, dok drugi deo radioaktivnosti i dalje ostaje u rastvoru. To bi značilo ili da se pored radioaktivnog joda nalazi i radio izotop nekog drugog elementa ili da je jod, prilikom svog taloženja, povukao u talog (putem apsorpcije) i deo aktivnosti nekog drugog elementa. Kako se i iz ovog prostog primera vidi, hemiska metoda nije tako prosta ali omogućuje analizu složenih mešavina od više izotopa. Ovaj isti postupak može se primeniti kako za analizu produkata fisije pri nuklearnoj eksploziji, tako i za analizu bojno radioaktivnog materijala.

PRODUKTI FISIJE KOJI PROUZROKUJU RADIOLOŠKU KONTAMINACIJU

Nasuprot bojno radiološkim materijama, gde se još ne zna koji sve hemiski elementi mogu biti iskorišćeni kao radiološko oružje, kod produkata fisije nuklearne eksplozije zna se o kojim se hemiskim elementima radi, odnosno koji su i kakvih osobina materijali koji će izvršiti kontaminaciju posle nuklearne eksplozije. Pošto će ovaj vid kontaminacije — putem nuklearne eksplozije biti češći nego primena bojno radioaktivnih materija, to je i upoznavanje fisionih produkata daleko važnije sa stano- višta problema dekontaminacije.

Odmah posle nuklearne eksplozije i kasnije, tokom vremena, stalno se menja sastav produkata fisije. Uzrok ovome je taj što se tokom radioaktivnog raspadanja tih fisionih produkata (koji su ustvari radio izotopi) stalno vrši pretvaranje jednih hemiskih elemenata u druge. Na taj način, već nešto kasnije po eksploziji, nađeno je oko 200 radio izotopa neka 34 hemiska elementa, mada je odmah posle eksplozije taj broj verovatno bio manji. Ka-

rakteristično je da ti produkti fisije spadaju u one hemiske elemente koji se nalaze negde oko sredine na tablici periodnog sistema elemenata (oni su sa atomskim težinama od 30 do 63, tj. od cinka do evropijuma).

Sa stanovišta radiološke dekontaminacije nije toliko važno znati stvaran procenat svakog prisutnog elementa, odnosno njegovu stvarnu količinu u odnosu na ostale elemente koji ulaze u sastav radioaktivne prašine. Mnogo je važnije da se zna koliko na svaki pojedini element otpada od ukupne radoaktivnosti koju sadrži radioaktivna prašina. Na taj način, kada se potpuno ukloni (dekontaminira) neki element, smanjiće se i ukupna radioaktivnost i to za onoliko koliko je iznosila radioaktivnost toga elementa.

Hemiski elementi koji najviše doprinose kontaminaciji, tj. koji su glavni nosioci radioaktivnosti u radioaktivnoj prašini, dati su u tablici br. 1 na kojoj se vidi sastav tih elemenata (ustvari sastav radioaktivne prašine) i njihovo stalno menjanje tokom vremena.

Tablica br. 1

Vreme posle eksplozije	Naziv hemiskih elemenata (produkata fisije)
1 sat	retke zemlje, telur, barijum, jod, rubidijum, kripton, stroncijum, ksenon, molibden;
1 dan	retke zemlje, jod, cirkonijum, kolumbijum, ksenon, stroncijum, molibden, telur, rodijum;
1 nedelja	retke zemlje, jod, telur, barijum, molibden, ksenon, cirkonijum, stroncijum, rutenijum;
1 mesec	retke zemlje, barijum, cirkonijum, stroncijum, rutenijum, rodijum, kolumbijum, jod, ksenon;
6 meseci do 1 godine	retke zemlje, kolumbijum, cirkonijum, stroncijum, rutenijum, rodijum, barijum.

U ovoj tablici dat je takav redosled pojedinih hemijskih elemenata, da to odgovara njihovom doprinosu ukupne radioaktivnosti. Tako napr. svuda se pojavljuju na prvom mestu retke zemlje jer one imaju najveću radioaktivnost u odnosu na ostale hemijske elemente koji su označeni posle njih, dok se jod pojavljuje sve do 1 meseca posle eksplozije, a posle 6 meseci se uopšte ne nalazi više u radioaktivnoj formi. Radioaktivnost retkih zemalja (gde je ubrojan i itrijum zbog svojih sličnih hemijskih osobina) je tako velika da iznosi jednu trećinu ukupne radioaktivnosti. Zato, ako se dekontaminacijom uklone makar samo retke zemlje, početna kontaminacija se smanjuje za jednu trećinu. Ovaj način dekontaminacije nije komplikovan i postiže se primenom nekih hemikalija koje s elementima retkih zemalja stvaraju rastvorljive soli (komplekse jona). Rastvori soli hlorovodonične kiseline (hloridi) pogodni su za svrhu ovakve dekontaminacije, naročito za rodijum i turenijum (koji spadaju u retke zemlje). Međutim, su soli limunske i drugih organskih kiselina najznačajnije za dekontaminaciju svih produkata fisije — uzev u celini.

Neki od produkata fisije (naročito jod, barijum, stroncijum, cirkonijum i cerijum) jako se vežu u pojedinim organima živih bića, pa zato mogu da izazovu ozbiljnije ozlede nego što bi se to očekivalo s obzirom na njihovu radioaktivnost (u ovom slučaju oni predstavljaju unutrašnju opasnost jer izlučuju svoje radioaktivno zračenje u samom organizmu, t.zv. unutrašnje zračenje — za razliku od spoljašnjeg zračenja koje deluje samo preko površine tela — kože).

POSTUPCI PRI RADIOLOŠKOJ DEKONTAMINACIJI

a) Opšte napomene

Pre nego što se pređe na izlaganje praktičnih metoda i postupaka dekontaminacije za svaku vrstu (grupu) predmeta posebno, potrebno je da se o postupcima uklanjanja radioaktivne kontaminiranosti kaže nešto što je zajedničko za sve.

Ako nije u pitanju kontaminacija materijala sa vrlo poroznom površinom, svi se ostali materijali mogu bar delimično dekontaminirati i to tako da im se radioaktivnost smanji na neku tolerantnu ili čak i sasvim bezopasnu meru. Do koje će se granice intenziteta zračenja ukloniti ovo radioaktivno zatrovanje ne zavisi samo od početnog intenziteta radioaktivne zatrovanosti, već i od toga koliko imamo vremena i sredstava za vršenje dekontaminacije. Dekontaminacija u armiji postavlja se drugačije nego dekontaminacija u laboratoriji, institutu ili čak i u industriji. U naučno-istraživačkim laboratorijama i institutima potrebno je što bolje ukloniti radioaktivnu zatrovanost sa pojedinih predmeta ili iz prostorija u kojima se radi. Ovo ne samo zato što se u tom slučaju ljudi nalaze stalno izloženi zračenju u svojim radnim prostorijama već naročito zbog potrebe tačnih naučnih merenja i ispitivanja, pri kojima smeta tačnosti ako je od nekog ranijeg opita ostalo nešto radioaktivnog materijala.

Prilikom radiološke dekontaminacije jače zatrovanih predmeta postavlja se i pitanje da li se ova uopšte isplati ako bi trajala dugo i zahtevala veće količine sredstava za dekontaminaciju. Dekontaminacija je samo onda opravdana ako postoji preka potreba zaštite zdravlja ili spasavanja života i materijala, a ovo se ne može na drugi način postići, kao i ako je hitno potrebna pošto se nema vremena za čekanje da do nje dođe prirodnim putem. U svakom slučaju je stepen opasnosti (koji diktira preduzimanje dekontaminacije) uslovljen intenzitetom radioaktivnog zračenja, tj. jačinom radioaktivne zatrovanosti kao i potrebom za dotičnim materijalom.

Prilikom ocene da li da se pristupa dekontaminaciji mora se imati u vidu i da li postoji opasnost da, pri uklanjanju te radioaktivnosti, ljudi budu izloženi opasnim dozama zračenja (ovo naročito važi za ljudstvo koje treba da vrši poslove na dekontaminaciji). Pojedinci će smeti da rade na radioaktivno zatrovanoj prostoriji i sa zatrovanim materijalom samo kratko vreme, možda samo nekoliko minuta — ako je intenzitet zračenja veliki, a do-

zvoljena (tolerantna) doza dosta mala, s obzirom na težnju da se zdravlje i život ljudi što više zaštite (mirnodopska tolerantna doza je svega 0,3 r nedeljno).

Kakav će biti obim kontaminacije, odnosno u kome stepenu i na kolikom prostranstvu će eksploziji izloženi materijali biti radioaktivno zatrovani, zavisi od niza faktora koji su obrađeni u ranijim temama. Zato se, pre preduzimanja ma kakvih mera za dekontaminaciju, mora na licu mesta proceniti situacija nastala nuklearnom eksplozijom. Pri ovoj proceni uvek se ima u vidu i vreme koje je proteklo od nuklearne eksplozije. Vreme deluje kao odličan »dekontaminator«: što je duže vremena proteklo od eksplozije, tim je manja kontaminacija.

Radioaktivna zatrovanost uvek je po površini predmeta, sem ako je u pitanju porozni materijal ili ako radioaktivni materijali (radioaktivna prašina) dospeju u vodovodne instalacije. No ovaj radioaktivni materijal često se ponaša kao obična prašina koja samo popada po predmetima, te se lako može ukloniti i običnim brisanjem tako zatrovanih površina. Ma kako jedna površina izgledala glatka, ona ima sitnija udubljenja i pukotine u koje zalazi radioaktivna prašina. Sem toga, silna eksplozija može je utisnuti u površinu predmeta, tako da se radioaktivna prašina dosta čvrsto zalepi za površinu predmeta. Najzad, površina predmeta može i fizičko-hemiskim putem apsorbovati (vezati) čestice radioaktivne prašine. Kontaminacija površine predmeta može nastati bilo na jedan od ova tri načina ili kombinacijom dva ili sva tri načina. Zato i metode dekontaminacije treba da su takve da omogućuju uklanjanje radioaktivnosti sa površina predmeta, bez obzira na koji je od ova tri načina postignuta kontaminacija.

Postupak pri uklanjanju radiološke kontaminacije može se vršiti u dve etape. Prva obuhvata sve one hitne mere koje treba preduzeti u slučaju kontaminacije, da bi se i dalje nesmetano nastavio rad. U drugoj etapi se preduzimaju dalji radovi na potpunijem uklanjanju radioaktivne zatrovanosti. U prvoj etapi se zatrovanost uklanja samo u tolikoj meri, koliko je neophodno da se umanjí opasnost i omogući rad ljudi bar u ograničenoj meri. Pot-

punije uklanjanje radioaktivnosti može se izvršiti i kasnije, kada to prilike i vreme dozvole.

Dekontaminacija ljudi je uvek najvažnija. Ona je neophodna i pored toga što će odelo sprečiti da radioaktivna prašina direktno popada po koži. Zatrovano odelo treba što pre skinuti i ukloniti, da radioaktivna prašina ne bi prešla sa njega na kožu ili nezatrovanu okolinu. Prilikom merenja intenziteta zračenja zatrovanog ljudstva (ili njihove odeće) imati u vidu da sam intenzitet zračenja neće uvek pokazati i pravi stepen opasnosti. Naime važno je znati i vrstu zračenja, tj. jesu li u pitanju gama, beta ili alfa zraci. Ovo zato što beta, a naročito alfa zraci, predstavljaju daleko veću opasnost od gama zrakova, ako bi alfa ili beta radioaktivni materijali dospeli u organizam.

Temeljito pranje vodom i sapunom, naročito otkrivenih delova kože, u velikoj meri uklanja radioaktivnu zatrovanost. Naročito je ovo efikasno ako se pranje vrši uz snažno trljanje kože i brižljivo čišćenje noktiju i kosmatih delova tela, no pazeći pritom da se ne stvore ogrebotine na koži. Pored sapuna pokazala su se efikasnijim još i neka druga sredstva za pranje, poznata pod opštim imenom detergents. Ako se pranje vodom i sapunom (ili detergentima) ne pokaže efikasnim upotrebljavaju se i neke hemikalije (naprimer sredstva za skidanje dlaka, mešavina barijum sulfida i štirka i sl.). Ovakve hemikalije olakšavaju skidanje onog radioaktivnog materijala koji je čvrsto prionuo uz kožu. Za pranje sluzokože usta i nosa pogodan je razblaženi rastvor sode bikarbone.

Ako se nemaju pri ruci gore navedeni materijali za dekontaminaciju ljudi, a postoji jača kontaminacija radioaktivnom prašinom, tada se koristi i svaki priručni materijal kojim se prosto obriše zatrovana koža (maramica, peškir, hartija, trava, lišće, pesak i sl. — no pod uslovom da oni sami nisu zatrovani).

Za dekontaminaciju raznih predmeta mogu se koristiti mnoga sredstva koja se upotrebljavaju pri čišćenju tih predmeta uopšte (razni praškovi, tečnosti za skidanje boja i masnih mrlja, benzin, špiritus, alat za struganje). Pri ovom čišćenju, međutim, dobro paziti da se radioak-

tivnost ne prenese sa zatrovanih predmeta na okolinu koja nije zatrovana.

Mnoge površine predmeta su pokrivena debljim ili tanjim slojem masti i obične prašine. Ovo važi ne samo za naoružanje i borbenu tehniku (koji uvek imaju sloj maziva zbog konzerviranja ili podmazivanja), već i za druge predmete, naročito one u velikim gradovima, kod kojih je površina pokrivena tankim slojem masti i prašine (t.zv. »industrijski film prljavštine«). Na ovako zaprljanim površinama radioaktivna prašina se zadržava baš na tom površinskom sloju masti i prašine, pa uklanjanjem ove biva uklonjena i znatna količina radioaktivne zatrovanosti. Za uklanjanje ovog »industrijskog filma prljavštine« postoje već oprobane metode, od kojih je naročito pogodna ona sa zagrejanom vodenom parom, kojoj se dodaju i koncentrisani rastvor nekog sredstva za čišćenje. Na taj način će se skinuti znatan deo radioaktivnosti, te ovo može biti prva etapa dekontaminacije i to bar onih predmeta koji imaju glatke površine. Pri dekontaminaciji građevinskih objekata, odeće, kao i svih predmeta sa poroznim površinama, ovi načini ne dolaze u obzir.

Ma o kakvom obimu dekontaminacije da je reč, uvek na prvo mesto dolazi bezbednost ljudi, naročito onih koji vrše poslove dekontaminacije. Radu se pristupa tek onda kada je ostvarena potrebna bezbednost ljudi. Znači da ljudstvo zaposleno na dekontaminaciji mora da nosi zaštitna odela (obično od gume ili materijala koji ne propušta tečnosti i gasove), mora imati gumene čizme, rukavice i gasmasku. Gasmaska je neophodna naročito kada se pri radu stvara prašina ili magla od vode kojom se vrši dekontaminacija.

Ako se radi o dekontaminaciji zgrade ili broda, treba početi sa dekontaminacijom unutrašnjosti, gde je zatrovanje najmanje.

Mada je pravilo da se počinje sa dekontaminacijom slabije zatrovanih prostorija, ipak će biti slučajeva kada se prvo mora izvršiti, makar brzo i delimično, dekontaminacija jače zatrovanih prostorija.

Problemi koji se javljaju pri potpunom uklanjaju radioaktivne zatrovanosti vrlo su složeni, a i do sada stečeno iskustvo u tom pogledu još uvek nije dovoljno, tako da se ne mogu vršiti neka sigurna predviđanja o tome koliko će efikasan biti neki postupak dekontaminacije u različitim slučajevima. Zato, da bi se izabrali tačni metodi i postupci za svaki pojedini slučaj potrebni su opiti i praktična iskustva.

Kod materijala koji je porozan, postupak će se sastojati u uklanjaju celokupne površine materijala. To se ne može primeniti kod svih površina, ali ga treba primeniti gde god je to moguće. Ovo neće uspeti jedino kada je taj predmet bio izložen dejstvu neutrona, te je i on sam postao radioaktivan i po većoj dubini.

b) O fizičkim i hemiskim postupcima dekontaminacije

Fizičke metode dekontaminacije su najčešće upotrebljive ali su i teške jer zahtevaju puno rada, a često i specijalnu opremu. Metoda struganja površine još je najefikasnija. Tako se peskarenje*) mokrim putem pokazalo efikasno pri dekontaminaciji velikih površina brodova. Ovakvo peskarenje se i inače primenjuje pri čišćenju brodova — i kada nisu radioaktivno zatrovani. Ovakav metod može se koristiti i pri dekontaminaciji betona i zidova sa malterom. Pri dekontaminaciji se stvaraju velike količine peska i vode koje sadrže puno radioaktivnog materijala, mada pesak i voda znatno razblaže radioaktivni materijal. Ako je u pitanju neki materijal koji se može oštetiti peskarenjem (instrumenti, ležišta i sl.) tada se takav postupak ne sme primeniti (već, naprimer, četkanje, brisanje, pranje i sl.). Čelične četke, čelična žica za parket, četke za čišćenje poda, mašine za glačanje i sl., mogu se takođe koristiti za čišćenje površina.

*) Peskarenje je postupak koji se često praktikuje i u industriji, pri čišćenju površine izrađenih predmeta (napr. u livnicama). Tu se mlaz peska pod pritiskom (pomoću komprimiranog vazduha) pušta na površinu koju treba očistiti. Ako se pesak prethodno pokvasi vodom, tada je to »peskarenje mokrim putem«.

Hemiska sredstva takođe mogu da se primene kod dekontaminacije. Ovaj način je siguran i brz, a nekada je i jedini. Pri ovome treba izbegavati upotrebu jako nagrizajućih ili opasnih hemikalija, pa čak i ako su one vrlo efikasne kao sredstvo dekontaminacije. Upotrebljene hemikalije treba da su lako pristupačne, da ih ima dovoljno, da se ne troše u velikim količinama (tj. da su ekonomične) i da se mogu čuvati i upotrebljavati bez opasnosti. Zbog ovakvih zahteva najčešće se ne primenjuju čiste hemikalije, već vodeni rastvori pogodnih hemikalija. Neke od tih oslobađaju toplotu kada se rastvore u vodi (naprimer, kaustična soda), pa ovo samo pomaže dekontaminaciju. Kao aparat za primenu ovih vodenih rastvora (uglavnom za prskanje) koristi se i obična vatrogasna oprema.

Posle dekontaminacije hemiskim sredstvima ostaju znatne količine tečnosti (vode) koja je radioaktivna. Zato se javlja problem gde sa tom vodom.

Skoro nema razlike u efikasnosti bilo da se zatrovana površina samo pokvasi hemiskim reagensima ili da se sa njima ispira (poliva). Zato koristiti prvenstveno kvašenje (kao daleko ekonomičnije), pa ako ovo ne pomogne, tada vršiti i polivanje. Ako se vrši samo kvašenje, tada imati na umu da je zaostala tečnost (od kvašenja) jako radioaktivna, dok je ova radioaktivnost znatno slabija ako se vrši spiranje (polivanje) pošto se tada radioaktivnost rasporedi u znatno većoj količini tečnosti.

Hemiske metode se mogu koristiti kod svake vrste zatrovanih predmeta, ukoliko se radi samo o dekontaminaciji njihove površine. Alkalije i mineralne kiseline efikasno uklanjaju površinski sloj zatrovanog predmeta ali mogu izazvati i jače njegovo nagrivanje. Zato se praktikuje kombinacija hemiskih i fizičkih metoda dekontaminacije, koja ne oštećuje površinu zatrovanog predmeta, a efikasno uklanja radioaktivnu zatrovanost. Ove kombinovane metode dobre su naročito kod dekontaminacije obojenih površina, gde dolazi i do delimičnog razaranja boje. Ranije pomenuti način dekontaminacije zagrejanom vodenom parom spada u ove kombinovane metode. Taj način će verovatno biti u sve većoj upotrebi i za različite

vrste predmeta, naročito ako se vodena para kombinuje sa nekim sredstvima za pranje.

Plamen (naprimer, od ručne lampe za letovanje ili skidanje boja) može se koristiti jer deluje slično kao i vrela vodena para. Čim se ovim plamenom prevuče zatrovana obojena površina (naprimer, obojenih metalnih delova broda, tenka, vozila i sl.), odmah se primeti jako smanjenje radioaktivnosti. No tom prilikom stvara se radioaktivni dim, te se mora pri radu nositi gasmaska i zaštitno odelo, a u zatvorenim prostorijama mora se nalaziti jači ventilator.

c) Slučaj slabije ili jače prionulog radioaktivnog zatrovanja uz površinu predmeta

Sada će se razmotriti dekontaminacija kada je radioaktivni materijal slabo prionuo uz površine predmeta. Još prilikom prvih opita kod Bikinija videlo se da dekontaminacija zatrovanih brodova nije težak problem, pošto je glavni deo radioaktivnosti bio vezan za brodske površine pokrivene rđom i prašinom. Čak se i usisivačima prašine ili četkanjem moglo skinuti i do 90% radioaktivnosti, ako nije bila prevelika. Na brodovima se javljalo i radioaktivno zatrovanje od zatrovane morske vode (posle podvodne eksplozije). Ona je poticala ne samo od fisionih produkata, koji su u celini ostali u morskoj vodi, već i od kuhinjske soli (tj. natrijuma) koja je postala veštački radioaktivna. I ovakva kontaminacija lako je uklonjena sa brodskih površina, perući ih jakim mlazevima vode pod pritiskom.

Neki radioaktivni materijali mogu i jače prionuti uz površine predmeta (ovo naročito vredi kod podzemnih eksplozija i kada su primenjene bojno radioaktivne materije), pa se bolji efekat postiže usisivačima, četkanjem ili primenom nekih lepkova. Ovim lepkovima se premaže zatrovana površina, pa se kasnije skida, a sa njima se skine i polepljeni radioaktivni materijal. Ovakvi premazi su naročito pogodni kada prodiru i u pore i pukotine na površini predmeta — ukoliko ove površine nisu mnogo hrapave.

Ukoliko se, posle uklanjanja slabo prionule zatrovanosti vidi da je ostala još znatna zatrovanost, tada ova potiče od radioaktivnog materijala koji je dosta čvrsto prionuo uz zatrovane površine. U ovom slučaju je potreban i grublji postupak, kojim se nešto može oštetiti i površina predmeta te je po završenoj dekontaminaciji treba ponova obezbediti od korozije (napr. novim premazom boje ili zaštitnog metalnog sloja i sl.). Uz to može površina postati i dosta hrapava, pa će tako lakše zadržati neku novu kontaminaciju. Hemiskim metodom dekontaminacije često se ovo može izbeći. U tu svrhu se koriste tri poznata principa: stvaranje rastvorenih jedinjenja, zamena jona i rastvaranje.

Pogodne hemikalije za dekontaminaciju hemiskim putem jesu one koje lakše stvaraju jedinjenje sa radioaktivnim materijalom koji vrši zatrovanje, nego sa materijalom od koga je izrađen zatrovani predmet. Naročito obimna ispitivanja vršena su sa ciljem da se pronađu takva hemiska jedinjenja ili joni koji bi sa produktima fisije i nuklearnim eksplozivom (tj. onim njegovim delom koji nije eksplodirao) stvorili kompleksna jedinjenja. Vidniji uspesi postignuti su sa natrijumcitratom, pirofosfornom i aminotrisirćetnom kiselinom, kao i sa kompleksom natrijeve soli etilendiamin tetra sirćetne kiseline. Tom prilikom se pokazalo da je naročito pogodan slučaj kada se, pri toj hemiskoj dekontaminaciji, stvara neka jaka kiselina (napr. sona) jer ona bolje rastvara rđu, pa tako sa njom skida i na nju polepljeni radioaktivni materijal.

Dekontaminacija putem primene jona postaje sve interesantnija. Njome se joni nekog radioaktivnog izotopa mogu zameniti sa neradioaktivnim jonima istog hemiskog elementa u nekom rastvoru. Ovim se postiže samo delimično odstranjivanje radioaktivnog materijala, no ono može biti znatno. Potpuno uklanjanje radioaktivnog zatrovanja praktički je neizvodljivo ovim putem, zato što bi (bar teoriski) trebalo upotrebiti 34 hemiska elementa, koliko ih se stvara pri fisiji (u radioaktivnom obliku). Neki od ovih elemenata vrlo su retki i skupi, a drugi

postoje samo u radioaktivnom obliku (napr. tehnicijum i prometijum). No i tu bi verovatno pomoglo ako bi, mesto njih, upotrebili jone drugih elemenata (gvožđa, alumini-juma i cerijuma). Treba imati u vidu da su ovi postupci sa jonima (t.zv. postupak sa izmenjivačima jona) dosta spori i da još nemaju praktičnu primenu u armiji (mada se u industriji i dr. već odavno koriste jonski izmenjivači, no ne u vezi sa radioaktivnim materijalom).

Radioaktivnu zatrovanost izazivaju i materijali koji nisu rastvorljivi (neki oksidi su takvi), te i ne stvaraju dovoljan broj jona, da bi njihovo uklanjanje putem stvaranja kompleksa ili zamenom bilo efikasno. Ipak će, često, i u takvim slučajevima biti efikasne metode kvašenja ili korišćenja sredstava za čišćenje (naročito primenom detergenata).

Bilo o kojem načinu dekontaminacije da se radi, uvek imati na umu da se time ne neutrališe (poništava) sama radioaktivnost, već se ona samo premešta sa površine zatrovanog predmeta na neko drugo mesto (napr. u rastvor primenjenog sredstva za pranje).

d) Specijalni slučajevi dekontaminacije

Dekontaminacija građevinskih objekata pretstavlja vrlo složen problem, pogotovu ako se radi o grupisanju većeg broja ovih objekata (gradovi, industriska naselja, industriski pogoni i sl.). Spoljni zidovi, krovovi (naročito ako su od crepa), putevi i ulice — sve je to sa poroznim površinama, te je radioaktivni materijal teško odatle izvući. Ulice i putevi mogu se dobro oprati (šmrkovima sa vodom pod pritiskom — kao pri običnom pranju ulice), pa se tako uklanja dobar deo radioaktivnosti. Crep sa krovova mora se ukloniti i staviti nov, a krovovi od metalnog lima mogu se oprati.¹⁾ Spoljne površine zidova

¹⁾ Svakako da je skidanje celokupnog crepa sa krova i stavljanje novog vrlo težak i dugotrajan posao, pogotovu kada su spoljni zidovi zgrade radioaktivno zatrovani. Zato se ističe da je bolje privremeno napustiti takve zgrade te sačekati da vremenom izgube najveći deo svoje radioaktivnosti. Tada bi one ponovo mogle da se koriste i bez dekontaminacije, pošto bi se ova ustvari već obavila prirodnim putem.

(od betona, cigle ili kamena) peskare se vlažnim peskom ili prepokrivaju slojem maltera. Spoljne gipsane obloge zgrada (razni ornamenti i sl.) moraju se ukloniti. Drvene površine (naročito ako su obojene) mogu se dosta lako dekontaminirati jednim od navedenih postupaka (pranjem, usisivačima prašine i sl.). Otkriveno zemljište (parkovi, bašte i sl.) mora se pokriti slojem nezatrovane zemlje, visine bar 30 sm, ili se uklanja gornji sloj tako zatrovanog zemljišta u visini od desetak santimetara (pri tome se može urediti da gornji sloj zemlje dođe na dno, a donji sloj gore). Pri svim ovim radovima na zemljištu, ovo treba prethodno politati vodom, da se spreči podizanje radioaktivne prašine u vazduhu.

Mnogi predmeti u zgradama biće jače zatrovani radioaktivnom prašinom. Zato tepihe, zavese, tapacirani nameštaj i odeću (koji su jače zatrovani) treba izneti iz zgrada, pa ili uništiti (zakopavanjem u zemlju ili spaljivanjem u naročitim pećima — koje sprečavaju izlazak radioaktivnog dima) ili dekontaminirati temeljitim pranjem. Ovakvo pranje može se primeniti i kod slabije zatrovanih unutrašnjih zidova u zgradama, pogotovu ako se zatim ovi ponova omalaju ili okreće.

Još teži problem predstavlja dekontaminacija hrane i vode. Teškoća ne leži u samim hemiskim ili fizičkim osobinama namirnica već u tome što kod njih dekontaminacija mora biti daleko brižljivija i praktički se mora ukloniti sav radioaktivni materijal, pošto bi, ako se unese u organizam, predstavljao daleko veću opasnost nego kada deluje samo kao spoljnje zračenje — preko kože. Zato je kod namirnica pravilo da je daleko bolje i lakše izvršiti njihovu zaštitu, tako da uopšte ne dođe do zatrovanja. Hrana i voda, ako su u ambalaži koja je nepropustljiva za prašinu, jesu dobro zaštićene od zatrovanja. Otkrivene tekuće vode (reke i sl.), verovatno će biti upotrebljive već kraće vreme po eksploziji. U takvim vodama se radioaktivnost brzo razblaži doticanjem sveže, nezatrovane vode, a i u samoj vodi se nalaze materije koje vrše suspenziju i taloženje radioaktivnih čestica. Čak i zidovi cevovoda ili rezervoara za vodu vrše apsorpciju radio-

aktivnih čestica, te voda, na svome putu, postaje sve čistija. A ukoliko se ova voda prethodno prečisti i filtrira u uređajima vodovoda, koji za ovu svrhu služe i u normalno vreme, tada će se dobiti voda dobra za piće.

Podzemni izvori imaće dobru vodu, s obzirom da zemljište jako apsorbuje i zadržava radioaktivni materijal i da je takav materijal po pravilu slabo rastvorljiv u vodi. Zato je dobra voda i iz bunara, s tim da su dobro pokriveni (da prašina ne pada unutra) i da se neka zatrovana voda ne sliva u njih.

Čak i ako je voda u rekama ili rezervoarima bila zatrovana, pa nije ni prečišćavana ili filtrirana, i tada njena neupotrebljivost obično traje svega nekoliko dana, pošto se stalno razređuje doticanjem sveže, nezatrovane vode, a radioaktivnost brzo opada sa vremenom. U svakom slučaju vodu uvek treba brižljivo kontrolisati odgovarajućim osetljivim aparatima koji mogu da mere prisustvo sve tri vrste radioaktivnog zračenja (α β i γ). Za hitne slučajeve (na brodovima i sl.) može se dekontaminacija vode vršiti i destilacijom, pošto radioaktivni materijal ostane u talogu. Samo treba znati da prokuvavanje vode, ma kako bilo efikasno za uništavanje klica bolesti, ne dovodi do uklanjanja radioaktivnosti.

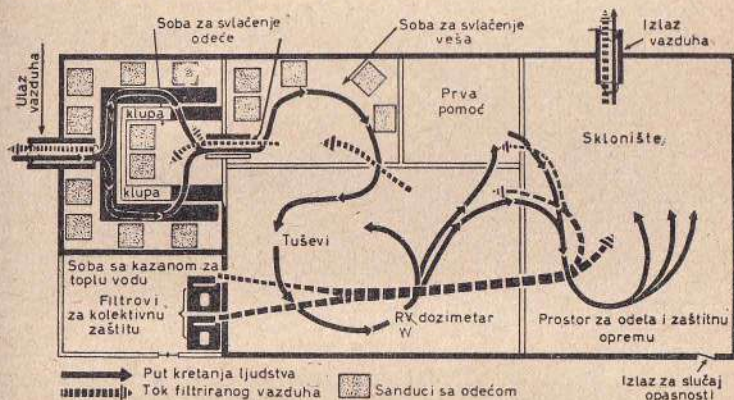
Smatra se da je voda dovoljno dekontaminirana ako ne sadrži produkte fisije u količini većoj od one koja ima intenzitet zračenja od 4×10^{-6} mikrokirija (m^3). U tom bi slučaju i intenzitet meren u rendgenima odmah nad površinom vode bio 4×10^{-6} rendgena (čas). Ovakva tolerantna aktivnost znatno je manja od aktivnosti nekih prirodnih lekovitih voda. Zato bi se mogla koristiti za piće i ona voda koja ima aktivnost nekoliko puta veću od gore navedene.

Posle ovih opštih izlaganja o principima i postupcima dekontaminacije, može se preći na izlaganje postupaka dekontaminacije pojedinih vrsta materijala. Ovi postupci još u svetu nisu tako rešeni da pretstavljaju uvek neka praktična i idealna rešenja, ali su za sada najbolji.

DEKONTAMINACIJA LJUDI I PRVA POMOĆ

Sve ljudstvo koje je bilo izloženo nuklearnoj eksploziji pa i ono koje se nalazilo na putu kretanja radioaktivnog oblaka, načelno, treba dekontaminirati. Da bi se imala jasnija slika o stepenu njihovog zatrovanja oni se najpre podvrgavaju brižljivom ispitivanju pomoću specijalnih aparata (tipa GM brojača i dr.).

Dekontaminacija ljudi izvodi se na specijalnim stanicama za dekontaminaciju ljudi, koje u isti mah treba da služe i za degazaciju ljudi zatrovanih bojnim otrovima. Šema takve stanice data je na slici.



Stanica za dekontaminaciju ljudi — polustalni tip

Radiološka dekontaminacija se vrši u vidu kupanja u toploj vodi, a uz pomoć nekih sredstava za pranje. Obično se izvodi tako što se čitava površina tela (ili samo otkriveni delovi — što će zavistiti od nalaza pri kontroli sa GM brojačem) dobro namaže kašom od lanolina i kukuruznog brašna, snažno istrlja 2—3 minuta, pa opere vodom. Ovo treba ponoviti 2—3 puta, odnosno sve dok naknadna kontrola specijalnim aparatima ne pokaže da nema više opasne radioaktivne zatrovanosti (tj. ako nema više od 700 otkucaja za beta i gama, a 100 za alfa — u minutu). Pre kupanja treba ošišati sva mesta pokrivena dlakama i podrezati nokte.

Ukoliko dekontaminacija ne uspe po gornjem postupku (ovo naročito vredi za mesta ispod noktiju i pokrivena dlakom), tada nastaviti trljanje četkom i sapunicom u toku 8 minuta i zato vreme zatrovane delove tela tripot oprati toplom vodom (pazeći da se pri trljanju četkom ne ozledi koža).

Uspešna je i upotreba masti sa titandioksidom. Ona se nanese na kožu, gde ostane 2—3 minuta, pa se zatim spere toplom vodom i sapunicom, trljajući mekom četkom.

Ako je kontaminacija kože izazvana i plutonijem, tada se vrši pranje kože i vodenim rastvorima kalijum permanganata ili natrijum disulfida.

Za pranje kože ne smeju se upotrebiti alkohol, benzin, trihloretilen i slični organski rastvarači, pošto čine kožu propustljivom, te omogućuju dublje ulaženje radioaktivnog materijala.

Po završenoj radiološkoj dekontaminaciji koža je u velikoj meri lišena svoje prirodne masnoće, te je postala suha, gruba i kruta. Zato je treba namazati lanolinom, vazelinom ili nekim kremom za kožu, da bi omekšala. Ovo naročito vredi za stopala i šake, gde mogu nastati uboji i ozlede ako koža nije meka.

Za slučaj da je kontaminirano lice ranjeno, treba pustiti da krv što više isteče, pod mlazom vode, pa tada vršiti dekontaminaciju celog tela (naravno, ukoliko priroda same rane to dozvoljava).

Postupak u pojedinim delovima stanice za dekontaminaciju ljudi može biti sledeći:

— U prvom delu vrši se skidanje zatrovane odećne opreme i obuće. S obzirom da je njen stepen zatrovanja različit (napr. gornja odeća je jače zatrovana od donjeg rublja), to se u tome odeljenju nalaze sanduci za svaki deo opreme posebno (za cipele, šinjele, za donje rublje itd.). Na ovaj će se način kasnije olakšati njihova dekontaminacija. Čim se ovi sanduci napune, odnose se na stanice za dekontaminaciju opreme, koje mogu biti i dosta udaljene, a dekontaminiranom ljudstvu izdaje se druga, čista odećna oprema, kojom ova stanica za dekontami-

naciju ljudi mora da raspolaže. Posle svlačenja, ljudstvo naglo prelazi u drugi deo stanice.

— U drugom delu vrši se kupanje ljudi toplom vodom i sapunom, uz eventualno korišćenje meke četke. Ovde je važno tako urediti oticanje zatrovane vode od pranja, da se ona ne razliva po okolnom prostoru (obično se odvodi u duboko iskopanu rupu, podalje od stanice).

— U trećem delu okupano ljudstvo dobije peškire, pa zatim čistu odećnu opremu. Pre oblačenja vrši se kontrola aparatima, pa ako se nađe da dekontaminacija nije uspela, tada se takvo lice vraća na ponovnu dekontaminaciju. Ovde se vrši i ukazivanje lekarske pomoći (od strane prisutnog lekara ili lekarskog pomoćnika). Ovaj, treći deo, odvojen je od drugog dela vratima koja dobro zatvaraju, da se zatrovanje ne bi prenelo iz drugog dela stanice.

— Stanica ima odvojene puteve za dolazak zatrovanog ljudstva i za odlazak onih koji su dekontaminirani.

Ukoliko ova stanica ne raspolaže tuševima, voda se može ugrejati u običnim kazanima, pa se pranje i kupanje vrši pljuskanjem tople vode iz kofa i sl. Ako je vreme toplo, a u blizini je nezatrovana otvorena voda (reke, jezera i sl.), tada se kupanja (dekontaminacija) mogu vršiti i u ovakvoj vodi. U tom slučaju se za kupanje bira mesto na reci koje leži nizvodno od najbližeg naseljenog mesta.

Istovremeno sa dekontaminacijom ljudi vrši se i dekontaminacija njihovog oružja i odećne opreme (ovo ukoliko ne postoji rezervna čista odeća) na prostoru koji se nalazi niz vetar od dekontaminacione stanice. Čisto oružje i odeća zatim se donose na stanicu za dekontaminaciju ljudi.

U ratnim uslovima često nema vode za dekontaminiranje (pranje) ili je i ona kontaminirana. Tada se koriste priručni materijali (maramica, peškir, vata, papir, pa i trava, lišće, seno i dr. — ukoliko sami nisu zatrovani). U ovom slučaju radi se samo o delimičnoj dekontaminaciji, a posle toga se mora (kada to prilike dozvole) što pre izvršiti i potpuna dekontaminacija. Kako je i delimična dekontaminacija vrlo korisna, pošto može da usledi

znatno pre potpune dekontaminacije, to će se ovde izložiti nešto detaljnije. Delimična dekontaminacija se, po pravilu, izvodi na zatrovanom rejonu (položaju), a može i posle izlaska sa njega. Najefikasniji način jeste pranje otkrivenih delova tela (lica, vrata, ruku) nezatrovanom vodom, kao i ispiranje nosa i usta takvom vodom. Ako se nema dovoljno vode, tada otkrivene delove tela (napr. nos i usta) treba obrisati maramicom, peškirom ili tamponima vate ukvašenim u vodu. A ako uopšte nema čiste vode, tada koristiti tečnost iz ličnog protivhemiskog paketa (degazatora) ili zatrovane delove tela obrisati čistim priručnim sredstvima (travom, lišćem i sl.). U zimsko vreme može se koristiti i čist sneg.

Ako se delimična radiološka dekontaminacija izvodi na zatrovanom rejonu, onda se za vreme nje ne skidaju sredstva lične protivhemiske zaštite. Ako, iz bilo kojih razloga, nisu bila stavljena lična zaštitna sredstva tada se najpre operu ili obrišu otkriveni delovi tela, pa se potom stave sredstva lične zaštite i pristupa dekontaminaciji oružja, mesta i dr. Po završenoj dekontaminaciji oružja i dr., treba dekontaminirati lična zaštitna sredstva i ponova oprati (obrisati) otkrivene delove tela.

Na nezatrovanom rejonu i kada to dozvoli situacija, delimična dekontaminacija se izvodi takvim redosledom, da se najpre skinu sa sebe lično naoružanje, zaštitni ogrtač (koji štiti od BOT), odeća i zaštitne čarape. Da se pritom ne bi zatrovalo radioaktivnom prašinom oružje koje se nalazi na mestu dekontaminacije sve ovo raditi u pravcu vetra.

Potpuna dekontaminacija izvodi se tek posle izvršenja borbenog zadatka i to van zatrovanog rejona — na stanicama za dekontaminaciju (kupanje) ljudi.

Pri nuklearnoj eksploziji ne dolazi samo do radioaktivne zatrovanosti već i drugih dejstava na ljude i materijal. Tako naprimer, toplotno dejstvo može da zapali odeću, pa se u tom slučaju ova mora odmah ugasiti. Na opečena mesta ili rane staviti zavoj (ako je omot na prvom zavoju neoštećen, tada on nije zatrovan radioaktivnom prašinom). Ako se zapaljena odeća zalepila za kožu, tada

zavoj staviti preko zalepljene odeće — da bi se sprečilo krvarenje ili zatrovanje opečenog mesta, a kasnije će lekar ukazati stručnu pomoć. Opečena mesta na koži ne smeju se prati vodom ili drugim tečnostima.

RADIOLOŠKA DEKONTAMINACIJA ORUŽJA I TEHNIKE

Radiološka dekontaminacija oružja i tehnike sastoji se u mehaničkom otstranjenju radioaktivnih materija sa njihovih površina. Njen je cilj da se spreči ozleda ljudi koji se služe tako zatrovanim predmetima.

U zavisnosti od borbene situacije, dekontaminacija može biti delimična i potpuna. Delimičnom dekontaminacijom se uklanjaju radioaktivne materije samo sa onih delova oružja i tehnike sa kojim će vojnik biti u neposrednom dodiru prilikom upotrebe tih predmeta. Pri potpunoj radiološkoj dekontaminaciji se brižljivo uklanjaju radioaktivne materije sa celokupne površine oružja (tehnike), pa i sa teško pristupačnih mesta. Zato se pri potpunoj dekontaminaciji ujedno može vršiti i opšti pregled, čišćenje i podmazivanje oružja. Ni delimična ni potpuna dekontaminacija ne smeju se vršiti na užtrb ispunjenja borbenih zadataka.

Najčešće se radiološka dekontaminacija oružja može vršiti pranjem vodom. Zimi se mogu koristiti benzin, petroleum i sl.

Na zatrovanom prostoru, načelno, vrši se dekontaminacija oružja i borbene tehnike tek posle dekontaminacije toga prostora.

Starešina jedinice odrediće da li će se vršiti delimična ili potpuna dekontaminacija.

Delimična radiološka dekontaminacija pešadiskog naoružanja vrši se u prvoj pogodnoj prilici, čim to dozvoli borbena situacija, i na samom vatrenom položaju ili po izlasku sa zatrovanog zemljišta. Pri tome se najpre pažljivo pregleda površina oružja i sa nje suhom krpom uklone kapi radioaktivnih materija, pošto one mogu biti i u tečnom stanju (naročito kao BRM).

Za brisanje oružja upotrebljava se 3—5 tampona od nezatrovane vate (pamuka) ili krpa. Tamponi se dobro ukvase u vodu (može i petroleum, benzin, pa i tečnost za degazaciju BOt) i sa njima se 2—3 puta brižljivo briše površina oružja. Brisanje se vrši od vrha oružja pa niže. Naročito brižljivo obrisati one delove sa kojima će vojnik imati neposrednog dodira (kundak, zatvarač i sl.). Šupljine, zazole i cevi oružja brisati krpom omotanom oko zaoštrenih krajeva drvenih štapića. Po završenoj dekontaminaciji oružja i tehnike, ove treba prosušiti čistom krpom i sl., a ako je potrebno i namazati mazivom.

Ako se nema vode (benzina, petroleuma) tada dekontaminaciju vršiti protiranjem 3—4 puta suvom krpom ili pamukom i sl.

Pri radiološkoj dekontaminaciji oruđa i minobacača treba posebnu pažnju obratiti optičkim instrumentima (daljinomerima, optičkim nišanskim spravama, busolama, dvogledima i sl.). Dekontaminaciju ovih treba vršiti vrlo obazrivo. U tu svrhu najpre površinu ovih pribora očistiti od prašine, pa brižljivo i blago 2—3 puta protrljati vlažnom mekom krpom ili vatom čitavu površinu — sem optike. Objektive i okulare protrti nekom krpom natopljenom u špiritus, a ako ovoga nema, tada samo suhom krpom. Pri protiranju pribora mokrom krpom paziti da vlaga ne dospe kroz otvore i u sam pribor, inače ovaj može postati neupotrebljiv. Kožni pribor takođe treba brisati vlažnom krpom. Posle brisanja pribora potrebno je prosušiti ga mekom i čistom krpom, vatom i sl.

Imati u vidu da radioaktivno zračenje može da izazove potamnjenje optičkog pribora.

Potpuna radiološka dekontaminacija oružja i borbene tehnike vrši se pod rukovodstvom i kontrolom lica koje je za to određeno.

Pri radiološkoj dekontaminaciji oružja i tehnike ne ophodno je preduzeti mere predostrožnosti od radioaktivnih materija. Bez obzira da li je u pitanju delimična ili potpuna dekontaminacija, potrebno je obavezno staviti gasmasku i zaštitne rukavice, a samu dekontaminaciju izvršiti što brže. Posle svake dekontaminacije (naročito

potpune) vrši se provera sa aparatima za merenje zračenja namenjenim za ovu svrhu.

Dekontaminacija oružja i tehnike, naročito potpuna dekontaminacija, po pravilu se vrši na stanicama za dekontaminaciju oružja i tehnike. Njihovo uređenje i organizacija rada slični su kao i kod stanica za degazaciju oružja i tehnike zatrovanih sa BOt, odnosno teži se da ista stanica može da posluži za obe svrhe.

DEKONTAMINACIJA ODEĆNE OPREME

S obzirom na poroznost tekstilnog materijala i kože, dekontaminacija odećne opreme predstavlja složen problem i zahteva mnogo vremena i sredstava, daleko više nego što je potrebno pri njenoj degazaciji kada je zatrovana bojnim otrovima. Izuzetak je ona odećna oprema koja ima glatku površinu (zaštitno odelo od gume, gumene čizme i sl.), jer se ova znatno lakše dekontaminira.

Kod slabije kontaminacije biće dovoljno obično pranje vodom (naročito toplom, uz upotrebu sapuna i uz češću izmenu vode za pranje). Ovaj način može se smatrati kao delimična dekontaminacija i pri jačem zatrovanju odeće — ako nema čiste pa se ova mora zadržati.

Slabija kontaminacija može se ukloniti i četkanjem, istresanjem i usisivačima prašine. Mada su usisivači prašine najefikasniji, prva dva načina su najpogodnija za armiju. Četkanje i istresanje se preporučuje i kao prethodna radnja pre pranja (pošto voda može uneti radioaktivne čestice dublje u tkaninu, naročito u vunene i uopšte deblje tkanine).

Dok se delimična dekontaminacija, po pravilu, vrši u samoj jedinici i njenim sredstvima, dotle se potpuna dekontaminacija vrši na stanicama za dekontaminaciju odećne opreme. Ove stanice razvijaju ABH jedinice i podižu ih u nešto dubljoj pozadini i u blizini većih količina čiste vode (bolje je uz reke i tekuću vodu, nego uz jezera i sl.). U blizini ovih stanica treba da se nalaze i intendantska skladišta odeće, kojima će se dostavljati dekontaminirana odeća.

Teži se tome da stanica za dekontaminaciju odećne opreme zatrovane sa BOt može da posluži i za dekontaminaciju radioaktivno zatrovane. Neki uređaji mogu da služe za oba slučaja.

Prostor stanice se deli na dva dela: čisti i kontaminirani (zatrovani) deo.

Najpre dolazi zatrovana odeća na kontaminirani deo stanice, gde se vrši njen prijem i klasificiranje po vrstama opreme i stepenu njene zatrovanosti. Ovaj deo posla biva jako olakšan merama navedenim kod stanice za dekontaminaciju ljudi (u pogledu klasificiranja odeće i stavljanja u posebnu ambalažu).

Klasifikacija po jačini zatrovanosti vrši se pomoću GM brojača i to tako što se oprema koja pokazuje do 500 otkucaja u minutu smatra kao slabo kontaminirana, ona koja pokazuje 500 do 10.000 otkucaja u minutu kao srednje kontaminirana, a ona sa preko 10.000 otkucaja kao jako kontaminirana. Ovi otkucaji se odnose samo na radioaktivnost beta i gama, pošto se u posebnu (četvrtu) grupu stavlja oprema zatrovana materijalom koji luči alfa zrake.

Posle ovog razvrstavanja sprema ide na pranje, ispiranje i ceđenje, pa najzad na sušenje (ukoliko je kontrola dozimetrom pokazala da se pranjem nije uklonila kontaminacija do dozvoljene norme, tada se pranje ponavlja sve dok se ta norma ne postigne).

Na zatrovanom delu stanice nalazi se i prostor za grejanje vode. Tu je i prostor za svlačenje zatrovane odećne opreme, ukoliko se stanica nalazi u blizini ljudstva koje je bilo kontaminirano. U tom slučaju se u neposrednoj blizini nalazi i stanica za dekontaminaciju ljudi.

Na čistom delu se dekontaminirana oprema suši i pakuje, odnosno izdaje direktno vojnicima radi oblačenja, ako su se ovi na toj stanici svukli.

Kod jako zatrovane odeće moraju se primeniti neke hemikalije, od kojih najviše limunske kiseline (koja je

dosta skupa i u mnogim zemljama se ne proizvodi). U tom slučaju se dekontaminacija sastoji iz: ispiranja u toploj vodi, pranja u toplom 3% rastvoru limunske kiseline, ispiranja u toploj vodi, pranja u toploj sapunici, ispiranja u toploj vodi uz dodatak 1,5% rastvora limunske kiseline, tri ispiranja u toploj vodi, tri ispiranja u hladnoj vodi, ceđenja i sušenja. No i posle ovalikih postupaka, kontrola dozimetrom može pokazati da ovo nije uspelo, pa se dekontaminacija mora ponoviti (čim je aktivnost veća od 500 beta i gama otkucaja u minutu, smatra se da dekontaminacija nije uspela).

Sve gore izloženo temelji se na iskustvima stečenim van armije i prema normama koje nisu za armiju propisane. Svakako da u ratnim uslovima norme za dozvoljenu jačinu zračenja (posle dekontaminacije) neće biti ovako stroge ali i sam postupak dekontaminacije neće se mnogo uprostiti i ubrzati. Zato se još sada ozbiljno pomišlja da se sva jače (pa i srednje) kontaminirana odećna oprema najpre ostavi da stoji u specijalnim skladištima, te da se sačeka da vremenom njihova aktivnost opadne na takvu meru kada dekontaminacija neće biti tako duga i složena.

RADIOLOŠKA DEKONTAMINACIJA HRANE I VODE

Ako radioaktivne materije dospeju u organizam, tada mogu izazvati oboljenje, t.zv. radijacionu bolest, koja može dovesti do teških posledica pa i smrti. Gasmaska može sprečiti ulazak radioaktivnih materijala sa vazduhom, prilikom disanja, no postoji opasnost da radioaktivne materije dospeju u organizam i sa hranom i vodom. Zato je neophodno hranu i vodu tako zaštititi, da se spreči njihovo zatrovanje. U tu svrhu se sledovanje hrane koje se nosi (dvopek, slanina i sl.) uvija u nekoliko slojeva hartije. Jedino hrana u kutijama (konzervama) ne mora ovako da se zaštićuje. Namirnice u magacinima treba da se čuvaju u specijalno uređenim skrovištima ili u dobroj ambalaži, koja ne propušta prašinu i tečnosti.

Sve vrste namirnica u skladištima, kao i one koje se voze, moraju se dekontaminirati ako su zatrovane radioaktivnim materijama preko dozvoljene norme.

Radiološka dekontaminacija se sastoji u uklanjanju radioaktivnih materija iz hrane, vode i furazi. U zavisnosti od vrste namirnica, kao i od karaktera i stepena njihove zatrovanosti, dekontaminacija se može vršiti različitim metodama i postupcima. Ovo se vrši na stanicama (prostorima) za dekontaminaciju namirnica, koje organizuju trupe svojim snagama i sredstvima. Tom prilikom se vrši i dekontaminacija ambalaže u kojoj se nalaze zatrovane namirnice. Za dekontaminaciju se koriste aparati za degazaciju, motorne i ručne pumpe za vodu i tečnosti, četke, metle, lopate, noževi, mašine za ljuštenje krompira, vejalice za žito itd.

Tablica br. 2

Mirnodopske tolerantne doze zračenja za vodu, namirnice i vazduh.

Vrsta zraka	Mikrokiri po sm^3 vode (hrane)	Mikrokiri po sm^3 vazduha
Elementi koji emituju alfa zrake	10-5	3×10^{-11}
Elementi koji emituju beta i gama zrake	5×10^{-4}	10-7

Napomena:

1 mikrokiri nekog radioaktivnog elementa iznosi $3,7 \times 10^4$ raspadnutih atoma u sekundi.

Primedba

Ove doze vrede samo za mirnodopske uslove i kada se stalno bavi u tako zatrovanom vazduhu ili se stalno koriste takve namirnice. Svakako da će se za ratne uslove dozvoljavati i veće doze, no one još nisu utvrđene.

Namirnice koje se ne mogu dekontaminirati ne smeju se upotrebljavati. U zavisnosti od situacije i karaktera zatrovanosti, ovakve namirnice se uništavaju ili odnose

na dugo čuvanje u specijalna skladišta — dok im radioaktivnost ne opadne na snošljiviju meru.

Zrnasta hrana (žito, prekrupa, pasulj, grašak, brašno, so, šećer i sl.), koja se nalazi u džakovima zatrovanim radioaktivnom prašinom, presipa se u čiste džakove ili drugu ambalažu. U tom slučaju najpre se površina zatrovanog džaka malo pokvasi (prskanjem vode) — da se radioaktivna prašina ne bi podigla u vazduh pri presipanju, pa zatim padala na okolne čiste predmete. Kada se prespe u čistu ambalažu kontrolisati je dozimetrom.

Kada su namirnice u dvostrukoj ambalaži (napr. u dva džaka — jedan u drugom), tada skinuti spoljni džak, a unutrašnji podvrgnuti kontroli dozimetrom. Ako se pokaže da je i unutrašnji džak zatrovan, tada se namirnice preruče u čistu ambalažu, a ako nije zatrovan prenosi se na čistu polovinu prostora za dekontaminaciju namirnica.

Pri radiološkoj dekontaminaciji namirnica koje se nalaze u sanducima i buradima (mast, riba, margarin, makaroni i dr.), najpre se pranjem pomoću mlaza vode očisti ambalaža (ukoliko voda neće da proдре u njenu unutrašnjost) ili 2—3 puta ambalažu obrisati krpom ukvašenom u vodu ili u vodeni rastvor sredstava za pranje (sapuna i sl.). Posle dekontaminacije ambalaže izvršiti kontrolu dozimetrom pa, ako ova nije uspela, ponoviti je. Nezatrovane namirnice se premeštaju u čistu ambalažu, a zatrovane se dekontaminiraju ili ostavljaju u specijalne magacine na dugo čuvanje.

Konzerve i drugi proizvodi, koji se nalaze u zatvorenim kutijama i drugim posudama (metalnim, staklenim i sl.), dekontaminiraju se pomoću dvo ili trostrukog pranja kutije vodom ili protiranjem krpom i četkom, umočenim u vodu ili u rastvor sapuna ili sode. Zatim se kutije (posude) osuše čistom krpom. Sa kutije (posude) pre dekontaminacije ukloniti mazivo (brisanjem suvom krpom), a ako ih treba dugo čuvati, tada ih posle dekontaminacije ponova namazati (radi sprečavanja korozije).

Čvrste masnoće dekontaminiraju se na taj način što se nožem skida spoljni tanak sloj, debljine do 3 mm, koji

je bio zatrovan. Ako se kontrolom pomoću dozimetra pokaže da su masnoće i dalje ostale zatrovane, tada se skida i drugi sloj iste debljine, a po potrebi i treći sloj.

Krompir, šargarepa, cvekla i drugo sveže povrće dekontaminiraju se mnogim i obilnim pranjem u vodi. Posle toga, a pre kuvanja, treba ih očistiti na način kako se i inače radi (napr. krompir se oljušti, šargarepa se po površini sastruže i sl.).

Kobasica, sveže meso i riba takođe se operu sa dosta vode i uz nekoliko promena vode za pranje (ukoliko se pranje ne vrši pod mlazem vode). Ako se na taj način ne postigne sniženje zatrovanosti do propisane norme, onda se sa komada mesa odrežu sva zatrovana mesta, a sa kobasice se skine kožica (spoljni omot).

Dvopek najpre prebrati, pa izdvojiti nezatrovane komade (kontrola dozimetrom!), a koji su zatrovani preko dozvoljene norme imaju biti uništeni.

Ako čvrste radioaktivne materije dospeju u tečne masti (jestivo ulje), koje se čuvaju u buradima i sličnim posudama, tada ih ostaviti na miru 3—5 dana. Za to vreme su se radioaktivne materije staložile na dno posude, pa gornji nezatrovani deo ulja pažljivo odliti u čiste posude (pomoću ručnih pumpi i sl., a u krajnjem slučaju i običnim prelivanjem). Ako su tečne masti (ulje) zatrovane bojno radioaktivnim materijama, tada se moraju uništiti, ukoliko stručnjak ne utvrdi da se mogu iskoristiti za tehničke (industrijske) svrhe.

Poljske kuhinje, termos-kazani i drugi kazani za kuvanje hrane, kao i ostali sudovi i inventar kuhinja i pekarnica, dekontaminiraju se dvo ili trokratnim pranjem vrelom vodom i sapunom, uz jednovremeno protiranje četkom i krpom. Posle dekontaminacije svi se predmeti isperu 2—3 puta čistom vodom i obrišu, pa kontrolišu dozimetrom. Ukoliko dekontaminacija nije uspela, ponavlja se.

Radiološki dekontaminirane namirnice treba čuvati odvojeno od čistih (nezatrovanih) i koristiti za ishranu samo kada nema drugih. Pred samu pripremu jela od

dekontaminiranih namirnica, neophodno je da se brižljivo operu u vodi i pod nadzorom sanitetskog stručnjaka.

Namirnice i furaž, koje treba uništiti, treba zakopati u zemlju u dubinu ne manju od 1,5—2 m i dalje od naseljenih mesta i izvora vode. Pred zakopavanje treba ih politi petroleumom, naftom i sličnim tečnostima neprijatnog mirisa. Sem zakopavanja praktikuje se i paljenje tako zatrovanih namirnica, no na usamljenom mestu, pazeći da dim (koji je radioaktivan) ne ide u pravcu gde ima ljudi i zakopavajući izgorele ostatke duboko u zemlju. Pri ovom paljenju sve obližnje ljudstvo mora nositi gasmaske, a posle rada mora se dobro okupati i presvući u čistu odeću i obuću.

Radioaktivnim materijalima mogu biti zatrovani bunari i drugi izvori i rezervoari vode. Ovako zatrovana voda ne sme se upotrebljavati već se dekontaminira. Posle dekontaminacije vrši se brižljiva provera specijalnim aparatima, koji mogu da mere i alfa zračenje.

Radiološka dekontaminacija vode vrši se na razne načine, u zavisnosti od vrste i stepena zatrovanosti vode, kao i borbene situacije i raspoloživih sredstava za dekontaminaciju.

Ako je voda zatrovana krupnijim česticama radioaktivnog materijala, dekontaminacija se može vršiti i tako što se ostavi da se vremenom slegne takav materijal na dno. U tu svrhu voda se sipa u posude (burad, cisterne i sl.) gde na miru ostaje 10—15 časova. Zatim se gornji sloj vode pažljivo odlije (pomoću pumpe, prelivanjem i sl.) u čistu posudu. Ako kontrola dozimetrom pokaže da je sada zatrovanost niža od dozvoljene norme, voda se sme upotrebljavati za piće. Da bi se ovaj način dekontaminacije ubrzao, vodi se mogu dodati neke hemikalije (bezopasne po zdravlje ljudi) koje u vodi stvaraju voluminozne taloge. Ovi talozi, pri svome padanju na dno suda, povlače sa sobom i čestice radioaktivnog materijala. Za ovu se svrhu koriste neke soli aluminijuma koje se upotrebljavaju i pri normalnom prečišćavanju vode u vodovodima.

Dekontaminacija vode može se vršiti i formaciskim armiskim filtrovima za vodu. Kada se ne raspolaže ovima,

tada se prave iz priručnog materijala (od šljake, drvenog ćumura, drvenih strugotina, pamuka, tkanine i sl.).

Najefikasnija dekontaminacija vode jeste destilacijom, pa se za ovu svrhu koriste i uređaji za destilovanje morske vode, za pečenje rakije i sl.

Neophodno je izvršiti i dekontaminaciju cele vodovodne instalacije. Ovim se obuhvataju rezervoari, vodovodne cevi, slavine i dr. Dekontaminacija se vrši pranjem čistom vodom, upotrebljavajući oštre četke gdegod je to moguće.

Da radioaktivne materije ne bi upale sa zatrovanog zemljišta u bunare, to se u prečniku 15—20 metara oko njih dekontaminira i zemljište.

Posle uspešno izvedene dekontaminacije, iz vode i namirnica potpuno se uklone sve radioaktivne materije ili ostaju u tako malim količinama da to nije opasno po čoveka. No, u svakom slučaju, i tako dekontaminirane namirnice i vodu vojnik sme da upotrebljava samo po odobrenju starešine.

RADIOLOŠKA DEKONTAMINACIJA ZEMLJIŠTA

Kod najvećeg broja nuklearnih eksplozija (vazdušnih) kontaminacija zemljišta, van užeg rejona nulte tačke, nije tako jaka da se to zemljište ne bi moglo posesti ili se na njemu baviti. Samo u izuzetnim slučajevima (napr. pri padanju kiše ili snega ubrzo po eksploziji ili pogodnom vetru) može biti nešto jača kontaminacija zemljišta. Zato će biti retki slučajevi da je potrebno dekontaminirati rejone van užeg prostora oko nulte tačke, pa čak ni taj uži prostor, s obzirom da postoji mogućnost njegovog obilaženja ili stvaranja prolaza i preko jače kontaminiranog zemljišta.

Na zatrovanom zemljištu ili na putevima koji su zatrpani kontaminiranim ruševinama (u naseljenom mestu), pravljenje prolaza i oslobođenje puteva od kontaminiranosti najbrže se izvodi buldožerima. Ovim mašinama će se skinuti gornji sloj zemlje u visini od 10—15 sm i tako

sa njim ukloniti i kontaminacija, pa stvoriti prolaz koji nije kontaminiran. Ili će se buldožerom ukloniti ruševine sa puteva i odbaciti dalje van ivice puta. Ukoliko je širina ovako stvorenog prolaza na zemljištu veća i ukoliko su otpaci ruševina odbačeni dalje od ivice puta, utoliko je i bezbednost ljudi veća pri prelazu preko takvih puteva i iskopanih prolaza.

Kolika će biti širina iskopanog prolaza i u kojoj će se širini dekontaminirati putevi, zavisi kako od stepena njihove kontaminacije tako i od toga za kakvu su svrhu namenjeni (tj. da li samo za pešake ili i za vozila). S obzirom da se pešak sporije kreće, to i širina prolaza ima biti veća nego kada tu prolaze samo motorna vozila. U kojoj meri opada intenzitet zračenja u zavisnosti od širine prolaza vidi se iz tablice br. 3.

Tablica br. 3

Širina prolaza (raščišćenog puta) u metrima	Opadanje intenziteta zračenja
4—5 metara	50%
9—10 "	60%
13—14 "	70%
18—20 "	75%

Jako neravno i ispresecano zemljište teško se dekontaminira i buldožerima, no ovima se mogu izraditi prolazi bar preko nekih rejona, s tim da trupe pređu brzo i bez zadržavanja.

Za sada se ne vidi neki praktičan način da se dekontaminiraju veće površine zemljišta, makar što se zna da je za ovo dovoljno skinuti samo gornji sloj zemlje visine 10—15 sm. No u tom slučaju se može ovako očistiti bar ono zemljište koje se nalazi neposredno uz rovove, bunkere, mitraljeska gnezda i druge važne tačke na kojima se mora vojnik zadržavati duže vremena. Pri ovom skidanju gornjeg sloja zemlje nije potrebno da se ovaj

odnosi dalje, već je dovoljno i da se ovako skinuta zemlja samo prevrne, te njen gornji sloj (koji je najjače zatrovan) dođe dole. Ovakvi radovi su pogodniji na vlažnom zemljištu ne samo zbog lakšeg skidanja zemlje već i zato što se tada ne stvara prašina, puna radioaktivnih čestica.

Nad kontaminiranim zemljištem je i vazduh kontaminiran. Već kada aparat (GM brojač) pokaže 1.000 otkucaja u minutu, mora se staviti gasmaska. Kod otkucaja od preko 10.000 u minutu opasno je zadržavanje na tom rejonu.

* * *

Potpukovnik DAMJANOVIĆ dr BORIVOJE

DEJSTVA NUKLEARNE EKSPLOZIJE NA LJUDE, SIMPTOMI, KLINIČKA SLIKA I PRINCIPI LEČENJA OVIH POVREDA

Povrede kod ljudi izazvane eksplozijom nuklearne bombe mogu se podeliti u tri kategorije, i to: povrede od udarnog, toplotnog i radioaktivnog dejstva. Mada se ne mogu precizno odrediti razmere ovih povreda, ipak se mogu izvesti izvesni opšti zaključci u odnosu na vrstu nuklearne eksplozije.

Pri eksploziji u vazduhu najveći broj ljudskih žrtava nastaje usled toplotnog dejstva i indirektnog dejstva udarnog talasa. Broj žrtava od početnog radioaktivnog zračenja biće manji, dok naknadno zračenje neće predstavljati naročitu opasnost.

Kod prizemne eksplozije, toplotno dejstvo i dejstvo udarnog talasa mnogo je jače u neposrednoj blizini mesta eksplozije ali je površina tla zahvaćena dejstvom mnogo manja, te je broj žrtava od ovih dejstava nešto manji nego kod eksplozije u vazduhu.

Dejstvo početnog zračenja je i kod ove eksplozije veliko, samo u ovom slučaju okolni objekti i neravnine terena mogu da pruže izvesnu zaštitu ljudstvu koje je nešto udaljenije. Naknadno zračenje kod ove eksplozije je mnogo jače no kod vazdušne.

Broj gubitaka od toplotnog i udarnog dejstva je takođe manji pri podvodnoj eksploziji, ali je zato radioaktivna zatrovanost, tj. naknadno zračenje mnogo jače izraženo.

Povrede od ovog mogu biti od neznatnih do smrtonosnih. Stepenn povrede zavisi od jačine i karaktera dejstva, udaljenosti od nulte tačke, vrste zaklona i individualne osetljivosti organizma na radioaktivna zračenja.

Najlakša specifična ozleda, prilikom eksplozije nuklearne bombe, je privremeno slepilo (ambiopija), koje može trajati od nekoliko minuta do nekoliko sati. Ova ozleda nastaje na većem udaljenju usled pojave iznenadnog i jakog svetlosnog bleska pri eksploziji nuklearne bombe. Privremeno slepilo po svome prestanku ne ostavlja za sobom nikakve posledice.

Lečenje osoba koje imaju privremeno slepilo je lako. Savetovati im strpljenje i da ničim ne dodiruju i ne prljaju očne kapke. Potrebno je izvršiti odmah anesteziju očne sluzokože kokainom, čime će se ukloniti neprijatan osećaj opekotine ili stranog tela. Ovim bi se izbeglo da bolesnik trlja oči, što pojačava nadraženje sluznica, zapaljenje i bol, a i usporava lečenje.

Sva ova nega može biti pružena od strane pomoćnog sanitetskog osoblja, na terenu, tako da bi se specijalizovanom kadru uštedelo dragoceno vreme koje se može upotrebiti za lečenje teže povređenih. Osoblje koje pruža pomoć, naročito u ruševinama, treba da je snabdeveno zaštitnim naočarima protiv prašine, da ne bi natrunilo oči.

POVREDE OD DEJSTVA UDARNOG TALASA

Povrede izazvane dejstvom udarnog talasa mogu biti neposredne i posredne.

Neposredne povrede dolaze kao rezultat direktnog dejstva udarnog talasa na telo, i ne pokazuju ustvari ništa specifično, ili što bi se razlikovalo od povreda nanetih prilikom masovnog vazdušnog bombardovanja bombama teškog kalibra. Povrede koje su nastale, izražene su naročito znacima plućnih i trbušnih ozleda. Bolesnik može da bude u šoku, da ima otežano disanje sa izraženim plavetnilom kože, usled pomanjkanja kiseonika, ali ovo stanje obično prolazi posle 48 sati. Bolovi grudnog koša

mogu biti pojačani upornim kašljem koji traje više dana i vrlo često daje sukrvičasti ispljuvak.

Terapija. Osnovno je lečenje šoka (odmor, mir, brzo i produženo davanje kiseonika i psihičko podržavanje bolesnika). Da bi se povređenome olakšalo stanje, često je potrebno ispuštanje krvi, ali to se sme primeniti posle izvlačenja iz šoka.

Kod otežanog disanja i upornog kašlja potrebno je davati kodein naročito sa lobelinom. Vrlo dobro deluje i heroin, koji je manje depresivan za bolesnika od morfijuma.

U isto vreme potrebno je davati preventivno antibiotike — penicilin, streptomycin i drugo, radi sprečavanja mogućih komplikacija od infekcije.

Hirurške intervencije dolaze u obzir samo kao vitalna potreba.

Posredni mehanički efekti udarnog talasa, koji su izazvani sekundarnim projektilima (parčad, kamenje i drugo), izazivaju iste ozlede kao i prilikom bombardovanja običnim bombama i projektilima. U gradovima je naročito veliki broj ranjenih od razbijenog stakla i ozleda nastalih zatrpavanjem pod ruševinama.

Kod zatrpanih pod ruševinama ili pod zemljom, sa prignječenim udovima, naročito je karakterističan znak zatrpanih (Crush sindrom) koji je izučavao Bywaters kod zatrpanih žrtava teškog vazdušnog bombardovanja Londona 1940 godine.

Zatrpani je često proveo mnoge sate u ruševinama sa prignječenim udovima. Na njima se nalazi jedna ili više rana, mnogi uboji i nagnječenost, često i prelomi kosti. Najčešće njegovo opšte stanje ne izgleda zabrinjujuće. Posle nekoliko sati stanje ozleđenog se menja. Krvni pritisak mu pada, koža postaje bleđa i vlažna, kod bolesnika je nastupio šok. Usled usporenog krvotoka krv se zadržava u krvnim sudovima, krvna plazma prolazi kroz oštećene zidove sitnih krvnih sudova, zbog čega udovi otiču. Stanje bolesnika se pogoršava. Primenom odgovarajućeg lečenja bolesnik se može izvući iz šoka i stanje mu se postepeno popravlja.

Međutim, posle ovoga može doći ipak do pogoršanja. Mada se bolesnik izvukao iz šoka, udovi ostaju otekli i čvrsti i javljaju se znaci gangrene, poremećaj funkcije bubrega, koji je izražen smanjenim lučenjem mokraće. Osmog dana, u nekim slučajevima, mokraća se normalizuje. To već predstavlja početak ozdravljenja i javlja se kod jedne trećine ozleđenih.

U drugim slučajevima, tok bolesti može uzeti i teži obrt. Bolesnik postaje utučen, lučenje mokraće je u sve manjoj količini, javlja se povraćanje, srce popušta i nastupa smrt.

Lokalno, udovi mogu ostati dugo otečeni (nedeljama); na njima se mogu stvoriti rane koje se inficiraju, i ovako stanje može zahtevati amputaciju uda.

Terapija. Kod povreda nastalih sekundarnim projektilima lečenje se sastoji u izvlačenju iz šoka i obradi rana.

Kod ozleđenih koji pokazuju znake zatrpanih (Crush sindrom) opšte lečenje treba da sadrži: izvlačenje iz šoka ozleđenog i održavanje dobre funkcije bubrega, inače smo potpuno razoružani za uspešno dalje lečenje.

Lokalno: potrebno je odmah posle oslobođenja žrtve iz ruševina izvršiti imobilizaciju ozleđenog uda elastičnim zavojem, koji se zatim postepeno popušta, kako bi neurotoksin samo u maloj koncentraciji dolazio u bubrege, te se time unekoliko izbegla blokada bubrega i potpuno zastavljanje lučenja mokraće. Na imobilizovani ud stavljaju se hladne obloge ili led.

Hirurška: u teškim slučajevima savetovana je preventivna amputacija uda, da bi se izbegle bubrežne komplikacije neurotoksina. Često se vrše široka prosecanja omotača mišića oteklog uda, da bi se mišići oslobodili iz svojih loža. Ove su intervencije krajnji pokušaji i samo ih kao takve i treba primenjivati.

OPEKOTINE OD PLAMENA I TOPLLOTNOG ZRAČENJA

Opekotine izazvane pri eksploziji nuklearne bombe mogu nastati od plamena, kao i od toplotnog zračenja. Na delovima tela koji nisu zaštićeni odelom, naprimer lice i

ruke, opekotine od toplotnog zračenja se karakterišu manje ili više oštro ograničenom površinom, to su takozvane »profilne« opekotine. Opekotine od plamena kod nuklearne eksplozije, osim brojnosti, nemaju nikakvih karakteristika po kojima bi se razlikovale od opekotina koje prouzrokuju drugi požari. Jedina karakteristika opekotina kod eksplozije nuklearne bombe sastoji se u velikim gubicima u vrlo kratkom vremenu i raznolikosti opekotina na koje se nailazi — a što zavisi od udaljenja od mesta eksplozije.

Većina profilnih opekotina, pored toga što su ograničene na izložene delove tela, pokazuju i mnogo manju dubinu prodiranja u kožu. Odmah posle toplotnog zračenja javlja se upadljivo crvenilo onih delova kože koji su bili izloženi eksploziji. Ovi delovi postepeno postaju tamniji i stvaraju se plikovi u toku nekoliko časova. Izlečene opekotine obično imaju oštro ograničene rubove, koji su često još istaknuti i uskom zonom gubitka pigmenta u okolnoj koži.

Opekotine od dejstva toplotnog zračenja mogu nastati i dodirom. Naime, tamno obojeni delovi odela brže se zagrevaju od svetlih i opeku kožu sa kojom su u dodiru. Na mestima gde odelo čvrsto prijanja uz kožu takođe se stvaraju opekotine, naprimer u predelu ramena, laktova, pojasa itd.

Kosa može biti spaljena ili oštećena. Ponekad su povređene i razorene znojne žlezde i koreni kose.

Bolovi kod opekotina kože su izvanredno jaki, dok su duboke opekotine skoro bezbolne, usled destrukcije osetljivih nervnih ogranaka.

Prognoza opekotina mnogo više zavisi od širine nego dubine opekotine, naravno izuzimajući izvesne oblasti. Ali danas se ozleđeni koji imaju 50% pa čak i 60% opečenu površinu tela, mogu spasti, pod uslovom da su odmah podvrgnuti lečenju od strane specijalizovanog osoblja, koje raspolaze odgovarajućim mogućnostima.

Potrebno je uvek misliti na ogromne zalihe raznih sredstava koja su potrebna za obradu mnogobrojnih ope-

kotina izazvanih naročito pri eksploziji nuklearnih bombi. Po američkim proračunima, za jednog ozleđenog, koji ima duboke i široke opekotine, potrebno je: 17 litara plazme, oko 18 litara kompletne krvi, 45 litara raznih tečnosti za nadoknadu, velike količine antibiotika i analgetika, stotine metara zavoja i gaze, dosta vate i tri osobe za negu, a da se ne računa utrošeno vreme lekara specijaliste.

Danas je lečenje širokih i teških opekotina postalo pre svega lečenje šoka. Metode lečenja koje su na bazi transfuzija krvi i plazme, kao i davanje antibiotika, dozvoljavaju da se spase 40 do 50% opečenih, koji su ranije bili smatrani za neizlečive. Zato je potrebno da svaki lekar može da oceni važnost oštećenja i izvrši pravilnu trijažu opekotina. Potrebno je formirati specijalnu ekipu koja bi se brinula o beznadežnim slučajevima, ali koji se ipak ne mogu prepustiti svojoj sudbini, već im se mora pružiti maksimum olakšanja. Potrebna je posebna ekipa koja će se brinuti o licima sa velikim opekotinama koje pružaju izvesne nade za ozdravljenje. Broj ovakvih ozleđa biće sigurno tako veliki da sve neće moći biti brzo zbrinute za kratko vreme, te zato treba odvojiti sve one opekotine kojima nije potrebno specifično lečenje. Prirodno, da ovo zahteva potpuno objektivnu trijažu. Prema tome, svaki lekar mora da izvrši kategorizaciju opečenih prema procentu ozleđene površine tela. Zato je usvojena sledeća standardna šema za površine tela:

- glava — 6%
- trup i potiljak — 38%
- gornji udovi — 9%
- šake — 2,5%
- donji udovi — 19%
- butina — 9,5%
- stopalo — 3%.

Najzad, mišljenje je da sve povređene čija ozleđena površina tela dostiže 70%, treba smatrati kao izgubljene slučajeve, a one koji su ispod 25% kao srednje slučajeve, koji ne zahtevaju intervenciju specijalista.

POVREDE OD NUKLEARNOG ZRAČENJA
I RADIJACIONA BOLEST

Štetna dejstva radioaktivnog zračenja pretstavljaju jedan vid dejstva atomske eksplozije koji ne postoji kod eksplozije običnih bombi.

Malo opširnije ćemo razmatrati povrede od zračenja i radijacionu bolest, ali to ne treba da znači da je zračenje najvažniji izvor gubitaka pri atomskoj eksploziji. U prilog ovome govore bombardovanja u Japanu, gde je najviše 15% gubitaka bilo od zračenja, dok je preko 50% smrtnosti bilo usled opekotina. Pri ovome ipak treba imati u vidu da su ove povrede nastale kod ljudstva u naseljenom mestu. U poljskim uslovima ovaj procenat bi mogao biti i drugačiji.

Ozlede od radioaktivnog zračenja nisu jedan nov problem koji je proizašao usled eksplozije nuklearnih bombi, već to postaje jedan obiman mirnodopski problem. Razvitkom primene nuklearne energije u mirnodopske svrhe u industriji, poljoprivredi, medicini, biologiji itd. sve je veći broj ljudi koji rade na mestima izloženim radioaktivnom zračenju, kao i sa radioaktivnim materijalima. Tako su opasnosti od radioaktivnog zračenja postale jedan problem današnjice, jako širok, koji ne samo da interesuje pojedince, već i kolektive, pa i narodno zdravlje u celini.

Radioaktivna zračenja mogu biti spoljna ili unutrašnja, opšta ili lokalna, trenutna (akutna) ili produžena (hronična).

Kod spoljnog zračenja izvor zračenja je van organizma, i da bi zraci prodrli u njega moraju da prođu kroz izvesne zaklone (odelo, veš i drugo), te im je potrebna jača energija da bi najzad prodrli i kroz kožu tela.

Kada se kaže unutrašnje zračenje, onda se misli na radioaktivni izvor koji je unet u ljudski organizam jelom, pićem, udisanjem ili kroz kožu — ranjavanjem.

Radioaktivna zračenja su opšta kada je cela površina tela izložena zračenju, a lokalna kada je jedan veći ili manji deo površine tela bio izložen.

Trenutno ili akutno zračenje je kada je doza zračenja visoka, a vreme izlaganja kratko. Zračenje je produženo ili hronično, kada se relativno niska doza zračenja ponavlja svakodnevno u dužem vremenskom periodu.

Nas interesuju alfa, beta i gama zraci, kao i neutroni, koji deluju na organizam jonizacijom.

Radioaktivni zraci, da bi bili štetni, moraju dospeti do kože tela i ukoliko su prodorniji, utoliko dostižu i do vitalnih organa i tkiva u ljudskom telu.

Alfa čestice imaju jaku moć jonizacije, ali je njihovo delovanje ograničeno njihovom slabom moći prodiranja (oko 0,1 mm u tkivo). Prema tome alfa čestice ne predstavljaju opasnost spoljnog zračenja, pošto ih i list hartije i ljudska koža mogu zaustaviti. Ali ako alfa čestice dođu u organizam, a one se naročito zadržavaju na kosti i u blizini koštane srži, prouzrokuju teška oštećenja usled svoje velike moći jonizacije.

Beta zraci imaju takođe slabu moć prodiranja (oko 5 do 10 mm u tkiva), ali su usled moći jonizacije jako štetni ako se unesu u organizam. Beta zraci usled svog dometa od 5 do 10 mm deluju na kratkom rastojanju i na kožu, te prema tome predstavljaju i izvesnu opasnost od spoljnog zračenja.

Gama zraci, međutim, imaju manju moć jonizacije od alfa i beta čestica, ali njihovo svojstvo dubokog prodiranja dozvoljava im da dođu do dubokih organa tela, što predstavlja njihovu specijalnu opasnost kao izvor spoljnog zračenja.

Neutroni imaju jako veliku moć prodiranja i njihova snaga jonizacije je 5 do 6 puta veća od gama zrakova, te zato neutronske izvori predstavljaju veliku opasnost od spoljnih zračenja.

Uzima se kao opšte pravilo da, ako su izlaganja prevelikom zračenju bila lokalna, tj. ograničena na izvesne površine i delove tela, mogu nastupiti »povrede od zračenja«. Ove se povrede manifestuju lokalnim razaranjem tkiva, gubitkom kose i privremenom sterilnošću.

Ako je celo telo izloženo prevelikim dozama zračenja, onda dolazi do opšteg dejstva na organizam i nastupa obo-

ljenje koje se naziva »radijaciona bolest«. Radijaciona bolest je bila retka pojava pre bombardovanja Japana nuklearnim bombama, ali je u ovim napadima izuzetno veliki broj osoba bio izložen gama zracima različite jačine. Prema tome, bili su veoma raznoliki oblici i težine bolesti kod velike grupe ljudi koji su apsorbovali doze zračenja koje obuhvataju znatan domen — od beznačajnih do smrtonosnih količina.

Kada je izvor zračenja spolja, moguće je zaštititi se pomeranjem izvora zračenja, tj. udaljavanjem istog od tela, ili sklanjanjem, udaljenjem od izvora ili pak stavljanjem izvesne brane između izvora i tela.

Kada je neki radioaktivni elemenat unet u telo, on se zaustavlja, taloži se u raznim organima i tkivima. Ove se radioaktivne materije jako sporo izlučuju iz organizma, te zato ostaju kao stalan izvor radioaktivnog zračenja u telu. Zasada ne postoji nikakav efikasan način kojim bismo pojačali ili ubrzali odstranjivanje zadržane radioaktivne materije iz tela, usled čega postoji opasnost od unutrašnjeg zračenja. Jedna od opasnosti od radioaktivnog zračenja je i ta, što mi svojim čulima ne možemo da osetimo i primetimo radioaktivno zračenje. Zbog toga čovek može biti izložen ogromnim dozama zračenja, pa može da dođe i do ozbiljnih povreda, a da u to vreme ne bude ni syestan toga.

MEHANIZAM ZRAČENJA

Štetne posledice raznih zračenja, alfa, beta, gama i neutrona, potiču od njihovog jonizujućeg efekta, tj. od njihove sposobnosti da izbace orbitalne elektrone iz atoma u raznim jedinjenjima iz kojih se telo sastoji. Tačan mehanizam na osnovu koga jonizujuća zračenja proizvode svoj efekat zasada još nije dovoljno poznat. Poznato je da zračenja utiču na pojedine ćelije iz kojih se telo sastoji, uništavanjem elementa koji određuje njihove posebne funkcije. Sve ćelije sadrže protoplazmu, koja se sastoji iz centralnog tela i jedra, koje se nalazi u viskoznoj tečnoj sredini zvanoj citoplazma. Ćelija kao celina opkoljena

je membranom kroz koju prolaze soli, šećeri i druge supstance potrebne za njeno održavanje. U jedru se nalazi supstanca hromatin, koja stvara hromozome u doba kada se ćelija deli. Ovi hromozomi, čiji broj i oblik predstavlja specifičnu karakteristiku svake vrste, nose faktore naslednosti. Proteini koji se nalaze u hromozomima naročito su osetljivi na jonizujuća zračenja.

Posledice zračenja na ćeliji: razdvajanje hromozoma, nadimanje jedara i cele ćelije, uništenje ćelije, povećanje viskoznosti i protoplazme i veća propustljivost ćelijske membrane. Uništene ćelije i drugi biloški otpaci imaju sklonost da zapuše kapilare i time ometaju pravilnu cirkulaciju krvi. Kod zračenja proces deljenja ćelija je usporen, tako da su novostvorene ćelije često nesposobne za dalje deljenje, te se njihov broj na određenom ograničenom mestu povećava.

Prema tome, biološko dejstvo radioaktivnog zračenja smatra se kao rezultat jonizacije atoma žive materije. Jonizirani atomi imaju jedno jako aktivno hemisko svojstvo koje napada i šteti živu materiju, a što najčešće biva fatalno za ćelije. Jezgro ćelije je najosetljivije na radioaktivno zračenje.

Različita tkiva organizma različito su osetljiva na zračenje. Dejstvo je utoliko značajnije ukoliko je reproduktivna sposobnost tkiva veća. Mladi organizmi, naprimer, embrioni, koji deobom ćelija znatno brže rastu od odraslih organizama, mnogo su osetljiviji na zračenje. Tkiva testisa i koščane srži su veoma osetljiva zato što je njihova reproduktivna moć velika. Najosetljiviji su krvotvorni organi, polne žlezde i sluzokoža stomaka i creva. Najmanje su osetljive specijalizovane ćelije, kao nervno i mišićno tkivo.

SIMPTOMI RADIJACIONE BOLESTI

Kod osoba koje su bile isložene jačim radioaktivnim zračenjima pojavljuju se razna oštećenja i funkcionalne smetnje. Opasnost ovih ozleda zavisi od količine apsorbiranog zračenja i od površine kože koja je bila izložena

zračenju. Odavno se zna da jedan manji tumor (rak) na primer od 2 sm², bez ikakvih negativnih posledica može da bude zračen i dozama od 5.000 rendgena, dok bi doza od 600 rendgena, koja bi obuhvatila celokupno telo bolesnika, delovala smrtonosno, i sigurno bi umrlo 50% osoba izloženih ovoj bolesti.

Karakter ozleda takođe zavisi od organa ili tkiva koje je napadnuto. Najosetljivije je limfoidno tkivo, koščana srž, polni organi i zidovi tankog creva, dok su manje osetljivi mišići, nervi i definitivno koščano tkivo. Između ove dve grupe dolaze koža, jetra i pluća. Ako zračenja nisu bila istovremeno jaka, ćelije mogu živeti od nekoliko sati do nekoliko dana.

Ukoliko je doza zračenja jača, utoliko je i veći broj jonizacija i prema tome je i izrazitiji štetni efekat.

Opšti simptomi bolesti zračenja. Kod opšteg (akutnog) zračenja, kada je celo telo izloženo jačoj dozi u jednom relativno kratkom vremenu, javljaju se sledeći simptomi: gubitak apetita, prolivi, krvarenje desni, ždrela i jednjaka. Za ovim sledi opadanje dlaka sa celog tela i poremećaj odnosa krvnih elemenata — pad krvnih zrnaca i ostalih krvnih elemenata.

Prvi znak oboljenja javlja se istog dana posle izlaganja zračenju; mučnina i povraćanje praćeni osećanjem iznemoglosti. Zatim se bolesnikovo stanje malo popravlja, on se oseća dosta dobro nekoliko dana, a potom počinje opadanje kose i dlake i temperatura postepeno raste. Sada se javljaju krvavi prolivi, koji pretstavljaju jedan izraziti simptom. Broj belih krvnih zrnaca i krvnih pločica znatno opada, a zatim nastupa malokrvnost.

Kod onih bolesnika, kod kojih koščana srž ne prezdravi, ovi se simptomi ustaljuju i bolesnici umiru od iscrpenosti jedne duge bolesti. U drugim slučajevima, kod delimičnog ili potpunog izlečenja koščane srži, iščezava veći deo za malokrvnost karakterističnih simptoma, ali smrt može nastupiti usled komplikacija — naročito plućnih oboljenja i raznih apscesa.

Ako je celo telo izloženo zračenju:

od 0 — 25 r	—	nema vidljivih oboljenja
„ 25 — 50 r	—	može nastupiti promena u krvi ali nema ozbiljnih oštećenja
„ 50 — 100 r	—	izrazite promene u krvnim ćelijama
„ 100 — 200 r	—	još dublja oštećenja
„ 200 — 400 r	—	mogućnost smrti
400 r	—	fatalna smrt za 50%
600 r i više	—	fatalna smrt za 100%.

Prema tome, prosečna smrtna doza za čoveka je 400—450 r — umire 50%. Apsolutno smrtna doza je 600 r — umire 100%.

Udaljenost od tačke eksplozije (nulte tačke) igra veliku ulogu u stepenu oštećenja od zračenja, te prema zoni udaljenosti može se dosta približno predvideti stepen ozlede.

Prva zona: nezaštićene osobe, koje se nalaze u rejonu oko 1.000 m od nulte tačke, pokazuju jako akutno oboljenje od zračenja, što neminovno izaziva smrt u vremenu od 24 časa do maksimum 10 dana.

Druga zona: nezaštićene osobe, koje se nalaze u rejonu od 1.000 do 1.250 m od nulte tačke, pokazuju akutno oboljenje od zračenja, koje u 50% slučajeva povlači smrt i to u vremenu od 3 do 5 nedelja.

Treća zona: odgovara rejonu od oko 1.250 do 2.000 m. Oštećenja su mnogo blaža te ima veliki broj preživelih. Međutim, ako ipak posle šeste nedelje nastupi smrt, to je posledica malokrvnosti usled krvarenja, zapaljenja pluća ili teškog oboljenja creva.

Četvrta zona: nalazi se na ekstremnoj granici štetnog dejstva zračenja udaljenoj preko 2 km. Na ovoj udaljenosti oštećenja su normalno mala, a smrtni slučajevi izuzetni.

Simptomi samo od radioaktivnog zračenja retko se sreću. Ozlede su obično miksne (mešovite, izazvane zračenjem + ranjavanjem + opekotinama) te su i simptomi različiti.

Prema visini primljene doze, tok bolesti biće sledeći:

Smrtna doza od 600 r i više izazvaće odmah ili jedan do dva časa posle eksplozije nagon na povraćanje i samo povraćanje. U toku prve nedelje ne postoje određeni simptomi, osim stanja zamorenosti sa gubitkom apetita, i 6 do 7 dana proliva. U toku druge nedelje pojavljuju se prvi simptomi zapaljenja desni i krajnika, rezultat lokalne infekcije i oslabljenih zidova kapilara, koji izazivaju krvne podlive sluzokože.

Lokalne infekcije su posledica leukemije (smanjenje belih krvnih zrnaca) koja je posledica zračenja, dok su kapilarna krvarenja naročito rezultat smanjenja krvnih pločica, koje je proizašlo usled oštećenja koščane srži. Brzo gubljenje telesne težine uz osećanje umora i iznemoglosti prati gore navedene pojave. Smrt u 100% slučajeva nastupa krajem druge ili u toku treće nedelje.

Kod srednje doze od 400 r takođe se javlja nagon za povraćanjem i povraćanje, i to 1 do 2 časa posle eksplozije. U toku prve i druge nedelje ima malo kliničkih simptoma osim zamorenosti, iznemoglosti i eventualnog gubitka apetita, ali će krvna slika pokazati vidljiva oštećenja.

Od drugog dana se javlja smanjenje broja belih krvnih zrnaca, što ponekad ne traje duže od nekoliko dana; ali u nekim slučajevima smanjenje broja može biti i jako izraženo, do 500 na 1 mm^3 . U početku treće nedelje počinje opadanje dlake, groznica sa opštim teškim stanjem i potpun gubitak apetita. Oštećenje desni i krajnika je još jače izraženo, dok se klinički simptomi oštećenja koščane srži nadovezuju sa izraženim bledilom, tačkastim krvnim potkožnim podlivima i gubitkom telesne težine. Smrt nastupa u 50% slučajeva.

Za doze od 100 do 300 rendgena simptomi u početku ne moraju biti izraženi, mada nekoliko časova posle eksplozije ili sutradan bolesnici mogu pokazati opštu nelagodnost, nagon za povraćanje i zamor, a ovo stanje može ponekad trajati i 8 do 10 dana. U toku treće nedelje javlja se opadanje dlake sa gubitkom apetita i neodre-

đenim teškoćama. Prema dozi i osetljivosti bolesnika, mogu se javiti znaci lake angine, kao i bledilo sa potkožnim krvnim podlivima. Gubitak u telesnoj težini je neznan, ozdravljenje je redovno, izuzev infektivnih komplikacija, koje se češće javljaju kod slabo otpornih osoba. Krvna slika pokazuje smanjen broj belih krvnih zrnaca, ali u svakom slučaju lakog oblika. Anemija se javlja na kraju treće nedelje. Poboljšanje krvne slike ide vrlo sporo.

PRINCIPI LEČENJA POSLE NUKLEARNE EKSPLOZIJE

Većina ranjenika će, pored ozleda nanetih različitim projektilima, istovremeno imati i opekotine i radiooštećenja. One koji su primili 600 r ili više, naročito ako imaju opekotine ili druga ranjavanja, moramo smatrati izgubljenim slučajevima, i treba se zadovoljiti samo pružanjem opšte nege i sredstava protiv bolova.

Oni koji su primili preko 400 r moraju biti zbrinuti najboljim i najspecifičnijim metodama, jer imaju izgleda za ozdravljenje. Prvih dana se smeštaju sa bolesnicima od šoka. Gubljenje tečnosti nastalo prolivima i povraćanjem može biti vrlo brzo. Treba ga pratiti kontrolišući davanje i apsorpciju tečnosti, a naročito lučenje mokraće, koje može biti vrlo umanjeno. Da bi se nadoknadio gubitak tečnosti, daju se potkožne i venozne injekcije fiziološkog rastvora, kome je dodata glikoza i to u količini koja odgovara gubitku tečnosti. Pošto u toku bolesti dolazi i do gubitka soli, potrebno je da u ovakvom slučaju dodajemo kuhinjsku so, naravno ako se ne pojave otoci. Od bolesnika koji povraća i ima proliv, ne treba zahtevati da uzima veće količine hrane kroz usta, pošto su povraćanja često odraz teškog oštećenja sluzokože stomahnog i crevnog sistema, koja mogu da idu do potpunog izumiranja crevne sluzokože. Protiv niskog pritiska, koji je tako čest u radijacionoj bolesti, preporučuje se upotreba dezoksikortikosterona, mada se ni od njega ne treba nadati nekim specijalnim rezultatima.

Potrebno je od prvog momenta voditi borbu protiv posledica zračenja, a to su: smanjenje broja belih krvnih zrnaca i krvnih pločica, malokrvnost, zatim pad belančevina u plazmi sa svim posledicama nedovoljne ishrane, krvnim odlivima i infekcijama.

Jedna od ozbiljnih posledica zračenja je infekcija, koja je rezultat smanjenog broja belih krvnih zrnaca i prodora mikroba. Mikrobi probavnog trakta prodiru u krv usled sitnih ozleda sluzokože dvanaestopalačnog i tankod creva. Potrebno je odmah u početku boriti se protiv ovog puta infekcije. Zasada je najbolje sredstvo dezinfekcija probavnog trakta, aureomicin i teramicin uzeti u dovoljnim količinama kroz usta. Ova metoda ima prednost što štiti i od drugih načina infekcije. Borba protiv infekcije je izvanredno važna i sa njome se mora početi što ranije da bi se osigurala potpuna dezinfekcija creva. Uostalom, široka primena antibiotika biće od neocenjive koristi kod bolesnika koji su istovremeno oštećeni radiološkim i drugim ozledama od opekotina i ranjavanja usled udarnog dejstva.

Danas se smatra da je, posle davanja antibiotika, upotreba belančevina jedno od najvažnijih sredstava za borbu protiv hipoproteinemije. Najbolji način je intravenozna injekcija krvne plazme. S obzirom da će se posle nuklearnih bombardovanja verovatno osećati nedostatak krvi i plazme, potrebno je spremati velike rezerve suve plazme konzervisane u zatvorenim sudovima na niskoj temperaturi. U nedostatku krvi i plazme možemo koristiti i druge oblike ovog lečenja, kroz kožu pa i kroz usta. Ljudstvo koje se nalazilo u opasnim zonama zračenja treba da dobije hranu bogatu belančevinama. U slučaju nedostatka krvi i plazme, a gde je potrebno da se održava nivo osmoznog pritiska, mogu se koristiti zamene plazme kao dekstran ili suptozan.

Najveća potreba za većom količinom krvi oseća se u trećoj nedelji posle izlaganja zračenju, u momentu kada je malokrvnost izražena i kada se pojavljuju potkožni podlivi krvi. U svakom momentu je potrebno davati injekcijama vitamine P i K za borbu protiv krvarenja.

Uticaj ovih vitamina više je preventivan (za sprečavanje) nego kurativan (za izlječenje).

Vreme lečenja je neobično dugo pre potpunog oporavljanja, a naročito dugo traje malokrvnost i gubitak u težini.

Polni organi su jako osetljivi na radijaciju, ali sa dozama koje nisu smrtonosne malo je verovatnoće da će doći do definitivne sterilizacije.

POSTUPAK SA OZLEĐENIM

Kada smo ozleđenog od zračenja evakuisali, potrebno je da mu se odmah obezbedi potpun fizički i psihički mir, da bi se do maksimuma očuvala njegova energija. Bolesnik treba da je nepokretan u svojoj postelji, zagrejan i smiren. Za opšte smirenje treba koristiti morfijum ili koji drugi hipnotik. Treba primeniti specijalni režim ishrane. U početku hidrična dijeta, zatim postepeno, prema stanju probavnog trakta i prema fazi njegovog popravka, ishrana će se progresivno normalizovati. Potrebno je da je bogata belančevinama i jako kalorična, a da je siromašna ugljenim hidratima, da bi se do minimuma odstranili ostaci koji bi mogli da ugroze već ozleđenu crevnu sluzokožu. Ne davati mnogo masnih materija, ali dosta vitamina i to po mogućnosti u obliku svežih voćnih sokova. Mada je potrebno da se bolesnik dobro hrani, ne treba insistirati na uzimanju hrane kroz usta, ako se bolesnik žali na bolove u truhu. U početku, za vreme tečne dijete, ne primoravati bolesnika da pije ako on to odbija. Pošto ishrana mora da se održava, treba koristiti put kroz kožu, venu i rektum. Protiv dehidratacije boriti se uobičajenim sredstvima.

Naročito je važna opšta nega, opšta higijena, uska kontrola bolesnika, čistoća kože, sluzokože usta, kontrola stolice i krvarenja. Medicinska kontrola, koja ne sme da popusti ni za vreme rekonvalescencije, odnosi se specijalno na kontrolu krvi (broj belih i crvenih krvnih zrnaca, hematokrit, brojanje retikulocita i trombocita, kontrola zgrušavanja krvi) i mokraće.

Transfuzije krvi se primenjuju do oporavljenja funkcije koščane srži. Ovo je neodložno zbog nadoknade usporene ili zaustavljene hematopoeze (stvaranje krvnih zrnaca), prouzrokovane oštećenjem koščane srži; zatim, za zamenu izgubljene krvi, usled krvarenja, kao i radi borbe protiv sekundarnog šoka. Sa transfuzijama se mora početi relativno rano. Količina krvi, kao i učestalost transfuzija, zavisiće od pravilnog ispitivanja krvne slike.

Srednji slučajevi, do 400 rendgena, jedini su kod kojih je opravdana transfuzija krvi u učestalim dozama.

U teškim slučajevima, 600 rendgena, transfuzije ne donose nikakvo olakšanje bolesniku i ne poboljšavaju njegovo stanje. Primena transfuzije krvi u ovim slučajevima predstavlja beskorisno gubljenje jednog retko vitalnog elementa, koji bi efikasno mogao spasti manje oštećenu osobu.

Transfuzije krvi obično nisu potrebne pre početka druge nedelje. Količine koje treba davati biće određene kliničkim stanjem i prema laboratoriskim nalazima. Treba računati na oko 250 sm^3 krvi, što se ponavlja svaka četiri dana za vreme od šest nedelja. Srednja predviđena količina krvi za svakog bolesnika penje se na oko 2.500 sm^3 .

OZLEDE OD NAKNADNOG ZRAČENJA

Ozlede koje nastaju od naknadnog zračenja (kontaminiranog terena i drugog), istog su tipa kao i one koje smo već opisali, samo su u mnogo slabijem obliku.

PROGNOZA

Lečenje radijacione bolesti zavisi od opšteg oštećenja, a ovo je opet u zavisnosti od udaljenosti od eksplozije, površine zračenog tela, trajanja zračenja, kao i postojanja drugih ozleda (opekotine i druge).

Ukoliko se simptomi pojave ranije, utoliko je zračenje bilo jače. Izgleda da broj belih krvnih zrnaca predstavlja barometar svakog slučaja. Ako je njihov broj oko 1.000/ mm^3 , u pitanju su srednji slučajevi, ako broj padne na 600/ mm^3 i ispod toga, prognoza je fatalna.

Pad limfocita je takođe interesantan indikator. Ako se ne pojavi u prvih 24 do 48 sati, zračenje je bilo ispod 25 r i verovatno je bez posledica. Od 25 do 100 r konstatuje se prolazna limfopenija; zatim, ukoliko je zračenje bilo jače, limfopenija je izrazitija i duže traje.

*

Bez obzira na spremnost prihvatanja lečenja i nege lica koje ima ma kakvu ozledu nastalu različitim uticajima nuklearne bombe, i na poznavanje metoda lečenja koje treba primeniti, ipak treba imati u vidu da u jednom ratu u kome će se primenjivati nuklearna sredstva masovnost i komplikovanost ozleda neće nam verovatno dozvoliti da ovo lečenje tako lako realizujemo. Zato će biti potrebni veliki efektivni specijalizovanog sanitetskog osoblja svih kategorija, kao i rezerve raznovrsnog sanitetskog materijala, koje treba sakupiti i održavati za vreme mira, jer bez njih je nemoguće organizovati jedno brzo i solidno zbrinjavanje, lečenje i osposobljavanje ljudstva.

* * *

Kapetan bojnog broda
TOMŠIĆ JANEZ

DEJSTVO NUKLEARNE EKSPLOZIJE NA POMORSKE BAZE I ZAŠTITA

1. UVOD

Sklop tehničkih postrojenja i uređaja na određenom području obalnog pojasa koji obezbeđuje siguran boravak brodovima dok nisu na zadacima na moru i koji im pruža čvrsti materijalni oslonac za remont i popunu opremom, municijom i gorivom predstavlja vojnu pomorsku bazu.

Nuklearno oružje sa svojim udarnim, radioaktivnim i toplotnim dejstvom postavlja nove zahteve za obezbeđenje vojnopomorskih baza i brodova u njima. Dok su nuklearne bombe upotrebljene u Japanu dale dosta podataka o njihovom dejstvu na kopnena postrojenja, dotle su podvodne i nadvodne eksplozije na Bikiniju pružile podatke o dejstvu na ratne brodove. Objavljeni rezultati omogućavaju da se sagledaju problemi zaštite savremenih pomorskih baza koji proizlaze iz efekata nuklearnih bombi.

Savremena pomorska baza traži odgovor na sledeća pitanja: »Kakva je otpornost broda, baze i njenih objekata ako su podvrgnuti dejstvu nuklearne eksplozije?« i »Kako graditi, organizovati, tehnički urediti i opremiti pomorske baze da budu otpornije na dejstvo nuklearne eksplozije?«

Polazeći od činjenice da su objavljeni podaci samo za nuklearne eksplozije nominalnih bombi i naše će se iz-

laganje bazirati na tome. Biće razmotreni pomorski i kopneni delovi baza pod dejstvom nuklearne eksplozije u vazduhu i pod vodom. Pri tom se neće ulaziti u razmatranje sredstava koja služe za lansiranje i prenošenje nuklearnog oružja i u taktiku primene tih sredstava. Sva razmatranja vršena su na osnovu određenog položaja centra eksplozije nuklearnog oružja bez obzira na sredstvo upotrebljeno za njihovo lansiranje.

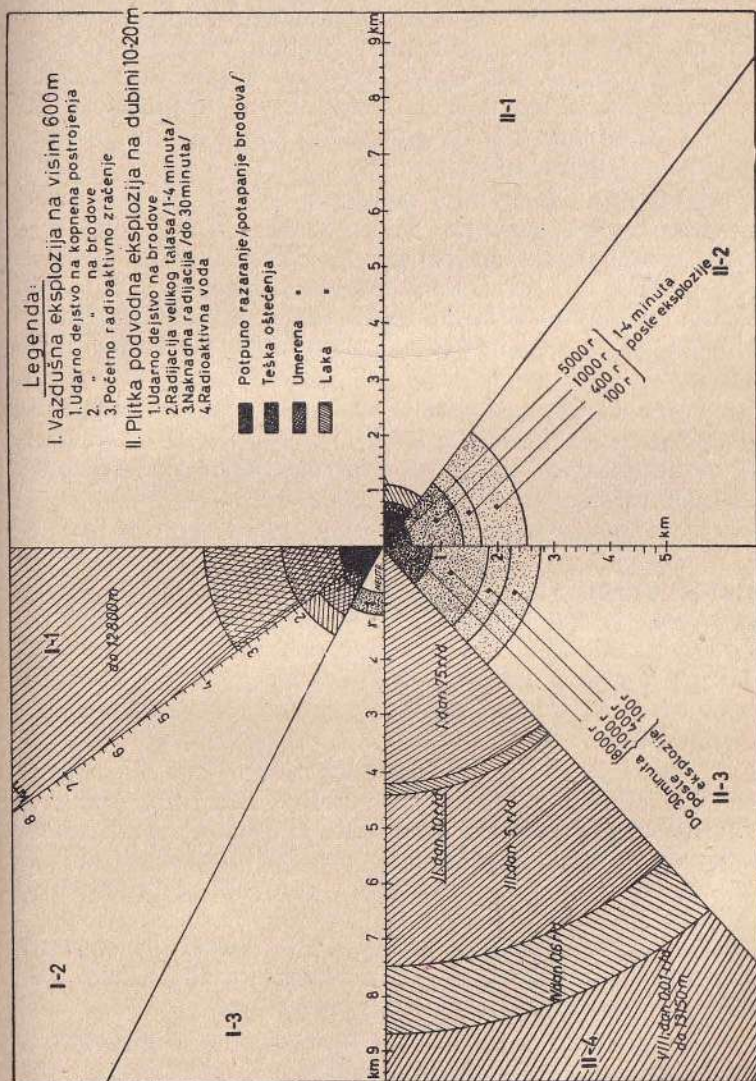
Ista bomba, bez obzira da li će eksplodirati u zraku, pod vodom ili na maloj visini iznad mora ili kopna, dejstvovaće svojom eksplozijom na kopnene i pomorske delove vojnopomorske baze. Pored strategiskih i operativnih razloga, zavisi od mnogih faktora koja će vrsta eksplozije biti upotrebljena, a među tim faktorima su najznačajniji: konfiguracija i visina obale, dubina mora i razuđenost obale. Ako se želi trenutno uništenje pomorske baze sa njenim uređajima na kopnu i brodovima onda treba primeniti istovremeno dejstvo nadvodne i podvodne eksplozije. Ovo nameće potrebu da se razmatra dejstvo jednog i drugog vida primene nuklearnog oružja.

Grafikon (slika br. 1) učinaka vazdušne i podvodne eksplozije nominalne nuklearne bombe prikazuje ona dejstva o kojima prilikom razmatranja pomorske baze treba voditi računa.

a) Udarno dejstvo

Nuklearna eksplozija izaziva masovno rušenje zgrada i objekata koji dolaze pod udar vazdušnog pritiska, dok klasična bomba uništava samo pojedine delove zgrada ili pojedinačne zgrade.

Prilikom plitke podvodne eksplozije na dubini od 10—20 m ispod površine mora $\frac{4}{5}$ oslobođene udarne energije dejstvuje kroz vodu, a $\frac{1}{5}$ energije izbija na površini mora, u atmosferu, i dejstvuje kao da je eksplozija usledila na površini mora. Naprimer, kod nominalne nuklearne bombe treba računati da snaga ravna 4.000 tona TNT dejstvuje na vodenoj površini.



Slika 1. — Grafikon učinaka vazdušne i podvodne eksplozije nominalne nuklearne bombe

Razaranje. Grafikon pokazuje da vazдушna eksplozija razara kopnene objekte na prostoru poluprečnika do 800 m, a brodove do 600 m. Potrebno je podvući da je brod otporniji na eksplozivni udar od kopnenih objekata, jer su elementi čvrstoće i otpornosti na eksplozione šokove više zastupljeni u njegovoj konstrukciji nego u konstrukciji kopnenih zgrada.

Razaranje kopnenih objekata u pomenutom poluprečniku ogleda se u potpunom razaranju svih zgrada u bazi. Samo rušenje zgrada nastupa usled dejstva vertikalnog pritiska na krov i horizontalne konstrukcije ili usled dejstva bočnog pritiska na vertikalne zidove. Komponente pritiska se menjaju prema otstojanju od nulte tačke eksplozije.

Potrebno je napomenuti da su radioničke i skladišne zgrade (drvene, betonske i od cigle — bez železnih konstrukcija) podvrgnute potpunom rušenju na poluprečniku od 1.500 m.

Kod zgrada železnih konstrukcija zatvorenih ciglom, talasastim limom ili azbestno-cementnim pločama prvi impulsi uništavaju obloživi materijal, a daljni dejstvuju na železne konstrukcije i, zavisno od međusobnog dejstva horizontalnih i vertikalnih udara, nastupa savijanje i uništavanje nosećih konstrukcija. Otpornije su zgrade koje su obložene krtim materijalom naprimer azbestno-cementnim pločama.

Podzemna skloništa koja su građena kao otporna na klasične bombe pokazuju se dovoljno otpornim i za nuklearnu eksploziju. Otvorena ili poluzakopana skladišta pogonskog goriva biće uništena, a gorivo verovatno zapaljeno. Nezakopani i nezaštićeni cevovodi za gorivo biće uništeni.

Armirano-betonske zgrade konstruktivno otporne na ubrzanje masa ruše se u poluprečniku do 500 m, što približno odgovara daljini potapanja brodova.

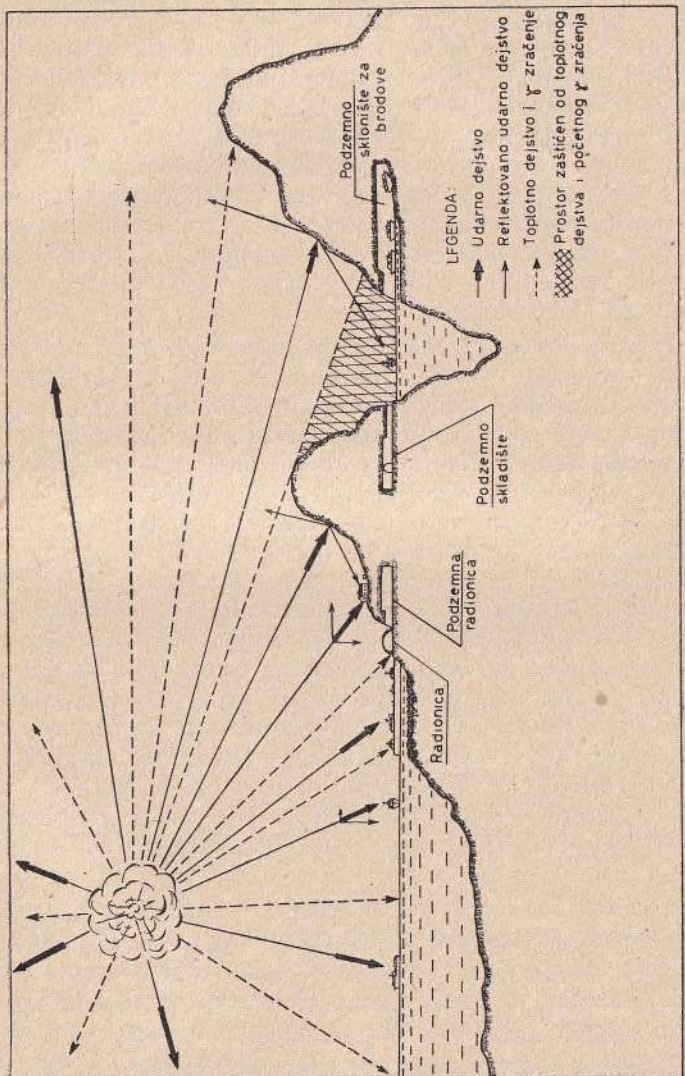
Opit »Baker« (vazдушna eksplozija) na Bikiniju izazvao je potonuće 2 transportna broda, 2 razarača i 1 lake krstarice koji su se nalazili na 450—600 m od nulte tačke

eksplozije. Jedna podmornica koja je bila udaljena 500 metara posle 8 dana je ponovo plovila. Vazdušni udar izazvao je velika oštećenja na nadgrađima, palubama, brodskom koritu i vodonepropromočivim pregradama. Popuštanje šavova i zakovičnih spojeva na vodenoj liniji i iznad nje oslabilo je vodonepropustljivost brodova po celoj dužini i prouzrokovalo potapanje. Vazdušni udar koji bi se prenosio preko vode na brodski trup neznatan je i nema uticaja na potapanja broda. Otpornost podmornice, iako je bila na površini, tumači se cilindričnim oblikom čvrstog trupa, koji je znatno otporniji od podvodnih profila brodskog trupa.

Plitka podvodna eksplozija dejstvuje na podvodne delove brodskog trupa, pristaništa, mola, fundamente zgrada i objekata i na razne tehničke materijale i postrojenja koja se nalaze u moru, kao naprimer podvodne električne, telefonske, telegrafske kablove, uređaje za prisluškivanje i detekciju, plutače, zaprečna sredstva, mreže, barikade, mine itd. Poluprečnik razaranja odnosno potapanja iznosi za brodski trup oko 600 m. Treba računati da će na istom otstojanju veći deo napred pobrojanog materijala i uređaja biti ili uništen ili teško oštećen što zavisi od njegovog oblika i konstrukcije. Kod ove eksplozije treba imati na umu objekte na moru koji su delom u vodi a delom iznad vode (napr. brod, molo, plutače, barikade itd.), a koji će biti podvrgnuti dejstvu podvodnog udara i dejstvu vazdušnog udara podvodne eksplozije. Kopneni objekti obične konstrukcije koji bi se našli na obali u granicama od 500—600 m od centra eksplozije takođe bi bili uništeni od vazdušnog udara podvodne eksplozije.

Kao što je rečeno razorno dejstvo eksplozije u zraku kreće se na poluprečniku od 600—800 m, a u vodi od 500—600 m. Prilikom razmatranja lokacije elemenata u bazi u odnosu na nuklearnu eksploziju treba uzimati gornju nepovoljniju granicu tj. 800 m.

Teška oštećenja. Snaga udarnog dejstva opada sa udaljenošću od nulte tačke. Kopneni objekti kao razne



Slika 2. — Uticaj konfiguracije zemljišta na dejstva eksplozije nuklearne bombe u vazduhu

zgrade, radioničke hale, skladišta, tehnički uređaji (dizalice, železnice, elektrovodovi itd.) zbog udarnog dejstva podvrgnuti su ozbiljnim oštećenjima u poluprečniku od 800—1.800 m od nulte tačke. Udarno dejstvo pri podvodnoj eksploziji izaziva na poluprečniku od 500—1.800 m slična oštećenja kao kod kopnenih objekata. Brodovi koji se nalaze u okviru gornjih granica a nisu potopljeni pretrpeće teško oštećenje na nadgrađu i oplati. Na poluprečniku od 800—1.300 m mogu se očekivati oštećenja parnih kotlova, parovoda, uljovoda i brodskih drenaža.

Udarno dejstvo podvodne eksplozije nanosi brodovima i brodskim uređajima oštećenja teške prirode na poluprečniku od 700—800 m. Oštećenja se ogledaju u slabljenju brodske konstrukcije, kvaru brodskih uređaja i opreme za nepotopljivost broda (drenaža, sisaljki itd.) i prekidu električnih instalacija. Oprema koja je fundirana na antišok podlogama izdržaće udare. Ukoliko je masa opremnog dela manja utoliko je i verovatnoća teškog oštećenja manja, odnosno veća je sigurnost da će uređaji podneti udare impulsa. Opiti su pokazali da je brodska finomehanička i elektronska oprema znatno otporna na udarno dejstvo.

Kod razmatranja teških oštećenja od vazdušne eksplozije, koja mogu biti nanosena kopnenim objektima, dolazi se do gornje granice poluprečnika od 1.800 m, a za brodove do 1.100 m. Podvodne eksplozije dejstvuju na brodove od 700—800, dakle nešto manje nego vazdušna eksplozija. Prilikom proračuna i uočavanja područja teških oštećenja kod nuklearne eksplozije treba se koristiti *za objekte na kopnu normom od 1.800 m, a za objekte na moru od 900 m.* U tim granicama ne može se posle eksplozije računati na korišćenje objekata na kopnu i brodova na moru bez prethodnog remonta.

Umerena oštećenja. Vazdušna eksplozija nanosi umerena oštećenja kopnenim objektima u poluprečniku od 3.200 m od nulte tačke, a brodovima do 1.400 m. Vazdušni udar plitke podvodne eksplozije nanosi umerena oštećenja

kopnenim objektima do 1.800 m, a brodovima do 1.300 m, a podvodna eksplozija nanosi umerena oštećenja brodu na otstojanju od 800—1.200 m od nulte tačke.

I u ovom slučaju se nameće potreba proračunske norme u gornjim granicama i to za objekte na kopnu u poluprečniku od 3.200 m, a za brod od 1.400 m od nulte tačke. Treba napomenuti da su oštećenja u ovim granicama takve prirode da kopnena postrojenja traže raščišćavanja i remontiranja srednjeg karaktera, a brodovi gube sposobnost vožnje do otklanjanja nastalih kvarova koje može izvršiti brodska posada.

Laka oštećenja od vazdušne eksplozije, koja nemaju ozbiljnog uticaja na upotrebljivost objekata na kopnu i brodova na moru, nastupaju na kopnenim objektima u poluprečniku do 12.000 m. Vazdušni udar podvodne eksplozije dejstvuje na objekte do 6.000 m.

Eksplozivno dejstvo ne ispoljava se samo u udarnom dejstvu, koje je izneto napred, već velika brzina (od 4.500 m/sek) kojom se eksplozija kreće izaziva niz sekundarnih pojava. Te pojave takođe dejstvuju na elemente pomorske baze i izazivaju mehaničke učinke. Najvažnija od ovih dejstava jesu: geofizička dejstva, dejstva vodenog stuba i dejstva valova na moru.

Geografska dejstva. Udarno dejstvo eksplozije, koje deluje na zemljinu površinu, prenosi se u zemlju i dejstvuje na ukopane objekte. Ova su dejstva neznatna i zavisna od otstojanja od centra eksplozije. Taj pritisak može izazvati pomeranje zemlje (u Japanu napr. na daljini od 600 m došlo je do pomeranja zemlje do 30 sm), što može naneti kvarove vodovodnim, naftovodnim, kanalizacionim i elektro-uređajima koji su zakopani na malim dubinama. Kvarovi se ogledaju u popuštanju spojeva, prskanju cevovoda i slično. Konstrukcijom koja bi odgovarala predviđenom ubrzanju zemlje zbog nuklearne eksplozije, mogu se ovi kvarovi u znatnoj meri sprečiti.

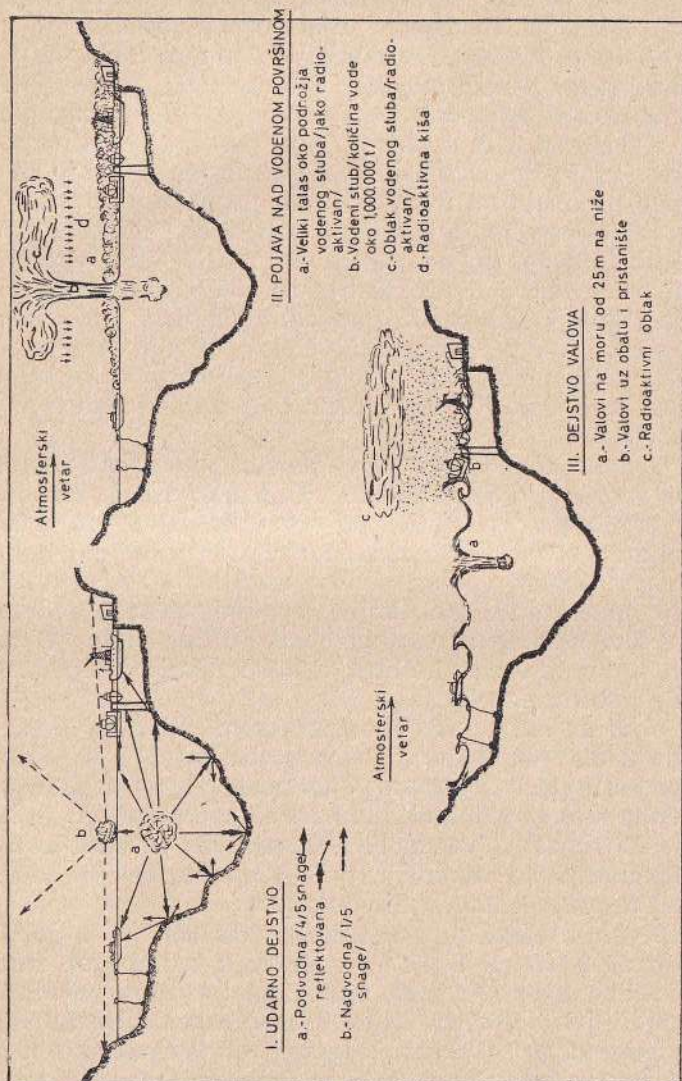
Udarno dejstvo eksplozije odražava se i na morsko dno i izaziva na njemu promene. Na Bikiniju bilo je na površini od 400.000 m² promene u dubini dna od 30—100

sm, a najveće promene nastupile su ispod centra eksplozije. Norme za ovo dejstvo nije moguće odrediti jer, pored udarnog dejstva i karakter dna znatno utiče na promenu dubine. Sastav morskog dna može biti najrazličitiji: krečni kamen, granitni kamen, lapor, mulj, pesak, glina itd., a svaki od ovih drukčije će reagovati na dejstvo podvodne eksplozije. U svakom slučaju treba računati da će nastale promene na morskome dnu neposredno uticati na podvodna postrojenja i uređaje koji bi se nalazili u poluprečniku od 500 m od centra eksplozije. Ova oštećenja mogu se ogledati u prekidanju ili oštećenju telefonskih, telegrafskih i električnih podvodnih kablova i cevovoda na morskome dnu, pomeranju elektro-zavojnica i pentle za detekciju podvodnih objekata i određivanje broskog magnetizma, kao i u dejstvu na lance, sidra i plutače za vez brodova.

Vodeni stub i talas u njegovom podnožju. Vatrena lopta stvorena u vodi u toku eksplozije nestaje čim mehur vrelih gasova izbije na površinu mora. Na mestu probijanja eksplozije u atmosferu gasovi nose sa spoljne strane sa sobom vodu i vodene kapljice i stvaraju t.zv. šuplji vodeni stub kroz koji izlazi radioaktivna sadržina eksplozivnog mehura u vidu oblaka. Zbog težine vode i nižih temperatura taj oblak dostiže manje visine nego kod vazdušne eksplozije.

Vodene čestice stvorene početkom udarnog dejstva stvaraju oko podnožja vodenog stuba pojas guste magle od tečnih kapljica. Taj se pojas naziva talas u podnožju vodenog stuba, a ima osobinu da se kreće kao da je homogena tečnost, i veoma je radioaktivan. Stvara se oko 10 sekundi posle eksplozije, a 4—5 minuta kasnije dobija izgled oblaka sličnog stratokumulusu.

Prečnik vodenog stuba iznosi do 600 m a dostiže visinu do 2.500 m. Količina vode koju sadrži stub iznosi oko milion tona. On može naneti znatne štete pojedinim lukama i pristaništima. Grubi proračun pokazuje da pojedine luke mogu prilikom plitke podvodne eksplozije izgubiti zbog vodenog stuba u vrlo kratkom vremenu toliko vode da nivo vodostaja opadne za oko 140 sm. Posledice,



Slika 3. — Dejstva podvodne eksplozije nuklearne bombe

koje se ogledaju u brzom nasukavanju brodova uz obalu, u dejstvu na obalne podvodne građevine i u jakom strujanju morske vode, mogu biti veoma ozbiljne.

Talasi na površini mora. Osim stvaranja vodenog stuba i talasa u njegovom podnožju, usled udarnog dejstva stvaraju se u moru oko nulte tačke talasi, koji troše oko 0,4% energije nuklearne bombe. Sa opita na Bikiniju izvučeni su o toj vrsti talasa sledeći podaci:

Udaljenost talasa od nulte tačke eksplozije u m.	300	600	1200	1800	2400	3000	3600	5500
Visina talasa (od vrha do podnožja) u m.	28	14	7	5	4	3	2,5	2
Vreme dolaska talasa posle eksplozije u sek.	11	23	48	74	101	127	154	300

Visina talasa zavisi od dubine vode. Kod dubokih podvodnih eksplozija sa tačkom eksplozije na dubini većoj od 100 m može se očekivati 2 do 3 puta manja visina talasa.

Dubine severnog dela Jadrana i istočnog obalskog i otočkog obalskog područja su takve da se mogu očekivati samo plitke podvodne eksplozije, pa prema tome i približne visine talasa iznesene u gornjoj tablici.

Brzina talasa iznosi oko 32—24 čvora. Oni dejstvuju na brodove i plovna sredstva iznenadnim udarom. Na obali, pored erozije, talasi mogu izazvati razbijanje brodova o obalu. Srazmerno niska mola i pristaništa, čija se visina kreće između 1,20 do 2,00 m mogu biti prelivana talasima, koji svojom snagom ruše lučka tehnička i saobraćajna postrojenja. Eksplozije u blizini suhих dokova i navoza izazvaće talase koji mogu naneti velika oštećenja i prevrtanje brodova. Brodovi na sidrištu mogu lako biti otkinuti i odvučeni zbog pucanja brodskih sidrenih i plutačnih lanaca, a manji brodovi i čamci mogu biti izbačeni na obalu.

Razmatrajući vazdušni i podvodni udar nameće se pitanje: kako rasporediti elemente baze na kopnu, a kako brodove na moru, da ne dođe, usled dejstva jedne eksplozije do razaranja i teškog oštećenja velikog broja objekata i brodova. Rastojanja pretstavljena poluprečnikom umerenog dejstva eksplozije pretstavljaju donju granicu na kojoj treba očekivati onesposobljenje kopnenih objekata i brodova. Da bi faktor sigurnosti bio dovoljno zastupljen treba se prilikom rasporeda elemenata baze i brodova u bazi pridržavati sledećih zona sigurnosti za nominalnu nuklearnu bombu: na kopnu $2 \times 3.200 \text{ m} = 6.400 \text{ m}$, a na moru $2 \times 1.400 \text{ m} = 2.800 \text{ m}$. Raspored elemenata baze, kao: remontnih zavoda, baza torpednih čamaca, baza podmornica, skladišta, kasarni, vezova broda na moru u gore postavljenim granicama obezbeđuje da jedna nominalna nuklearna bomba nanese rušeće dejstvo samo jednom bitnom elementu baze.

b) Radioaktivno zračenje

Radioaktivna zračenja, kao što je već poznato, dele se u dve kategorije i to: momentano zračenje, do jednog minuta posle eksplozije, i naknadno zračenje, koje nastupa posle prvog minuta iza eksplozije.

Momentano radioaktivno zračenje. Pošto se 400 rendgena smatra za srednju smrtonosnu dozu to je, u cilju zaštite ljudstva, potrebno tražiti smanjenje doziranja na ispod 400 rendgena. Smanjenje se može postići zaštitnim zidovima od betona, zemlje ili železa, koji prema svojoj debljini i jačini doze, smanjuju ovu na granicu ispod smrtonosne.

Kod podvodne eksplozije momentano zračenje gama zrakova i neutrona može biti zanemareno, što zavisi od dubine eksplozije. Gama zraci i neutroni apsorbuju se prolazeći već kroz nekoliko metara vode. Mere zaštite koje treba preduzeti na brodu za početno zračenje moraju biti iste kao za vazdušnu eksploziju.

Naknadno radioaktivno zračenje. Vazdušna eksplozija vrlo je jaka u pogledu dejstva momentanog zračenja, dok u pogledu naknadnih zračenja nije toliko opasna

ukoliko eksplozija nastupa na normalnoj visini. Međutim, kod podvodne eksplozije je obratan slučaj: naknadno zračenje je vrlo opasno i jako izraženo.

Izvori naknadne radijacije su sledeći:

Talas u podnožju vodenog stuba veoma je radioaktivan, jer sadrži velike količine produkata nuklearne eksplozije u vodi. Talas prolazi, zahvaljujući dejstvu eksplozije i atmosferskog vetra, preko brodova i objekata na kopnu — ukoliko je podvodna eksplozija usledila blizu obale. U vremenskom periodu koji traje od 1—4 minuta mogu se očekivati sledeće zbirne doze:

na d = 500 m	5.000	rendgena
na d = 1.400 m	1.000	„
na d = 1.700 m	400	„
na d = 2.500 m	100	„

Pored toga što je veoma teško zaštititi od ove radioaktivne magle, treba voditi računa da će talas u podnožju vodenog stuba ostaviti jake tragove kontaminacije na broskoj oplati i opremi, a takođe i na kopnenim postrojenjima — ukoliko prelazi preko njih. Sve to nalaže da se u vreme od 1—4 minuta posle eksplozije ljudstvo skloni sa otvorenih mesta na brodu u zatvorene prostorije, da se zatvore sve ventilacije, prozori, vrata itd. Isti postupak vredi i za kopno, ako podvodna eksplozija usledi na 5.000—6.000 m od obale.

Pored radioaktivnog talasa u podnožju vodenog stuba, u vremenu do 30 minuta posle eksplozije može se očekivati pojava taloženja radioaktivnog materijala iz atmosfere u vidu kiše i padanja produkata cepanja nuklearne eksplozije. Zbir pojava talasa: u podnožju vodenog stuba, radioaktivna kiša i produkti cepanja, prema opitima na Bikiniju, mogu izazvati sledeće zbirne radioaktivne doze:

na d = 800 m	8.000	rendgena	(zona teških oštećenja)
na d = 1.800 m	1.000	„	(zona umerenih i lakih oštećenja)
na d = 2.200 m	400	„	(zona lakih oštećenja)
na d = 2.700 m	100	„	(zona lakih oštećenja)

Iako su ove doze radijacije jače od doza talasa u podnožju vodenog stuba, ipak su one manje opasne jer je vreme njihovog stvaranja duže (30 minuta) od onog u talasu u podnožju vodenog stuba (4 minuta). Ovo naknadno zračenje može dejstvovati kako na brodove tako i na kopnene objekte. Važno je kod određivanja zaštitnih mera voditi računa o postojećem atmosferskom vetru.

Radioaktivnost vode ima svoj izvor u reakciji neutrona na natrijum i hlor u vodi koji zbog toga i zbog apsorpcije produkata cepanja u vodi postaju radioaktivni. Usled velike zapremine vode u kojoj se ove pojave zbivaju radioaktivnost nije naročito velika sem u neposrednoj blizini centra eksplozije.

Opići na Bikiniju pokazali su da je zbirna doza radijacije morske vode iznosila:

1 dan na d =	3.500 m	75	rendgena na dan
2 dan na d =	3.600 m	10	„ „ „
3 dan na d =	5.900 m	5	„ „ „
4 dan na d =	7.000 m	0,6	„ „ „
8 dan na d =	10.700 m	0,10	„ „ „

Dakle, plovidba kroz ovakvu vodu ne pretstavlja veliku opasnost, ali treba voditi računa da nije poželjno da brod ostane u kontaminiranoj prostoriji duže vremena. Dok se plovni objekti nalaze u kontaminiranim prostorijama cevi za hlađenje brodskih pogona, drenažni i parni odvodi u more moraju biti zatvoreni.

U pogledu luka, pristaništa i vezova kontaminacija mora ne može biti takva da luke, pristaništa i vezovi neće biti korišćeni duže vremena. No, može se očekivati da prema mestu podvodne eksplozije treba menjati vezove pojedinim brodovima za vreme dok se ne izvrši dekontaminacija morske vode sama od sebe.

Zaključak o dejstvu radioaktivnog zračenja. Dejstvo radioaktivnog zračenja u početnoj fazi, tj. do prvog minuta posle eksplozije opasnije je kod vazdušne nego kod podvodne eksplozije i njegovo ubitačno dejstvo na ljudstvo treba očekivati na daljinama od 1.200 m od nulte tačke, tj. u granicama teškog oštećenja od udarnog dej-

stva. Specijalna odeća, rukavice, kape i naočare i sklanjanje za najbliže predmete u neposrednoj blizini su prikladne mere zaštite.

Podvodna eksplozija opasna je zbog naknadnog radioaktivnog zračenja. Najopasniju fazu predstavlja vreme od 1—4 minuta posle eksplozije u kojem dejstvuje vrlo radioaktivan podnožni talas. Specijalna odeća nije dovoljno efikasna pa se zato traži sklanjanje posade i ljudstva u zatvorene prostorije. Taloženje radioaktivnog materijala u vidu kiše i padanja produkata cepanja može se očekivati do 30 minuta posle eksplozije. Jačina zbirnih doza zavisna je od blizine centra eksplozije i smrtonosna granica proteže se čak i na otstojanju od 2.200 m. Mere zaštite su: kod kopnenih postrojenja sklanjanje u zatvorena skloništa, a na brodovima sklanjanje u zatvorene prostorije i napuštanje kontaminiranog područja.

Kontaminacija morske vode zauzima prilične površine, mada zbirne doze nisu jake. Ali, prvih dana posle eksplozije one mogu biti kobne za brodsku posadu ukoliko bi se brod duže vremena zadržavao u kontaminiranom moru.

c) Toplotno dejstvo

Toplotno dejstvo predstavlja 1/3 ukupne energije nuklearne bombe i ima znatan udeo u dopunjavanju udarnog dejstva eksplozije.

Ogromna toplotna energija koja se razvija prilikom eksplozije prenosi se na vazduh zbog čega se on ugreje do usijanja, tako da se posle nekoliko milionitih delova sekunde pojavljuje kao svetla kugla nazvana vatrena lopta. Kada dostigne prečnik oko 1,5 m, lopta ima temperaturu od 300.000°C i daje na 9 km daljine 100 puta jače svetlo od Sunca. Taj blesak može izazvati slepilo kod ljudstva ukoliko nije zaštićeno specijalnim naočarima ili okrenuto od bleska.

Sa povećanjem vatrene lopte opada temperatura i kod eksplozije na 600 m na nultoj tački dostiže temperaturu od $3.000\text{—}4.000^{\circ}\text{C}$.

Toplotno dejstvo traje najviše 3 sekunde. Upliv intenziteta zračenja na površini je vrlo velik, ali kratkotrajnije onemogućuje da se izvrši apsorpcija i prolaz toplote kroz predmet. Zbog toga nastupaju velike površinske temperature. Apsorpcija toplote zavisi od glatkosti i boje materijala. Crni materijal lakše apsorbuje nego beli, kao što hrapavi lakše upija nego glatki.

Toplotno dejstvo može izazvati na otstojanjima od 1.500 m zapaljenje lako zapaljivih materijala kao vune, platna, borovog i jelovog drveta, brodske boje itd. Nezaklonjeno ljudstvo na daljinama ispod 2.700 m od centra eksplozije može zadobiti smrtonosne opekotine.

Zaštita se postiže specijalnim zaštitnim odelima i sklanjanjem ljudstva u zatvorene prostorije i skloništa. Pošto se toplotni zraci kreću pravoliniski najmanji zakloni na zemlji i na brodovima u vidu raznih predmeta pokazuju se kao veoma efikasni.

d) Razni uticaji na dejstva nuklearne eksplozije

Razmatranja efekata eksplozije nuklearne bombe vršena su pod pretpostavkom da je zemljište nad kojim se izvodi eksplozija ravno, da je morska obala nerazvijena kako u horizontalnom tako i u vertikalnom smislu i da su atmosferski uslovi normalni. Konfiguracija obale, njena horizontalna i vertikalna razuđenost, vrsta i sastav zemljišta, dubina i slanost mora, morske struje, struje rečnih izliva u more, meteorološki uslovi kao oblačnost, vidljivost itd., su elementi koji utiču na dejstva nuklearne bombe.

Razuđena obala sa otocima veoma je pogodna za sprečavanje direktnog udara podvodne eksplozije na one delove baze i brodova koji su u dubokim zalivima, iza otoka ili otočića i iza pojedinih rtova. Vertikalna razuđenost zemljišta, nad kojim se upotrebljava nuklearna bomba, takođe utiče na njen efekat. Visoka brda i ispresecani teren sa rečicama i potocima stvaraju povećani broj zaštićenih područja od direktnog eksplozivnog udara, toplotnog i gama zračenja (slika 2). Ukoliko se ciljevi nalaze na obali mora, a brda na obali dostižu visine od

400—600 m, onda je, ukoliko se ne želi povećanje zaštićenog prostora, potrebno ili povećati visinu centra eksplozije ili čak izazvati eksploziju bombe na površini zemlje koja je uzdignuta i štiti obalu. Međutim, svako takvo povišavanje centra eksplozije ima za posledicu slabljenje svih efekata eksplozije.

Sastav zemljišta (kamen, zemlja, glina, mulj morski i rečni) utiče naročito na kontaminaciju područja vazdušne i podvodne eksplozije. Ukoliko je centar eksplozije bliže zemlji utoliko se, zavisno od zemljišta, stvara više ili manje radioaktivan oblak prašine. Kod podvodne eksplozije koja usledi na plitkom moru sa dna mora izbacuju se mulj i pesak pomešani sa produktima nuklearnog raspadanja. Izbačeni materijali razasuti su na velike površine koje postaju na taj način kontaminirane.

Ukoliko je more slanije utoliko je i nuklearna reakcija na natrijum i hlor jača, a time se povećava stepen radioaktivnosti morske vode. S druge strane, morske i rečne struje raznose brže radioaktivnu vodu i ublažuju zbirnu dozu radioaktivnosti mora.

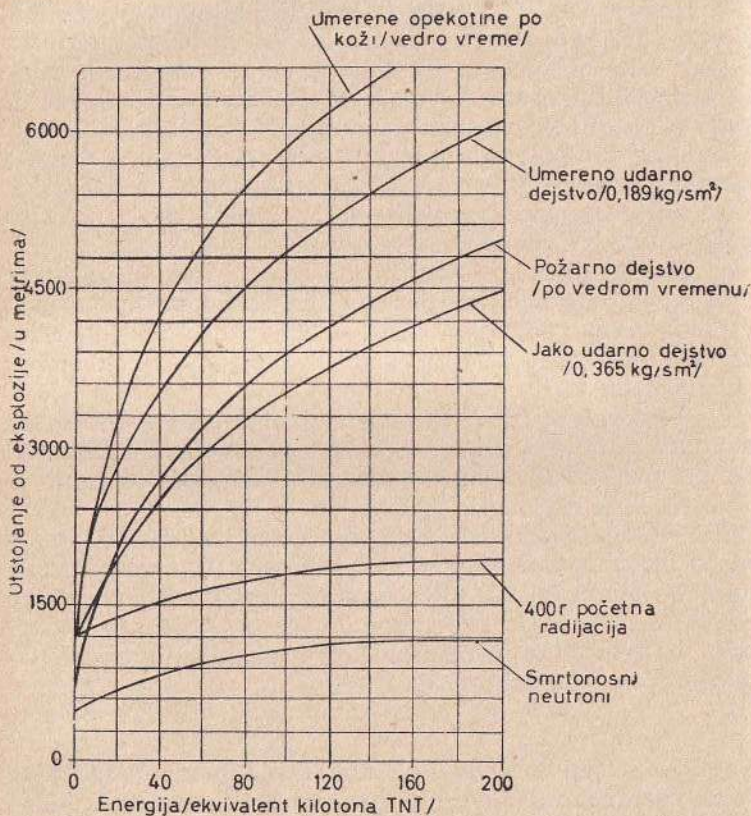
Meteorološki uslovi imaju najjači uticaj na toplotno dejstvo. Ako je područje gde se upotrebljava nuklearna bomba pokriveno niskim oblacima ili maglom toplotno je dejstvo slabije i manje opasno.

Prilikom razmatranja dejstva nuklearne bombe i njenih učinaka treba voditi računa o pomenutim elementima, naročito o onima koji utiču na udarno dejstvo jer njihovo pravilno korišćenje ne samo da znatno pojačava otpornost baze u odnosu na nuklearnu eksploziju, već i pojevtinjuje njenu izgradnju.

*

Svi podaci o dejstvima nuklearne bombe zasnivaju se na postavci o dejstvu nominalne nuklearne bombe. Međutim, danas je moguća i upotreba jače ili slabije bombe od ove. Postavlja se pitanje kako onda proučavati dejstva, određivati zone sigurnosti i preduzimati potrebne mere. Primenom zakona sličnosti na jednu poznatu eksploziju (u našem slučaju nominalne bombe) može se približno po-

moću formule $r : r_0 = \sqrt[3]{E : E_0}$ odrediti poluprečnik dejstva za određenu bombu (r = traženi poluprečnik dejstva, r_0 = poznati poluprečnik za nominalnu nuklearnu bombu, E_0 = ekvivalent u hiljadama tona za nominalnu nuklearnu bombu, E = ekvivalent u 1.000 tona za datu bombu).



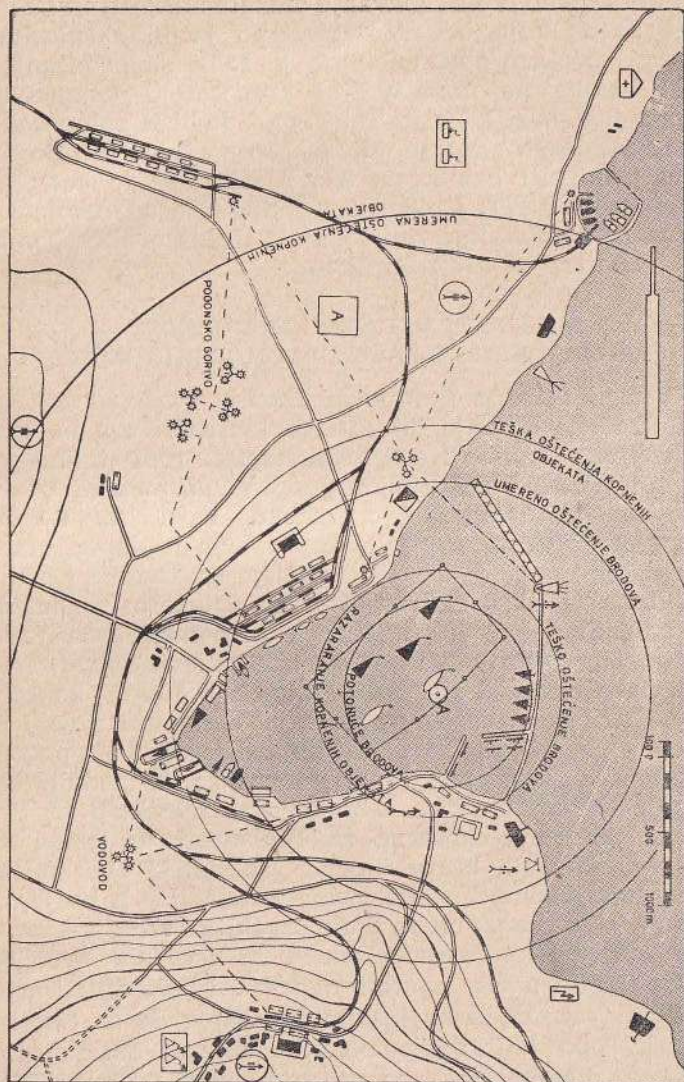
Slika 4. — Dubine opasnih zona od nuklearne eksplozije

Grafikon br. 4 prikazuje određivanje najvažnijih efekata vazdušne eksplozije a izveden je na osnovu gornje formule. Do sada izneti podaci mogu korisno poslužiti za

brzo i praktično proračunavanje efekata nuklearnih bombi koje se razlikuju od nominalne po jačini eksplozivne snage. U svakom slučaju dobro je znati da povećanjem snage bombe ne raste u istoj proporciji i poluprečnik efekata dejstva eksplozije. Tako napr. da bi se poluprečnik teškog oštećenja povećao od 1.800 m na 3.600 m nije dovojno primeniti bombu sa 20 x 2 KT, već je potrebna bomba od 160 KT, što je osam puta više od nominalne nuklearne bombe. Razumljivo je da i cena ovakve bombe raste približno sa ovim faktorom.

2. OBJEKTI NAPADA I MOGUĆNOST PROTIVATOMSKE ZAŠTITE POMORSKIH BAZA

Veći deo danas postojećih baza je građen i organizovan za obezbeđenje od dejstva klasičnih oružja. One su razvijane i dograđivane kroz desetine pa i stotine godina na prirodno zaštićenim područjima morske obale. Slika br. 5 pretstavlja pomorsku bazu sa njenim osnovnim elementima i delovima kojima je dopunjavana uporedo sa razvojem klasičnih oružja (podzemna i armirano-betonska skloništa, sredstva za detekciju vazдушnih i podvodnih ciljeva itd.). Ovakva pomorska baza pretstavlja skup pokretnih i nepokretnih ciljeva operativne i strategiske važnosti. Na području od oko 30 km² koncentrisana su veoma važna postrojenja. Remontni zavodi sa radionicama, skladišta oružja i municije, skladišta pogonskog goriva, baze razarača, podmornica, torpednih čamaca, patrolnih brodova i brodova za minsku i protivminsku namenu, kasarne sa ljudstvom na obuci za brodove, skladišta hrane i odeće, železnički čvor, električne, vodovodne i elektronske instalacije, baterije za odbranu obale itd. pretstavljaju, svaki za sebe, vredan i važan cilj u takvoj bazi. Dok je sa klasičnim oružjem trebalo dugo i u više navrata napadati i dejstvovati artiljeriskom vatrom ili avionskim bombama da se ošteti i neutrališe po koji od pomenutih ciljeva, dotle jedna nuklearna bomba može na prostoru od 25—30 km² dovesti do veoma teških oštećenja i uništenja napred pome-



Slika 5. — Klasična baza pod dejstvom nominalne nuklearne bombe

nutih ciljeva i to ne samo jednog već svih koji bi se našli u rejonu njenog dejstva. Veličina štete zavisna je od stepena otpornosti i zaštićenosti pojedinih delova i objekata baze.

U datom primeru kod eksplozije u tački A može se očekivati sledeći efekat nuklearne eksplozije:

- potonuće: 3 razarača, 4 podmornice, 4 torpedna čamca i 2 transportna broda;
- uništenje: 3 skladišta i 3 kasarne;
- duže onesposobljenje: 2 podmornice;
- kraće onesposobljenje: 4 transportna broda, 1 doka;
- teška oštećenja: 1 obalske baterije, većeg broja skladišta i radionica, 2 suha doka, više upravnih zgrada i kasarni i baza za hidroavione;
- umereno oštećenje: svih nadzemnih objekata u radijusu umerenog oštećenja, što praktično pretstavlja skoro sve bitne elemente baze.

Ukratko, eksplozijom jedne nominalne nuklearne bombe na visini od 600 m prestala bi da funkcioniše pomorska baza. Pored dejstva na materijal, bomba bi dejstvovala i na posade, radništvo u pomorskoj bazi i stanovništvo u području baze. Teško je reći koliko bi bilo potrebno vremena za osposobljenje baze, ali danas se računa da ukoliko bi mesečno bila bačena samo po jedna nuklearna bomba, pomorska baza ne bi mogla biti efikasno korišćena.

Izneti primer pokazuje snažnu rušilačku i uništavajuću moć nuklearne bombe. Neupućenom izgleda da je nemoguće boriti se protiv takve snage. U razvoju društvene zajednice svaki napredak u proizvodnim snagama donosio je nova oružja, a ova su uslovljavala nova sredstva odbrane. Kroz istoriju se vrši neprekidna utakmica između novih oružja i novih sredstava odbrane. Ta utakmica nastavljena je i u atomsko doba.

Protivatomska zaštita traži da se otpornost savremene pomorske baze razmatra kroz uslove koji utiču na poboljšanje atomske zaštite i da se na osnovu potrebnih analiza donesu najprikladnija i najprihvatljivija rešenja. Elementi koje treba razmatrati mogu biti sledeći:

- a) određivanje zone atomske sigurnosti,
- b) lokacija baza,
- c) rasturanje glavnih elemenata baze,
- d) primena podzemnih skloništa, otpornijih konstrukcija u izgradnji kopnenih objekata baze,
- e) izgradnja ratnih i pomoćnih brodova i sredstava otpornijih na efekte atomske eksplozije,
- f) organizacija zaštite baze od atomskog dejstva avijacije i raketa iz vazduha, brodova i podmornica sa mora i kopnenih snaga sa kopnenog dela baze.

a) *Određivanje zone atomske sigurnosti.* Zona atomske sigurnosti, tj. zona koja omogućava da jednom bombom ne bude uništeno više osnovnih elemenata, određuje površinu na kojoj je poželjno da se nalazi samo po jedan važan cilj pomorske baze. Veličina zone zavisi od eksplozivne snage atomske bombe koja može biti jača ili slabija. Studijom razvoja atomskih oružja mogu se pružati podaci kakve bi atomske bombe mogle biti upotrebljene za napad na bazu. Operativna ili strategiska važnost baze je drugi element koji utiče na određivanje snage atomske bombe o kojoj treba voditi računa. Taj postupak je vrlo važan, jer se danas često odlazi u krajnost i uzimaju se u račun dejstva eksplozije najjačih nuklearnih i termonuklearnih bombi, a pritom se zaboravlja na skupocenost toga oružja i opravdanost njegove primene u odnosu na pojedine ciljeve. Geografski i hidrološki uslovi su treći element koji pokazuje kakva eksplozija može uslediti, da li vazдушna ili podvodna, i na kojoj visini i dubini.

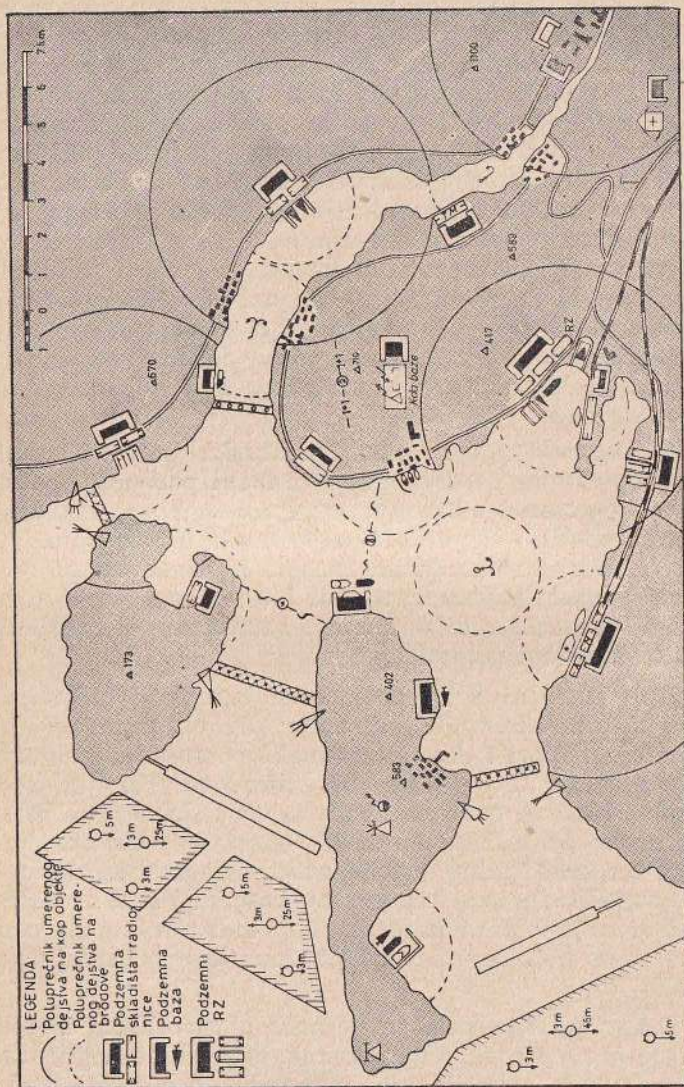
b) *Lokacija pomorske baze.* Sastavni delovi pomorske baze predstavljaju jak industrijski potencijal, koji traži da se baza smešta na pogodno područje u blizini većih industrijskih centara, saobraćajnih čvorova i pomorskih luka. Takvim smeštajem pomorske baze jača se vrednost područja i može se očekivati da će protivnik upotrebiti nuklearno oružje. Graditi novu pomorsku bazu u uzanom sklopu pomorskog i industrijskog centra na morskoj obali, koji već postoji ili koji se tek razvija, znači u atomsko doba prihvatiti klasična rešenja pomorske baze, koja će

biti uništena ili teško oštećena zajedno sa pomorskim industriskim centrom. Zbog toga se nameće potreba da se izbegava razmeštaj baze i njenih elemenata u blizini ili čak unutar područja važnih luka, saobraćajnih čvorova, industriskih centara bez obzira što će se time otežati snabdevanje baze i brodova. U okviru rešavanja problema pomorskog i kopnenog saobraćaja može se danas uspešno rešiti i ovo pitanje. Životni uslovi, teškoće oko izgradnje društvenih ustanova, podizanja novih naselja sa savremenom tehničkom opremom ne mogu i ne trebaju biti uslovi koji bi kočili ili uticali na pravilan izbor lokacije pomorske baze i njenih elemenata, naročito ako su uslovi konfiguracije obale i zemljišta takvi da omogućuju lako i sigurno zakopavanje i zaklanjanje svih bitnih delova pomorske baze.

c) *Rasturanje elemenata pomorske baze.* Klasične baze građene su na srazmerno uzanom području, potrošene su ogromne sume novca za njihovu koncentraciju da bi se postigla što veća ekonomičnost u eksploataciji i odbrani. Danas se međutim nameće imperativna potreba za rasturanjem pojedinih njenih bitnih delova iako je to sa gledišta nacionalne ekonomije i borbenog obezbeđenja velikih područja neprikladno.

Koji su bitni delovi pomorske baze koji bi trebalo da su dekoncentrisani? Najbitnije delove predstavljaju: radionice, navozi i dokovi za velike i srednje remonte brodova, baze za pojedine klase brodova (baza za podmornice, baza za razarače, baza za torpedne čamce, baza za brodove za zaštitu pomorske baze), skladišta za municiju, torpeda i mine, intendantska skladišta sa radionicama, skladišta pogonskog goriva, kasarne i škole, sidrišta i vezovi za pojedine brodove, komandna mesta sa centrima veza, bolnice i naselja građana koji pripadaju pomorskoj bazi.

Drugo pitanje koje se nameće glasi: »Kako izvršiti rasturanje tih delova, a da se sačuvaju principi mogućnosti komandovanja i korišćenja pomorske baze?« Osnovno načelo od koga treba polaziti jeste načelo zone atomske



Slika 6. — Savremena baza pod dejstvom nominalne nuklearne bombe

sigurnosti za atomske bombe koje bi mogle biti upotreb-
ljene. Svaki deo pomorske baze mora biti osposobljen za
samostalan rad i opremanje brodova za dejstvo na moru.
To znači da pojedine baze brodova moraju biti tako orga-
nizovane, da su osposobljene za vlastito snabdevanje mu-
nicijom, pogonskim gorivom i hranom, tekući i manji re-
mont, komandovanje i svakodnevnu delatnost na pro-
storu područja baze koji joj je određen. Prema tome
ovakva organizacija obezbeđuje da se centralni de-
lovi baze kao remontni zavodi, centralne radionice, skla-
dišta itd. ne preopterećuju svakodnevnim poslovima koje
nameće život jedinica. Zbog toga se izbegavaju sve one
koncentracije na uzanim područjima koje su inače karak-
teristične za eru klasičnih oružja. Takav sistem osigurava
održavanje i snabdevanje brodova jer su najvažnije radio-
nice i skladišta udvostručeni. Konačno, ovakav sistem
organizacije obezbeđuje i vrlo sigurno i jednostavno ko-
mandovanje jedinicama.

Kako će biti izvršeno rasturanje delova baze zavisi
od vrste konstrukcije i otpornosti objekata koji sačinja-
vaju bazu, od konfiguracije i razuđenosti obale na kojoj
se baza nalazi, od mogućnosti i sigurnosti odbrane obale i
brodova koji se oslanjaju na taj deo obale i od zadataka
koje pojedini delovi baze i brodovi u njoj moraju izvršiti.
Slika br. 6 prikazuje razmeštaj delova pomorske baze pod
uslovom atomske zone sigurnosti za nominalnu atomsku
bombu i jake horizontalne i vertikalne razuđenosti obale.
Za baziranje onih brodova koji su prikazani u klasičnoj
bazi predviđa se u atomskim uslovima sa približno 300—
350 km² površine što je za oko 12 puta više nego kod kla-
sične baze. Dužina obalnog ruba zbog razuđenosti obale,
bez mola i lukobrana, je takođe oko 10 puta veća od du-
žine obale prikazane klasične baze. Razuđenost obale sa
većim brojem uvala, pristaništa i sidrišta, vertikalni re-
ljef obale, mogućnost zakopavanja, reke sa uzanim i str-
mim obalama i pristupačnost sa mora ili kopna su ele-
menti koji utiču na kojoj će se površini savremene baze
moći smestiti, a da bude sačuvan princip rasturenosti i
mogućnost komandovanja. Kao načelo može se uzeti da

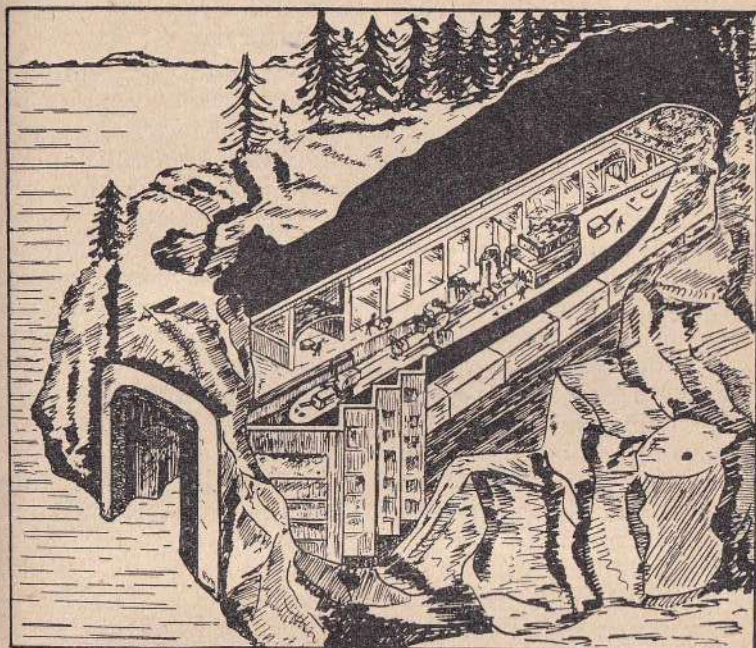
veća mogućnost ukopavanja uslovljava manje rasturanje delova baze i obratno.

Na rasturanje delova pomorske baze utiče još i mogućnost upotrebe podvodne eksplozije atomske bombe. Kolikogod se smanjivali uslovi rasturanja zbog vazdušne eksplozije, ne sme se izgubiti iz vida da na podzemna skloništa za brodove dejstvuje veliki podvodni udar, da nastupaju visoki valovi i iznenadne promene u vodostaju površine mora. Zbog toga prilikom rešavanja rasporeda delova baze treba naći kompromis koji će udovoljiti efektima vazdušne i podvodne eksplozije.

d) *Primena podzemnih skloništa i otpornijih konstrukcija u izgradnji kopnenih objekata baze.* Podzemne instalacije za smeštaj bitnih delova baze su najprikladniji i najsigurniji način zaštite brodova u pomorskoj bazi. Geološki faktori znatno utiču na izgradnju ovakvih prostorija. Ovakva skloništa su danas nužna i potrebna. Obim, veličina i broj podzemnih skloništa zavise od brodova koje treba smeštati u skloništa između operacija na moru kao i od vrste radova koje treba obavljati na pojedinim brodovima u skloništim. Skloništa za brodove i podmornice grade se u vidu podzemnih tunela, koji imaju odgovarajuće nuzprostorije — tunele za smeštaj rezervne brodske opreme i radionice za tekući remont i održavanje. Ulazi skloništa moraju biti podešeni tako da su otporni na vazdušno i podvodno udarno dejstvo, da obezbeđuju podržavanje istog nivoa vode bez obzira na promene koje nastupaju sa vanjske strane i da omogućuju apsorpciju udara na ulazu, tako da se ovi ne prenose u glavne delove podzemnog skloništa. Slika broj 7 prikazuje podzemno sklonište za jedan razarač.

Podzemne radionice, navozi i suhi dokovi veliki su po svojim dimenzijama, ali su namenjeni samo za one radove koje nije moguće izvršiti u skloništim pojedinih jedinica. Nije čak ni potrebno da se u svakoj pomorskoj bazi predviđaju ovako skupocena postrojenja. Postojeća mreža podzemnih skloništa većih brodova i plovnih jedinica manjih brodova u pojedinim bazama omogućuju obezbeđenje plovnosti oštećenim brodovima u tolikoj

meri, da mogu biti upućeni vlastitom snagom ili u teglju u odgovarajući podzemni remontni zavod na daljni remont.



Slika 7

Skladišta najvažnijeg materijala, municije i pogonskog goriva takođe treba urediti pod zemljom. Skladišta municije i pogonskog goriva predstavljaju znatnu opasnost za sklonište gde su smešteni brodovi. Zato lako zapaljivi i eksplozivni materijali moraju biti smešteni odvojeno od brodova a dotur obezbeđen posebnim tunelima i cevovodima pogonskog goriva. Glavna skladišta municije i pogonskog goriva poželjno je smestiti u planinskim predelima baza u odgovarajuća skloništa. Odgovarajućim sistemom saobraćaja treba rešiti dotur municije u oba pravca. Cevov-

vodi pogonskog goriva treba da vode iz onih centralnih skladišta na mesta skladišta pogonskog goriva, odakle treba da su sprovedeni cevovodi za odgovarajuće tankove goriva u baze pojedinih brodova i plovnih jedinica. Cevovodi treba da budu skriveni i zakopani u zemlju i sa mogućnošću manipulacije goriva u oba pravca.

Idealno sklanjanje svih objekata baze pod zemljom neće biti nikada postignuto i postojaće zgrade, saobraćajni čvorovi, radionice, navozi, lupe, dokovi i naselja u nadzemnoj izgradnji. Ove objekte nemoguće je učiniti otpornim na dejstvo nuklearne eksplozije u zoni razaranja, ali ih je moguće učiniti daleko otpornijim nego što su danas i time smanjiti zonu razornog dejstva. Zahtevi koji se danas postavljaju prilikom projektovanja pojedinih zgrada vrlo su skromni i svode se obično na potrebnu nosivost i čvrstinu koja zadovoljava prosečne atomsferske uslove. Jaki impulsi nuklearne eksplozije nanose udare koje ovako građene zgrade ne mogu podneti. Za zgrade u području pomorskih baza koje bi mogle biti napadnute nuklearnom bombom, potrebno je prilikom gradnje predvideti takve konstrukcije koje će sa svojim strukturnim pojačanjima sigurno podneti ubrzanja i naprezanja koja se predviđaju u području teškog oštećenja, što odgovara otprilike otpornosti koju danas poseduju brodovi. Zgrade sa spoljnim zidovima koje služe kao nosioci međustropnih konstrukcija trebalo bi zameniti čeličnim konstrukcijama povezanim betonom u jednu celinu. Neki arhitekti u SAD predlažu zamenu klasičnih kockastih zgrada silosnim i sferičnim železobetonskim zgradama bez prozora sa vanjske strane (slika broj 8). Isti arhitekti predlažu reviziju postojećih važnih zgrada u pogledu otpornosti na nuklearnu eksploziju i ojačanja tih zgrada dopunskim uzdužnim i poprečnim vezama pomoću čelik-čela.

Sistem blokova, zajedničkih vojničkih krugova i karni treba zameniti samostalnim zgradama međusobno udaljenim. Građevinski materijal treba da bude otporniji na toplotu, a onaj lako zapaljivi treba izbaciti iz upotrebe. Svaka zgrada, radionica i skladište moraju biti oprem-

ljene skloništima u podzemlju ili u armiranobetonskim cevima koje prolaze kroz sve spratove zgrade i to takvih dimenzija i broja da je moguće zaštititi predviđeni broj ljudstva.



8. — Sferične zgrade

Podvodni objekti pomorskih baza, kao mola, pristaništa, gatovi itd., moraju podneti podvodni pritisak koji se stvara u vodi u zoni teškog oštećenja, a same konstrukcije podvodnog i nadvodnog dela moraju biti takve, da podnesu dinamične udarce vode koji nastupaju zbog opadanja nivoa vode i dejstva valova prilikom podvodne eksplozije.

U pogledu podzemnog baziranja brodova najviše je do danas učinjeno u Švedskoj. Ona je kao izrazito pomorska država izvršila takvu organizaciju za zaštitu svoje mornarice u atomskim uslovima, da je pojam klasičnih nadzemnih pomorskih baza skoro nestao, a granitna obala i otoci pretvoreni su u sigurna skloništa za ratne brodove i to od malih brodića do razarača. Završavaju se pripremni radovi koji neće samo štititi brodove već i omogućiti celokupnu delatnost pomorske baze u podzemnim skloništima sigurnim i od termonuklearne bombe. Ovakve mere su vrlo efikasne, vrlo skupe i dugotrajne u svojoj izgradnji, ali rentabilne u savremenom ratu.

e) *Izgradnja brodova i ratno-materijalnih sredstava otpornijih na atomsku eksploziju.* Najbolje rešenje pomorske baze u pogledu atomske zaštite neće biti povoljno ukoliko se ne poveća otpornost ratnih brodova u bazama i pomoćnih brodova za opsluživanje pomorskih baza. Rasturanje delova baze na veća područja na kopnenom i otočnom delu obale traži brže, otpornije i maritimno-si-

gurnije pomoćne brodove mesto do sada postojećih lučkih remorkera, peniša i pomoćnih brodova.

Savremeni brod treba da bude građen tako da odgovara sledećim zahtevima:

— brodski trup mora biti jednostavnog oblika, sfernih glatkih površina bez izrazitih rubova i ćoškova, varene konstrukcije, otporan na ubrzanje eksplozivnih udara koji nastupaju u poluprečniku teškog oštećenja nominalne nuklearne bombe;

— palube i brodska oplata moraju biti izdržljivi na vazdušni udar i temperaturu, glatki, bez prozora i sa silazima koji se mogu brzo zatvoriti i sigurno koristiti; odvodi vode sa palube u more moraju biti direktni, bez sabirnih cevovoda;

— unutrašnje brodske prostorije i borbene stanice moraju konstruktivno biti tako rešene, da je moguće hermetičko zatvaranje, komuniciranje pod palubom između pojedinih prostorija i što bolje izolovanje protiv toplotnog zračenja i početnog i naknadnog gama zračenja. Poželjan je takođe mali natpritisak u prostorijama koji sprečava ulaz kontaminiranog zraka u prostorije;

— mašinskim kompleksima treba povećati otpornost na eksplozivne udare, a kotlova postrojenja koja ne mogu raditi bez vanjskog zraka treba automatizovati i opremiti za rukovanje sa otstojanja;

— oprema na nadgrađu broda: antene moraju biti po mogućnosti periskopske ili lako zamenljive, jربول sa više oslona ali ne rešetkaste konstrukcije jer je ova veoma neotporna na eksplozivne udare, oprema palube — čamci, bokobrani, šatori — po mogućnosti od nezapaljivog materijala, odnosno materijala koji ima niski stepen toplotne apsorpcije (plastični i aluminiski materijal);

— najvažniji deo celokupne brodske opreme predstavlja specijalna protivatomska oprema kako za zaštitu posade tako i za izviđanje atmosfere i vode u kojoj se brod nalazi, za određivanje stepena kontaminacije vanjskih i svih unutrašnjih delova broda i za izvršenje dekon-

taminacionih postupaka na brodu brodskim ekipama i sredstvima.

f) *Organizacija zaštite baze od atomskog dejstva.* Plan odbrane baze mora da se zasniva na činjenici, da baza može biti napadnuta klasičnim i atomskim oružjem iz vazduha, sa mora i kopna.

Najvažniji uslov uspešnog dejstva protiv atomskog oružja je blagovremeno otkrivanje protivnikove namere. Zato izviđanje mora biti dopunjeno novim specijalnim protivatomskim izviđanjem protivničke kopnene i morske teritorije.

Osiguranje pomorske baze, brodova, snage i sredstava u bazi mora biti organizovano primenom svih vidova odbrane i patrolne službe na otvorenom moru, ispred i u samoj bazi. Pri tome treba imati na umu da velike brzine savremenih aviona i potreba primene principa rasturanja delova baze proširuju prostranstvo baze, što traži povećanje oružja i sredstava za postizanje uspešne odbrane i zaštite. Snage i sredstva kojima raspolaže pomorska baza moraju uticati na njenu organizaciju i primenu principa rasturanja. Bilo bi pogrešno rasturati bazu na takva prostranstva da protivavionska, protivpodmornička, protivtorpedna i protivmimska odbrana postanu neefikasne zbog nedovoljnih sredstava, oružja i ljudstva. Treba težiti da prilikom određivanja područja baze ne igra ulogu jedino prečnik dejstva nuklearne bombe već, u skladu sa raspoloživim sredstvima za odbranu i mogućnostima podzemnog ukopavanja, treba naći rešenje odbrane baze, koje će biti dovoljno efikasno kako protiv nuklearnog tako i protiv klasičnog oružja. Rešenje koje bi se donelo na osnovu dejstva samo jednog od pomenutih oružja ne odgovara onome što danas osiguranje pomorske baze traži. Odbrana pomorske baze mora biti što efikasnija, jedinstvena po svojoj organizaciji i sistemu komandovanja i u mogućnosti da dejstvuje kako protiv nuklearnih tako i protiv klasičnih oružja koja mogu nanositi udar pomorskoj bazi.

Klasična protivavionska zaštita baze oslanjala se delimično na PA artiljeriju brodova u bazi. U savremenoj

bazi veliki deo brodova biće u podzemnim skloništima ili lociran tako, da neće moći učestvovati u PAO bitnih kopnenih delova baze, što traži povećanje PA artiljerije na kopnu. Ako se tome dodaju još povećana područja baze i to da teledirigovane rakete i plovne objekte treba navoditi na cilj specijalnim avionima onda je jasno da je potreba za povećanje PA artiljerije i lovačke avijacije znatno porasla.

Osnovno naoružanje kojim je podmornica do sada nosila udar protivniku bilo je torpeda. U naoružanje savremene podmornice uvode se sada vođena zrna, kojima podmornica može tući razne ciljeve na moru i obali na otstojanju do 300 nm.

Zadržavanje pomorskih protivpodmorničkih brodova na takvim otstojanjima od baze bez osiguranja u vazduhu i na moru nije moguće, a u uzanim morima vrlo teško izvodljivo i uz ovakva osiguranja, jer protivnik može koncentrisati po prostoru i vremenu dovoljne snage za brzi udar. To nameće potrebu za novim sredstvima u vidu »podmornica lovaca« i specijalnih protivpodmorničkih aviona za borbu protiv podmornica nosilaca nuklearnih oružja.

Sistem protivtorpednih barikada i mreža sa detekcionim uređajima štiti je do danas luke, pristaništa, sidrišta i baze od napada protivničkih torpednih jedinica. Napredak tehnike omogućuje danas upućivanje nuklearnih nadvodnih i podvodnih plovnih objekata na protivničku obalu naročito u uzanim morima. Barikade i mreže u neposrednoj bilizini obale ili na ulazu u luke nisu više dovoljne da zadrže ovakva oružja odnosno da ih učine bezopasnim po postrojenja baze prilikom eksplozije. Uspješna protivtorpedna odbrana traži povećanje broja i isturanje barikada i mreža ispred baza tako, da eksplozija nuklearnog plovnog objekta ne može izazvati uništenje ili oštećenje bitnih delova baze i snage u njoj.

Već Drugi svetski rat pokazao je mnoštvo novina u minskom ratu, a luke sa svojim postrojenjima postale su privlačan cilj za uništenje brodova prilikom manevrisa-

nja. Nuklearno oružje pruža novo područje dejstva minskom oružju, gde neće biti potrebno više naići brodom na minu ili u blizinu nje, već će eksplozija nuklearnih mina razarati u određeno vreme brodove i postrojenja baza i luka. Protivminska odbrana, prema tome, mora biti pojačana protivmiskim osmatranjem unutar baze i luka u tolikoj meri, da se mogu registrovati preko radarskih uređaja svi padovi mina u vodu, a specijalne ekipe za razminiranje moraju brzo identifikovati bačene mine i preduzimati mere za njihovo uklanjanje i uništenje na odgovarajućem mestu na otvorenom moru.

Prošli rat i njegov posleratni period u sklopu osiguranja pomorskih baza predviđao je protivmisku zaštitu u borbi protiv hemiskih i bioloških napada. Toj zaštiti priključuje se danas još i atomska zaštita koja zajedno sa prve dve predstavlja A B H zaštitu pomorske baze.

U savremenim uslovima ovaj vid zaštite predstavlja vrlo važan faktor za povećanje otpornosti i delatnosti pomorske baze prilikom napada atomskim oružjem. Mere koje treba preduzimati u pomorskoj bazi pre, u toku i posle napada atomskim oružjem spadaju u delokrug delatnosti ABH zaštite. Vođena zrna i slobodno leteće rakete sa nuklearnim eksplozivom postižu već danas takve brzine da je preduzimanje zaštitnih mera na osnovu podataka osmatranja i obaveštavanja nemoguće naročito u uzanim morima, gde je zbog blizine protivničke obale vrlo teško ili skoro nemoguće organizovati i uspostaviti potreban broj dovoljno isturenih linija osmatranja. ABH zaštita zauzima zbog toga još istaknutije mesto u osiguranju pomorskih baza, jer ona organizuje i sprovodi sve one mere koje smanjuju efikasnost atomskog oružja na bazu ukoliko nije moguće ranije iznesenim merama sprečiti atomski napad.

Snage i sredstva ABH zaštite predstavljeni su stanicama za osmatranje i vezu, specijalnim ABH jedinicama i sredstvima kolektivne i individualne zaštite. Princip rasturenosti baze traži da je svaka jedinica i ustanova (baze brodova, remontni zavod, skladišta itd.) samostalna

u dejstvima atomske zaštite na rejonu koji joj je dodeljen. Svaka od ovih jedinica i ustanova mora još za vreme mira obučiti svoj kadar za borbu protiv posledica atomske eksplozije. Od raspoloživog ljudstva treba formirati i opremiti ekipe za veštačko zamagljivanje, ekipe za izviđanje i kontrolu radioaktivnosti, vatrogasne ekipe, ekipe za rasčišćavanje ruševina, ekipe za preduzimanje hitnih dekontaminacionih mera i sanitetske ekipe.

Pored ovih vojnih jedinica mogu se pripremiti i obučiti ekipe za konačnu dekontaminaciju objekata, brodova i zemljišta. Ljudstvo ovih ekipa obučava se na svojim radnim mestima postupcima oko dekontaminacije. Tako, naprimer, bojadisari iz remontnih zavoda su pozvani da najbrže i najlakše i najsigurnije izvrše dekontaminaciju vanjske površine broda. Ljudstvo u intendantskim skladištima lako je obučiti za rad na dekontaminaciji skladišta hrane i odeće. Za dekontaminaciju vanjskih površina zgrade i građevinskog materijala najpozvaniji su građevinari itd. Zato je najprirodnije da se ljudstvo ekipa za konačnu dekontaminaciju nalazi u onim ustanovama gde su kao specijalisti zaposleni, a po ukazanoj potrebi se upućuje na zadatak dekontaminacije određenih objekata ili područja.

U okviru celokupne baze mora postojati sistem organizacije koja u svom delokrugu rukovodi delatnošću pomenutih ekipa. Trebalo bi da specijalno obučena lica unose u određenim vremenskim razmacima na radnu kartu situaciju posle eksplozije i to: fizička oštećenja, izbijanja požara i stepen kontaminacije pojedinih područja, zgrada i brodova. Podaci koji su od važnosti za komandu baze treba da se dostavljaju ABH centru pomorske baze, gde se na osnovu njih i pregleda na odgovarajućim planovima stiče uvid o situaciji celokupne teritorije baze posle eksplozije. Komandant baze na osnovu toga može doneti odluku o daljnjoj delatnosti baze, odnosno o merama, sredstvima i ekipama koje treba uputiti na postradala područja.

U sklopu zaštitnih mera treba naročito obratiti pažnju da li su preduzete:

— mere protiv udarnog dejstva koje se sastoje u sklanjanju u skloništa celokupnog ljudstva na kopnu, brodskih posada u unutrašnjost broda i u rasturanju brodova, koji nisu u skloništima, na predviđena sidrišta i otstojanja;

— mere protiv toplotnog dejstva koje se sastoje u oblačenju specijalne odeće, u zaštiti kože premazima, u uzimanju maski i tamnih naočara od strane lica koja bi se po službenoj dužnosti u toku napada mogla naći na otvorenom prostoru (naprimer, komandant broda, posade topova itd.), u aktiviranju dimnih zavesa nad bazom itd;

— mere protiv radioaktivnog dejstva koje se sastoje u zatvaranju svih prostorija, prozora i vrata, zatvaranju i zaustavljanju ventilacije, u aktiviranju specijalnih uređaja za ispiranje zgrade i brodova itd.;

— da li su formirane predviđene ekipe i opremljene potrebnom specijalnom opremom i da li je veza ABH obaveštavanja između pojedinih kontrolnih centara i ekipa obezbeđena.

Ovakva organizacija ABH zaštite i predviđene mere, uz uslov odgovarajućeg rasporeda i smeštaja delova baze i blagovremeno uzbuñivanje, doprinose znatno otpornosti baze, a još više efikasnoj zaštiti ljudstva.

ZAKLJUČAK

Dosadašnja izlaganja ukazuju na to da postoje objektivni uslovi za obezbeđenje delatnosti pomorske baze i posle napada atomskom bombom, uz pretpostavku da se pri rešavanju ovog problema ima u vidu sledeće:

1) Poznavanje dejstva atomskog oružja. To je jedna od osnova na kojoj treba graditi i organizovati rad i život u savremenoj pomorskoj bazi. To traži neprekidno praćenje razvoja nuklearnog oružja, jer samo tako se mogu sagledati potrebe za odgovarajuće zaštitne mere i dobiti osnovni taktički elementi koji služe za određivanje rasporeda delova pomorske baze, brodova, sredstava i snaga koji su u njoj bazirani.

2) Lokacija savremene baze mora, pored operativnih zahteva, udovoljiti i zahtevu da se njenom izgradnjom ne jača vrednost određenog užeg industrisko-ekonomskog područja u tolikoj meri, da se prisustvom baze stvara na užem obalnom području cilj rentabilan za nuklearno oružje.

3) Rastresitost delova pomorske baze je osnovno načelo njene organizacije. Povećanu teritoriju baze (zbog primene pravila zone nuklearne sigurnosti) treba uskladiti sa odbranbenim mogućnostima baze kako protiv nuklearnog tako i protiv klasičnog oružja. Što je horizontalna i vertikalna razuđenost obale i područja baze jače izražena lakše je, sigurnije i ekonomičnije rasporediti delove savremene baze na manje područje.

4) Svi remontni i snabdevački delovi baze sa svojim objektima moraju biti stepenovani po svojoj vrednosti za vođenje rata. Na osnovu toga se određuje i stepen otpornosti pojedinih objekata. Važni objekti načelno moraju biti ukopani u podzemno sklonište. Objektima koji se grade nadzemno treba odrediti veličinu ubrzanja i eksplozivnih udara i stepen toplotne otpornosti koji mogu podneti prilikom eksplozije. To вреди i za ulaze u podzemna skloništa.

Osiguranje brodova u pomorskim bazama traži stvaranje podzemnih brodskih baza sa postrojenjima i skladištima koja su nužna za normalni život i borbenu opremanje brodova i otklanjanje manjih kvarova i oštećenja na njima.

5) Remontni, snabdevački i sanitetski delovi moraju biti udvostručeni tako da uništenje jednog dela ne povlači nemogućnost borbenog opremanja brodova i kopnenih jedinica.

6) Brodovi moraju biti po svojoj konstrukciji i opremi prilagođeni što jačem otporu nuklearnoj eksploziji.

7) Kopneni i pomorski saobraćaj u bazi dobija poseban značaj zbog rasturenosti delova baze i zbog izbegavanja koncentracije brodova kod utovara i istovara u jednoj luci ili pristaništu. Sistem dotura i evakuacije kopnom

i morem, koji se vrši isključivo sredstvima baze, treba da postane pravilo, jer na užem području treba izbegavati svaku koncentraciju ratnih brodova. Sledstveno tome moraju pomorska saobraćajna sredstva biti po svojim maritimnim osobinama sposobna da vrše određene zadatke van luka u obalnom području i pod težim i lošijim hidrometeorološkim uslovima.

8) Plan odbrane baze i osiguranja brodova, sredstava i snage u njoj mora biti usklađen tako, da bude što efikasniji protiv napada klasičnih i nuklearnih oružja.

9) ABH zaštita je bitan element za povećanje delatnosti baze i treba biti organizaciski razrađena, materijalno obezbeđena i kroz mirnodopske vežbe uigrana sa celokupnim ljudstvom na radu u bazi, sa brodovima i jedinicama u bazi i sa stanovništvom područja pomorske baze.

10) Postojeće baze umnogome ne odgovaraju postavljenim zahtevima. Treba nastojati da se njihova efikasnost poveća primenom sledećih načela:

— nove objekte baze i nove industrijske objekte koji se grade u području baze treba locirati tako da pravilo nuklearne zone sigurnosti bude zastupljeno, a konstrukciski tako izvesti da budu otporni na određeni stepen eksplozivnog i toplotnog dejstva nuklearne eksplozije;

— gde god je moguće dopunjavati baze podzemnim skloništima;

— postojeće zgrade opremiti armiranobetonskim zaklonima i ojačati konstruktivno na udar i toplotu;

— postojeća skladišta revidirati i obezbediti uskladištenje i izdavanje istorodnog materijala na dva udaljena mesta. Iz skladišta odvojiti sav materijal koji može biti uzrok stvaranja požara i požarnih oluja, i treba ga prostorno odvojiti od zgrada i naselja.

Izneti pregledi efekata eksplozije atomske bombe i mogućnosti protivatomske zaštite ljudstva, sredstava, brodova i objekata pomorske baze pokazuju, sa jedne strane, da je snaga tog oružja vrlo jaka i uništavajuća za sve one

objekte koji bi se našli u neposrednoj blizini centra eksplozije, ukoliko nisu zaklonjeni u podzemna skloništa. Sa druge strane, objekti na kopnu i moru mogu se učiniti znatno otpornijim tako, da se stepen i broj teških i umerenih oštećenja smanjuju zavisno od toga kako su objekti u svojoj nadzemnoj ili podzemnoj građevinskoj strukturi izvedeni. Potrebno je preduzeti protivatomske zaštitne mere ljudstva do takve granice, da u toku i posle izvršenog napada baza može da dejstvuje, jer je ljudstvo kao osnovni pokretač delatnosti pomorske baze sačuvano.

* * *

Potpukovnik BRAJOVIĆ LJUBIŠA

DEJSTVO NUKLEARNE EKSPLOZIJE NA AERODROME I ZAŠTITA

1. — OBJEKTI NAPADA

Jedan od glavnih i efikasnih načina da se onemogućí dejstvo avijacije za izvesno vreme jeste izbacivanje aerodroma iz upotrebe. Ovo se postiže napadom na aerodrome, uništavanjem glavnih objekata na njemu, instalacija, aviona i materijalnih sredstava.

Većina vazduhoplovnih stručnjaka se slaže sa tim da će prvi cilj nuklearnog napada biti protivnička avijacija — vazduhoplovne baze i aerodromi koji ne samo kao celina da predstavljaju pogodan cilj za napad nuklearnim oružjem, već se na njima pojavljuje više odvojenih pogodnih ciljeva na koje je rentabilno upotrebiti nuklearno oružje¹⁾.

Jedan ili više ciljeva na aerodromu koji mogu biti napadnuti nuklearnim oružjem predstavljaju avioni grupisani na jednoj ograničenoj površini, u pravcu jednog ili oba kraja poletno-sletne staze.

Poletno-sletne staze sa veštačkim zastorom od betona, asfalta i sl., bez kojih je praktično savremeni aerodrom za pretežan broj ratnih borbenih aviona neupotre-

¹⁾ U stranoj štampi često se tvrdi da jedna taktička nuklearna bomba može za duže vreme potpuno isključiti iz upotrebe najveći aerodrom. Ovakvo tvrđenje, bar kada je reč o nominalnoj i manjim nuklearnim bombama, ne bi se moglo uvek uzeti kao pravilno, naročito za aerodrome kod kojih se pri izgradnji i uređenju vodilo računa baš o ovom momentu.

bljiv, takođe su pogodan objekat za napad nuklearnim oružjem.

Savremene poletno-sletne staze sa veštačkim zastorom, čija dužina iznosi 2.500 m i više, teško je maskirati, sporo se grade i teško opravljaju. S obzirom da izgradnja mnogo staje to im je broj ograničen.

Pored žive sile objekata i aviona, na aerodromu su naročito osetljivi ciljevi: vozila, zalihe goriva i maziva, municija, aviotehnički materijal, razne instalacije itd.

Aerodromi su naročito osetljivi za napade nuklearnim oružjem, jer ih je veoma teško prikriti. Oni se nalaze na ravnom i otvorenom zemljištu gde dejstva nuklearnog oružja dolaze do punog izražaja, što treba imati u vidu pri organizaciji odbrane i zaštite.

Aerodromi mogu biti napadnuti nuklearnom bombom na dva načina:

a) eksplozijom u vazduhu i

b) eksplozijom na površini ili ispod površine zemlje.

Eksplozija u vazduhu verovatno će se primenjivati ako se želi postići privremeno neutralisanje aerodroma, s tim da će ga posle izvesnog vremena napadač zauzeti i koristiti. Druga ređa mogućnost za primenu eksplozije u vazduhu, bila bi da se tučenjem nekog rentabilnog cilja obuhvati vazdušnom eksplozijom i aerodrom.

Podzemna eksplozija obično će se primenjivati kad se želi trajnije neutralisanje ili uništenje aerodroma.

Jačina bombe pri napadu na aerodrom uzima se prema dimenzijama i karakteristikama cilja. Proračun jačine bombe namenjene za neutralisanje jedne vazduhoplovne baze — aerodroma vrši se na osnovu željenih rezultata odnosno oštećenja koje cilj treba da pretrpi.

Nulta tačka obično se određuje:

— u centru prostorije gde su rastureni avioni;

— u centru površine aerodromskih postrojenja;

— u srednjoj tački koja obuhvata oba cilja.

Poslednji način primenjivaće se kada su avioni i ostali objekti u dovoljnoj meri grupisani.

Kriterij za utvrđivanje važnosti pojedinih ciljeva na aerodromu može se menjati, ali načelno izgleda ovako:

- poletno-sletna staza;
- avioni na stajankama;
- ljudstvo.

2. — EFEKTI NAPADA

Poznato je da način napada nuklearnom bombom zavisi od prirode ciljeva koji se tuku, kao: da li su velikog prostranstva ili ne; da li su pod zemljom, zaklonjeni ili na otvorenom zemljištu; od topografskog i geološkog sastava zemljišta; jačine bombe itd. Od visine eksplozije zavisi jačina toplotnog, udarnog i radioaktivnog dejstva, kao i veličina površine na koju će se ispoljiti dejstva i sl. Ovi momenti biće uzeti u daljem razmatranju dejstva na ljudstvo, materijal, objekte i instalacije na aerodromu.

a) Dejstva na poletno-sletnu stazu

Poletno-sletne staze, staze za voženje, putevi i druge površine sa veštačkim ili travnim zastorom osjetljive su manje ili više na dejstvo nuklearnih bombi i to u zavisnosti od jačine dejstva i visine eksplozije. Pri eksploziji na visini 600—700 m čak ni u nultoj tački neće biti težih kvarova na površini poletno-sletnih staza i sličnih objekata te se može smatrati da bi ovi objekti bili sposobni za upotrebu posle eksplozije. Eksplozije na visinama 300 do 600 m takođe ne bi izazvale ozbiljna oštećenja. Međutim, eksplozije ispod 300 m, a naročito ispod 150 m verovatno bi pričinile izvesne štete koje bi se ogledale u topljenju asfaltnih i sličnih površina, lomljenju kanizacionih cevi, prskanju betonskih ploča i stvaranju levaka na travnim površinama.

Svakako da ovde dolazi najviše do izražaja udarno dejstvo. Ali ukoliko se visina eksplozije smanjuje i približava površini aerodroma utoliko i druga dejstva dolaze do izražaja. Toplotno dejstvo izazvalo bi isparenje bitumenoznih materijala i zemljišta u blizini nulte tačke. Pri eksploziji na malim visinama vatrena lopta dodiruje — zahvata i površinu zemlje i u blizini nulte tačke tempera-

tura iznosi 3—4.000°C te treba očekivati i posledice ovako visokih temperatura iako je njihovo trajanje svega nekoliko sekundi. Radioaktivno dejstvo došlo bi do izražaja u vidu naknadnog radioaktivnog zračenja, pošto bi vatrena lopta pri eksploziji ispod 150 m zahvatila površinu zemlje i znatne količine materijala. Kasnije bi taj materijal, koji bi bio razbacan naokolo, izazvao kontaminaciju okolnog terena.

Poznato je da se dejstvo udarnog talasa povećava ukoliko je tačka eksplozije bliža zemlji, ali se površina dejstva smanjuje.

Eksplozija na poletno-sletnoj stazi i površini zemlje (zavisno od vrste zemljišta) stvara levak sa velikom količinom radioaktivnog materijala koji se taloži u samom levku i oko njega. Pri tome se kontaminira znatna površina zemljišta u okolini nulte tačke. Za maksimalno dejstvo bombe ispod površine zemlje (neka vrsta kamufleta bez levka) trebalo bi da se bomba zarije u zemlju (8—10 m, zavisno od sastava zemljišta). Tada bi se osetilo snažno dejstvo na podzemne objekte u rejonu od 1.000 m. Međutim, ovo je nemoguće postići. Verovatnija je eksplozija na dubini od 13—15 m. Nije poznato da li su pokušane nuklearne eksplozije na ovakvim dubinama, ali se računa da bi dejstvo vazdušnog udara pri eksplozijama na tim dubinama bilo umanjeno za 50%, toplotni udar bi bio neznatan, a stvorio bi se levak prečnika od oko 250—260 m i dubine 30—35 m²).

Pored toga u neposrednoj blizini eksplozije došlo bi do potresa koji bi odgovarao jačini srednjeg zemljotresa. Na osnovu svega ovoga može se reći da poletno-sletne staze, putevi, staze za voženje, platforme i slični površinski objekti nisu naročito osetljivi na eksplozije u vazduhu iznad 300 m, jer bi se u takvim slučajevima ovi objekti

²) Ako bi se ovakva poletno-sletna staza opravila premošćavanjem levka nasipom širine 60 m trebalo bi ugraditi oko 200.000 m³ zemlje. Pitanje je da li bi se u nastaloj borbenoj situaciji isplatilo pristupiti opravljaju ovako iskvarene poletno-sletne staze ili bi se gradila na pogodnom mestu nova pista.

mogli sa manjim opravkama koristiti bez zastoja, dok su veoma osetljivi pri eksploziji na površini ili ispod površine zemlje gde udarno i radioaktivno dejstvo prouzrokuje veliki stepen oštećenja.

b) Dejstva na avione

Na način napada, visinu i mesto eksplozije, broj i jačinu bombi utiče broj aviona, način njihovog razmeštaja (rasturanje, grupisanje), kao i da li su avioni bez zaklona ili u zaklonu (nepokrivenim skloništima, kaponirima, u poluukopanim hangarima, podzemnim hangarima) itd.

Ako su avioni slabò zaštićeni i rastureni na većem prostranstvu onda će visina eksplozije (za bombu od 20 KT) biti oko 600—700 m da bi zahvatila što veću površinu i uništila veći broj nezaklonjenih aviona. Pri upotrebi bombe od 100 KT tačka eksplozije bila bi normalno na 1.000 m.

Međutim, ako bi avioni bili smešteni u dobro uređenim kaponirima ili u poluukopanim hangarima, koji na izvesnom udaljenju od nulte tačke daju sigurnu zaštitu, tada bi se verovatno upotrebile bombe sa nižom tačkom eksplozije, čime bi se postiglo jače dejstvo ali na manjoj površini.

Ako bi se avioni nalazili u podzemnim skloništima, ova bi se napadala bombama koje bi imale upaljače sa usporenim dejstvom, tako da se zariju što dublje u zemlju. Pri tome bi se gađala sama skloništa ili ulazi u njih.

U prvom i drugom slučaju avioni su izloženi pretežno udarnom i toplotnom dejstvu, a u trećem slučaju do izražaja dolazi uglavnom više udarno i radioaktivno dejstvo.

Računa se da bi avioni, kod vazdušnih eksplozija nuklearnih bombi, trpeli oštećenja i na udaljenosti od 3.000—4.000 m od nulte tačke. Razume se, da se granica oštećenja zaštitnim merama može znatno smanjiti.

Prema nekim podacima oštećenja aviona na zemlji (sa bombom od 20 KT, uzimajući u obzir vazdušni i toplotni udar) bila bi:

Red. br.	Način eksplozije	Nezaklonjeni avioni	Razaranje u procentima (polazeći od nulte tačke)		
			80 %	50%	10%
1.	Vazдушna eksplozija	„	0-2000 m	2.000-2700m	2.700-3800m
2.	Eksplozija na površini zemlje	„	0-1500 m	1.500-2.200m	2.200-3.000m
3.	Podzemna eksplozija	„	0-1000 m	1000-1400m	1.400-2.000m

c) Dejstva na ljudstvo

Dejstva na ljude na aerodromu slična su onima na trupe na ravničastom zemljištu.

d) Dejstva na skladišta ubojnog i pogonskog materijala

Sposobnost vazduhoplovne jedinice za borbena dejstva zavisi i od stanja ubojnog i pogonskog materijala. Savremena avijacija troši velike količine ubojnog i pogonskog materijala. Ovaj materijal je veoma osetljiv na udarno a naročito na toplotno dejstvo nuklearne eksplozije.

Ubojna sredstva imaju male dimenzije a veliku težinu i zbog toga nisu toliko osetljiva na udarni talas, ali su zato veoma osetljiva na toplotno zračenje. Naročito ako se nalaze u drvenoj ambalaži. Radioaktivno zračenje ne utiče na sastav ubojnih sredstava, ali s obzirom da ovim sredstvima rukuju vojnici opasno je da budu izložena radioaktivnom zračenju.

Pogonski materijal je osetljiv na udarni talas i toplotno zračenje, dok je skoro neosetljiv na radioaktivno zračenje.

Toplotno dejstvo bombe kreće se velikom brzinom i temperatura u blizini nulte tačke iznosi 3—4.000°C. Mada ova temperatura opada sa udaljenjem ona ipak na 1.300 m iznosi 1.800°C. Na 1.500 m ova temperatura zapali drvo a na 3.200 m lako zapaljivi materijal. Osim toga, požari većih količina benzina i drugih lako zapaljivih materijala

mogu takođe da nanesu štetu ubojnom i pogonskom materijalu.

Prema nekim podacima pri eksploziji bombe od 20 KT na 600 m visine nezaklonjen ubojni i pogonski materijal pretrpeo bi sledeća oštećenja:

— na otstojanju do 1.100 m materijal bi bio neupotrebljiv;

— na otstojanju od 1.100—1.600 m neke vrste materijala zahtevale bi ozbiljne opravke;

— na otstojanju od 1.600—1.800 m materijal je delimično upotrebljiv.

Međutim, smatra se da će materijal biti uništen ako pritisak dostigne:

— 0,7 kg/sm² za municiju (postiže se na udaljenju 1.100 m);

— 1,05 kg/sm² za benzin ili ulje u buradima (postiže se na udaljenju od 600 m).

Požari lako zapaljivog materijala ugrožavaju nezaštićena skladišta avio-bombi, municije, benzina i ulja na otstojanjima i do 3.200 m.

e) Dejstva na ostalu opremu i objekte na aerodromima

Kod aerodromskih auto-transportnih sredstava oštećuju se kabine, cirađe, karoserije, pale se drveni delovi, tope se metalni delovi i gume te kola nisu više za upotrebu.

Oštećenja vozila bi bila sledeća:

Red. br.	Način eksplozije	Objekti dejstva	Jaki gubici	Srednji gubici	Laki gubici
1.	Vazдушna eksplozija	Kamioni i vozila - nezakl.	1.100 m	1.600 m	2.400 m
2.	Eksplozija na površini zemlje	— „ —	800 m	1.300 m	2.000 m
3.	Podzemna eksplozija	— „ —	700 m	1.100 m	1.500 m

Dejstva na aerodromske zgrade ista su kao u naseljima. Međutim, za vreme rata zgrade na aerodromima se slabo koriste te njihovo rušenje nema naročitog značaja.

Aerodromska sredstva za vezu veoma su osetljiva na nuklearnu eksploziju. Udarno i toplotno dejstvo oštetiće ne samo radiostanice na otvorenim mestima, već i telefonske linije sprovedene preko običnih zgrada, zemunica i sl.

3. — MOGUĆNOSTI PROTIVATOMSKE ZAŠTITE

Videli smo da su aerodromi vrlo osetljivi i da predstavljaju veoma privlačan i rentabilan cilj za nuklearni napad. Zato se protivatomskoj zaštiti aerodroma, ljudstva, vazduhoplovne tehnike i materijala posvećuje posebna pažnja.

Već sada postoji niz mogućnosti da se na aerodromu postigne sasvim zadovoljavajuća protivatomska zaštita. Ova zaštita mora da bude organizovana shodno specifičnostima baziranja avijacije na pojedinim aerodromima. Protivatomska zaštita aerodroma treba da omogući i stvori uslove vazduhoplovnim jedinicama da mogu izvršavati zadatke i u uslovima upotrebe nuklearnih oružja.

S druge strane, ne treba ni najmanje potceniti, ili bilo u kom momentu prenebreći velike efekte nuklearnog napada na aerodrome. Avijacija je u potpunosti (u današnjim uslovima i u uslovima bliske budućnosti) zavisna od aerodroma, ovakvih kakvi su danas, i na njima se mora izvršiti koncentracija aviona, ljudstva i tehnike i to na relativno ograničenom prostoru. Zato je potrebno da se blagovremeno predvide i izvrše mere protivatomske zaštite aerodroma, objekata, instalacija i snaga koje baziraju na aerodromima.

Najbolja odbrana a u isto vreme i zaštita od uništavanja nuklearnim oružjem jeste aktivna PA odbrana i zaštita, u prvom redu odbrana aerodroma putem lovačke avijacije i dobro organizovanom službom VOJIN. Ali aktivna odbrana nije predmet razmatranja ovog članka, već druge mogućnosti i mere pasivne odbrane koje treba

preduzeti i iskoristiti u cilju zaštite aerodroma. Zato će se dalje izlaganje i odvijati u ovom smislu.

Ako bi se raspored aviona i objekata na aerodromu vršio kao u Drugom svetskom ratu, pa i iz vremena Korejskog rata, gde se uglavnom sve raspoređivalo u blizini i oko poletno-sletne staze, tada bi bila dovoljna jedna nominalna nuklearna bomba da uništi veći broj aviona i drugih ciljeva na aerodromu.

To dokazuje da je neophodno oступiti od ranijih načina grupisanja i razmeštaja žive sile, aviona i aerodromskih postrojenja.

Prema tome, trebalo bi preduzeti izvesne mere koje će sprečiti neprijatelja da jednim nuklearnim projektilom uništi, napr., sve zalihe pogonskog ili ubojnog materijala na aerodromu, ili poletno-sletnu stazu, stazu za voženje i izvestan broj aviona itd.

Ovde će se izneti tri osnovna načina, tri koncepcije, pomoću kojih se može rešavati ovaj problem.

Po prvoj, pogodne ciljeve treba razmestiti rastureno na aerodromu, tako da sfera uništavajućeg dejstva nuklearne bombe (nuklearnog projektila) ne zahvati dva, tri ili više ciljeva. Drugim rečima, treba izvršiti rasturanje objekata i izbeći stvaranje pogodnih ciljeva za nuklearnu bombu ili, ako je to nemoguće postići, težiti da se jednom bombom ne može obuhvatiti više rentabilnih ciljeva.

To znači da avione treba rasturiti na manje grupe i dovoljno udaljene, a pogonski, ubojni, aviotehnički i drugi materijal razdeliti po bojevim kompletima, i aviopunjenjima takođe na potrebnom udaljenju, tako da u jednom zahvatu ne bude uništen sav materijal. Ovde, razume se, moraju biti preduzete mere zaštite ljudstva i materijala da bi se gubici u tom pogledu sveli na minimum.

Naravno da rasturanje ima svojih granica do kojih se može ići, a da se pritom, s jedne strane, obezbedi blagovremeno poletanje aviona na zadatke, a, s druge, da se izbegne dugo rulanje aviona do zaklonjenih stajanki, pošto ono suviše napreže materijal, razvođenje i prikupljanje aviona traje dugo i izlaže ih napadu iz vazduha. Rastu-

ranje zahteva dugotrajnu lovačku zaštitu i iziskuje obimne inženjerske radove na razvodnim stazama, stajankama itd.

Po drugoj koncepciji treba avione, ljudstvo i materijal smestiti u sigurna, najčešće podzemna skloništa koja štite od dejstva nuklearnih bombi. Ovim se mogu otkloniti nezgode koje se pojavljuju usled velikog rasturanja aviona i drugih sredstava. No i ovaj način, pored svojih dobrih strana, ima i mana. Teškoće su u tome da se ne mogu uvek naći u blizini aerodroma pogodna uzvišenja za izgradnju dubokih podzemnih skloništa sa dovoljnim natslojem zemlje koji sigurno štiti od pogodaka nuklearnom bombom, što su radovi na izgradnji podzemnih skloništa dugotrajni i skupi, ulazi u skloništa i poletno-sletne staze su osetljive itd.

Po trećoj koncepciji preporučuje se izgradnja većeg broja aerodroma, makar i na štetu podzemnih i drugih skloništa, i razmeštaj vazduhoplovnih jedinica u manjim sastavima — napr., vazduhoplovnu diviziju razmestiti na 2 ili 3 aerodroma. Ovim bi se omogućio bolji manevar jedinica po aerodromima i smanjili ciljevi i gubici pri napadu na pojedine aerodrome, ali bi se broj aerodroma povećao što bi izazvalo i povećanje sredstava za izgradnju poletno-sletnih staza i staza za voženje, zatim potrebu većih snaga i sredstava za zaštitu većeg broj aerodroma.

Po mišljenju nekih stranih pisaca u atomskoj eri vazduhoplovna baza — aerodrom se ne može više zamisliti kao jedna poletno-sletna staza, okružena kompleksom raznih postrojenja i opreme koncentrisanih na relativno ograničenom prostoru. Ubuduće organizacija na zemlji treba da omogući letaćkim jedinicama da operišu bez obzira na atomsku pretnju. Preporučuje se da se u prvo vreme pribegne putnoj mreži koja bi se u izabranim otsecima proširila i pretvorila u niz dobro kamufliranih poletno-sletnih staza. Letačke jedinice bi se rasparčale do operativno efikasne granice, rasturile na znatnu daljinu jedna od druge i smestile se sa strane puta u posebne zaklone ili u pošumljene zone na prikladnoj udaljenosti od poletno-sletne staze. Ove deonice puteva koje bi služile kao poletno-sletne staze bile bi u slučaju rata zatvo-

rene za putni saobraćaj koji bi se usmerio pripremljenim obilaznim putevima. Za ovakve piste preporučuju se jedinice jačine od 8 aviona koje bi se tehnički samostalno obezbeđivale. Jedan od njih smatra da bi se rasparčavanjem do ovakvih granica stvorili ciljevi koje se ne bi isplatilo napadati s obzirom na opšti okvir ratne ekonomije i razmatra i druge mogućnosti za rešenje pitanja poletanja i sletanja.

Iako korišćenje puteva za poletanje i sletanje aviona nije ništa novo i poznato je iz Drugog svetskog rata, treba ipak podvući njihove velike mogućnosti u pogledu upotrebe i zaštite vazduhoplovnih jedinica u atomskoj eri.

Po izloženim varijantama mogli bi se izvesti sledeći zaključci:

— rešavanju ovog pitanja ne bi se smelo prići šablon-ski i usvojiti jednu koncepciju za sve aerodrome, nego treba svaki aerodrom posebno proučiti i primeniti onaj sistem zaštite koji, s obzirom na snage, sredstva, vreme i druge realne mogućnosti, nudi najbolju zaštitu; na pojedinim aerodromima neće biti rentabilno, moguće i preporučljivo smestiti sve u podzemna skloništa, već će deo sredstava morati da bude rasturen nad zemljom.

Negativne strane širokog razmeštaja ili smeštaja u podzemnim skloništimama moći će se u velikoj meri ublažiti ili sasvim izbeći korišćenjem za razmeštaj prirodnih jaruga, uzvišenja i šuma, primenom raznih načina fortifikaciskog uređenja, ojačanjem zaštitnih objekata površinskog, poluukopanog i ukopanog tipa, primenom smišljenih improvizacija, maskiranjem i zavaravanjem neprijatelja i primenom drugih sličnih mera.

a) Mere za zaštitu i osposobljenje poletno-sletnih staza

Ranije je navedeno da su poletno-sletne staze i staze za voženje osetljive na pogotke nuklearnih projektila kod kojih se eksplozija dešava na i ispod površine zemlje. O ovom činiocu treba voditi računa pri izboru, projektovanju i izgradnji aerodroma. Ako bi se izgradile dve ili više poletno-sletnih staza sposobnost aerodroma za dejstva i pri napadu nuklearnim projektilima bi se u velikoj

meri povećala. Takav bi aerodrom bilo teško izbaciti iz upotrebe, jer ako bi jedna poletno-sletna staza bila pogodena, poletanje i sletanje bi se vršilo na drugoj, dok bi se oštećena opravljala. Zbog toga treba izbegavati ukrštanje pista, jer je mesto ukrštanja osetljivo za obe piste. Ako ne postoje mogućnosti za izgradnju dve ili tri poletno-sletne staze onda treba voditi računa da se staze za voženje izgrade dovoljno široke, da mogu poslužiti kao rezervne piste u slučaju onesposobljenja glavne poletno-sletne staze.

Rešenje pitanja rezervne poletno-sletne staze putem proširivanja postojeće staze za voženje za vreme mira ili u toku rata biće čest slučaj. Zato je potrebno pri izboru i projektovanju uzimati u obzir dimenzije mogućih kratera pri eksploziji nuklearne bombe na i ispod površine zemlje i voditi računa da se staza za voženje postavi na takvom udaljenju od poletno-sletne staze da ove ne budu zahvaćene kraterom nuklearne bombe bačene na poletno-sletnu stazu.

Međutim i oštećenu poletno-sletnu stazu treba dovesti u red i osposobiti je za upotrebu. Kod vazдушnih eksplozija poletno-sletna staza bila bi ispravna i upotrebljiva čim se radioaktivni oblak rasturi. Ipak radioaktivni materijal taloži se na pistu, iako u manjoj meri, i potrebno ga je ukloniti.

Kod eksplozija na površini i ispod površine zemlje potrebno je ukloniti znatne količine materijala i izvršiti brižljivu dekontaminaciju poletno-sletne staze.

Ukoliko dekontaminacija nije izvodljiva, a materijal je tako jako kontaminiran da se ne može upotrebiti, moraće se uništiti zakopavanjem i sl.

Dekontaminacija se može izvršiti:

— uklanjanjem radioaktivnog materijala;

— čekanjem da se stepen radijacije smanji i postane

bezopasan.

Ljudi mogu raditi kad stepen radijacije padne na dozvoljenu jačinu. Dekontaminacija je potrebna čak i onda kad se samo namerava evakuisanje opreme.

Utrine se mogu, u cilju dekontaminacije, duboko zao-rati, a poletno-sletne staze, putevi i zgrade mogu se oprati vodom ili hemiskim sredstvima ili skidanjem sloja kontaminirane površine.

Hemiski način zasniva se na pretvaranju radioaktivnih čestica u rastvorljivu masu, koja se otklanja mla-zom vode. Ovim se ne uništava radioaktivnost materijala, ali se olakšava njegovo odstranjivanje.

Kada su čestice prodrle u površinu, one se mogu odstraniti samo ako se gornji sloj ukloni, što je kod nekih puteva i travnih poletno-sletnih staza moguće. Dekonta-minacija se postiže i nabacivanjem sloja peska, ali to ne rešava problem odstranjivanja radioaktivnih čestica.

Zemlju koja je izbačena iz kratera i popadala po poletno-sletnoj stazi treba ukloniti sa piste odvoženjem ili guranjem u sam krater.

b) Mere za zaštitu aviona

Od celokupne tehnike na aerodromu avioni su najo-setljiviji i pri organizaciji atomske zaštite treba imati u vidu da zaštita aviona, pored zaštite ljudstva, dolazi u prvi plan.

Zaštita aviona, kao što je pomenuto, može se postići rasturanjem — širokim razmeštajem, ili njihovim sme-štajem u poluukopane podzemne hangare — skloništa.

Ako se usvoji zaštita na bazi širokog razmeštaja, bez naročito uređenih (otpornih) skloništa ili zaklona, treba voditi računa o rastojanjima pojedinih grupa aviona i broja aviona u jednoj grupi koji mogu biti zahvaćeni sferom dejstva jedne eksplozije. Rastojanja među gru-pama aviona treba da budu takva da se izbegnu jaki i srednji gubici pri visinskoj eksploziji nuklearne bombe. Pri ovome se mora voditi računa i o otstojanju od glavne i rezervne poletno-sletne staze, tako da eventualni po-godak srednjeg dela poletno-sletne staze³⁾ ne ošteti avi-

³⁾ Pod srednjim delom poletno-sletne staze ovde se zamišlja polovina njene dužine ne računajući četvrtine na početku i kraju poletno-sletne staze.

one. Ako se uzme u obzir da su savremene poletno-sletne staze dugačke 2.500 m i više, onda je to moguće postići ako se avioni udalje 2—3 km od krajeva piste. Međutim, primenom zaštite aviona u kaponirima, poluukopanim hangarima i sličnim zaklonima, mogu se ova rastojanja smanjiti adekvatno stepenu zaštite usvojenih objekata.

Efikasno zaklanjanje aviona razmeštenih na površini zemlje, pomoću visinskih zaklona (zidova, zemljanih nasipa, kaponira i sl.) postiže se:

a) Pri eksploziji u vazduhu zaklonima čija bi visina bila data sledećom formulom:

$$h = \frac{H \cdot l}{L}$$

(gde su H — visina eksplozije, l — raspon krila, a L — udaljenje zaklona od nulte tačke).

Ako je H = 600 m; l = 12 m, a L = 1.500 m, tada je

$$h = \frac{600 \cdot 12}{1.500} = 5 \text{ m.}$$

Pri eksploziji na površini zemlje efikasno zaklanjanje aviona počinje od 1.200 m od nulte tačke (ako je visina zaklona jednaka ili viša od visine aviona koji se zaklanja).

b) Pri podzemnoj eksploziji efikasno zaklanjanje aviona počinje od 800 m od nulte tačke (ako je visina zaklona jednaka ili viša od visine aviona koji se zaklanja).

Kao dobra mera zaštite aviona od toplotnog dejstva jesu i navlake koje se prave od takvog materijala koji može da izdrži toplotno dejstvo. Za tu svrhu može se upotrebiti materijal sa sjajnom ravnom gornjom površinom ili obični laneni materijal bele boje. Ovakvi beli pokrivači zimi služe i za maskiranje aviona. Najbolju zaštitu aviona od toplotnog dejstva pružice navlaka koja nije stavljena na sam avion, nego je odvojena od njega i omogućava slobodnu cirkulaciju vazduha između površine aviona i navlake. Takva navlaka može se nabaciti na specijalno napravljeni nosač ili obesiti iznad aviona u vidu šatora, ili za ovu svrhu koristiti skelet za po-

stavljanje klasičnih maskirnih mreža. Radi izbegavanja od požara treba okolinu aviona očistiti od suvaraka, sasušenog lišća, trave i sl.

Sigurna zaštita aviona može se postići njihovim smeštajem u podzemna skloništa.

Pri izradi podzemnih hangara — skloništa za avione, potrebno je voditi računa da se dobije dovoljan sloj iznad ovih skloništa, koji bi štitio od eksplozije nuklearnih bombi u slučaju direktnog pogotka i prodora bombi koji se postižu pri njihovom bacanju iz aviona ili putem vođenih projektila. Potrebna debljina natsloja u velikoj je zavisnosti od geološkog sastava zemljišta i mora se za svaki konkretni slučaj posebno odrediti.

Ova skloništa se rade uglavnom na dva načina:

— Po sistemu tunela, sa dva ili više ulaza — izlaza izrađenih u vidu preduseka dobro ojačanih i maskiranih i koji se zatvaraju specijalnim vratima sposobnim da odole pritiscima stvorenim od eksplozije. Sklonište se oprema instalacijama za zagrevanje, provetravanje, prečišćavanje vazduha, uređajima za sprečavanje i gašenje požara, vodovodnim a po potrebi i benzinskim instalacijama i sl. U samom skloništu uređuju se po potrebi prostorije za smeštaj pilota i štabova, odeljenja za izvođenje reglamentnih radova na avionima, prostorije za skladišta ubojnog, pogonskog i drugog materijala itd.

— Po sistemu liftova (kao kod Mažino linije) gde se grade duboki bunker i sa proširenjima na dnu u koje se smeštaju avioni. U ovakvom podzemnom hangaru može se razmestiti oko 20 aviona. Otvori bunara zatvaraju se pokretnom betonskom pločom radi zaštite.

Često će biti slučaj da nije moguće obezbediti podzemne hangare — skloništa sigurna od pogodaka nuklearnih projektila. Da bi se ipak postigla zaštita od nuklearnih bombi koje eksplodiraju u vazduhu ili na površini zemlje na udaljenjima većim od prečnika zone dejstva, grade se za pojedine avione, ili manje grupe od nekoliko aviona, poluukopani hangari — skloništa. Ova skloništa grade se od armiranog betona u vidu svoda ili sa ravnim

krovom. Unutrašnje uređenje ovih skloništa ne zahteva sve instalacije kao podzemno sklonište, ali se skloništa moraju povezati razvodnim stazama za voženje aviona.

c) Mere za zaštitu ljudstva na aerodromima

U sastavu aerodroma nalazi se znatan broj jedinica, štabova, ustanova, raznih transportnih i specijalnih vozila i mašina, opreme i materijala, koje treba zaštititi od dejstva nuklearnih eksplozija. Ove jedinice i oprema često ne predstavljaju same za sebe rentabilan cilj za napad nuklearnim oružjem te ih treba izvući iz rejonu u kojima se nalaze avioni, poletno-sletne staze, važna skladišta i drugi objekti koji bi mogli predstavljati cilj napada. Za ovo postoje velike mogućnosti, jer je periferija ugroženog dela aerodroma velika i nudi mnoge pogodnosti (sela, šume, jaruge, uzvišenja, doline itd.) za izbor i uređenje prirodnih zaklona.

I pravilnim razmeštajem može se postići bolja zaštita ljudstva na aerodromu. Pre razmeštaja treba odrediti objekte koji mogu doći u obzir za napad nuklearnim oružjem. Iz verovatne nulte tačke svakog cilja treba obeležiti zone dejstva nuklearne bombe — projektila koji bi se upotrebio za napad na aerodrom. Ovako se vide površine na kojima treba držati minimum ljudi bez kojih se ne može izvršiti zadatak. Za ovo ljudstvo potrebno je izgraditi dobre zaklone i skloništa. Ostalo ljudstvo treba razmeštati rastresito i izvan zone dejstva i obavezno izvan zone teških i srednjih gubitaka. Štabove, službe, prostorije za odmor i spavanje, kuhinje i trpezarije moguće je razmestiti na udaljenju koje garantuje dovoljnu sigurnost.

Ipak na aerodromu ostaje znatan broj ljudi čija je služba vezana za komandovanje, opsluživanje aviona, zatim posade u pripravnosti itd. i oni se najčešće nalaze na stajankama pored aviona, u rejonu KM, u skladištima, radionicama, kod PA oruđa i drugih objekata razmeštenih na aerodromu.

Međutim, ako za ovako veliki broj ljudi nema dovoljno dobrih betonskih ili podzemnih skloništa, radi se

znatan broj dubokih rovova koji se pokrivaju i zatvaraju materijalom dobijenim na licu mesta i iz bliže okoline aerodroma. Ove rovove treba kopati i uređivati svuda gde radi ljudstvo.

Za potrebe raznih službi treba raditi što jača skloništa i ojačane zemunice. Ova skloništa treba izgrađivati po tipu kolektivnih skloništa tako da mogu da služe bilo kao radne prostorije, bilo za odmor ljudstva, smeštaj ambulanti, centra veze, komandnih mesta i sl.

Uređenju skloništa treba pokloniti naročitu pažnju. Sva skloništa treba snabdeti dobrim filterima za prečišćavanje vazduha, ventilatorima i hermetičkim vratima. Povećanjem dimenzija noseće konstrukcije, obloge i pokrivke skloništa, u odnosu na ranije upotrebljavana skloništa za iste svrhe, postiže se zaštita od toplotnog dejstva, zatim se u velikoj meri smanjuje prodorna moć radijacije i snaga udarnog dejstva. Iz ovih razloga je neophodno pojačati sve elemente konstrukcije. Da bi drveno-zemljana skloništa bila otporna protiv rušenja potrebno ih je graditi po tipu gredične konstrukcije sa drvenim poprečnim i uzdužnim ramovima. Ova skloništa obavezno moraju imati jedan ili više rezervnih izlaza. Lokaciju skloništa treba birati u pogodnim jarugama, udubljenjima i sl. s tim da im položaj odgovara opštem razmeštaju i potrebama službe-jedinice za koju se grade.

Važno je da skloništa budu što više ukopana u zemlju i da im pokrivka bude poravnata sa površinom zemlje. Ako ovo nije moguće postići onda reljef iznad zemlje treba zaobliti tako da udarni talas lako pređe preko skloništa čime će se smanjiti pritisak, a konstrukcija će lakše doleteti.

Ako se u rejonu aerodroma koriste razne zgrade za rad i stanovanje onda treba urediti podruma za zaštitu od atomskog dejstva. U tom cilju ojačavaju se zidovi i tavanice podruma, a prozori i ostali otvori se zatvaraju jakim poklopcima, ciglama, džakčićima sa peskom i sl. Na ulazima treba postaviti jaka vrata podešena za hermetičko zatvaranje. I ovde treba ugraditi filtere i venti-

latore. Ljudstvo na aerodromu mora se obavezno upoznati sa mestom skloništa i načinom korišćenja.

Naročitu pažnju treba pokloniti obuci ljudstva u korišćenju svih raspoloživih zaklona koji postoje na aerodromu. Svaki predmet ili pregrada, ukoliko rušenjem ne ugrožavaju život, služe kao zaklon od udarnog i toplotnog dejstva. Tako vojnici koji se zateknu u slučaju eksplozije na poletno-sletnoj stazi, stajankama i sličnim otvorenim mestima na aerodromu radi zaštite od toplotnog i udarnog dejstva treba da koriste otvorene šahtove i rupe od drenaže, drenažne rovove, rovove pored puteva, razne neravnine i sl., ili, ako toga nema, da legnu na zemlju.

Individualna sredstva zaštite štite čoveka od radioaktivnih čestica. Uspeh ovih sredstava zavisi od obučenosti i borbene gotovosti starešina i vojnika, sistema obaveštavanja i načina davanja signala za atomsku uzbunu. To se organizuje tako da na znak uzbune čitavo ljudstvo — sastav jedinice stavlja na sebe sva predviđena sredstva zaštite, preduzima mere zaštite aviona i borbene tehnike i sklanja se u rovove i skloništa. Oni koji su predviđeni da obavljaju službu produžavaju rad pošto stave individualna sredstva zaštite na sebe i obezbede borbena sredstva kojima rukuju.

Pri ovome treba imati na umu da su gubici od toplotnog zračenja koje se kreće brzinom svetlosti i traje oko 3 sekunde, veliki, ali da svaka prepreka između čoveka i vatrene lopte može poslužiti kao zaštita.

d) Mere za zaštitu skladišta ubojnog i pogonskog materijala

Zaštiti ubojnog i pogonskog materijala na aerodromu treba posvetiti posebnu pažnju. Na prvom mestu voditi računa o lokaciji ovih skladišta. Njihovo mesto treba da bude dovoljno udaljeno od drugih objekata na aerodromu tako da se jednom eksplozijom ne mogu zahvatiti i uništiti i skladišta i objekti na aerodromu. S druge strane, potrebno je obezbediti rezerve ovog materijala u pomoć-

nim (rezervnim) skladištima koja treba dovoljno udaljiti od postojećih. Ova skladišta mogu se urediti i u poljskom tipu.

Bez obzira o kojim se skladištima radi — stalnim ili rezervnim — smeštenim u objektima poljskog tipa, potrebno je, pored pravilne lokacije, preduzeti i mere zaštite od nuklearnih eksplozija. Ove mere, zavisno od mogućnosti, obuhvataju izgradnju zaštitnih objekata, maskiranje skladišta i protivpožarno obezbeđenje i zaštitu.

Pri zaštiti ubojnih sredstava treba voditi računa da se ova zaštite od toplotnog dejstva i radiološke kontaminacije. Ubojna sredstva na aerodromu bolje je razmeštati razbacano i sa takvim rastojanjima i otstojanjima skladišta, da eventualna eksplozija jednog ne dovede do eksplozije drugog skladišta. Za zaštitu treba raditi pokrivena skloništa ukopanog tipa sposobna za zaštitu od toplotnog dejstva. S obzirom da su ubojna sredstva otporna prema udarnom dejstvu (sem upaljača), nije potrebno na skloništima vršiti naročita pojačanja.

Zaštita pogonskog materijala zahteva posebnu brigu i postiže se rastresitim razmeštajem i ukopavanjem na aerodromima. Gorivo treba smestiti u cisterne koje se potpužno ukopavaju u zemlju i zaštićuju zemljanim pokrivačem tako da se ne uzdižu iznad površine zemlje. Međutim, ako postoje ukopane cisterne sa malim natslojem zemlje onda se ovaj može pojačati naknadnim nasipanjem s tim da figura bude prilagođena terenu i sa blagim padovima.

e) Mere za zaštitu objekata materijala na aerodromu i ostale opreme

Za zaštitu autotransportnih sredstava treba pre svega iskoristiti prirodna skloništa koja se nalaze u blizini aerodroma. Automobili, traktori i druga tehnička sredstva raspoređuju se razbacano i izvan verovatne opasne zone nuklearne eksplozije. Pri nedostatku prirodnih zaklona za transportna sredstva i traktore potrebno je izgraditi skloništa ukopanog tipa.

Sredstva za vezu treba smeštati, kadgod je to moguće, u pripremljena skloništa, a kablove postavljati u specijalno napravljene jarkove, koji se zasipaju zemljom i utabaju.

Na kraju treba istaći da uspeh zaštite od nuklearne eksplozije na aerodromu zavisi od dobre organizacije i uvežbanosti vojnika i starešina i blagovremeno preduzetih priprema. Uspeh će biti utoliko veći ukoliko su savsesno primenjeni svi elementi zaštite i uvežbani svi postupci prema mogućim napadima nuklearnog oružja.

* * *

General-major BULAT RADE

PRIMENA NUKLEARNE ENERGIJE U KOPNENOJ VOJSCI

Nuklearna energija još nije našla široku primenu u kopnenoj vojsci, izuzev u naoružanju. Međutim, imajući u vidu tendencije u razvoju i primeni nuklearne energije kako u mirnodopske tako i vojne svrhe, u skoroj budućnosti možemo očekivati njeno svestrano korišćenje u naoružanju, saobraćaju, zatim kao energetsom izvoru, medicini, veterini, konzerviranju hrane i dr.

Ne ulazeći u strategijske, operativne i taktičke probleme koje nuklearna energija kao veoma aktuelne postavlja pred generalštabove i vojna rukovodstva svih zemalja, svrha je ovog napisa da u najkraćim crtama prikaže dosadnja tehnička dostignuća u primeni nuklearne energije u kopnenoj vojsci kao i perspektive koje se mogu nazirati za narednih 10—15 godina.

NUKLEARNO ORUŽJE

U dosadašnjem razvoju nuklearnih oružja, pored atomskih i termonuklearnih (hidrogenskih) bombi — gde je našla najveću primenu, nuklearna energija ima gotovo isto toliku važnost i u drugim vidovima naoružanja (artiljeriji, vođenim projektilima, raketama).

1) Atomska artiljerija

Podaci o razvoju atomske artiljerije govore da se atomski top kalibra 280 mm¹⁾ nalazio već u naoružanju

¹⁾ Prema američkim podacima i SSSR raspolaže atomskim granatama za topove 203 mm i minobacače 240 mm. Za minobacač se smatra da je najjače oružje te vrste u svetu.

armije SAD u Evropi.²⁾ Danas je poznato da ovo oruđe po efikasnosti svog dejstva može zameniti oko 5.000 oruđa 105 i 122 mm, da je teško 80 tona³⁾ i da je veliko i glomazno (za jednu bateriju od 2 oruđa potrebno je samo za transport 20 kamiona i traktora — guseničara). Gledajući kroz prizmu današnjeg i sutrašnjeg bojnog polja, ovakav top će predstavljati rentabilan cilj kako za protivničku avijaciju tako i za klasičnu artiljeriju. Naime, zbog svoje veličine i glomaznosti ovo oruđe zahteva da se transportuje prvorazrednim putevima (naprimer, na nekim manevrima NATO-a⁴⁾ u Zapadnoj Nemačkoj, gde je komunikaciska mreža veoma gusta, a putevi dobri, bilo je mnogo teškoća pri transportovanju, pa je dolazilo čak i do prevrtanja). Međutim, ovakav se način transportovanja u većini slučajeva, s obzirom na stanje, broj i kvalitet komunikacija eventualnih budućih ratišta, neće moći svuda osigurati. Izuzetak čine SAD, Kanada i centralni deo Evrope gde je komunikaciska mreža relativno široko razvijena, a putevi dobrog kvaliteta i velike propusne moći. Zbog maskiranja oruđa vatrene položaje treba zauzimati noću. Posle opaljenja ono postaje jako uočljivo, te je neophodno premeštanje i zauzimanje novih položaja u cilju vlastite zaštite što, međutim, stvara ozbiljne teškoće (pokretanje, demaskiranje tragovima, priprema novih elemenata za gađanje itd.). Ako se ima u vidu da se u Drugom svetskom ratu dnevni tempo operacije kretao od 15—40 km na dan, dolazi se do zaključka da atomski top zbog svog relativno malog dometa (oko 32 km), s jedne, i zahteva vlastite sigurnosti (što dublje u pozadinu), s druge strane, ne bi mogao uspešno podržavati snage kopnene vojske, a u prvom redu pešadiju i tenkove, ni na dubini od 15—20 km bez prethodne promene vatrenih položaja. Zauzimanje novih vatrenih položaja u toku boja

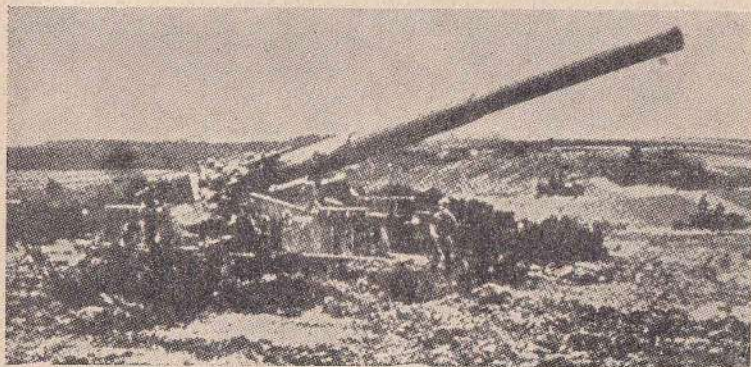
²⁾ Prema nekim podacima Amerikanci više ne forsiraju izgradnju ovakvih atomskih topova. Sva takva oruđa povukli su za SAD, s tim da se ona, navodno, upotrebe samo za odbranu važnijih strategiskih oblasti u pozadini vlastite teritorije.

³⁾ Postoje podaci da je težak i 85 tona.

⁴⁾ Severoatlantski pakt.

narušava neprekidnost u podršci vlastitih trupa, a protivničkoj strani daje mogućnost uspešne odbrane (povlačenja, izvođenja raznih manevara, protivnapada itd.). Prilikom gađanja krajnjim dometom, eksplozija će biti samo prizemna (udarna). To zahteva veliku tačnost pri gađanju određenog cilja. Najubitačniji efekti eksplozije u vazduhu (toplotni i udarni) ne mogu biti dovoljno iskorišćeni, naročito protiv žive sile.

Preciznost gađanja atomskim topom kreće se u granici preciznosti klasičnih artiljerijskih oruđa i ona je osrednja. Treba imati u vidu da je od momenta kada je postavljen zahtev da se gađa atomskim zrnom, pa do momenta gađanja cilja, bar za sada, potrebno ispod 1 sata (to će se vreme moći znatno smanjiti). Za to vreme cilj može nestati, pogotovo ako nije stalan, što dovodi u pi-



Slika 1. — Atomski top 280 mm na položaju

tanje rentabilnost gađanja. Vreme potrebno za pripremu uslovljeno je nekim elementima, a najvažniji od njih su:

- donošenje odluke o gađanju određenog cilja od strane nadležnog komandanta;
- iznalaženje vrste eksplozije u odnosu na cilj (vazдушna ili površinska itd.);

— prenošenje zrna iz baza koje su često daleko u pozadini (ovo se vrši avionom ili helikopterom); zatim, postavljanje oruđa na položaj i njegova priprema za gađanje.

2) Pešadisko nuklearno oružje

Potreba da se pronađu nuklearna oružja koja će biti manja, lakša i pokretljivija od atomskog topa postavila je pred naučnike i vojne stručnjake nove zadatke. Danas se u SAD već naveliko piše da su dosadašnja nuklearna oružja, suviše uništavajuća, glomazna i veoma skupa, i da su armiji potrebna nuklearna oružja male moći, preciznija i pokretljivija. Govori se o oružjima čija će se razorna moć zrna kretati od 4—10 kilotona. Njihova namena će biti tučenje živih ciljeva na bojnom polju. Predviđa se da će ući u naoružanje lako pokretnih kopnenih i vazdušno-desantnih jedinica.⁵⁾ Takođe se pominje da pri eksploziji zrna izbačenih iz ovih oruđa neće biti nikakvih radioaktivnih oblaka i prašine.

Najinteresantnija od ovih novih oružja su »Sidewinder« i »Moritzer«.

»Sidewinder« je atomski projektil koji se može prenositi ručno. Namenjen je pešadiskoj četi, a može ga upotrebiti i pešadisko odeljenje.

Sličan je povećanoj bazuki.

»Moritzer« je bacač koji je postavljen na šasiju lakog tenka. Za gađanje ima nuklearne mine (granate). Namenjen je, verovatno, za podršku pešadije i tenkova. Može pružiti jaku podršku.

Pored ovih treba spomenuti i bestrzajni top, kalibra 155 mm, koji proizvode Amerikanci. Top je konstruisan za gađanje nuklearnim granatama i može se postaviti na helikopter.

Povećana snaga ovih novih oružja smanjuje broj potrebnih ljudi i povećava bojnu gotovost malih taktičkih, a naročito lako pokretnih i vazdušno-desantnih jedinica.

⁵⁾ Proizvodnja ovih oružja u SAD treba da otpočne u 1957 godini.

3) Rakete i vođeni projektili (zrna)

Za deset posleratnih godina mnoge su zemlje, a u prvom redu SAD, Velika Britanija, Francuska, SSSR i Švajcarska, veoma mnogo učinile na razvijanju, usavršavanju i proizvodnji raketa i vođenih projektila raznih vrsta. Svi projektili, s obzirom na njihov domet, mogu se podeliti na taktičke i strategiske.⁶⁾ Pod taktičkim se podrazumevaju projektili čiji domet ne prelazi 100 km, a svi ostali su strategiski.

U odnosu na tehniku upotrebe, tj. upućivanja na cilj, postoje sledeće kategorije projektila:

- zemlja-zemlja;
- zemlja-vazduh;
- vazduh-vazduh;
- vazduh-zemlja.

Sa stanovišta kopnene vojske neposredno nas interesuju projektili *zemlja-zemlja*, jer su oni namenjeni za gađanje ciljeva na zemlji — a to su do sada pretežnim delom bili zadaci artiljerije i avijacije, kao i projektili *zemlja-vazduh* koji zamenjuju i dopunjuju PA artiljeriju i lovačku avijaciju, a namenjeni su za protivavionsku odbranu.

Posebno je pitanje strategiskih projektila koji će biti upotrebljavani za strategiske ciljeve kako u operativnoj tako i u strategskoj dubini protivničke strane.

a) *Slobodnoleteća raketa⁷⁾ zemlja-zemlja*

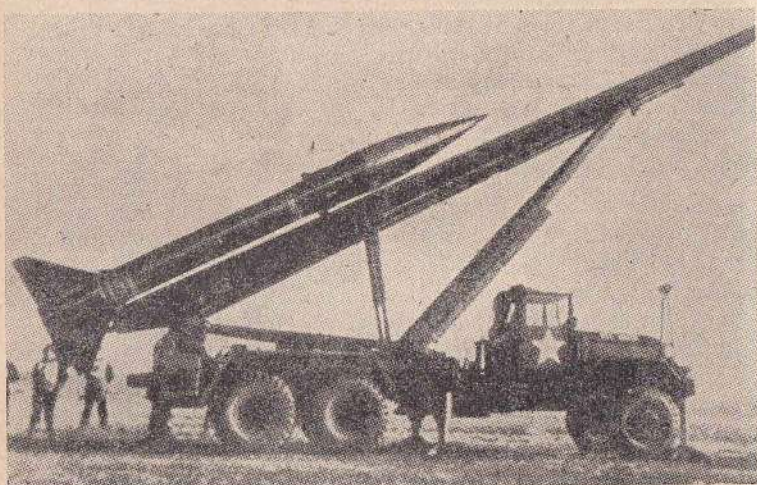
»H o n e s t J o h n« upotrebljava se za gađanje ciljeva na zemlji u taktičkoj dubini; najčešće zamenjuje artiljeriju neposredne podrške (artiljeriju srednjeg kalibra). To

⁶⁾ Strogo uzevši, precizna podela ne postoji ili nam nije poznata. Neki ih dele na taktičke za upotrebu u nižim taktičkim jedinicama (četi, bataljonu, puku) i taktičke za upotrebu u višim taktičkim jedinicama (diviziji, korpusu). Po američkoj podeli u taktičke projekte ulaze svi do 1.000 km dometa, što je i logično s obzirom na prostranstvo i udaljenost njihovih ratišta.

⁷⁾ U ovom tekstu će se razmatrati samo neki tipovi projektila koje poseduje armija SAD ili radi na njihovom razvijanju i usavršavanju.

je raketa koja se puni eksplozivom »Hercules«, a može biti i s nuklearnim punjenjem. Dužina joj iznosi 8,6 m, a težina 2.700 kg; s rampom sa koje se vrši gađanje, kao i s traktorima za vuču, težina iznosi 23 tone. Domet rakete je do 32 km, a brzina oko 1.800 km/č.

Englezi mnogo pažnje posvećuju razvijanju ovog projektila, jer ga smatraju veoma efikasnim za neposrednu podršku dejstva oklopne divizije.



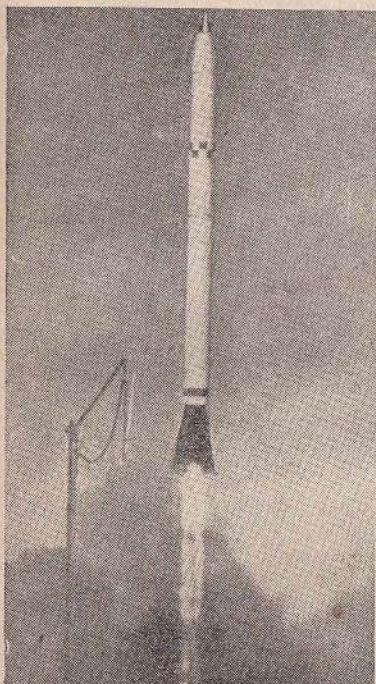
Slika 2. — Artiljeriska slobodnoleteća raketa
»Douglas Honest John«

b) Vođeni projektil zemlja-vazduh-zemlja

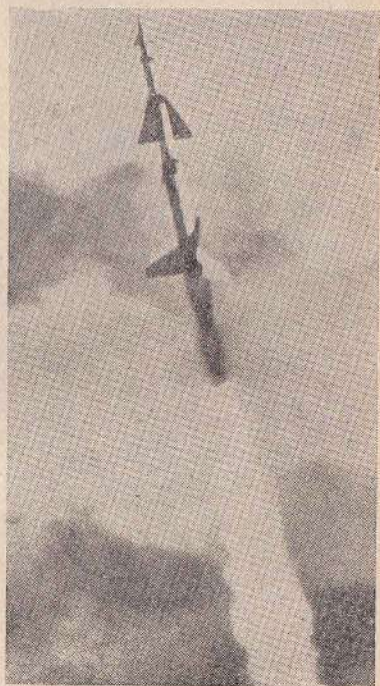
»Corporal« se upotrebljava za gađanje ciljeva na zemlji u operativnoj dubini. Zamenjuje artiljeriju teškog kalibra i avijaciju neposredne podrške u uništenju određenih ciljeva. Može imati obično ili nuklearno punjenje.

Dužina mu iznosi 12,2 m, a težina 5.440 kg. Domet mu je 240 km. Potisak 9.000 kg. Plafon 82.000 metara, a brzina 3.600 km/č.

Projektil leži između četiri kraka na krivim stubovima jednog rama koji je horizontalno postavljen na betoniranom postolju. Ima specijalne elektronske uređaje za vođenje (upravljanje), kao i radarsku antenu. Nalazi se u naoružanju armije SAD⁸).

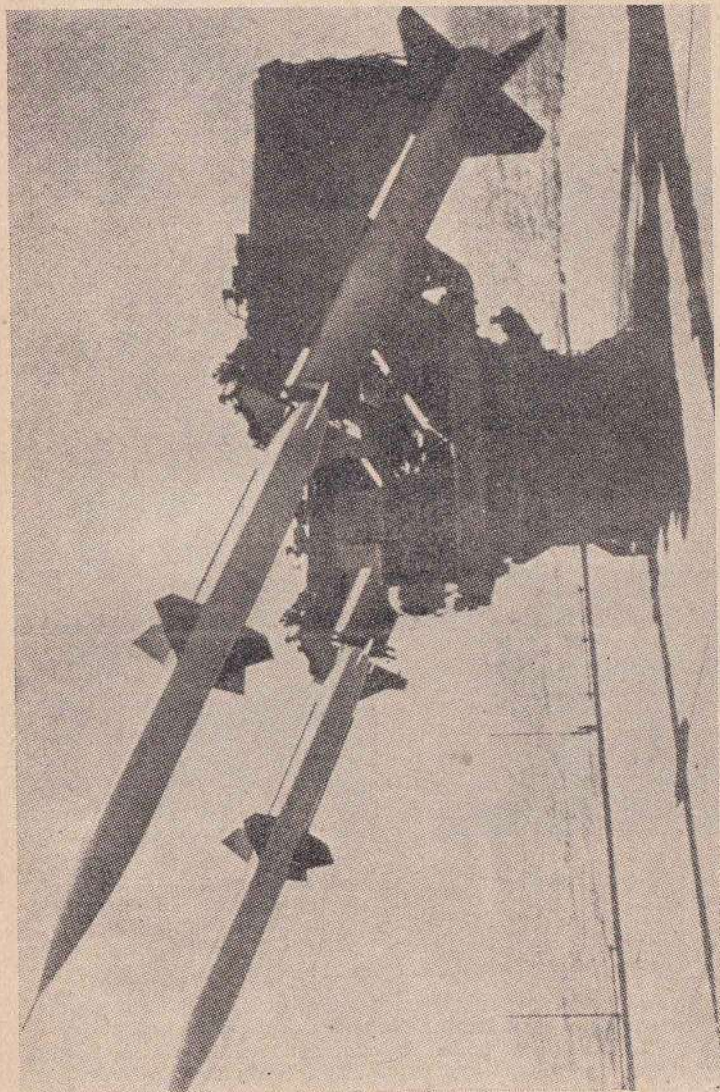


Slika 3. — Izbacivanje jednog projektila »Corporal«



Slika 4. — Izbacivanje vodenog projektila za protivavi-
onsku odbranu »Douglas
Nike«

⁸ U Francuskoj je razvijen sličan projektil SE-4-200 sa do-
metom od 100 km i služi kao protivtenkovsko sredstvo. Snabdeven
je statoreaktorom koji se pokazao dobar pri zvučnim i nadzvučnim
brzinama. Pomoćni propulsori omogućavaju izbacivanje sa kratke
rampe koja se lako postavlja na kamion.

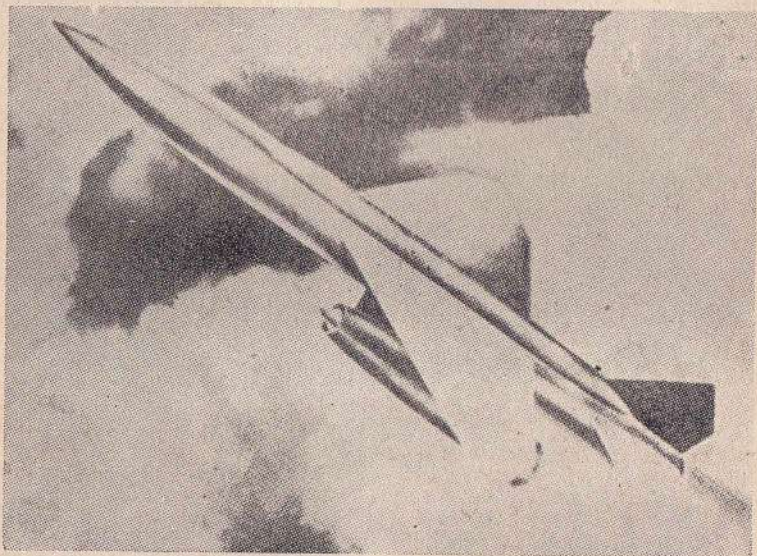


Slika 5. — Vođeni projektili zemlja (more) — vazduh »Convair
SAM-N-7 Terrier« na rampi

c) Vođeni projektili zemlja-vazduh

»Nike« — kao sredstvo protivavionske odbrane služi za borbu s avijacijom. Sastoji se od rakete s tečnošću i pomoćne rakete za poletanje. Ima bojevu glavu s nuklearnim punjenjem.

Dužina mu iznosi 6 m, težina 450 kg, domet 30 km, brzina do 2.500 km/č i plafon 18.000 m⁹⁾). Projektil ima statoreaktor i upravlja se pomoću elektronskog uređaja. Nalazi se u naoružanju armije SAD.



Slika 6. — Presretački projektil za velike udaljenosti
»IM-99 Bomarc«

»Terrier« — protivavionski projektil namenjen za gađanje ciljeva u vazduhu i na moru.

Projektil se sastoji od rakete s tečnošću »aerojet« i pomoćne rakete. Može imati bojevu glavu s nuklearnim punjenjem.

⁹⁾ Gornji podaci se odnose na »Nike 1«. »Nike 3« ima dužinu 7,6 m i domet oko 60 km.

Dužina mu iznosi 4,5 m, težina 1.520 kg, domet 25 km, brzina do 2.500 km/č i plafon 16.000 m.

Nalazi se u naoružanju mornarice i mornaričkog korpusa armije SAD.

»B o m a r c« — projektil za presretanje aviona. Namijenjen je za odbranu važnih strategiskih rejona. Dužina mu iznosi 20 m, težina 3.860 kg, domet 400 km, brzina do 3.000 km/č i plafon 18.000 m.



Slika 7. → Projektil vazduh-vazduh, autodirigovani »Hughes GAR-98 Falcon« američkog ratnog vazduhoplovstva, važi kao jedno od najstrašnijih oružja. Težak je oko 45 kg.

To je projektil koji nosi GAR — 98 Falcon.¹⁰⁾

d) *Interkontinentalni projektili (rakete)*

Interkontinentalni projektili, odnosno balističke rakete, su namenjeni za strategisko bombardovanje nuklearnim i termonuklearnim bombama. Ra-

¹⁰⁾ Raketa s eksplozivom; njome se opremaju avioni DF-98, DF-94 i DF-102.

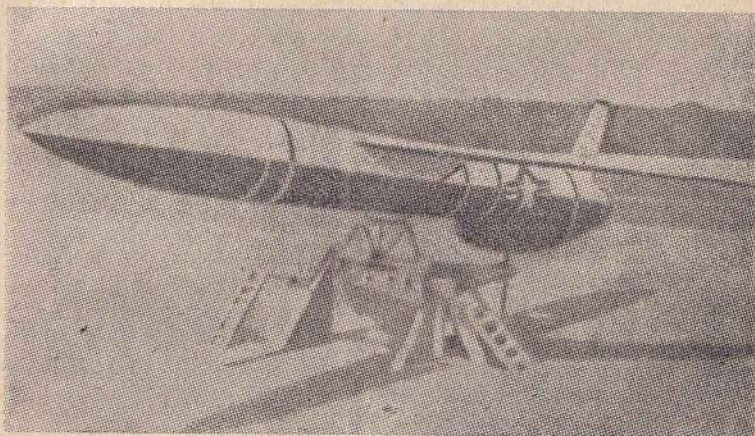
zvrstani su u kategoriju projektila (raketa) zemlja-vazduh-zemlja. Treba odmah napomenuti da se rakete ove vrste nalaze u fazi istraživanja i ispitivanja i da još nije došlo do konačne njihove proizvodnje. Za sada na njihovom istraživanju i razvijanju rade samo SAD i SSSR.

»Snark« ili SM-62 građen je za nošenje nuklearnih bombi.

Dužina mu iznosi 22,5 m, raspon krila oko 13 m, visina 4,5 m, domet 8.000 km. Postiže veću brzinu od brzine zvuka.

Pokreće ga motor »Hvitni-57«. To je turboblazni motor. Prilikom izbacivanja početno ubrzanje mu daju dve pomoćne rakete koje su pričvršćene za trup, a koje se posle toga odbacuju pomoću jednog mehanizma.¹¹⁾

»Atlas«¹²⁾ — interkontinentalna balistička raketa.



Slika 8. — »SNARK« — interkontinentalni projektil

¹¹⁾ Po američkoj podeli dalekometni projektili su: »Atlas«, »Snark« i »Navaho«.

¹²⁾ IRBM i ICBM su dva međusobna pogona koji se odnose na balističke projektile. Balistički projektil srednjeg dometa (IRBM) već je u fazi usavršavanja i skoro će se pristupiti proizvodnji.

Izgleda da je brzina oko 16.000—20.000 km/č, a do met 8—10.000 km. Raketa nije vođena i preciznost se garantuje na prostoru 30 km (toliko se odstupanje dopušta).

Nosi ogromno nuklearno ili termonuklearno punjenje. Problem pogona je već rešen upotrebom rakete na dva ili tri kata, snabdevanjem čvrstim gorivom koje sadrži potreban kiseonik za unutrašnje sagorevanje. Ovo gorivo trebalo bi da je dovoljno da samo obezbedi uspon rakete pošto ona pada u slobodnom padu. Za putanju dometa od 8—10.000 km potrebno je 35—40 minuta.

Najveću prepreku za izgradnju »Atlasa« pretstavlja povratak rakete u atmosferu, jer se ona usled trenja s vazduhom može istopiti kao običan meteor. Izgleda da je i ovaj problem rešen, bar teorijski. Naime, da bi se sprečilo sagorevanje pre nego što raketa stigne na cilj, predviđa se da »Atlas« bude snabdeven s nekoliko metalnih slojeva koji bi se, izuzev poslednjeg, pri prolazu kroz atmosferu palili jedan za drugim. Ovaj poslednji služi da zaštiti detonator i njegovo nuklearno ili termonuklearno punjenje sve do trenutka eksplozije na cilju.

4) Primena nuklearne energije u vojnoj inženjeriji

Rezultati dosadašnjeg istraživanja nagoveštavaju mogućnost primene nuklearne energije i u vojnoj inženjeriji. Ona će se svakako koristiti za pravljenje raznih eksplozivnih prepreka na pravcima kretanja i dejstva neprijatelja. Klasična rušenja i zaprečavanja zahtevaju ogromne radove i velike količine eksplozivnog materijala. Međutim, nuklearna energija u veoma kratkom vremenu bez prethodnih radova, a to je najvažnije, može biti uspešno iskorišćena za izazivanje moćnih podzemnih eksplozija. Iako još ne postoje službena gledišta i podaci o podzemnim eksplozijama atomskih bombi, može se pretpostaviti da će njihove mogućnosti u tom pogledu biti veoma velike. Podzemnim nuklearnim eksplozijama mogu se rušiti ogromne količine zemlje i na taj način stvarati levkovi gigantskih razmera. Naprimera, pri eksploziji

atomske bombe ekvivalenta 20.000 TNT, na dubini od 15 metara u zemlji srednje tvrdoće, količina izbačene zemlje i ostalog materijala iznosila bi oko 2 miliona tona, a levak koji bi se tada obrazovao imao bi dubinu 30, a prečnik (na površini) 260 metara.

Ove ogromne mase zemlje i materijala koje su izbačene nuklearnom eksplozijom mogu stvoriti teško savladljive prepreke. Te prepreke postaju znatno veće, jer usled eksplozije dolazi i do jake kontaminacije unutrašnje strane levka, kao i obližnjeg zemljišta. Drugim rečima, rejon levka će u toku izvesnog vremena biti neupotrebljiv za dejstvo trupa. Bez specijalnih zaštitnih sredstava i prethodne dekontaminacije trupe neće moći da se bore ili zadržavaju u tim rejonima nekoliko dana posle eksplozije. Ovo naročito može uticati na tempo i tok operacija, koje će se u tom slučaju sporije odvijati. Ovakve vrste rušenja mogu imati velikog uticaja na planinskom i brdovitom zemljištu, jer će branilac moći čitave komplekse zemljišta pomerati u željenu stranu i tako veštački zatvarati prolaze kroz doline, puteve, tesnace itd. Isto tako, biće efikasno rušenje brana i obala reka. Podvodnim nuklearnim eksplozijama moći će da se stvaraju otvori i kanali i tako omogućiti plavljenje određenih reiona koji su od operativnog ili strategiskog značaja kako za napadača tako i za branioca.

Na osnovu sadašnjeg stanja, kao i tendencija po pitanjima daljeg razvoja nuklearnih oružja, može se doći do zaključka da:

— postaju sve veće perspektive primene nuklearne energije u naoružanju kopnene vojske;

— u artiljeriji prevlađuje tendencija osposobljavanja klasičnih oruđa za gađanje nuklearnim zrnima; posebna atomska oruđa, kao što je top 280 mm, ubuduće se verovatno neće proizvoditi;

— u toku narednih 10 godina možemo očekivati masovnu proizvodnju svih vrsta vođenih projektila; oni postaju jedno od glavnih oruđa protivavionske odbrane ili sve uspešnije zamenjuju i dopunjuju dejstva artiljerije

i avijacije za neposrednu podršku kopnenih snaga; sve veću primenu dobijaju i u odbrani važnijih operativnih i strategijskih objekata;

— artiljerisko naoružanje budućih, pa verovatno i sadanjih tenkova, biće osposobljeno i za ispaljivanje nuklearnih granata;

— pešadisko naoružanje (bacači, bestrzajni topovi) takođe će možda dobiti nuklearna zrna i punjenja; i

— armije koje su već osvojile proizvodnju nuklearnih oružja nastojaće da u toku narednih 5 godina u cilju svoje premoći stvore što veće zalihe veoma malih nuklearnih oružja raznih vrsta.

O NEKIM TAKTIČKO-TEHNIČKIM I EKONOMSKIM ASPEKTIMA NUKLEARNIH ORUŽJA

Radi bolje pretstave, iako ona u celosti ne mora biti tačna, veoma su interesantna neka poređenja klasičnih i nuklearnih oružja, kao i cene njihove proizvodnje, održavanja i potrebe u ljudstvu.

1) Taktičko-tehničke mogućnosti klasičnih i nuklearnih oruđa

Pri razmatranju taktičko-tehničkih mogućnosti klasičnih i nuklearnih oruđa imaćemo u vidu nominalnu atomsku bombu od 20 KT i artiljeriju srednjeg kalibra 105—155 mm. Primera radi uzećemo da je jedna atomska bomba od 100 KT po stvarnim efektima ekvivalent snazi od 5.000 tona eksploziva koji bi se izbacio iz odgovarajućeg broja klasičnih oruđa ili da jedna atomska bomba od 20 KT po svom dejstvu odgovara snazi 1.500 tona avionskih bombi.

Prema objavljenim američkim podacima može se smatrati da bi jedno taktičko oruđe jačine od 20 KT izazvalo potpunu neutralizaciju nezaštićenog ljudstva na površini poluprečnika 2 km od nulte tačke, što bi, otprilike, iznosilo 12 kvadratnih kilometara. Prema podacima o klasičnim oružjima da bi se isti ovakav rezultat postigao s običnim artiljeriskim granatama od 105 mm, po-

trebno bi bilo na istu ovu površinu izbaciti 96.000 zrna i to za manje od četiri minuta. Dakle, u praksi bi bilo moguće da se iz topova izbaci ova količina granata u tako kratkom vremenu. No, s obzirom na kapacitet ciljeva i režim vatre oruđa kalibra 105 mm, za to bi trebalo raspomagati sa 6.000 haubica. Jasno je da se ne može ni zamisliti, akamoli koncentrisati toliki broj oruđa da bi se tukao jedan jedini cilj. Međutim, radi lakšeg shvatanja, sličan rezultat možemo postići izbacivanjem 100.000 zrna kalibra 105 mm istovremeno iz 1.000 oruđa, mada bi vreme koje bi se za to upotrebi bilo deset puta veće, a to je suviše dugo da bi se osigurao željeni efekat.

Kao zaključak mogli bismo uzeti da prosečno:

— atomska bomba od 100 KT postiže efekat kao 5.000 tona klasičnih bombi;

— atomska bomba od 20 KT odgovara najmanje protivvrednosti od 1.500 tona klasičnih bombi, odnosno 100.000 topovskih zrna od 105 mm (što znači oko 2.000 tona municije).

2) Odnos cena nuklearnih i klasičnih oružja

a) Cena proizvodnje i održavanja

Cene klasičnih oružja su manje-više dobro poznate, ali radi bolje preglednosti iznećemo samo neke podatke.

Cena jedne granate za navedene topove je¹³⁾:

— top 105 mm — — — — — 17.200 din;

— top 155 mm — — — — — 34.400 din.

Ako razmatramo i cenu klasične avionske bombe od jedne tone, videćemo da ona iznosi 344.000 din.

Dalje, ako se uzme u obzir vrednost potrebnih investicija za proizvodnju atomskih bombi od plutonijuma, kao i troškovi koji se odnose na ove instalacije, a koji su neophodni s obzirom na sadanji industrijski nivo Francuske, onda se cena bombe mora kretati oko jedne milijarde dinara.

¹³⁾ Podaci se odnose na cene odgovarajućih francuskih oružja (sredstava). Za vrednost od 100 francuskih franaka uzeto je 86 din, a za 1 američki dolar 300 din.

Prema nekim američkim podacima, cena granate atomskog topa 280 mm izgleda da je veća od odgovarajuće avionske, tj. iznosi oko 900 miliona dinara.

Veoma su skupe investicije pri proizvodnji nuklearnih oružja, kao i nuklearne energije. Međutim, kada se jedanput izgrade instalacije, njihovo održavanje je znatno jevtinije. Dakle, prve bombe su preterano skupe ali se pri daljnjoj proizvodnji cene brzo smanjuju, što zavisi, naravno, od količine njihove proizvodnje.

Cene sredstava za bacanje bombi (granata), izražene u dinarima, izgledale bi otprilike ovako:

— taktički francuski avion (Myster IV B) — 172 miliona din;

— strategijski američki avion (B 47) — 675 miliona din;

— top od 105 mm — 9 miliona din;

— top od 155 mm — 15 miliona din;

— top od 280 mm — 233 miliona din.

Ali, očigledno je da treba voditi računa i o ceni sredstava potrebnih za održavanje. Naprimer, kada se radi o avijaciji, u naš proračun moraju ući i podaci o velikim aerodromima za modernu avijaciju, čija se cena kreće između 3 i 6 milijardi dinara.

Pored toga, za svaki avion je potrebno da se predvidi posada po formaciji; za posadu od po jednog pilota, navigatora i radiotelegrafiste troškovi iznose oko 22 miliona dinara.

I najzad, bilo bi veoma teško utvrditi realnu cenu održavanja jednog aviona a da se pritom ne uzmu u obzir troškovi za rezervne delove, ogromna količina goriva i ljudstva koje je potrebno na zemlji za održavanje svakog aviona.

Što se tiče artiljerije važno je imati na umu:

— iskorišćavanje topova (naprimer, top od 105 mm može se smatrati da je dotrajao posle 20.000 ispaljenih zrna);

— cenu pomoćnog materijala za gađanje (traktori za vuču, razna vozila, radio-materijal, optički i fotografski materijal, naoružanje za blisku odbranu itd.). Tako bi.

naprimer, za jedan divizion haubica od 105 mm, odnosno za 18 haubica, cena bila 155 miliona dinara, dok bi ukupna cena materijala iznosila približno 500 miliona dinara;

— cene za transportovanje municije takođe nisu male i one za 400 tona po kilometru iznose oko 2.580 dinara.

b) *Cena delimičnog koštanja koncentracije vatre.*

U slučaju koncentracije vatre neophodne za neutralisanje žive sile na površini od 12 km² dolazi se do sledećih podataka:

M u n i c i j a	A bomba (20 KT)	100.000 zrna 105 mm
Cena municije u fabrici.	903 mil. din.	100.000x 20.000 = 1.720 mil. din.
Iskorišćenje cevi ¹⁴⁾	1,161.000 din.	43,000.000 din.
Cena municije transportovane železnicom na 1000 km.	63.500 din.	17,200.000 din.
UKUPNO :	904,224.000 din.	1.780,200.000 din.

c) *Investicije po sredstvu za lansiranje*

M u n i c i j a	A bomba (20 KT)	100.000 zrna 105 mm
Cevi	2 cevi od 280 mm ¹⁵⁾ (atomski top)	1.000 haubica od 105 mm
Cena materijala jedinica	2.580 mil. din.	27.200 mil. din.

¹⁴⁾ Pretpostavlja se da se jedna cev atomskog topa od 280 mm iskorišćava posle 200 ispaljenih zrna, a kod haubica od 105 mm posle 20.000 ispaljenih zrna.

¹⁵⁾ Dve cevi da bi se osiguralo funkcionisanje, inače je teorijski dovoljna samo jedna.

d) *Potrebno ljudstvo, jedinice i sredstva za borbu*

M u n i c i j a	A bomba (20 KT)	100.000 zrna 105 mm
Topovi	1 baterija od 2 topa od 280 mm	55 diviziona
Ljudstvo	800 ljudi	38.500 ljudi

U vezi sa napred pomenutim dolazi se do zaključka da bi koncentracija vatre koja bi proizvela iste efekte koštala veoma mnogo i to sa:

- 1 atomskom bombom od 20 KT ... 1.903 mil. din.
- 100.000 zrna 105 mm 1.812 mil. din.

a to znači skoro upola manje s nuklearnim nego klasičnim oruđima.

Što se tiče investicija — uostalom, samo onih najvažnijih — one bi po proračunima za klasična oruđa iznosile 27 milijardi dinara prema 3 milijarde za nuklearna; dakle, prednost imaju nuklearna oruđa i to u odnosu 9 prema 1.

Najzad, s obzirom na ekonomiju ljudstva, nuklearno oruđe iziskuje 800 ljudi, a klasično blizu 40.000 ljudi. Prednost ima nuklearno u odnosu 50 prema 1. Ako se pretpostavi da bi 38.500 ljudi moglo da se upotrebi za izvršavanje drugih korisnih zadataka u savremenoj borbi, tada se jasno vidi da je nuklearno oruđe rentabilnije.

NUKLEARNA ENERGIJA KAO ENERGETSKI IZVOR

Uvođenjem sve većeg broja raznih motora u opremu armija, problem goriva i snabdevanja postaje sve složeniji. Veliki broj motora, čija je potrošnja goriva velika, zahteva ogromne količine goriva koje i u miru, a pogotovo u ratu, čine posebne teškoće u proizvodnji i dopremanju. Savremene armije se ne mogu zamisliti bez motora. Njihova pokretljivost i sposobnost za brza dejstva najvećim delom zavisi od broja i kvaliteta motora koji će one imati

u svojoj opremi. To je samo jedan od aspekata koji za-
služuje posebnu pažnju. Drugi, isto tako važan, je eko-
nomska sposobnost dotične zemlje da svoju armiju snabde
potrebnim količinama goriva i maziva za uspešno vo-
đenje rata. Stoga sve zemlje danas čine ogromne napore
da nedostatak sirovina i goriva uopšte nadoknade novim
izvorima — nuklearnom energijom.

1) Primena nuklearne energije u transportu

Mi smo danas svedoci korišćenja nuklearne energije
kao jednog novog energetskeg izvora. Čak i ona relativno
mala količina nuklearne energije za koju se zna da se
iskorišćava (oko 0,1% energije jezgara koja se cepaju i
0,5% energije jezgara koja se spajaju) izgleda nam
ogromna u poređenju s energijom koja se dobija hemi-
skim putem. Danas više nije nikakva tajna da se proiz-
vode i nuklearni reaktori za pogon; to je postala stvarnost
i neophodnost budućeg pogona transportnih sredstava,
bojne tehnike, brodova, aviona, raznih mašina u industriji
itd. Iako nuklearni reaktori za pogon još nisu našli svoju
primenu u kopненоj vojsci, ali je dobijaju u mornarici,
a u izgledu je da budu primenjivani uskoro u avijaciji,
može se sasvim prirodno postaviti pitanje mogućnosti
njihovog iskorišćavanja kod kopnenih borbenih i trans-
portnih vozila. Napr.: ukoliko bi se i rešilo pitanje upo-
trebe nuklearnih reaktora za pogon tenkova, automobila
i guseničara, to bi trupama dalo velika taktička preimuć-
stva. Ovo bi smanjilo potrebe za transportovanjem velikih
količina goriva i maziva, koje pretstavljaju veliki teret
naročito za tenkovske i mehanizovane jedinice, dok bi
pukovske i diviziske baze za snabdevanje bile manje, a
dotur lakši i jednostavniji. Time bi se povećala sposob-
nost tenkovskih i mehanizovanih jedinica za duboke pro-
dore u pozadinu neprijatelja, kao i za dejstvo u uslovima
okruženja. Sposobnost brze koncentracije, koja pret-
stavlja jedan od važnih preduslova za uspešno izvođenje
borbenih dejstava u uslovima primene nuklearnih oružja,
pri postojanju brzih borbenih i transportnih sredstava biće

u znatnoj meri povećana, a sadanje glomazne pozadinske ustanove i jedinice znatno smanjene.

Prvi rezultati s lokomotivom na nuklearni pogon (lokomotiva sovjetskog tipa — 5.500 konjskih snaga sposobna da bude u pokretu 300 dana bez primanja dopunskog goriva i da prevali put od 1.000 km bez dopunskog uzimanja vode) nagoveštavaju da će se železnički saobraćaj u eventualnom budućem ratu odvijati pod povoljnijim uslovima nego što je to bio slučaj u Drugom svetskom ratu (manja zavisnost od goriva i vode), a samim tim omogućiće se i brža prevoženja.

2) Primena nuklearne energije u armiskoj pozadini

Pozadina i snabdevanje savremenih armija predstavljaju veliki problem, pogotovo ako su dejstva armije vezana za tuđe teritorije ili predele u kojima ne postoje dovoljni izvori električne energije, ili je pak komunikaciona mreža slabo razvijena. Mehanizovane armije imaju u svom sastavu veliki broj raznih motora i mašina koji se u toku dejstva kvare ili oštećuju, pa kao takvi podležu opravci i remontu. Problem izvora električne energije potrebne za njihovu opravku, čak i u mirnodopskim uslovima, postaje aktuelan i teško se rešava, dok u ratnim on biva sve akutniji i složeniji.

Mogućnosti izrade lakih električnih centrala ili, bolje reći, pokretnih reaktora koji će se moći lako transportovati i čiji rad neće mnogo zavisiti od vode (ovo naročito važi za pustinjske predele, kras i bezvodne krajeve) u znatnoj će meri doprineti i olakšati normalan rad i funkcionisanje pozadinskih jedinica i ustanova, a u prvom redu raznih radionica.

3) Nuklearni elementi

Pored napred navedenog postoji verovatnoća da će se nuklearna energija koristiti u električnim elementima i baterijama, koji već danas imaju sve veću praktičnu primenu u armiji. Osnovno preimućstvo nuklearnih elemenata u poređenju s običnim suvim, koji se primenjuju

kod prenosnih radiostanica, jeste njihovo duže trajanje. Tako se, naprimer, trajanje neprekidnog rada suvih elemenata meri desetinama, u najboljem slučaju — stotinama sati, a moć stroncijumovog elementa se umanjuje dvaput tek posle 20 godina (tricijumovog, otprilike, posle 12 godina). Pored toga, nuklearni elementi, za razliku od običnih, daju stabilan napon nezavisno od trajanja njihovog rada što je naročito važno u radiotelefoniji. Kod nuklearnih elemenata nema potrebe za kontrolom stupnja njihovog pražnjenja. Veoma važno svojstvo nuklearnih elemenata je i njihova pogodnost za transport i prenošenje. Stoga će oni, u prvom redu, naći primenu tamo gde je potrebno zameniti glomazne i teške suve elemente, i to naročito kada je neophodno umanjiti težinu i veličinu pribora i agregata što je slučaj kod raznih prenosnih radiostanica, telefonskih aparata, poljskih dozimetara i dr.

Kada se ima u vidu da su savremene armije jako zasićene raznovrsnom tehnikom i opremom, može se jasno predočiti u kojoj će se meri, zahvaljujući primeni nuklearnih elemenata, uprostiti posluživanje i snabdevanje izvorima za napajanje.

PRIMENA RADIOAKTIVNIH IZOTOPA

1) U vojnoj industriji

Široku primenu u vojne svrhe imaće i radioaktivni izotopi. Industriska primena nuklearnih reaktora omogućila je dobijanje jeftinih radioaktivnih izotopa i u dovoljnim količinama. Naročitu primenu u poslednje vreme imaju radioaktivni izotopi kobalta (^{60}Co), čija je radioaktivnost 320 puta veća nego radijumova. Gama zraci koje ispušta kobalt 60 koriste se u tehnici za razna radioografska ispitivanja. Poznato je da je za otkrivanje unutrašnjih defekata izvesnih materijala (tenkovskih oklopa, detalja avionskih motora, zavarivanih šavova i dr.) obično upotrebljavana skupa i složena rendgenska aparatura koja se, usled svoje glomaznosti i složenosti, mogla primenjivati samo u svojstvu stacioniranih uređaja u velikim za-

vodima. Danas se upotrebom radioaktivnog kobalta omogućava stvaranje jevtinih, lakih i pristupačnih radiografskih uređaja koji se mogu uspešno primenjivati u poljskim tenkovskim remontnim bazama, remontnim zavodima, vojnoj industriji itd., što dopušta pojačanje tempa i poboljšanje kvaliteta remonta tenkova, artiljerijskih oruđa i druge vojne tehnike.

Primenom radioaktivnih izotopa je, takođe, moguće pratiti kretanje atoma, koje je inače za oko nevidljivo. Nova i veoma perspektivna metoda upotrebe radioizotopa omogućava da se sa tačnošću koja prevazilazi sve druge metode kvalitativno i kvantitativno prati proticanje zraka u motorima, ventilacionim sistemima, kao i u sistemima zračnog i vodenog hlađenja na motorima borbenih i transportnih vozila. S velikom tačnošću je takođe moguće određivati kretanje i raspodelu goriva, maziva i tečnosti za hidraulične kočnice u sistemima za gorivo i mazivo raznih motora, u transmisijama vozila i sl. Primena metoda radioaktivnih izotopa u znatnoj meri može uprostiti i povećati tačnost periodičnih smotri i proveru mašina i mehanizama svih vrsta, na čemu se danas gubi mnogo vremena. Gama-aktivni izotopi mogu se iskoristiti za razne signalne pribore, sprave i priključke. Tako, naprimer, pri pretakanju raznih vrsta goriva i maziva kroz poljske cevovode teško je tačno odrediti u kom trenutku treba cevovode koji su u radu prebaciti s jednog goriva na drugo. Za davanje signala na granici jedne vrste goriva s drugom uvodi se radioaktivni izotop. Izlazak pojedine vrste goriva registruje indikator, postavljen na ulazu cevovoda, koji daje signal o pojavi granice koja deli goriva raznih vrsta i o potrebi odgovarajućeg prebacivanja slavina.

2) U medicini

Danas je već poznato da će se sterilizacija farmaceutskih proizvoda i raznih medicinskih artikala moći vršiti potpuno sigurno čim se bude raspolagalo dovoljnim količinama prerađenih proizvoda iz nuklearnih reaktora.

Sterilizacija namirnica zračenjem već je dokazana mnogim eksperimentima, ali će taj proces još uvek zahtevati dublja proučavanja i ogleda.

Sterilizacija medikamenata, medicinskih artikala i prehranbenih proizvoda znatno će olakšati njihovo održavanje i čuvanje jer će biti manje podložni kvaru, što je veoma čest slučaj naročito u ratnim uslovima kada se ne raspolože hladnjacima i frižiderima.

Na kraju, potrebno je istaći da će već sada, a u bližoj budućnosti pogotovo, primena nuklearne energije izazvati niz promena u organizaciji i formaciji, naoružanju, taktici i operatici, kao i vođenju rata u celini. U kopnenoj će vojsci, s obzirom da je ona najmasovniji vid naših oružanih snaga, najviše doći do tih promena i izmene.

* * *

Ing ŠRETNER JOSIP

MOGUĆNOSTI I PERSPEKTIVA PRIMENE NUKLEARNE ENERGIJE ZA POGON BRODOVA

U istoriji ratnih mornarica pogonska energija i način njene upotrebe uvek su imali veliki uticaj na borbenu vrednost ratnih brodova. Izmenom pogonskih sredstava menjala su se i taktičko-tehnička svojstva brodova, a to je uticalo i na izmenu strategije i taktike pomorskih ratova.

Prema upotrebljenoj pogonskoj energiji, istorija pomorstva može se podeliti u tri velika perioda: pogon pomoću vesala, pomoću jedara i pogon strojevima.

Jedra su dala brodovima gotovo neograničeni akcioni radijus (daljinu plovidbe), ali su ti brodovi bili zavisni od vetra i mogli su ploviti kuda god su hteli, ali ne i u svako vreme.

Ugljen i ulje za loženje, zajedno sa pogonskim mašinama, učinili su brodove nezavisnim od vetra i vremena, ali takvi brodovi nisu više mogli ploviti neograničeno, jer nisu mogli nositi tako veliku zalihu goriva. Njima su potrebne stalne ili ploveće baze u kojima se mogu snabdevati.

Nuklearna energija ponovo daje ratnim brodovima velike akcione radijuse i za duže vreme čini ih nezavisnim i od vremena i od baza za snabdevanje.

Ratni brodovi imaju postrojenja kojima mogu postići velike brzine. Snage strojeva rastu otprilike sa kubom brzine broda, zbog čega pogonski strojevi za velike brzine zahtevaju velike snage, a samim tim i vrlo veliki utrošak goriva. Radi smanjenja opterećenja mašina i uštede go-

riva, odnosno radi povećanja akcionog radijusa i vremena ostanka na izvršenju borbenog zadatka, maksimalne brzine se samo izuzetno koriste: u toku boja i kada situacija to neodložno nalaže.

Dosadašnji naponi za povećanje daljine plovidbe većim brzinama odvijali su se u tri pravca:

1. — poboljšanje mašina, tj. bolji stepen delovanja;
2. — smanjenje dimenzija i težine mašinskog postrojenja;
3. — povećanje zalihe energije.

U prva dva slučaja skoro se došlo do vrhunca i ne mogu se očekivati dalja znatnija poboljšanja.

Treći slučaj, povećanje zapremine ili težine goriva, može se razvijati dalje samo na uštrb naoružanja i zaštite broda.

Sa nuklearnim gorivom zaliha energije se može ogromno povećati, a da se ne poveća zapremina i ukupna težina goriva, čime se istovremeno rešavaju dva osnovna problema: veliki akcioni radijus i brzina, uz minimalan utrošak goriva.

Jedna od glavnih prednosti nuklearnog pogona brodova je i u tome, što za nuklearno goriivo nije potreban kiseonik, odnosno vazduh. Kod klasičnog pogona brodova potrebne su ogromne količine vazduha, odnosno kiseonika za sagorevanje goriva u kotlovima, a plinove nastale sagorevanjem goriva treba odvoditi iz kotlova.

Cevi koje su potrebne za dovod vazduha i odvod plinova zauzimaju veliki prostor u brodu i na palubi, a taj bi se prostor mogao korisno upotrebiti za druge svrhe.

Upotrebom nuklearne energije rešene su mnoge slabosti podmornica na klasičan pogon (dvojni pogon, relativno male brzine i kratko vreme ostajanja pod vodom), jer za nuklearni pogon nije potreban vazduh; ovo pogonsko postrojenje se koristi i za vožnju na površini kao i ispod nje, a brzina i vreme koje podmornica može provesti u podvodnoj vožnji znatno su povećani.

Nije onda čudo što je nuklearna energija prvo upotrebljena za pogon podmornica, jer je tu mogla dati najveću korist. Prva nuklearna podmornica »Nautilus«

potpuno je u praksi potvrdila teoretske proračune i predviđanja.

Decembra 1954 ta je podmornica prvi put stavljena u pogon i do avgusta 1956 god. plovila je 40.000 milja, od toga više od polovine pod vodom.

Odmah u početku podmornica je u podvodnoj vožnji prevalila put od New Londona do Porto Rica, tj. 1.300 milja. Ovu udaljenost je prešla za 84 časa, što znači da je plovila prosečnom brzinom od 16 čvorova.

To je najveća udaljenost koju je do sada jedna podmornica prešla u zaronjenom stanju, i ujedno najveća brzina kojom je jedna podmornica plovila duže od jednog časa.

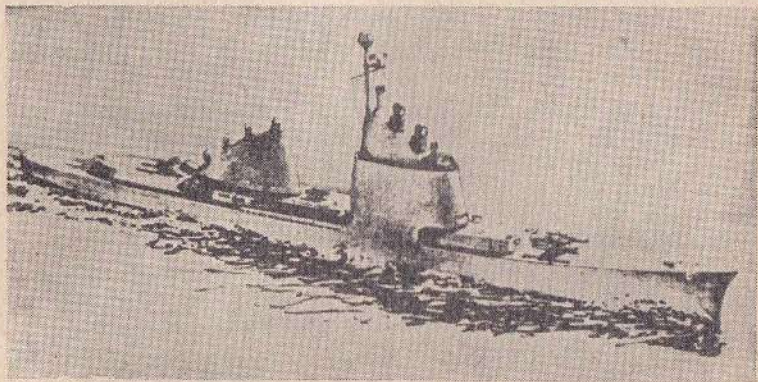
Sa ovakvim novim svojstvima podmornica je postala još opasnije oružje na pomorskom vojištu, sa kojim se mora računati i koje će tražiti nova odbranbena sredstva i metode.



Slika 1. — Podmornica »Nautilus« u vožnji na površini vode

Veliki uspeh postignut sa podmornicom »Nautilus« potstakao je Sjedinjene Američke Države da započnu opširni program izgradnje nuklearnih podmornica. Podmornica »Seawolf« već je završena i porinuta u more. Dve druge podmornice su započete 1955 god., a još pet 1956 god. Isto tako i program za 1957 god. predviđa nekoliko podmornica sa nuklearnim pogonom. Neke od tih podmornica će biti građene i opremljene sa uređajima za izbacivanje vođenih projektila.

No, podmornica nije jedini ratni brod sa nuklearnim pogonom, koji se namerava graditi. Već godinama se radi na projektima nosača aviona i drugih tipova ratnih brodova na nuklearni pogon.



Slika 2. — Projekt krstarice na nuklearni pogon naoružane upravljanim mecima

Na slici 1 vidi se podmornica »Nautilus« u punoj vožnji na površini vode, a sl. 2 prikazuje projekt jedne krstarice na nuklearni pogon, koja je opremljena i uređajima za izbacivanje vođenih projektila.

NUKLEARNI POGON BRODOVA

Ima već mnogo projekata i predloga za nuklearni pogon ratnih i trgovačkih brodova, sa upotrebom različitih vrsta reaktora. Od tih projekata do sada su ostvarene ili su u fazi ostvarenja sledeće vrste reaktora:

1. — parni pogon sa upotrebom reaktora, koji se hladi vodom pod visokim pritiskom ili pomoću tečnog metala;

2. — pogon pomoću plinske turbine uz upotrebu reaktora, koji se hladi plinom ili vazduhom.

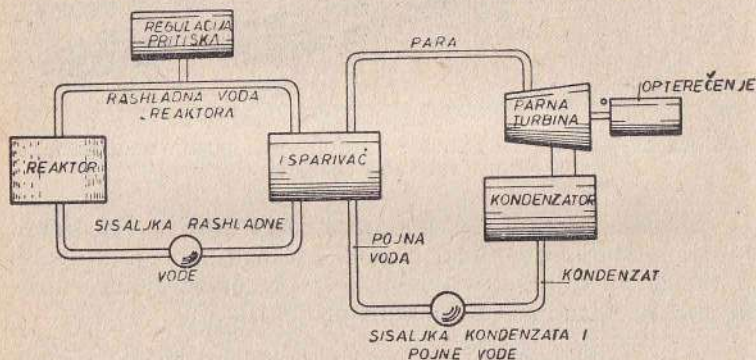
U ovom članku razmatraće se samo primena pomenutih vrsta reaktora za pogon brodova.

Reaktor koji se hladi vodom pod pritiskom upotrebljen je na prvom brodu sa nuklearnim pogonom, na podmornici »Nautilus«. Reaktor radi sa termičkim ili sporim neutronima. Voda koja služi za hlađenje reaktora, ujedno služi i kao moderatator.

Voda za hlađenje oduzima reaktoru toplotu pri čemu se ugrije i tu toplotu predaje vodi kotla koju pretvara u paru.

Para se vodi u turbinu koja tera propellersku osovinu, a iza turbine se para u kondenzatoru pretvara u vodu koja se pomoću sisaljke kondenzuje i opet dovodi u kotao, gde ponovo isparava.

Šema ovakvog uređaja prikazana je na slici 3.



Slika 3. — Šema pogonskog uređaja »Nautilus«

Ona voda koja cirkulira kroz reaktor i kotao i opet natrag u reaktor mora imati znatno višu temperaturu od temperature vode koja se isparava u kotlu. Poznato je da svakoj temperaturi isparavanja vode odgovara određeni pritisak. Voda pod normalnim atmosferskim pritiskom isparava na 100°C . Ako ćemo turbinu pokretati parom pritiska od 15 atmosfera, temperatura vode u kotlu mora biti 200°C .

Da bi vodu u kotlu doveli do isparavanja, treba ovome dovesti veliku količinu toplote; zato voda kojom se greje

kotao mora imati mnogo veću temperaturu od vode u kotlu koja se isparava.

Voda koja cirkuliše kroz reaktor ne sme isparavati, pa se zbog toga mora držati pod visokim pritiskom od oko 140 atm., pod kojim neće isparavati do temperature od preko 300°C. Time se dobija razlika temperature koja je potrebna za isparavanje vode u kotlu.

Da bi se pritisak mogao držati na željenoj visini, predviđen je uređaj za održavanje pritiska koji je takođe prikazan na šemi 3. Uređaj je konstruisan na bazi proizvodnje pritiska u jednom rezervoaru pomoću toplote, tj. pritiska pare koja u tom rezervoaru nastaje usled grejanja. Voda koja se uvek nalazi na donjem delu rezervoara spojena je pomoću cevi sa vodom koja cirkuliše kroz reaktor i održava u njoj potrebni pritisak.

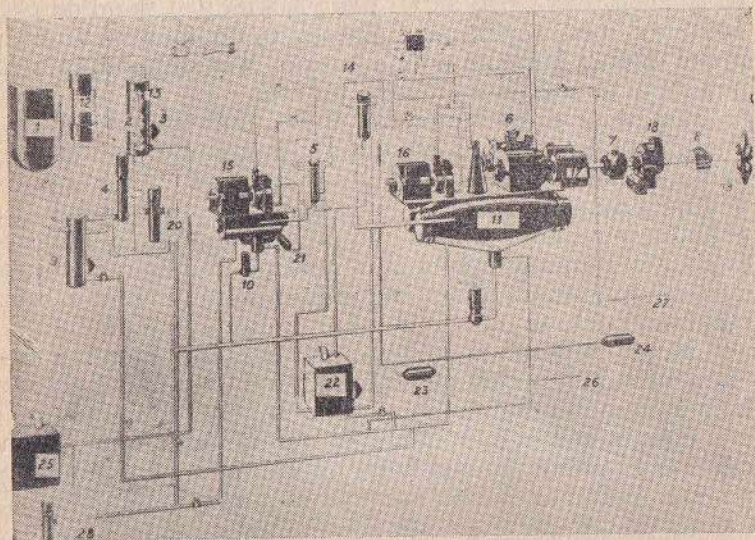
Kotao (isparivač) je tipa izmenjivača toplote sa cevima kroz koje struji cirkulaciona voda reaktora, a voda koja isparava cirkuliše izvan tih cevi.

Smeša vode i pare koja tu nastaje vodi se u jedan separator vode i pare iz kojeg se dobija srazmerno suho zasićena para pomoću koje se pokreće turbina »Nautilus«-a.

Sam mašinski kompleks ove nuklearne podmornice ne razlikuje se inače mnogo od mašinskog kompleksa turbinškog broda. Glavna svrha ovog mašinskog kompleksa je da daje snagu za pogon propelerske osovine. Osim toga, on treba da daje snagu za sve pomoćne strojeve, za ceo električni uređaj i potrebnu energiju za punjenje akumulatorske baterije. Kod podmornice »Nautilus« parni vod je razdeljen na dve identične polovine, levu i desnu, i snabdeva dve turbine koje mogu raditi zajedno ili zasebno. Instalacija desne strane prikazana je na sl. 4. Na slici se vidi mašinski uređaj počev od separatora pare (1). U taj separator pare dolazi smeša pare i vode iz isparivača (kotla), a odavde se odvodi u glavnu turbinu i u turbogeneratore.

Glavne turbine (6) preko zupčanog prenosa pokreću propelersku osovinu, a iza toga prenosa nalazi se izvrstiva kopča (7). Dalje se prema krmu nalazi elektromotor (18) pomoću kojeg podmornica može voziti malim brzinama.

Kondenzatori, u kojima se para posle izlaza iz turbine opet pretvara u vodu, su specijalne konstrukcije, jer moraju izdržati pritisak vode na većoj dubini od 100 m. U



Slika 4. — Šema mašinskog postrojenja podmornice »Nautilus« na kojoj su prikazani cevovodi pare i kondenzirane vode

- | | |
|---|--|
| 1) separator pare | 17) zupčani prenos |
| 2) preljevni tank | 18) elektromotor za pogon osovine |
| 3) unutarnja kontrola nivoa | 19) propeler |
| 4) pomoćna pojna sisaljka kotla | 20) glavna pojna sisaljka kotla |
| 5) ejektor vazduha | 21) rashladnik ulja |
| 6) pogonske turbine | 22) tank za skupljanje odvodnje |
| 7) kopča | 23) glavni rashladnik ulja za podmazivanje |
| 8) odrivni ležaj | 24) rashladnik ulja za osovinski vod |
| 9) zagrijač pojne vode | 25) tank pojne vode |
| 10) sisaljka kondenzantne vode | 26) priključak vode od destilatora |
| 11) glavni kondenzator | 27) priključak pare za destilator |
| 12) pomoćni kondenzator | 28) tlačna sisaljka pojne vode |
| 13) preljev | |
| 14) glavni ejektor vazduha | |
| 15) generator rashladnih sisaljki | |
| 16) generator pomoćnih uređaja podmornice | |

parni uređaj podmornice spadaju i grupe turbogeneratorskih koji proizvode struju potrebnu za sisaljke i druge pomoćne strojeve podmornica.

Podmornica »Nautilus« ima i pomoćni dizelgenerator tako da može voziti ili sa parnim pogonom, ili sa elektromotorom (18) na osovini koji može dobiti struju direktno iz dizelgeneratora ili male akumulatorske baterije, koju ima i ova podmornica. Na taj način, podmornica ima i svoj rezervni pogon u slučaju kvara glavnog pogona. Taj pogon podmornica koristi pod vodom za bešumnu vožnju. Pomoću izvrstive kopče (7) turbine se odvoje od propellerske osovine i vožnja se vrši samo sa elektromotorom koji dobija struju iz akumulatorske baterije, a specijalno je građen za bešumnu vožnju.

Na slici 5 je prikazan smeštaj postrojenja u podmornici.

Reaktor je smešten vertikalno u zasebnom prostoru. U donjem delu tog prostora nalaze se sisaljke za cirkulaciju vode kroz reaktor. Prema boku broda nalazi se isparivač iz kojeg se vodi para u separator pare, koji se nalazi iznad isparivača, a iz kojeg idu glavni parovodi u mašinski prostor. Iza sisaljke za cirkulaciju nalazi se uređaj za regulaciju pritiska.

Mašinski prostor smešten je delimično sa strane i pozadi prostora reaktora, prema krmi. Podeljen je u dva sprata sa glavnim pogonskim mašinama gore.

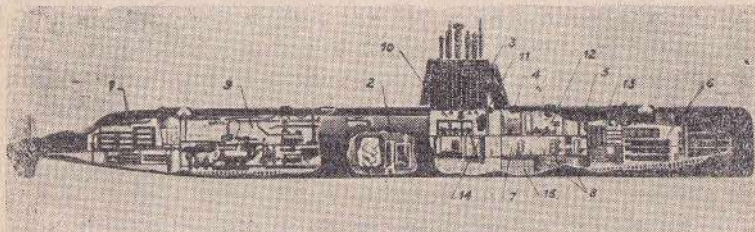
Cirkulaciona sisaljka vode kroz reaktor je centrifugalna, terana trofaznim indukcionim elektromotorom, potpuno zatvorenim i pod pritiskom vode.

Jedan od najvećih problema celokupne instalacije bila je zaštita od radioaktivnog zračenja. Cevovodi i kablovi moraju prolaziti kroz štit i ti prolazi moraju biti nepropusni.

Mere za sigurnost posada na takvoj podmornici moraju biti veoma dobre. U svim odeljenjima postoje detektori za gama zrake. Indikatori i detektori odmah pokazuju ako bi, usled oštećenja neke cevi isparivača, radioaktivna voda koja cirkuliše kroz reaktor dospela u paru.

Detektori vazduha mere radioaktivnost vazduha u prostoru koji je opkoljen štitom, a takođe i u susednim prostorima.

Drugi detektori, opet, osiguravaju da se ne nakupi radioaktivna voda na mestima gde bi bila opasna za posadu.



Slika 5. — Uzdužni presek podmornice »Nautilus«

- | | |
|--------------------------|-----------------------------|
| 1) krmeni smeštaj posade | 9) mašinski prostor |
| 2) reaktor | 10) centrala |
| 3) most | 11) prostor za periskop |
| 4) prostorije komandanta | 12) blagovaona za oficire |
| 5) kuhinja | 13) pramčani smeštaj posade |
| 6) torpedni prostor | 14) komandni prostor |
| 7) blagovaona posade | 15) akumulatorske baterije |
| 8) spremište hrane | |

Druga podmornica, »Seawolf«, će imati reaktor hlađen pomoću tekućeg metala.

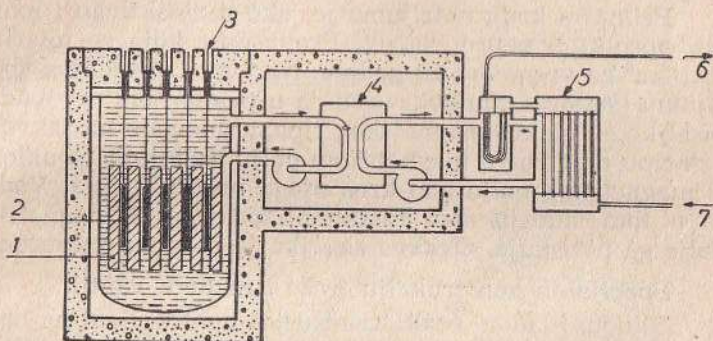
Hlađenje reaktora vodom pod pritiskom, kao što to ima podmornica »Nautilus«, ima naime taj nedostatak što se tim sistemom ne može dobiti pregrejana para visoke temperature, jer je za to temperatura vode preniska.

Tečni natrijum, koji se upotrebljava kao sredstvo za hlađenje reaktora, ima temperaturu taljenja od 98°C i vrelište od 883°C . Pomoću njega se već može dobiti umereno pregrevanje pare.

Parne turbine sa pregrejanom parom imaju mnogo bolji stepen delovanja i time se dobija mnogo ekonomičnije mašinsko postrojenje. Natrijum je odlično sredstvo za hlađenje reaktora, jer se pomoću njega postiže dobar

prelaz toplote od ogrevnih elemenata reaktora. Nedostatak mu je u tome što postaje jako radioaktivan, te se zato ne može upotrebiti direktno za prenos toplote u kotlu. Zbog toga se upotrebljavaju dva kružna toka natrijuma.

U primarnom krugu koji služi za hlađenje reaktora cirkuliše natrijum ili smeša natrijuma i kalijuma, koja oduzima reaktoru toplotu i u jednom izmenjivaču toplote se predaje drugom natrijumu, koji, kroz izmenjivač toplote, pregrejač pare i kotao, cirkuliše u sekundarnom krugu potpuno odvojenom od primarnog kruga. Šema takvog pogona prikazana je na slici 6.



Slika 6

- | | |
|--------------------------------|--|
| 1) Blokovi moderatora | 5) Sekundarni izmenjivač toplote (isparivač kotla) |
| 2) Jezgra | 6) Para ka turbinama |
| 3) Ogrevni i kontrolni štapovi | 7) Voda od kondenzatora |
| 4) Primarni izmenjivač toplote | |

Para iz isparivača (kotla) ide najpre u pregrejač pare, a odavde u mašinski prostor za pogon glavnih i pomoćnih turbina.

Rastaljeni natrijum sekundarnog kruga, pošto se ugrije u izmenjivaču toplote, prolazi najpre kroz pregrejač pare u kojem pri višoj temperaturi odaje jedan deo svoje toplote, a zatim ide u kotao gde s ostatkom toplote isparava vodu. Ohlađeni natrijum se pomoću cirkulacione

sisaljke za metal opet dovodi u izmenjivač toplote u kojem se ponovo ugrije. Natrijum sekundarnog kruga nije radioaktivan, ali je opasan, jer s vodom razvija vodonik, koji je, pomešan sa vazduhom, jako eksplozivan. Zbog toga sve cevi i spojevi moraju biti apsolutno nepropusni. Kao sigurnosna mera upotrebljavaju se dvostruke cevi između kojih se nalazi jedan drugi metal, napr. živa ili smeša olova i bizmuta. Ako bi unutarnja cev, u kojoj je natrijum, ili spoljna cev, oko koje je voda, propuštala, pritisak metala u međuprostoru između dve cevi bi se promenio i odmah bi se to opazilo na kontrolnim spravama koje mere taj pritisak.

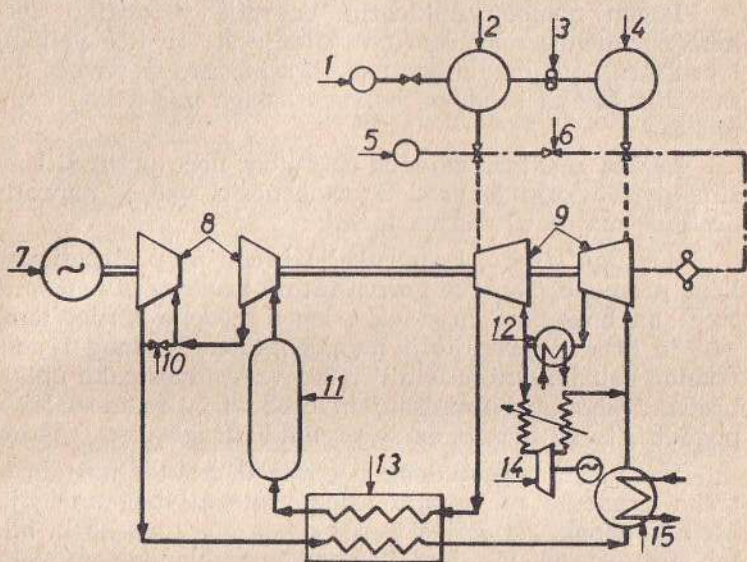
Primarni krug natrijuma je jako radioaktivan i mora biti apsolutno nepropustljiv. Propusnost koja se tolerira je 1 sm^3 za vreme od 10 godina. Naravno, to zahteva specijalnu konstrukciju svih uređaja u primarnom cevovodu. Sisaljke su elektromagnetskog tipa, zasnovane na takvom principu da vodič u magnetskom polju nastoji da se ukloni iz magnetskog polja ako kroz njega protiče struja. Vodič je u tom slučaju sam rastaljeni natrijum i magnetsko polje ga potiskuje. Ovakva sisaljka je potpuno zatvorena.

Specijalnu konstrukciju traže i različiti ventili.

Plinom hlađeni reaktori nisu još upotrebljeni na brodovima, ali se ozbiljno uzimaju u obzir za budući pogon brodova. Najkarakterističniji plin za upotrebu na brodovima je helijum. On ne postaje radioaktivan i vrlo dobro sprovodi toplotu; mogao bi se direktno upotrebiti za pogon plinske turbine sa zatvorenim kružnim procesom. Time ceo uređaj postaje lakši, jer plinska turbina ne mora da bude zaštićena od zračenja i nisu potrebna dva kruga cirkulacije. Plinska turbina sa zatvorenim kružnim procesom je veoma povoljna za pogon ratnih brodova, jer joj stepen delovanja kod malih opterećenja ostaje skoro isti kao kod punog opterećenja. To je za ratne brodove vrlo važno svojstvo, jer oni često voze sa mnogo manjom snagom nego što je maksimalna. Osim toga, plinska turbina sa zatvorenim kružnim procesom nije osetljiva na promene spoljne atmosfere i može se vrlo dobro regulisati.

Šema ovakvog uređaja sa plinskom turbinom i hlađenjem reaktora helijumom prikazana je na slici 7.

Koji će od ta tri navedena pogona konačno naći široku primenu na ratnim i trgovačkim brodovima zavisi od



Slika 7

- | | |
|---|-----------------------------|
| 1) Rezervna boca za vazduh | 8) Turbina |
| 2) Visokotlačni spremnik vazduha (prijemni) | 9) Kompresor |
| 3) Sisaljka | 10) Prolazni ventil turbine |
| 4) Niskotlačni spremnik vazduha (sakupljač) | 11) Reaktor |
| 5) Kontrolna sprava | 12) Međuhladnjak |
| 6) Prolazni ventil | 13) Izmenjivač toplote |
| 7) Opterećenje (propeler) | 14) Spremnik za ksenon |
| | 15) Hladnjak |

iskustva koje će se steći. Nije isključeno da se može razviti pogon brodova i sa reaktorima u kojima se proizvodi para u samom reaktoru ili sa homogenim reaktorima.

KONSTRUKCIJA BRODA

Kod novih konstrukcija ratnih brodova na nuklearni pogon treba uzeti u obzir promene konstrukcije koje zahteva primena tog pogona, kao i mogućnost zaštite od atomskog oružja, kojem takvi brodovi mogu biti izloženi.

Pogon pomoću nuklearne energije verovatno neće mnogo izmeniti mašinsko postrojenje što se tiče veličine i prostora. Promene mogu nastati samo ako se poveća dosadašnja brzina brodova, odnosno snaga mašinskog kompleksa.

Težina reaktora zajedno sa štitom neće premašiti težinu goriva koju je brod do sada nosio, već se naprotiv očekuje znatna ušteda na težini.

S druge strane, konstrukcija broda će pretrpeti prilične promene. Tankovi goriva ratnih brodova bili su smešteni na bokovima brodova i ispod vodene linije, tamo gde je brod najosetljiviji na pogotke nadvodnog i podvodnog oružja. Oni su činili neku vrstu dvostruke oplata broda. Njihovim eliminisanjem brodovi će se moći lakše pogoditi, te će morati da se predvidi druga vrsta zaštite.

U slučaju neposrednog pogotka u reaktor nastala bi teška situacija za posadu usled radioaktivnog zračenja. Međutim, neki stručnjaci tvrde da ta opasnost ne bi bila mnogo veća od one, kad je pogođeno skladište municije na brodu. Štit nuklearnog reaktora, koji i onako mora postojati, može biti izrađen od teških čeličnih ploča. Osim toga, taj se štit može smestiti ispod oklopne palube tako da bi reaktor bio bolje zaštićen od skladišta municije.

Pri napadu nuklearnim oružjem na ratne brodove moramo razlikovati dva slučaja: eksploziju atomske bombe nad vodom i eksploziju pod vodom.

Od eksplozije iznad vodene površine nastaje udarno i toplotno dejstvo i radioaktivno zračenje.

Pri podvodnoj eksploziji nastaje podvodni udar (šok), pritisak vazduha nakon izbijanja eksplozije na površinu, valovi i radioaktivna kontaminacija predela u kojem je pala bomba.

Na koji način udar, toplota i radioaktivnost deluju na osoblje već je poznato i ne razlikuje se od eksplozije iznad zemljine površine, a takođe se mnogo ne razlikuje ni individualna zaštita.

Kolektivna zaštita treba u prvom redu da se postigne konstrukcijom broda, načinom smeštanja uređaja, kao i konstrukcijom oružja. Potrebno je dakle predvideti mogućnost upravljanja brodom iz unutrašnjosti pomoću radara, zatim uvesti automatsku artiljeriju smeštenu u tornjevima i uopšte likvidirati ili svesti na minimum potrebu za ljudstvom na palubi.

Zaštita konstrukcije broda od udarnog dejstva može se do izvesne mere postići otklanjanjem velikih nadgradnji na koje bi pritisak mogao delovati, i konstrukcijom glatkih i oblih površina.

S druge strane, potrebno je pojačati konstrukciju onih delova brodova koji će biti izloženi pritisku.

Ventilacija i izlazi moraju biti što manji, a vrata ojačana i sa zaporima.

Brod takve konstrukcije moći će se lakše oprati i dekontaminirati. Zbog opasnosti od požara usled toplotnog dejstva nuklearne eksplozije treba na palubi upotrebljavati materijal otporan na toplotu.

Podvodni udar, koji nastaje kod podvodne eksplozije, prouzrokuje velika naprezanja brodske konstrukcije, fundamenata i pričvršćenih strojeva. Zbog toga će strojevi i uređaji verovatno biti elastično pričvršćeni na fundamente i što više udaljeni od oplata, jer je poznato da kod takvih podvodnih šokova nastaju lomovi strojeva koji su jako pričvršćeni.

TRGOVAČKI BRODOVI NA NUKLEARNI POGON

Pogon trgovačkih brodova nuklearnom energijom tek je u razvoju.

Za razliku od ratnih brodova kod kojih su taktičke osobine i borbena vrednost broda od primarnog, a ekonomičnost i cena od sekundarnog značaja, kod trgovačkih brodova je ekonomičnost od primarnog značaja.

Zbog toga, tj. zbog relativno visoke cene koštanja nuklearnog pogonskog uređaja nije do sada došlo do njegove primene na trgovačkim brodovima. U planu je izgradnja nekoliko trgovačkih brodova sa nuklearnim pogonom koji će imati više eksperimentalni karakter, dok se šira primena može očekivati tek sa izradom jeftinijih i ekonomičnijih reaktora.

Verovatno je da će nuklearni pogon najpre naći primenu na velikim i brzim trgovačkim brodovima sa strojevima iznad 10.000 KS.

To je svakako zbog toga što štit koji je potreban za nuklearni reaktor praktično ne zavisi od snage; znači, skoro ista zaštita treba i za reaktor koji će dati malu snagu kao i za reaktor sa velikom snagom.

Osim toga, i specifična cena po KS mašinskog postrojenja pada sa povećanjem snage glavne mašine. Tako napr., za jačinu od 7.000 KS cena nabavke mašine po konjskoj snazi iznosi 63.000 dinara, dok kod snage od 20.000 KS iznosi svega 49.000 dinara.

Ukupni trošak jedne kružne vožnje od 48 dana jednog takvog normalnog broda starog tipa za prevoz nafte sa mašinom snage 16.500 KS iznosi 56.000.000 dinara. Isti brod sa nuklearnim pogonom pomoću plinske turbine sa zatvorenim kružnim procesom trošio bi za takvu kružnu vožnju od 48 dana 1.954 grama U 235. Kako se U 235 ne može iskoristiti u reaktoru do kraja mora se računati sa 4 puta većom količinom, tj. 7.816 grama; količina od 5.862 grama, koja se stvarno ne utroši, mora se nabaviti, a trošak za to ulazi u investicione troškove čitavog postrojenja, dok su troškovi za 1.954 grama pogonski troškovi. Ako se uzme da su ostali troškovi za nabavku nuklearnog postrojenja za brod oko 10 puta veći od postrojenja običnog broda i ako se uzme u obzir amortizacija na taj kapital, kao i drugi troškovi broda, izlazi da bi 1 gram U 235 smeo koštati samo 15.700 dinara da bi nuklearni brod mogao konkurisati normalnom brodu, tj. da bi se postigao isti trošak od 56.000.000 dinara za jednu kružnu vožnju od 48 dana. Današnja cena 1 grama U 235 iznosi oko

15.800 dinara; iz toga se vidi da nuklearni pogon velikih trgovačkih brodova ima svoje ekonomsko opravdanje.

U prilog nuklearnom pogonu ide i činjenica da se postiže štednja na težini goriva koje brod inače mora nositi sobom za loženje kotlova. Kod pomenutog broda ta ušteda bi iznosila oko 4.000 tona. Umesto toga tereta (goriva) brod može prevoziti isti teret robe, čime se povećava njegova zarada.

Prema tome, trgovački brodovi sa nuklearnim pogonom imaju budućnost čim se usavrši i pojedtini proizvodnja reaktora i jače razvije industrija mašina i uređaja na nuklearni pogon, a do čega će neminovno doći.

* * *

Pukovnik KRUČIČANIN ing SLOBODAN

MOGUĆNOSTI I PERSPEKTIVE PRIMENE NUKLEARNE ENERGIJE U VAZDUHOPLOVSTVU

Uvođenje nuklearne energije u mlaznu i raketnu propulziju nije više samo idejna zamisao već jedan od savremenih puteva u istraživanju novih koncepcija korišćenja toplote u cilju povećanja vremena i daljine leta, koje bi zadovoljile taktičko-tehničke zahteve budućeg borbenog i komercijalno-tehničke zahteve civilnog aviona. Naime, između vojnih i civilnih aviona ove vrste ne postoji velika razlika, jer se prema opštim tehničkim zahtevima za avione velike nosivosti traži da mogu lako biti prilagođeni iz vojne u komercijalnu svrhu i obrnuto.

S druge strane, iako je korišćenje nuklearne energije za pogon aviona teoriski rasvetljeno, ipak se praktično ostvarenje plana razvoja raketne propulzije sa korišćenjem nuklearne energije odlaže, zbog teško rešivih problema zaštite posade i opslužujućeg personala, kao i velike težine aviona.

Pa ipak, na vreme upoznati ono sa čime ćemo se neminovno sresti u daljoj budućnosti, znači biti realan u proceni sadašnjeg stanja i perspektive razvoja. Oba svetska rata, a naročito ovaj poslednji, mogu se uzeti kao primer kako su mnoga, na prvi pogled neprimenljiva, teorijska dostignuća i rezultati laboratoriskih istraživanja našli svoju primenu baš u vojnoj tehnici i omogućili stvaranje moćnih oružja.

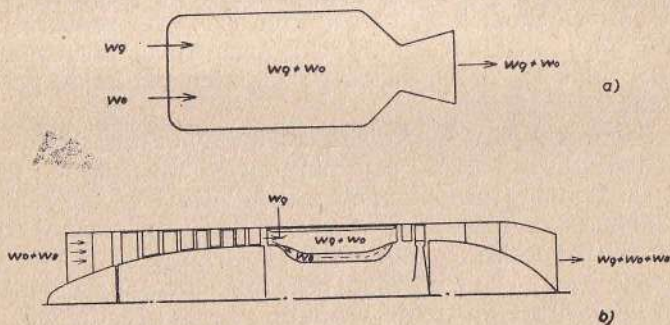
Hemisko i nuklearno gorivo i njihov uticaj na performanse motora

Hemiska goriva su prirodne ili veštačke materije različitog agregatnog stanja. One mogu sagorevanjem da oslobode vezanu toplotu i da na taj način stvore stalan izvor potencijalne energije radnog fluida. Ova energija se može u mlazniku transformovati u kinetičku energiju u vidu potiska koji je potreban za kretanje — let aviona. Rezultat sagorevanja je promena agregatnog stanja tečnih ili čvrstih reagenata u gasovito stanje produkata sagorevanja. Naprimera, sagorevanjem jedinice težine nekog ugljovodoničnog goriva, dobija se u gasovitom stanju ugljendioksid, ugljenmonoksid, vodena para, slobodan vodonik, slobodan kiseonik, hidroksilna grupa, azot, neki azotni oksidi i atomni vodonik i kiseonik — kao rezultat disocijacije. Oslobođenoj toploti sagorevanja odgovara ukupni sadržaj toplote mešavine gasova izražen u veličini temperature. Ukoliko je temperatura viša, utoliko može da se ostvari i veća idealna brzina isticanja, odnosno dobiće se veća kinetička energija mlaza. To znači da veća količina oslobođene toplote, upravo viša temperatura plamena, proizvodi veću kinetičku energiju mlaza radnog fluida, odnosno veći potisak po jedinici utrošenog goriva u jedinici vremena.

Sagorevanje je hemiska reakcija burne oksidacije koja teče sporo i nikad nije potpuno, a zbog pojave disocijacije temperatura plamena nikad nije viša od 3.000°C u komori raketnog motora i 2000°C u primarnoj zoni komore turbomlaznog motora. Sagorevanje se dobija površinski i zavisi od veličine površine okružene oksidatorom, odnosa brzine struje vazduha i brzina čestice goriva, pritiska u komori, vremena koje stoji na raspolaganju za gorenje, osobina goriva, kao i mnogih drugih faktora čiji uticaj nije dovoljno proučen. Zbog toga se praktično ne može preći pomenuta temperatura gasne mešavine. Različita goriva dostižu različitu maksimalnu temperaturu sagorevanja i, prema tome, imaju jednu maksimalno moguću potencijalnu energiju, odnosno mogu da proizvedu određeni potisak u jedinici vremena. Znači, od jedne količine hemiskog goriva može se dobiti ista tolika težinska količina gasova koji mogu da sadrže određenu količinu

toplote. To znači da se od ukupne količine hemiske energije, sadržane u gorivu, može osloboditi i korisno upotrebiti samo jedan neznatan deo. Veća količina toplote može se postići samo sagorevanjem veće količine goriva u jedinici vremena.

Ovdje treba učiniti razliku između dva pojma: produkti sagorevanja daju toplotu plus produkte sagorevanja kao nosioce toplote. S obzirom da su za sagorevanje potrebne dve komponente — gorivo i oksidator, gorivo se nosi uvek sobom, a oksidator može da se nosi ili se za to uzima vazduh iz atmosfere. Produkti sagorevanja imaju veliku temperaturu. Radni fluid je ona mešavina gasa koja se prerađuje u svim elementima motora. Količina produkata sagorevanja ne mora da bude jednaka količini radnog fluida. Raketni motor nosi sobom gorivo i oksidator u odnosu koji je potreban za sagorevanje i nema viška nijedne komponente od optimalnog odnosa. Prema tome,



Slika 1. — Produkti sagorevanja i radni fluid

a) raketni motor

b) turbomlazni motor

(w_g = količina goriva; w_o = oksidator; w_s = višak fluida;
 $w_g + w_o$ = produkti sagorevanja; $w_g + w_o + w_s$ = radni fluid)

količina produkata sagorevanja ekvivalentna je količini radnog fluida (sl. 1a). Međutim, turbomlazni motor prerađuje normalno oko 60 delova vazduha, a jedan deo goriva. Od ukupne količine vazduha oko 17 delova troši se

kao oksidator. Prema tome, produkti sagorevanja sadrže oko 18 delova koji se mešaju sa ostalim vazduhom stvarajući radni fluid kao mešavinu produkata sagorevanja i velike količine vazduha. Količina produkata sagorevanja kod turbomlaznih motora nije ekvivalentna količini radnog fluida. Ova poslednja je znatno veća (slika 1b). Potisak mlaznih motora dat je sledećom jednačinom:

$$F = \frac{Wg + (W_o + W_s)}{g} \cdot V_m - \frac{W_o + W_s}{g} V + A(p_m - p_a) \quad (1)$$

gde je: F = potisak motora;

Wg = količina goriva (kerosin, alkohol i sl.);

W_o = količina oksidatora (vazduh, tečni kiseonik i sl.);

W_s = sekundarni vazduh (za »razblaživanje« produkata sagorevanja), može biti od nule do neke konačne vrednosti ili sekundarni vazduh plus voda, alkohol i slično;

$Wg + W_o$ = produkti sagorevanja;

$Wg + (W_o + W_s)$ = radni fluid;

V_m = brzina kojom ističe radni fluid iz mlaznika;

V = brzina leta;

A = površina mlaznika;

p_m = pritisak na izlazu iz mlaznika;

p_a = atmosferski pritisak na visini rada motora.

Iz ove jednačine se vidi da je potisak utoliko veći ukoliko je količina radnog fluida veća i ukoliko je brzina mlaza veća.

Kod raketne propulzije je brzina na ulazu u motor ravna nuli, a nema dodatka, tj. $W_s = 0$. Prema tome, potisak raketnog motora je dat sledećom formulom:

$$F = \frac{Wg + W_o}{g} V_m + A (p_a - p_a) \dots \dots \dots (2)$$

Ako se uzme da je odnos brzine isticanja iz mlaznika raketnog motora i iz mlaznika turbomlaznog motora oko 2,5 pri istom pritisku u komori, izlazi da raketni motor od 2.500 kg potiska treba 16 kg/sek goriva i oksidatora zajedno, dok turbomlazni motor treba oko 50 kg/sek

goriva plus vazduh, od toga svega 0,8 kg/sek goriva. Odavde izlazi da je potrošnja radnog fluida kod turbomlaznog motora znatno veća nego kod raketnih motora. Međutim, kod raketnog motora mora da se nosi sobom svih 16 kg/sek, a kod turbomlaznog motora nosi se samo 0,8 kg/sek, tj. oko 20 puta manje goriva.

Kao zaključak se može reći sledeće: za proizvođenje potiska interesuje nas izvor toplote s jedne i radni fluid s druge strane. Pošto radni fluid pretstavlja zbir produkata sagorevanja i dodataka (vazduh, voda ili drugi fluid) to hemiska reakcija sagorevanja ima tu prednost što pored toplote proizvodi još i produkte sagorevanja koji kod raketnog motora služe kao radni fluid, a kod turbulentnog motora za mešanje sa sekundarnim vazduhom sa kojim zajedno čine radni fluid.

Međutim, nuklearno gorivo, iako taj pojam ne znači gorivo u predašnjem smislu, je U 235 koji nuklearnom pojavom tzv. lančanom reakcijom, oslobađa samo toplotu bez ikakvih po dosadašnjim normama merljivih materijalnih produkata. To znači da se mora nadoknaditi radni fluid. Kod turbomlaznog motora to je jednostavno pošto kompresor prerađuje i deo vazduha za povećanje radnog fluida (W_s), i pošto je $W_g = 0$, $W_o = 0$, to je potisak turbomlaznog motora sa nuklearnim izvorom toplote:

$$F = \frac{W_n + V_m}{g} - \frac{W_n}{g} V + A (p_m - p_a) \cdot \cdot \cdot (1a)$$

Međutim, raketni motor nosi samo onoliko oksidatora koliko mu je bilo potrebno za sagorevanje goriva; prema tome, u slučaju primene nuklearne toplote treba poneti svu količinu radnog fluida. Pošto je $W_g = 0$, $W_o = 0$, a da bi se dobio potisak, mora se podneti W_n kg/sek radnog fluida. Znači potisak nuklearnog raketnog motora biće:

$$F = \frac{W_n}{g} V_m + A (p_m - p_a) \cdot \cdot \cdot (2a)$$

Kakva je, dakle, korist od primene nuklearnog goriva? Videli smo da se pri nuklearnim pojavama razvija

samo toplota, i to bez produkata koji bi se mogli koristiti kao radni fluid; radni fluid se mora dobavljati.

S obzirom na princip rada, ovi nedostaci nuklearnog goriva nisu skoro nikakvi kod mlazne propulzije, jer se radni fluid uzima iz atmosfere (W_n).

Međutim, kod raketnog motora radni fluid se mora nositi sobom. Postavlja se pitanje koliko se radnog fluida (W_n) troši u slučaju primene nuklearnog goriva, više ili manje nego u hemiskoj reakciji?

Nuklearna toplota se proizvodi sasvim na drugi način nego što je to bilo u slučaju sagorevanja. Količina toplote koja stoji na raspolaganju sada je teoriski neograničena, i radni fluid se može zagrejati do temperature koja zavisi od osobine reaktora, kvaliteta izmenjivača toplote i osobine materijala. U ovom slučaju se radi o generatoru toplote (generatoru) koji proizvodi toplotu koja se prenosi na radni fluid direktno ili nekim pomoćnim fluidom, koncepcija t.zv. jednog ili dvaju prstena (prenosa toplote), odnosno otvoren i zatvoren ciklus. Ako se pretpostavi da se praktično dozvoli ista radna temperatura kao i kod motora sa hemiskim gorivima, i ako se zna da jedan kilogram U 235 proizvede isto toliko toplote kao kada se sagori 850 hiljada kg benzina, jer je toplotna moć benzina oko 10.500 cal/kg, a ekvivalentna toplotna moć U 235 je 1,65 puta 10^{10} kcal/kg, izlazi da avion sa turbomlaznom propulzijom i nuklearnim gorivom može da leti neuporedivo dalje i duže vremena a da ne nosi sobom radni fluid. Naprimer, jedan daljni bombarder nosi sobom oko 50 hiljada kg goriva. Da bi taj isti bombarder imao isti radijus i vreme trajanja leta, a ako bi motori koristili nuklearni reaktor kao izvor toplote, trebalo bi poneti samo 0,025 kg U 235.

Međutim, to nije slučaj i sa raketnim motorom. Naime, kod njega se mora poneti cela količina radnog fluida (W_n) kao i kod hemiskog goriva. Ovde je, dakle, nastao problem mnogo složeniji nego kod mlaznih motora t.zv. usisnog tipa. Nauka pokušava da reši ovaj problem na dva načina. Prvi način se sastoji u iskorišćenju osobina

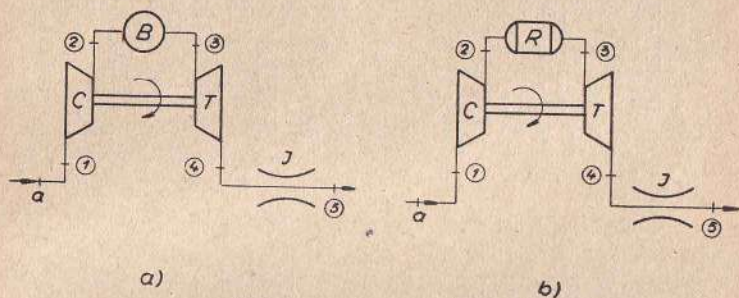
nekih gasova, naprimer vodonika. Kada vodonik sagoreva sa kiseonikom, može da razvije brzinu isticanja najviše 3.000 m/sek. Međutim, ako se zagreva toplotom dobivenom nuklearnim raspadanjem do temperature intenzivne disocijacije vodonika, tada se može dobiti brzina isticanja do 10.500 m/sek, tj. 3,5 puta veća brzina. To znači da primenom nuklearnog goriva može da se prištedi oko 3,5 puta manje radnog fluida nego pri korišćenju hemiskog procesa. No, s obzirom na ovu potrošnju radnog fluida koja mora biti nošena, to je neuporedivo bolje teorisko rešenje u odnosu na hemiski proces iskorišćenja vodonika, ali je isto tako nepovoljno u poređenju sa korišćenjem nuklearnog goriva kod turbomlaznih motora.

Postoji jedna druga idejna zamisao o korišćenju nuklearne energije za raketnu propulziju. Naime, poznato je sledeće: kada jednoatomni vodonik (H) prelazi u dvoatomni (H_2), oslobađa se oko 52.500 kcal/kg i može da se postigne idealna brzina isticanja, više od 20.000 m/sek. To pretstavlja veoma visoko iskorišćenje radnog fluida. Međutim, do danas nije stvoren način iskorišćavanja jednoatomnog vodonika. Da bi dvoatomni vodonik potpuno prešao u jednoatomni bila bi potrebna vrlo visoka toplota, naprimer nuklearna toplota, u čijem bi prisustvu vodonik bio transcendentalna radna supstanca.

Prednosti, dakle, koje nuklearna energija nudi jednoj ili drugoj propulziji, tj. mlaznoj ili raketnoj nisu iste. Zbog toga što prva vrsta propulzije uzima radni fluid iz atmosfere, a mala količina uranijuma zamenjuje velike količine goriva, izlazi da će praktično avion sa turbomlaznom propulzijom imati potrošnju uranijuma tako malu da se za ocenu osobina motora može zanemariti. Prema tome, može se reći da mlazni motor usisnog tipa vremenski i daljinski dozvoljava neograničen let. Ali, pošto uzima atmosferski vazduh, to je avionu ograničena visina leta. Međutim, raketna propulzija će se razlikovati u dobiti od nuklearne energije. Naime, motor ove vrste ne usisava radni fluid iz atmosfere i zbog toga mora da se nosi puna količina, s tim što se radni fluid može bolje koristiti zbog mogućnosti da se zagreje do viših temperatura.

MOGUĆE KONCEPCIJE NUKLEARNIH MLAZNIH I RAKETNIH MOTORA

Upoređujući mlazni motor sa hemiskim gorivom, kao i mlazni motor sa nuklearnom energijom, prema elementarnim šemama radnih ciklusa, ne može se naći neka bitna razlika. Na slici 2, a i b, vide se obe vrste propulzije. Obe



Slika 2. — Osnovna šema ciklusa TM motora

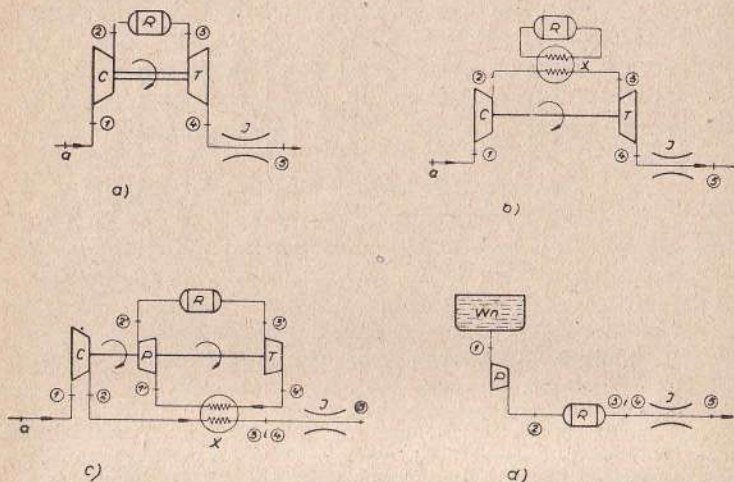
a) sa hemiskim gorivom

b) sa nuklearnim reaktorom

(C = kompresor; B = komora; R = reaktor; T = turbina; J = mlaznik; a — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 = stanja na kraju procesa ciklusa CBTJ odnosno CRTJ)

šeme su slične: razlika je jedino u elementima B i R. Naime, umesto komore sagorevanja — B, nuklearni mlazni motor ima reaktor — R. Ustvari, ovaj element je i u jednom i u drugom slučaju generator toplote, s tim što se u prvom slučaju predaja toplote radnom fluidu vrši mešanjem produkata sagorevanja i radnog fluida, a u reaktoru se vrši izmena toplote preko izmenjivača koji može biti različite koncepcije. Na slici 3 (a, b, c i d) prikazane su 3 koncepcije turbomlaznog motora i jedna koncepcija raketnog motora — sve koriste nuklearni reaktor. Na sl. 3a prikazana je šema turbomlaznog motora sa neposrednim zagrevanjem u reaktoru. Turbomlazni motor CRJ se sastoji iz kompresora, nuklearnog reaktora i turbine kao izvora snage za pogon kompresora i mlaznika. Predaja toplote radnom fluidu vrši se u samom reaktoru. Radni fluid u ovom slu-

čaju je vazduh. Ovo je najprostija šema. Slika 3b predstavlja složeniju šemu turboblaznog motora; ona se, ustvari, sastoji iz dva ciklusa — radni ciklus propulzivne grupe CHTJ i pomoćni ciklus fluida za prenos toplote RHR. Radni fluid u ovoj koncepciji ne dolazi u dodir sa reaktorom. Prema tome, turboblazni ciklus sastoji se od



Slika 3. — Šeme turboblaznih i raketnih motora sa nuklearnim reaktorom.

- Turboblazni motor sa jednim ciklusom CRTJ;
 - Turboblazni motor sa dva paralelna ciklusa: radni ciklus CXTJ i pomoćni ciklus RXR;
 - Turboblazni motor sa dva paralelna ciklusa: radni ciklus CXJ i pomoćni ciklus PRTP;
 - Raketni motor sa jednim ciklusom PRJ.
- (C = kompresor; R = nuklearni reaktor; T = turbina; P = pumpa; X = izmenjivač toplote; J = mlaznik; a — 1 — 2 — 3 — 4 — 5 = stanja na kraju procesa).

kompresora izmenjivača toplote, turbine i mlaznika, a pomoćni ciklus iz reaktora i izmenjivača toplote. Pomoćni fluid u ovom slučaju je neki lako topljiv metal ili tečnost, koji može da struji i na termosifonskom principu. Ovakav ciklus se može zvati i tečan ciklus za razliku od onoga kod koga je pomoćni fluid za prenos toplote neki gas.

Ova koncepcija se odlikuje time što radni fluid ne dolazi u dodir sa reaktorom, pa je otklonjena opasnost od radijacije vazduha koji izlazi iz mlaznika.

Slika 3c prikazuje jednu moguću koncepciju u kojoj, ustvari, rade dve odvojene mašine, CHJ i PRTP. Naime, radni fluid za propulziju je i ovde vazduh i on prolazi kroz kompresor, izmenjivač toplote i mlaznik. Pomoćni fluid, koji je u ovom slučaju voda pod visokim pritiskom radi u zatvorenom ciklusu i prolazi kroz pumpu, reaktor, turbinu i izmenjivač toplote. Radni fluid bi mogao da bude i neki gas koji je neutralan u pogledu radijacije, napr. helijum, s tim da se umesto pumpe stavi kompresor; morao bi se dodati uređaj za rashlađivanje gasa po izlasku iz turbine.

Slika 3d predstavlja elementarnu šemu ciklusa raketnog motora. U ovom slučaju tečnost koja hladi reaktor isparava i neposrednim isticanjem kroz mlaznik proizvodi pritisak.

Slične koncepcije mogu da postoje i za elisomlazni motor, kao i za atodid.

Navedene koncepcije predstavljaju samo neke od karakterističnih, a ima ih mnogo vrsta. Razume se da su ovo samo idejna rešenja, dok su konkretna za sada još nepoznata.

SADAŠNJE STANJE PRIMENE NUKLEARNE ENERGIJE I TEŠKOĆE KOJE TREBA SAVLADATI

Nuklearna propulzija se od samog početka našla pred nizom poteškoća čija je raznovrsnost tako široka i brojna da je potrebno još nekoliko godina intenzivnog teoriskog rada i eksperimentalnih studija dok se ne ostvari ova vrsta letenja. Velika težina, zatim velika količina toplote koju ne može da utroši mlazni motor i radijacija svakako predstavljaju tri problema koji su najčešće tretirani kroz razne publikacije. Ali naravno, problema ima još mnogo više nego što se piše. Neke teškoće ozbiljno ugrožavaju vreme i željene rokove koji su predviđeni za poletanje prvog aviona sa reaktorom.

Teškoće su uglavnom vezane za reaktor i korišćenje toplote, tj. kako izvući i korisno upotrebiti što više toplote.

Problem hlađenja reaktora izražen je u tome što treba pronaći fluid za hlađenje koji će moći da radi na temperaturi oko 220°C , a da ne isparava, ne upija neutrone i dobro prenosi toplotu. Do sada se došlo do zaključka da gasovi, naprimer, nisu dobri za hlađenje zbog malog koeficijenta prenosa toplote. Organske materije teže da se razlože na višim temperaturama koje vladaju u reaktorima. Tečni metali su skupi i zahtevaju specijalno rukovanje. Voda nije tako loša, ali mora da se drži pod pritiskom da se ne bi pretvorila u paru. Bolje hlađenje reaktora postiglo bi se ako bi se stvorilo mnogo kanala unutar reaktora. Međutim, povećanjem broja kanala povećava se i broj neutrona, koji mogu biti upijeni u sredstvo za hlađenje. Zbog nedostatka slobodnih neutrona koji su potrebni da razbijaju ostale neutrone U 235, lančana reakcija bi se prekinula. Da se to ipak ne bi dogodilo, trebalo bi povećati količinu uranijuma koja se raspada; to bi međutim, opet povećalo količinu toplote, te bi problem postao još teži.

Prema tome, za turbomlazni motor bi najjednostavnije bilo primeniti ciklus CRTJ (slika 3a) sa vazduhom kao radnim fluidom i fluidom za hlađenje reaktora. Međutim, ova diskusija je pokazala da bi bilo teško održati temperaturu reaktora u granicama koje diktira materijal. Zbog toga bi ostale šeme, sa odvojenim ciklusima radnog fluida i fluida za hlađenje, bile povoljnije. Kod mlazne propulzije dolazi u obzir samo lako topljiv metal (naprimer, živa), ili tečnost za hlađenje (voda i gas, naprimer, helijum) koji bi zahtevali rashlađivanje da bi koeficijent bio visok i da bi dimenzija kompresora bila prihvatljiva. Međutim, kod šeme 3b i 3c postavlja se pitanje kakvoće izmenjivača toplote, jer od toga zavisi njegova težina i dimenzije koje mogu biti iznenađujuće velike težine ako je nizak koeficijent korisnog dejstva izmenjivača toplote.

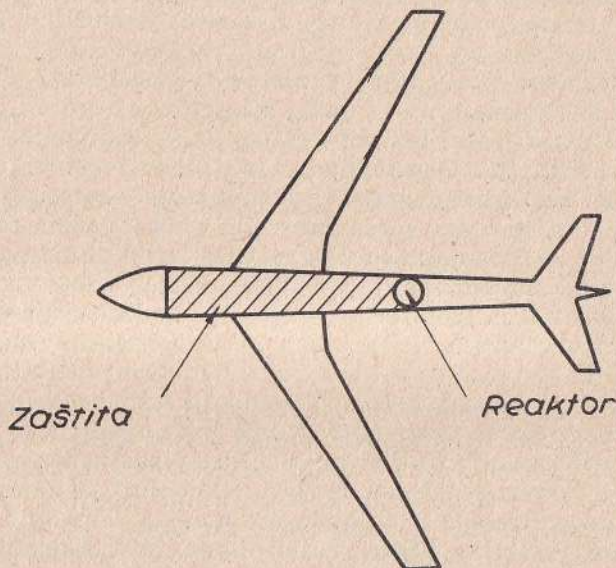
Problem korozije i erozije materijala takođe proizilazi iz toplog stanja koje vlada u reaktoru. Metali u reaktoru su izloženi povećanom dejstvu korozije što može da

dovede do slabljenja zidova cevi koji sprovode tečnost za hlađenje. Neke tečnosti teže da rastvore metal zidova strojnih kanala cevi za hlađenje na toplim mestima, a da ga natalože na hladnim mestima. Na taj način nastaje blokiranje prolaza na jednom mestu i slabljenje zidova na drugom delu. Ovakve pojave imale bi za posledicu nepravilno strujanje fluida za hlađenje, odnosno neravnomernu raspodelu toplote što bi izazvalo teže posledice zbog naglog porasta temperature u cevima rashladne instalacije.

Problem radijacije je mnogo poznatiji od drugih problema, jer se o njoj mnogo više govori nego o drugim teškoćama. U pitanju su dve glavne vrste radijacije: gama zraci i neutroni. Gama zraci mogu da se zaustave materijalom, naprimer olovom. Zaustavljanje neutrona može da se izvrši pomoću mešavine vode i bora. Jačina radijacije koja je opasna po čoveka nije još tačno utvrđena. Ali, u svakom slučaju, radijacija reaktora treba da se smanji nekoliko milijardi puta pre nego što bude bezopasna po ljudski organizam. To zahteva solidnu zaštitu. Neutroni mogu da se vrate sa pravca i smeru dobrim neutronske reflektorima; skoro 90% neutrona koji su pobegli iz reaktora mogu da se vrate natrag. Isto tako, udaljenost reaktora vrlo povoljno utiče na slabljenje radijacije. Prema tome, avionski reaktor mora biti vrlo dobro zaštićen i, po mogućstvu, trebalo bi da bude smešten što dalje od posade (slika 4). Otstojanje igra znatnu ulogu. Na udaljenosti od 4, 5 do 6 m jačina radijacije je samo 1/1.000 od one na reaktoru. Međutim, kod aviona smo ograničeni njegovim dimenzijama i ne postoji mogućnost da reaktor bude na tako velikom otstojanju da bi se postigla ušteda na debljini zaštite od mere koja ne bi pretstavljala problem u težinskom pogledu. Neki proračuni govore o tome da je svakako potrebna zaštita debljine oko 2 m.

Problem težine, iako vrlo izrazit, po prirodi je samo tehnički, dok je radijacija i tehnički problem i problem koji u sebi sadrži opasnost po život posade i opslužujućeg ljudstva. Zaštita od radijacije iz avionskog reaktora zahteva velike količine olova, betona i drugog materijala.

Zbog toga se ovom težinom zaštitnog materijala gubi korist koja se dobija izvanredno malom količinom goriva. Težina goriva savremenog bombardera iznosi oko 75 tona, a zaštita reaktora oko 75 hiljada KS iznosila bi skoro isto toliko. To znači da će težina goriva turbomlaznog bombardera biti jednaka težini zaštite istog aviona sa reaktorom. Ako se pretpostavi da težina goriva savremenih



Slika 4. — Avion sa ugrađenim nuklearnim reaktorom

bombardera iznosi približno polovinu ukupne težine aviona, to bi značilo da će ukupna težina aviona sa reaktorom biti negde između 175 hiljada i 200 hiljada kg. Ova težina se ne menja ni sa daljinom ni sa vremenom leta.

Problem konstrukcije reaktora. — S obzirom na zahteve hlađenja prenos toplote na radni fluid, zaštitu od radijacije i dr., ovaj problem je postao vrlo komplikovan. Dovitljivost inženjera za kompleksno rešavanje ove pro-

blematike utiće mnogo na rešavanje problema. Nuklearni reaktor za avion mora da zadovolji uslove koji proističu iz namene reaktora, tj. da bude male zapremine i male težine, da bude bezopasan za posadu, ljudstvo koje ga opslužuje, kao i okolinu, zatim da bude siguran u radu. Ovakvi uslovi su vrlo teški i zahtevaju sasvim nove metode računanja uzimajući u obzir i uticaj nuklearnih pojava, što nije bio slučaj sa metodama klasičnih konstrukcija.

Problem materijala proizilazi iz svih ranijih teškoća. Kad god se počne sa studijom bilo kog problema uvek se nailazi i na problem materijala.

Iako u reaktoru nema obrtnih delova i odgovarajućih naprezanja problem materijala koji treba da popuni izvesne radne uslove pri visokim temperaturama uvek postoji, naprimer, za dobro korišćenje toplote i za bolje hlađenje reaktora predlaže se da se upotrebi rashladni fluid pod pritiskom ili rastopljeni metal; zidovi cevi treba da budu dovoljno čvrsti da izdrže visoke pritiske i visoke temperature, i da materijal ima što bolju provodljivost toplote. Ustvari, takav materijal ne postoji jer su ovi zahtevi takvi da su odgovarajuće osobine bilo kog materijala međusobno protivrečne. Materijal koji ima dobre osobine provodljivosti toplote nema istovremeno i dobre mehaničke osobine i obrnuto. Naprimer, bakar ima odlične osobine provodljivosti toplote, ali nema dobre osobine čvrstoće na visokim temperaturama. Sličan je i aluminijum; on se topi već na 650°C , te ne može da se upotrebi na temperaturama koje se predviđaju za avionski reaktor. Čelik, obrnuto, nema dobre osobine prenosa toplote, a ima dobre mehaničke osobine.

Materijal treba da bude antikoroziivan i da u dodiru sa rashladnim fluidom ne bude erozivan. Zaštita koja se postiže raznim mazivima povlači za sobom potrebu za znatno većom količinom goriva.

Temperatura i radijacija utiču na strukturu materijala. Usled nuklearnih pojava u reaktoru, atomi metala menjaju svoj normalni položaj i kao posledica nastaju promene unutrašnje strukture, pored uticaja temperature

na unutrašnju građu materijala. Promene temperature se ogledaju u promeni čistoće, elastičnosti, provodljivosti toplote i drugih osobina.

Materijal za elemente izmenjivača toplote treba da izdržava toplotne udare zbog promene režima rada.

Izbor materijala za elemente nuklearnog mlaznog motora nije, dakle, ni najmanje lak problem. I pošto se klasični materijal ne može da projektuje, njegova izrada bazira na izvesnim zakonitostima, ali se uglavnom radi i eksperimentalno proverava; u ovom slučaju se mora proveriti reakcija materijala usled uticaja nuklearnih pojava. To zahteva specijalne reaktore za ispitivanje materijala. Na Zapadu postoje dva reaktora a i u SSSR svakako postoje reaktori slične namene koji se bave samo pitanjem određivanja kapaciteta upijanja neutrona i drugih važnih nuklearnih karakteristika materijala. Ovakav reaktor danas ima sličan značaj za dalji razvoj nuklearne propulzije kao što je to aerodinamički tunel u prošlosti značio za razvoj vazduhoplovstva.

Eksploatacioni problemi su svakako važni i o njima treba voditi računa, jer i dobre konstrukcije se ne bi dugo održale ako su komplikovane i nepodesne za održavanje i opravku. Uzmimo slučaj kvara nekog elementa u avionskom reaktoru ili u turbini, ili mlazniku direktne šeme motora (slika 3a). Svi su elementi postali radioaktivni i nikakva opravka ne bi mogla da se izvrši pre nego što radijacija oslabi do jačine koja nije opasna po čoveka. To znači da bi trebalo kod hitnih slučajeva ili menjati kompletan motor sa reaktorom ili čekati desetina dana da radijacija oslabi. To je za eksploataciju vrlo nepovoljno. Povoljnija je koncepcija sa odvojenim ciklusima radnog fluida i rashladnog fluida (slika 3b i 3c). Tu se može vršiti opravka motora u svako doba, jer delovi nisu izloženi direktno uticaju radijacije iz reaktora. Međutim, kvar u reaktoru takođe zahteva da prođe izvesno vreme pa da se izvrši opravka. Mnogo nepovoljniji slučaj je udes aviona, pri čemu se može desiti da se reaktor razbije, pa čak i u naseljenom mestu. To mogu biti i neprijateljski avioni za vreme rata. Buduća pasivna zaštita morala bi da

obučava specijalne ekipe da rukuju specijalnom opremom za uklanjanje ostataka aviona i reaktora, a takođe bi se morala primenjivati naročita sredstva za neutralisanje radijacije. Uvođenje nuklearne energije u vazduhoplovstvu vodi, dakle, ka složenijoj organizaciji koja zahteva specijalizovaniji kadar. To povećava eksploatacione zahteve, kao i finansisko-ekonomske napore jedne zemlje.

OBLAST PRIMENE NUKLEARNOG I RAKETNOG MOTORA

Osobine nuklearnih pojava, kao i težina reaktora, su svakako dva najuticajnija faktora u oblasti primene nuklearne energije za letenje. Naime, zbog toga što se pri nuklearnom raspadanju proizvodi samo toplota, a kao radni fluid se mora ili usisati vazduh iz atmosfere ili se on mora nositi, izlazi da će turbomlazni motor dobiti širu primenu u bližoj perspektivi.

Uticao težine reaktora na oblast primene nuklearnog turbomlaznog motora je danas takav da se ne može računati sa skorom primenom za lovačke avione i lake bombardere. Ovo se za sada isključivo primenjuje kod teškog bombardera oko 200 tona ukupne težine i njemu sličnih aviona.

S obzirom na stanje i tendenciju razvoja odbranbenih sredstava moglo bi se reći da će ovakvi bombarderi biti jako izloženi dejstvu neprijatelja, osobito letećim vođenim projektilima i lovačkoj avijaciji. Možda je opravdano mišljenje nekih vojnih stručnjaka koji kažu da će svaki poduhvat za bombardovanje nuklearnom bombom, koja se nosi bombarderom, predstavljati samoubilački poduhvat. Ne upuštajući se u opravdanost subjektivne procene daleke budućnosti, gledano očima stručnjaka, nuklearni mlazni motor će se najpre moći primeniti kod teških aviona tj. za bombardere daljnjeg dejstva, transportne i putničke avione, izviđačke avione, avione snabdevene radarskom opremom za pretraživanje mora i sl. Primena kod ostalih vrsta upravljanih letećih sredstava zavisice od sposobnosti inženjera — konstruktora reaktora.

Raketna propulzija sa nuklearnim pogonom ima mnogo manje nade na uspeh u skoroj budućnosti. Niz krupnih problema ukazuje na to da će nauka imati da reši još mnogo prethodnih problema pre nego što se otpočne sa konstruisanjem nuklearnog raketnog motora.

ZAKLJUČAK

Toplota koju je moguće razviti u nuklearnom reaktoru može da se prenese na radni fluid i da se pretvori u kinetičku energiju mlaza ili elisa. Potisak može da se proizvede pomoću raznih vrsta motora, kao što je turbomlazni, zatim atodid, raketni i elisomlazni motor. Koja će se vrsta motora primeniti zavisi od veličine reaktora, rashladnog fluida i tipa izmenjivača toplote. Najpovoljnije iskorišćavanje moglo bi se postići elisomlaznim motorom, ali se ovaj tip motora ipak ne predviđa zbog male brzine leta. Najviše nade polaže se u turbomlazni motor. Raketni motor sa nuklearnom energijom zavisi od rešenja mnogih problema, a njegova primena se predviđa tek u daljoj budućnosti.

Turbomlazni motor može da iskorišćava toplotu iz reaktora na dva načina: neposrednim zagrevanjem radnog fluida u reaktoru t.zv. jedan otvoreni radni ciklus; ili posrednim prenosnikom toplote — t.zv. dvostruki ciklus — otvoreni radni i zatvoreni pomoćni ciklus. Ovaj drugi način ima više prednosti, osobito u pogledu eksploatacije.

Radijacija zadaje velike brige i posledica zaštite od nje je svakako i velika težina aviona. To ograničava primenu reaktora samo na vrlo teške avione za vojnu i transportnu namenu.

Primena nuklearne energije za avione zahteva jaku ekonomsku podlogu i stvarnu opravdanost primene aviona ove vrste. Male zemlje nemaju potrebe za velikim brojem aviona bombardera; ali što se tiče transporta svaka zemlja koja želi da bude u vezi sa svim delovima sveta, svakako bi imala interesa.

Primena nuklearne energije u vazduhoplovstvu je blizu realizacije. Danas to više ne predstavlja tajnu. Svakako da će uvođenje nove vrste energije umesto nafte uticati na izmenu ravnoteže ne samo ekonomskih odnosa u svetu nego i na promenu stanja ravnoteže koje vlada unutar jedne armije. Jasno se već uočava da će se borba za kap petroleuma zameniti borbom za gram uranijumovih ruda. Uvođenjem nove strategiske sirovine — uranijuma, neminovno će se javiti i izvesne promene u unutrašnjoj strukturi zemalja, njihovih armija, kao i u njihovim gledanjima na sadašnje stanje i perspektivu daljeg razvoja.

* * *

Pukovnik BOROJEVIĆ BRANKO

DEJSTVO PROPAGANDE O ATOMSKOM ORUŽJU

Od eksplozije prvih atomskih bombi upotrebljenih u ratnim dejstvima prošlo je jedanaest godina i za to vreme je javnost bila izložena određenom dejstvu propagande o atomskom oružju. Ta propaganda je bila različita i po intenzitetu i po nameni.

Prva obaveštenja o atomskom bombardovanju dva japanska grada bila su, s jedne strane, vrlo oskudna, a sa druge izgubila su se u brojnim i vrlo značajnim izveštajima o događajima koncem rata. Posle toga je nastao relativno kratak period smirenosti i usretsređenosti naroda na svoju posleratnu obnovu, a javnost nije mnogo obaveštavana o proizvodnji nuklearnog oružja.

Ali, ubrzo dolazi do prvih ozbiljnijih zaoštavanja u odnosima između Zapadnih sila i Sovjetskog Saveza, koja vremenom postaju sve opasnija i dostižu kulminaciju u vreme »hladnog rata«. U tom periodu velike sile upotrebljavaju različita sredstva i metode u cilju političkog i ekonomskog pritiska, vrše pokrete trupa na tuđim teritorijama i konačno dolazi do ratnog sukoba u Koreji. Sve je ovo bilo praćeno vrlo jakim ratnohušakačkom propagandom, sračunatom na izazivanje straha i demoralisanje protivnika. U svemu tome dominantno mesto daje se atomskoj bombi, sa kojom se izvode serije probnih eksplozija i o čijem dejstvu kruže najneverovatnije glasine. Atomska bomba je tako postala Damaklov mač iznad glava onih naroda koji je nisu posedovali. To je bilo ono opasno »kretanje po ivici rata« kojim se, kao »strategijskim izumom«, toliko hvale pojedini državnici.

Ne može se osporavati da u takvoj situaciji sva ta propaganda o dejstvu atomskog oružja nije imala nega-

tivan psihološki uticaj na neobaveštene mase, inače na već uznemirene mogućnošću razbuktavanja novog svetskog rata, razornijeg od onoga koji je tek završen. Kroz razne zvanične i nezvanične publikacije uveliko se pisalo o tome da je, naprimer, dovoljno samo par atomskih bombi da se uništi jedna država koja je po veličini jednaka našoj, da atomske eksplozije već menjaju prirodne procese i pojave, da je atmosfera već zatrovana radiološkim zračenjem i da se već pojavljuju znaci opšteg steriliteta i rađanja nakaznog potomstva.

Pojavile su se i čudne teorije nekih »atomskih« filozofa. Po jednama — novo oružje menja politički moral utoliko što narodi koji hoće da se otresu ropstva treba prethodno da izaberu jedno od dva zla: da se pomire sa svojim ropkim položajem, ili da se izlože opasnosti da budu uništeni atomskom bombom. Međutim, pošto je atomska bomba veće zlo, to je najbolje da produže život u ropstvu i da se odreknu borbe za svoju nezavisnost. Po drugoj teoriji — zemljama koje ne poseduju atomsko oružje ne preostaje ništa drugo nego da prime dominaciju sile koja poseduje nuklearno oružje da bi, tobože, izbegle sigurno uništenje od strane protivničkog tabora.

Propagandna preterivanja o dejstvu atomskog oružja, praćena svim sredstvima pritiska u fazi »hladnog rata«, nisu ostala bez uticaja na psihu neobaveštenih. Posledice ovoga svakako su bile teže u onim zemljama čiji su državnici pokazali neodlučnost i zbunjenost pred takvim pretnjama. Međutim, uznemirenost je zahvatila mase i u drugim zemljama, pa i u samoj Americi koja je razvila najživlju propagandu o sopstvenoj atomskoj moći. Tako je propaganda o atomskom oružju sama po sebi narušavala mir i spokojstvo u svetu. Dr. J.A.M. Meerloo je u pravu kad kaže: »Moramo priznati da opasnost ne leži toliko u samoj bombi koliko u našem strahu od nje«¹⁾.

¹⁾ Dr Joost A. M. Meerloo — *Patterns of Panic* — Njujork 1950 god.

Nema mesta pojavi fantastičnih priča da je došao kraj ulozi čoveka u savremenim armijama, da će se samo pritiskom dugmeta od strane stručnjaka izbaciti serija atomskih bombi i tako rešiti pitanje pobeđe u ratu, da treba imati samo odabrane specijaliste i stokove nuklearnog oružja, pa iznenadno napasti i uništiti protivnika. Uloga čoveka u savremenim armijama i dalje ostaje neumanjena.

Danas se situacija izmenila, bar u osnovnim linijama. »Hladni« i »vrući« rat u Koreji nije doneo željena rešenja. U svetu se razvio snažan pokret za mir, a protiv demonstracija i pretnji atomskim oružjem. Napredak nauke i razmena naučnih iskustava koja ne poznaje granice dovodi do postepenog ukidanja monopola i nad ovim oružjem. Podigao se i snažan glas naučnika koji rade na atomskoj energiji. Taj glas je doživeo svoju veliku manifestaciju u Ženevi. Oni su doprineli vrlo mnogo da svetska javnost bude što šire upoznata sa ovom novom energijom, realnim opasnostima od njene upotrebe u ratu i velikim prednostima od njenog korišćenja u miru. Bez obzira što do danas nije došlo do odluke o zabrani atomskog oružja i što se od javnosti čuvaju tajne u vezi sa njegovom proizvodnjom — važno je da je nastala smirenija situacija u kojoj je moguće lakše odvojiti od istine sve one fantastične priče koje su se isprele oko atomskog oružja.

U našoj zemlji se radi dosta na tome da se javnost obavesti o nuklearnom oružju. Ma koliko bili sve odlučniji zahtevi u svetu o zabrani atomskog oružja, činjenica je da to do danas nije učinjeno i da nema sasvim sigurnih garancija da ono u eventualnom sukobu ne bude korišćeno. Otuda i proističe neophodnost da se sav narod, a posebno sastav Armije, što bolje upozna sa prirodom toga oružja, posledicama njegovog dejstva i mogućnostima zaštite. To je ujedno i najbolji put da se savladaju i određene negativne posledice u psihološkom smislu do kojih može doći usled neobaveštenosti i delovanja strane propagande. Tu se u prvom redu misli na strah od nepoznatog, osećanje bespomoćnosti i slabljenja vere u sopstvene snage.

Zbog neobaveštenosti kod ljudi se pojavljuje strah od nepoznatog a strah od nepoznatog izaziva na bojištu

i u pozadini nemir, zbrku i paniku. Lenjin je vrlo snažno izrazio ove misli rečima: »Svaki novi oblik borbe, praćen novim opasnostima i novim žrtvama, neizbežno »dezorganizira« organizacije koje nisu pripremljene na ovaj novi oblik borbe«. ²⁾)

Veoma je važno upoznati na vreme ljude sa novim sredstvom, u ovom slučaju sa nuklearnim oružjem. Najbolje je ovo učiniti još za vreme mira. Na ovaj način sprečiće se strah od nepoznatog i u eventualnom budućem ratu izbeći neprijatno iznenađenje i paralisanoost ljudi usled dejstva poznatog oružja. Upoznavanje će čoveku olakšati snalažljivost i pribranost u novoj situaciji. Pojava nuklearnog oružja nije izmenila ovo staro pravilo u psihologiji borbe. Prvi tenk na Soma i bojni otrovi na Zapadnom frontu u Prvom svetskom ratu bili su strašniji više zbog toga što su ljudi bili iznenađeni i nepripremljeni, jer nisu o njima ništa znali, nego zbog svog stvarnog dejstva koje je ubrzo posle toga sa uspehom paralisano.

Za razbijanje straha od atomske bombe biće korisno ako se iznese činjenica da jedna nominalna atomska bomba ne može da uništi celo područje nekog većeg grada ili jednu diviziju na položaju, već se njeno uništavajuće dejstvo svodi na krug poluprečnika od 700—1.500 m. Ali se i ovde pravilnim rasporedom ljudi mogu zaštititi u rovovima i skloništim. Što se tiče bombi veće jačine, potrebno je naglasiti da one neće biti upotrebljavane za tučenje položaja četa i bataljona, niti manjih objekata u pozadini, jer oni ne predstavljaju rentabilan cilj za njihovo dejstvo. Ako se, pored toga, prilikom obuke u trupi uvežbaju razni taktički postupci kojima jedinica može izbeći i takve pune pogotke i oštećenja, onda se takvim merama unosi daleko više realnosti u ocenu dejstva atomskih bombi.

Različita obaveštenja izazivaju ustvari najveće strepnje u svesti ljudi o teškim posledicama radiološkog zra-

²⁾ Klasici marksizma-lenjinizma o partizanskoj borbi, izdanje Političke uprave JA — Beograd, 1947 god., str. 57.

čenja na rasplodne organe i u vezi s time i na potomstvo. Tome mnogo doprinose i neki novinarski članci koji ne naučno i nedokazano pišu o pojavama neplodnosti i rađanja nakazne dece u bombardovanim rejonima u Japanu. Ovde se nije dovoljno učinilo da se javnost obavesti o rezultatima ispitivanja do kojih su došli naučni radnici, inače bi se pokazalo da stvar nije tako crna kao što se prikazuje.

Dr Hiršfelder, pisac knjige »Atomska bomba i lična zaštita«, ističe: »Slučaj eksplozije atomske bombe u Hirošimi i Nagasakiju, gde je visina eksplozije iznosila oko 2.000 stopa, govori da nije uopšte bilo žrtava koje bi se mogle pripisati radioaktivnom taloženju aktivnog materijala iz radioaktivnog oblaka. Međutim, ako eksplozija bombe nastupi relativno blizu zemlje, što bi bilo neekonomično sa gledišta razornog dejstva, znatna količina razrivene zemlje i drugih otpadaka usisaće se u radioaktivni oblak. Taloženje radioaktivnog materijala iz radioaktivnog oblaka moralo bi onda da se smatra opasnim«. Ili, dalje: »Brižljivo ispitivanje svih raspoloživih dokaza dovelo bi tako do zaključaka da eksplozija atomske bombe ima veoma mali uticaj na atmosferske prilike«. U vezi sa promenama na rasplodnim organima smatra se da doza zračenja koja bi sterilizovala čoveka treba da iznosi od 300—600 rendgena; ova doza bi u većini slučajeva bila smrtonosna. Ovo dokazuje drugostepen značaj sterilnosti u poređenju sa smrtnošću. Što se tiče manjih doza radioaktivnih dejstava, ispitivanja su pokazala da se većina ljudi ponovo vratila u normalno stanje.³⁾

Da radioaktivna dejstva nisu tako opasna najbolje se može objasniti što trupa može krenuti bez opasnosti od zračenja na juriš preko prostorije nad kojom je eksplodirala atomska bomba iznad visine od 600 m već posle dvadeset do trideset minuta što u mnogome zavisi od udaljenja od NT. Ako je eksplozija dodirivala zemlju, proračuni pokazuju da bi oko 15 minuta posle eksplozije

³⁾ Vidi: Dr Hiršfelder — »Atomska bomba i lična zaštita«, izdanje »Vojnog dela« — Beograd, 1954 god., str. 38, 40 i 380.

kroz zatrovano zemljište moglo da prođe vozilo koje vozi umerenom brzinom, a da ljudi u njemu ne budu povređeni, dok bi za pešake trebalo preko 6 i više časova. U tom slučaju nužno je da se prethodno izvrši dekontaminacija, a ako je moguće, najbolje je da se zaobiđe ta prostorija. Isto tako je korisno saopštiti ljudima iskustva do kojih se došlo u onim jedinicama američke vojske koje su prisustvovala probnim atomskim eksplozijama u zaklonima i na sigurnom otstojanju od nulte tačke eksplozije. Zanimljivo je da su mnogi vojnici, posmatrajući eksploziju i čitav prizor o kome se ranije toliko pričalo, posle izjavili: »Cela stvar nije toliko strašna kako se pričalo«.

Razume se da ovde ne treba ići za tim da se omalovaže stvarni učinci atomskih eksplozija, jer to bi opet imalo ozbiljne posledice. Treba ustvari postupiti u duhu onih načela koja smo i u prošlom ratu primenjivali, tj.: borcima treba izneti celu istinu ma kako ona teška bila. U odnosu na atomska dejstva pokazuje se da su naučne istine o njima manje zastrašujuće nego propagandna preterivanja. Ljudima treba dati što verniju sliku o stanju na budućem bojištu i to vršiti već u mirnodopskoj obuci raznim imitacijama eksplozije atomskih bombi, požara i smrada na bojištu, imitiranjem ratne buke preko magnetofona i drugim sredstvima. Sve ovo ima svoje psihološko opravdanje, ako se zna da je »važnije navići um nego telo vojnika«.

Razna preterivanja u propagandi o atomskom oružju mogu, negde više, a negde manje, da izazovu i osećanje bespomoćnosti i nemogućnosti da se čovek aktivno suprotstavi jednoj takvoj opasnosti. U psihologiji borbe odavno je poznato da osećanje bespomoćnosti izaziva strah. Ako se strah pojavi u težem obliku, može da dovede i do potpune nesposobnosti i paralisanosti ljudi za pružanje otpora. Iz našeg ratnog iskustva znamo koliko se teško u prvim danima borbe podnosilo bombardovanje iz vazduha ili napad tenkova protiv kojih se nije imalo oružja. Međutim, naši su komandiri po svom, da tako kažemo, ratničkom instinktu, ipak nalazili rešenje. Osećali su da priroda čoveka baš u napetoj situaciji traži aktivnost i

preduzimanje neke radnje koja, makar i simbolično, znači otpor i protivdejstvo. To kod ljudi stvara osećanje olakšanja, a preko toga i osećanje svoje snage i snage ljudi oko sebe. Jedan komandir je pisao u svom borbenom izveštaju: »Pokazalo se da borci odmah živnu i ohrabre se čim naredim da se puca iz pušaka na neprijateljski avion«. Načelo aktivne odbrane dobija još veću važnost u odnosu na moguća dejstva atomskog oružja.

Mi nemamo ovih bombi pa prema tome ni svoja iskustva. Ali, danas više nisu tajna mnoge činjenice koje bacaju svetlost na prirodu dejstva atomskog oružja i njegove posledice. Mnogo se raspravlja i o načinu izvođenja raznih taktičkih radnji na bojištu i o zaštiti ljudstva na frontu i u pozadini od atomskih eksplozija. Daju se uputstva o tome, odnosno da u slučaju eksplozije treba odmah leći na zemlju i da se na taj način može sprečiti 50% povreda od zračenja; zatim da i mali zaštitni rov za ležeći stav vanredno koristi, a osobito podešeni streljački zakloni i skloništa. Preporučuju se noćna dejstva i dejstva po magli i kiši; govori se o rastresitijem borbenom poretku i dejstvu manjih jedinica, o napadima u bok i pozadinu. Što je još važnije, postaje sasvim jasno da će odlučna napadna dejstva i stalan dodir sa neprijateljem otežati upotrebu atomskog oružja na položaju usled mogućnosti da budu ugrožene i sopstvene jedinice.

S obzirom na sve napred navedeno, naša ratna iskustva izgleda dobijaju sve veću važnost. Prema tome, povećana opasnost dejstva atomske bombe imperativno nalaže ne pasivno i bespomoćno iščekivanje, nego što veću aktivnost i što odlučnije traženje borbenog dodira sa neprijateljem. Borbena aktivnost je, znači, jedini i najefikasniji način za razbijanje osećanja bespomoćnosti.

Naša politička propaganda u narodu, a posebno obuka i vaspitanje vojnika u vezi sa mogućom primenom nuklearnog oružja u budućem ratu, ako do njega dođe, moraju nositi u sebi pozitivan karakter. To znači pružiti ljudima istinita obaveštenja o toj opasnosti, pripremiti ih i osposobljavati da joj se mogu suprotstaviti, a pri tome razvijati kod njih osećanje vere u svoje snage i mogućnost da

izdrže sve teškoće i opasnosti samo ako su jedinstveni, odlučni i aktivni u borbi za pravedne ciljeve.

Mi smo u situaciji kada se vrlo efikasno može razvijati to osećanje vere u svoje snage. Naša vanblokovska politika mirne koegzistencije među narodima, osuda svih pretnji ratom i zalaganje da se zabrani upotreba nuklearnog oružja nije samo naše oružje. Vrlo jake snage u svetu, čitavi narodi i države pretstavljaju materijalnu snagu protiv jedne nove avanture. Budući agresor koji bi upotrebio nuklearno oružje ne može više računati na svoj monopol i na to da i druga strana protiv njega ne upotrebi to oružje. Dakle, agresori, a ne zemlje koje brane svoju nezavisnost, moraju da se duboko zamisle između koristi od sumnjive pobjede i štete od sigurnog razaranja.

Nuklearno oružje je neminovno nametnulo izgled budućem ratu kao totalnom ratu u punom smislu, u kome bi bili angažovani svi narodi. U takvoj situaciji naša zemlja ne bi bila usamljena. Ona se jedino može naći, ukoliko bi morala da se brani, u moćnom frontu i na onoj strani koja bi vodila pravedan odbranbeni rat. Teško je verovati da takve snage ne bi raspolagale najsavremenijim sredstvima, uključujući tu i nuklearno oružje, za odbranu svoje nezavisnosti.

Razvijanje vere u sopstvene snage i raskrinkavanje neistinite propagande o atomskom oružju je veoma važan zadatak u savremenoj obuci i vaspitanju u Armiji i za rad u pozadini. Osnovno je da se odgovorni kadrovi u Armiji i građanstvu osposobe da to mogu uspešno sprovesti među ljudima, odnosno da budu nosioci naše propagande i informacija o nuklearnom oružju.

* * *

Potpukovnik FILIPOVIĆ BORIVOJE

STRATEGISKO I TAKTIČKO ATOMSKO ORUŽJE

Prvobitno atomsko oružje koje se pojavilo u vidu nuklearne avio-bombe, zbog svoje velike razorne moći i mogućnosti upotrebe na veoma udaljene ciljeve, smatrano je upočetku kao strategisko oružje. Već tada ono je predviđeno za razaranja protivničke moći na velikim daljinama i za bombardovanje duboke pozadine.

Prve nuklearne bombe bile su teške nekoliko tona i mogle su se prenositi samo avionima teškim bombarderima (naprimer američkim B-29, B-50, B-36 i B-47, jer svi teški bombarderi nisu mogli prenositi te bombe). Ovi avioni mogli su po svojoj nosivosti da ponesu i teže bombe. Verovatno je i to bio jedan od razloga da se početni period mirnodopskog razvoja nuklearnog oružja u SAD odlikuje pre svega težnjama i naporima za povećanjem njegove razorne moći. Kao rezultat ovih težnji stvoreni su novi tipovi nuklearnih bombi veće razorne moći od onih od 20 KT, koji idu do više stotina KT.

Uporedo sa tendencijom za povećanje moći atomskog oružja, pojavila se i druga — za smanjenje njegove moći. Teško dobijanje urana i plutonijuma, kao i mali procenat iskorišćenja nuklearnog materijala pri eksploziji (njegov mali procenat učešća u fisiji), učinili su nuklearnu bombu prilično skupom. Njena primena na bojištu isplatila bi se samo protiv ciljeva koji opravdavaju i njenu cenu koštanja. Bilo je jasno da je bolje raspolagati nuklearnim oružjem različite moći dejstva i time povećati mogućnost njegove primene na bojištu. Kao rezultat ovoga, pored

jačih nuklearnih bombi, pojavile su se i bombe manje jačine od 20 KT.

Pojavom termonuklearne bombe, nominalna nuklearna bomba postala je najjednom mala. Izmenila se i njena prvobitna namena. U SAD joj je odmah predviđena taktička uloga. Takav značaj dat je i bombama jačine do 40 KT¹⁾.

Međutim, vojna misao i nauka išle su dalje, sa težnjom da svestrano iskoriste novo uništavajuće oružje — do tada nepoznate moći. Možda postoji i donja granica, kao što postoji i ona gornja, kada nuklearna masa počinje da »pali« bilo sama od sebe ili pomoću drugog izvora. Na ovaj način nauka je počela da rešava problem nuklearnog oružja još manje moći. Osnovni cilj pri tome je da se smanji t.zv. prirodna kritična masa nuklearnog eksploziva, da se dobiju projektili što manje snage a možda i razmera, da se uprosti njihova upotreba i da se oslobođena energija jezgra što više približi malim (nižim) formacijama. Rezultati postignuti u razvoju taktičkih nuklearnih bombi omogućili su stvaranje artiljerijske granate sa nuklearnom bojevom glavom, koja se izbacuje iz odgovarajućih art. oruđa, što je značilo potpunu afirmaciju nuklearnog oružja u oblasti taktike i siguran nagoveštaj za raznovrsna ostvarenja u tom pravcu.

Najzad, pojava i razvoj vođenih projektila i nuklearnih i raketa, ukazali su na nove mogućnosti u pogledu prenošenja atomskih eksploziva na izabrane ciljeve. S obzirom da se domet ovih projektila i raketa kreće od nekoliko desetina do više hiljada kilometara, to ona mogu imati taktički i strategijski značaj i namenu.

Iz iznetog se vidi da nuklearno oružje, zavisno od njegove moći i namene, kao i od sredstava kojima se prenosi, odnosno lansira, može da bude *strategijsko* i *taktičko*. Prema sadanjem stanju naoružanja i tendencijama razvoja nuklearnog oružja u svetu, priloženi pregled daje detaljniju podelu i ratnu namenu:

¹⁾ Rivista marittima — oktobar 1954 g.

Nuklearno oružje

Strategisko

1. Termonuklearna bomba
2. Nuklearne bombe velike moći
3. Vođeni i nevođeni projektili velikog i srednjeg dometa

Taktičko

1. Nuklearne bombe male jačine
2. Atomska artiljerija
3. Vođeni i nevođeni projektili malog dometa

Ova podela ne isključuje mogućnost da se izvesni jači tipovi ojačanih nuklearnih bombi, čija moć nije znatno veća od nominalne, koriste za taktičke svrhe, odnosno da se taktičkim projektilima tuku objekti strategiskog značaja.

STRATEGISKO ATOMSKO ORUŽJE

Termonuklearna bomba. — Ova bomba spada u oružje strategiskog karaktera, kako u SAD i Engleskoj, tako i u SSSR-u. Prema američkim podacima snaga bombe koja je eksplodirala 1952 g. iznosila je 5 MT (milion tona), 1954—15 MT, a ona koja je eksplodirala 1955 g. — 45 MT. No uopšte, podaci o jačini i mogućnosti termonuklearnih bombi su vrlo različiti, često preterano uveličani. Prema američkim podacima iz 1954 g. prečnik zone potpunog rušenja iznosi oko 9 km. U krugu od 18 km oko nulte tačke nastaju vrlo velika uništenja, a u krugu 60 km udarni talas je još toliko jak da može da ošteti zgrade.

Pored toga, naročitu opasnost pri eksploziji termonuklearne bombe čini radiološka kontaminacija vazduha i zemljišta, u vidu »padavina« ili »taloženja« radioaktivnih čestica iz oblaka, koji se stvaraju pri eksploziji i koje vetar nosi sa sobom. Trofazna (fisiono-fuziono-fisiona) bomba, koju su Amerikanci isprobali marta 1955 g., karakteristična je naročito po svom radioaktivnom dejstvu. Radioaktivne padavine obuhvatile su prostor od 350 km u dužini (od toga samo 32 km uz vetar) i 66 km u širini. Smatra se da je u dužini 225 km i širini 30 km palo toliko radioaktivnih čestica, da bi smrtnost nezaštićenih lica bila

100%, a na ostalom prostoru ove ogromne zone od 18.150 km² smrtnost nezaštićenih osoba iznosila bi oko 50%.

Teško je, prema tome, u ratu pronaći cilj, za koji takva bomba ne bi bila dovoljna. Njenu upotrebu u taktičke svrhe teško je zamisliti iz prostog razloga što bi teško bilo sačuvati sopstvene trupe. Veoma je teško ostvariti potrebnu zonu sigurnosti na bojištu, da bi se stvorili uslovi za uništenje protivničkih trupa. Razmišljanja u ovom pravcu sigurno bi nas dovela do zaključka da ciljevi za termonuklearnu bombu leže uglavnom u dubokoj pozadini protivnika. U SSSR-u smatraju da će »vojni značaj termonuklearne bombe zavisiti i od načina njenog prenosa, odnosno od ciljeva kojima je namenjena. Ona ne može postojati sama za sebe, već je, kao i svaki drugi vid oružja, treba uključiti u opšti sklop ostalih vidova, predodređenih za upotrebu u ratu«²⁾.

Po pitanju upotrebe termonuklearne bombe, u američkoj literaturi mogu se naći i ovakva razmatranja:

»Atomsko oružje, bilo nuklerano ili termonuklearno, može se korisno upotrebiti protivu trupa, ako njihova gustina po jedinici prostranstva prelazi izvestan stepen³⁾. Pretpostavljajući da je, naprimer, otkrivena takva koncentracija na prostoriji 8x32 km, očigledno je da bi se protivu ovakvog verovatnog cilja mogla upotrebiti jedna termonuklearna bomba ili nekoliko nuklearnih bombi. U datom slučaju izbor bombe bi zavisio od toga, kakvim se vrstama bombi raspolaže. A ovaj će izbor još dugo zavisiti i od: broja raspoloživih bombi; da li se uništenje tih trupa (površinsko razaranje) može jeftinije postići nuklearnim ili termonuklearnim bombama; koliko i kojeg tipa je potrebno aviona; koja vođena zrna ili rakete mogu primiti pojedine tipove punjenja«. Dalja razmišljanja o metodi i načinu uništenja date koncentracije trupa dovela bi nas do toga, da bi termonuklearna bomba bila upotrebljena samo u slučaju ako se cilj nalazi na

²⁾ Atomsko oružje — SSSR, 1955 — str. 227.

³⁾ Kolika je ta norma nije još publikovano.

dovoljnoj dubini koja garantuje sigurnost sopstvenih snaga.

Prema svemu, termonuklearna bomba je očito oružje strategiske namene, te bi njeni ciljevi bili veliki industrijski centri i objekti kapitalnog značaja, centri za proizvodnju atomskog oružja, skladišta atomskih oružja, velike koncentracije trupa u dubljoj pozadini, ili u rejonu širih koncentracijskih prostoriya i sl.

Nuklearni projektili velike moći

U ove spadaju svi nuklearni projektili jačine preko 40 KT, tj. tipovi 60, 100, 120, 150 i 500 KT⁴). Međutim, u SAD standardnom strategiskom nuklearnom bombom smatraju tek bombu jačine 120 KT⁵), tj. sve one preko 100 KT.

Opšta karakteristika strategijskih nuklearnih bombi je ta, što imaju veće inercione mase ili količine eksploziva, a time i veće dimenzije i težine nego taktičke. Za njihov prenos do cilja koriste se u SAD teški bombarderi i vođene rakete.

O njihovoj nameni i upotrebi takođe ima malo podataka, ali je najverovatnije da ukoliko su veće moći (kao napr. od 500 KT), njihova je namena i upotreba slična termonuklearnoj bombi. Uzimajući, međutim, u obzir da dejstvo bombe ne stoji u upravnoj srazmeri sa njenom veličinom, tj. da bomba od 120 KT ne daje šest puta jače dejstvo od nominalne 20 KT bombe, već mnogo manje, izlazi da se strategiskim nuklearnim bombama mogu da tuku ne samo ciljevi u dubokoj pozadini neprijatelja (kao sa termonuklearnom bombom), već i bliži ciljevi u armijskoj pozadini, kao: aerodromi, važne saobraćajne raskrsnice, koncentracije operativnih i strategijskih rezervi i sl.

Prema tome, tipovi jačih nuklearnih bombi takođe su uglavnom strategisko oružje i to sa mnogo širom mogućnošću primene nego termonuklearne bombe. One su

4) Rivista marittima — oktobar 1954 g.

5) Revue militaire d'information od 10 febr. 1956. g.

zapravo dopuna te bombe. Za naša shvatanja i prilike one bi se mogle ubrajati u oružja strategiskog i operativnog značaja, a prema ovoj poslednjoj nameni mogle bi da posluže i kao dopuna taktičkog nuklearnog oružja.

Vođeni i nevođeni projektili velikog i srednjeg dometa

U ovu vrstu projektila spadaju: interkontinentalni (dalekometni) projektili i balistički projektili srednjeg dometa. I jedni i drugi spadaju u projektele zemlja-vazduh-zemlja.

Projektili velikog dometa neophodni su za eventualni globusni rat, te su, po svom dometu, a i po nameni, strategisko oružje. Po svemu sudeći, koncepcija interkontinentalnog rata je sa podjednakom važnošću shvaćena u SAD i SSSR-u, pa je i na ovom polju nastalo takmičenje. U strategiske svrhe interkontinentalni projektili upotrebljavaće se tamo gde napad avijacije iz bilo kojih razloga nije rentabilan ili nije mogući.

Ekvivalent snage strategiskih projektila sa nuklearnom bojevom glavom kreće se od preko 100 KT pa do praktično ostvarljivih snaga sa nuklearnim eksplozivom.

Dva najsavršenija interkontinentalna oruđa svakako su sovjetska interkontinentalna raketa IKR-103 i američka »Convair Atlas«.

IKR-103 isprobana je prvi put septembra 1955 g.; lansirana je, navodno, iz zapadnog dela Rusije, a izbacila je bombu negde nad sibirskom tajgom. Brzina joj je veoma velika. Za svega 90 minuta prelazi 8.000 km što predstavlja razdaljinu od Lenjingrada do Njujorka. Maksimalna brzina rakete iznosi 20.000 km/č, a ukupno rastojanje koje može da preleti — 18.500 km, što čini skoro polovinu obima zemlje⁶⁾.

SAD raspolaže sa više tipova dalekometnih projektila. Jedan od tih je raketa »Snark«, koja liči na avion bez pilota, čija brzina iznosi 1.000 km/č, a domet do 6.400 km. U izgradnji je interkontinentalni projektil »Convair

⁶⁾ Vojno-tehnički glasnik br. 1/56 g. str. 61.

Atlas« — raketa koja će vertikalnim usponom moći da dostigne visinu od 1280 km, odakle će se usmeravati na bilo koji cilj koji nije udaljen više od 8.000 km od njene startne tačke.

Prema tome, interkontinentalni projektili su novo sredstvo koje omogućava lako prenošenje nuklearnog i termonuklearnog eksploziva na velike daljine, čime se zamenjuje avijacija i štedi strategisko vazduhoplovstvo.

Dalekometni projektili imaju i svojih nedostataka, od kojih na prvo mesto treba istaći nepreciznost gađanja, koja iznosi do 1% dometa. Odbrana od njih je vrlo komplikovana. Za uspešnu odbranu mora se raspolagati sopstvenim projektilima, zatim sredstvima za ometanje sistema navođenja, a moraju se preduzeti i obimne mere pasivne zaštite.

U najnovije vreme se u SAD postavljaju zahtevi da se kopnenoj vojsci dodele projektili srednjeg dometa (1.000—3.000 km). Smatra se da bi ovakvi projektili, koje Amerikanci označavaju zajedničkim imenom IRBM (Intermediate Range Ballistic Missile), omogućili izvanredno jaku vatrenu podršku kopnenoj vojsci u uslovima atomskog ratovanja⁷⁾. Namena ovih projektila biće da pruže vatrenu podršku savremenim, jako pokretljivim, brzim borbenim formacijama i time zadovolje jednu novu i vitalnu potrebu savremene armije pri vršenju brzih udara u dubini od nekoliko stotina kilometara. Ovaj tip oružja dovešće do produbljanja bojišta i omogućiće artiljeriji da vrši kontrabatiranje vatrom tako velike gustine kakva se ranije nije mogla ni zamisliti.

TAKTIČKO NUKLEARNO ORUŽJE

Nuklearne bombe malih jačina. — Prema sovjetskim podacima⁸⁾ najbolja efikasnost na bojištu postiže se nuklearnim bombama malih jačina. Dve slabije bombe su u mogućnosti da protivniku nanesu veće gubitke nego što bi to pričinila jedna dvaputa jača bomba. Ako prostorija

⁷⁾ Vojno-tehnički glasnik br. 5/56, str. 381.

⁸⁾ Atomsko oružje — SSSR — 1956 g. str. 230.

efikasnog dejstva bombe od 20 KT iznosi 10—20 km², sa poluprečnikom dejstva od 2 km, dejstvo jedne bombe od 40 KT ne bi bilo dva puta veće, već oko 18 km², sa poluprečnikom dejstva 2,5 km.

Ovi ubedljivi razlozi su naterali Amerikance da pri-
stupe radovima u cilju izrade nuklearnih bombi manje
moći od nominalne nuklearne bombe, kako bi se omogu-
ćila njihova upotreba za blisku podršku trupa. Kao rezul-
tat ovoga izgleda da su ostvarene taktičke nuklearne
bombe od 2, 5, 10 i 15 KT. U SAD kao standardnu tak-
tičku bombu uzimaju 20 kilotonsku nuklearnu bombu,
koju nose lovci — bombarderi (kao F-84 i sl.).

Atomska artiljerija može se upotrebiti u svako doba
i ne iziskuje složen i dug proces oko sprovođenja zahteva
za njeno dejstvo. Pogodna je za uništavanje i neutralisanje
ciljeva nuklearnim granatama ako su to nezaklonjene
trupe. Samo jednim zrnom odgovarajuće jačine može da
se eliminiše jedan bataljonski čvor odbrane, vatreni po-
ložaj jedne artiljerijske grupe, grupa od 3—4 bataljona
koja bi napadala na frontu širine i dubine od 3 km. Po-
trebna joj je brižljiva topografsko-balistička priprema
gađanja, uz izvršenje korekture jednim normalnim zrnom,
čije su balističke karakteristike jednake atomskom zrnju.
Ima veliki domet (do 30 km) i mogućnost za dobar ma-
nevar putanjom. Upotrebljiva je ekonomično samo pro-
tiv velikih koncentracija žive sile ili sredstava, uvek samo
na ciljeve prostranstva najmanje 1/3 km².

Vođeni projektili i balističke rakete malog dometa
(naročito zemlja - zemlja), koji sada ulaze u naoružanje
pojedinih stranih armija, nalaze se u raznim fazama svoga
razvoja, usavršavanja i proizvodnje. Namijenjeni su za
podršku kopnenih snaga, pa će na taktičkom polju oni
dopunjavati dejstvo atomske artiljerije i taktičke avijacije.

Pogodni su za potpuno neutralisanje i delimično uni-
štavanje ciljeva na većim površinama. Takođe su pogodni
za manevar vatrom na velikom prostranstvu (100—200
km) po frontu i dubini. Upotrebljivi su za dejstvo na ci-
ljeve kao što su centri za snabdevanje, operativne i stra-

tegijske rezerve, planinski prevoji koji se ne mogu obići, kao i za napad na sektore u kojima je potrebno postići neki brz uspeh. Najpoznatiji su projektili »Corporal« i »Matador« SAD i slobodno leteća raketa »Honest John«. Domet slobodno-letećih raketa je do 30 km, a projektila do 200 km.

Prema izloženom atomska artiljerija, vođeni projektili i rakete malog dometa, sa nuklearnim bojivim glavama su sredstva taktičke atomske podrške. Osobine koje im omogućavaju tu namenu i upotrebu na bojištu su, pre svega, manja efikasnost dejstva, manja težina i manji domet.

Načela upotrebe i komandovanja. Problem upotrebe taktičkog nuklearnog oružja traži, pre svega, odgovor na pitanja: Ko je nadležan, ko naređuje upotrebu taktičkog nuklearnog oružja, čime se rukovoditi prilikom izbora i određivanja prvenstva tučenja ciljeva, kakav postupak ustaliti prilikom traženja podrške nuklearnim oružjem i, na kraju, kakav će uticaj ispoljiti primena taktičkog nuklearnog oružja na taktiku.

Po ovom pitanju gledišta u svetu nisu ujednačena. Iznećemo najpre jedno englesko gledište:

»Utrosak atomskih projektila trebalo bi da određuje komandant armijske grupe. Na osnovu raspoloživih količina, on će za svaki korpus odrediti koliko projektila može da dobije u pojedinim fazama operacije. U izvesnim slučajevima to isto može učiniti i korpus u odnosu na diviziju i samostalnu brigadu«⁹⁾. Iz ovoga izlazi da svi opštevojni komandanti, zaključno sa komandantom brigade, treba solidno da poznaju dejstvo taktičke nuklearne bombe, jer bez toga ne bi bili u stanju da ova oružja korisno upotrebe u borbi. Od artiljerijskih komandanata i njihovih štabova, koji su odgovorni za usklađivanje raznih vrsta vatrene podrške, zahtevala bi se još veća taktička i tehnička znanja o dejstvu nuklearnog oružja.

U SAD kažu da konačan izbor cilja mora da ostane u nadležnosti onoga, koji je ovlašćen da upotrebi nuklearno

⁹⁾ Journal of the Royal Artillery, april 1954 g.

oružje. Ako se planiraju atomski napadi avijacijom, izbor ciljeva će vršiti i zadatke postavljati komandant armije, a ako se radi o upotrebi atomske artiljerije, koja može biti dodeljena i korpusima, tada će komandant armije morati da prenese pravo izbora cilja na komandanta korpusa¹⁰).

Međutim, u američkim vojnim časopisima se već piše o novim zadacima pred kojima stoje štabovi divizija u savlađivanju znanja potrebnih za pravilnu upotrebu nuklearnih projektila, kao i u rešavanju niza problema koji im se time nameću. Ali ovo se svakako bar za sada odnosi na predloge koje komandanti divizija, koji će biti podržani ovim projektilima, treba da daju komandantima korpusa u pogledu ciljeva koje treba tući u podršci divizije nuklearnom vatrom.

U SSSR-u po svemu bi se reklo da je na snazi koncepcija po kojoj pravo upotrebe nuklearnog oružja ima samo komandant fronta i armije. Verovatno da je ovo bazirano na koncepciji o centralizovanoj upotrebi nuklearnog oružja. Postoje podaci koji govore da se u SSSR-u pomišlja na decentralizaciju ove upotrebe, ali to vezuju za upotrebu većeg omasovljavanja nuklearnog oružja. Za pravilnu upotrebu nuklearnog oružja nužan je pravilan izbor cilja. Izabrani cilj mora da opravdava utrošak projektila, da površina cilja bude jednaka ili veća od njegove površine dejstva.

Ciljevi taktičkog nuklearnog napada mogu biti uništenje, neutralisanje i zaprečavanje. Najidealniji cilj za uništenje pretstavlja koncentracija žive sile, naoružanja i opreme na ograničenom prostoru, koji ne pruža dovoljnu zaštitu od nuklearnog dejstva. Elementi — vreme i iznenađenje — pri napadu na ove ciljeve imaju prvo-rzredni značaj.

Za zaprečavanje (rušenjem i kontaminiranjem) pogodni su pojedini zemljišni oblici i prostorije koji, čak i kad nisu posednuti, imaju za protivnika veliki značaj,

¹⁰) Combined arms units in atomic warfare.

jer njihovo paralisanje može veoma otežati ili čak onemogućiti manevar i prisiliti na koncentrisanje snaga. Pravilan izbor ovih ciljeva, na kojima se protivnik tek očekuje, zavisi od brze i smele procene situacije.

Rentabilnost ciljeva za uništenje zavisi od jačine projektila. Uzima se da se rentabilni ciljevi za pojedine projekte mogu pojaviti kada su trupe u rejonu prikupljanja jačine od jednog pešadiskog bataljona i veće; mesta prikupljanja rezervi ili snaga za protivnapad i protivudar; rejon vatrenih položaja artiljerije; komandna mesta i štabovi korpusa, armija i viših; diviziska komandna mesta, naročito kad su postavljena u blizini diviziske rezerve ili diviziske artiljerije; nedovoljno prošireni neprijateljski mostobran; snage velike gustine grupisane na pravcu glavnog udara ili težištu odbrane; pozadinske ustanove velikog obima i aerodromi. Pogodni ciljevi za zaprečavanje sa ciljem da se spreči njihovo korišćenje od strane neprijatelja su tesnaci, prevoji i komunikaciski čvorovi, brane i nasipi, čije razaranje ima za posledicu poplavu naročito važnih rejona. Kojim će se redosledom, koji ciljevi i kojom vrstom projektila tući, odlučuje komandant koji je nadležan za upotrebu nuklearnog oružja.

Saglasno ranije citiranoj engleskoj koncepciji, njihova pravila predviđaju »da atomsku podršku mogu tražiti svi opštevojni štabovi zaključno sa brigadom i artiljerijski štabovi zaključno sa komandantom neposredne podrške pešadiskih pukova. Traženje treba da ide preko artiljerijskih kanala, jer su jedino komandanti artiljerije u stanju da usklađuju ovakva traženja, a inače su u stalnom i neposrednom dodiru sa opštevojnim komandantima«. Analogno ovome, svakako da se i zahtev za podršku taktičke avijacije nuklearnim bombama zamišlja preko komandanta vazduhoplovstva. Međutim, za sadanji stepen razvoja nuklearnog oružja i nuklearnu ekonomiku prikladnija je i sasvim na svom mestu američka koncepcija, po kojoj zahtevi za atomsku podršku idu preko specijalnih savetnika za nuklearna pitanja — taktičara i tehničara — koji vrše analizu i izbor ciljeva i vremena i pri-

premaju komandantu predloge, a ovaj daje konačnu odluku. U SSSR-u po svemu sudeći, rešenje ovog pitanja se ne razlikuje mnogo od američkog rešenja.

Pojava taktičkog nuklearnog oružja i njegovi poznati efekti svakako će uticati na taktiku i izazvati promene u dosadanjim taktičkim postupcima, koje će se neminovno odraziti na strukturu borbenih poredaka, na organizaciju i formaciju jedinica, na brzinu i trajanje izvođenja operacija, na ulogu i zadatke rodova vojske i službi itd.

* * *

SADRŽAJ

	Strana
PREDGOVOR — — — — —	1
<i>Dr Milojević Aleksandar:</i>	
ISTORIJA OTKRIĆA NUKLEARNE ENERGIJE — — —	5
<i>Dr Leontić Boran:</i>	
ATOMSKA JEZGRA KAO IZVOR ENERGIJE — — — —	25
<i>Dr Mladenović Miša i ing Raišić Nenad:</i>	
NUKLEARNI EKSPLOZIVI — — — — —	35
<i>Ing Raišić Nenad i ing Kondić Nenad:</i>	
NUKLEARNI REAKTORI — — — — —	58
<i>Dr Milojević Aleksandar:</i>	
TERMONUKLEARNE REAKCIJE I TERMONUKLEARNI EKSPLOZIVI — — — — —	77
<i>Pukovnik Manojlović Miloš:</i>	
NUKLEARNA BOMBA — — — — —	105
<i>Živadinović Milutin:</i>	
TERMONUKLEARNA BOMBA — — — — —	112
<i>Ing Raišić Nenad:</i>	
BORBENA RADIOAKTIVNA SREDSTVA I NJIHOVA NA- MENA — — — — —	125
<i>Pukovnik Bakarić Vladimir:</i>	
SREDSTVA ZA NOŠENJE I IZBACIVANJE ATOMSKIH ORUŽJA — — — — —	141
<i>Potpukovnik Perolo Viktor:</i>	
VRSTE NUKLEARNIH EKSPLOZIJA — — — — —	153
<i>Major Buzadžić Zdravko:</i>	
UDARNO DEJSTVO VAZDUŠNE NUKLEARNE EKSPLO- ZIJE — — — — —	171

Potpukovnik Perović Nikola:

TOPLOTNO DEJSTVO NUKLEARNE EKSPLOZIJE — — 187

Major Buzadžić Zdravko:

RADIOAKTIVNO DEJSTVO NUKLEARNE EKSPLOZIJE — 196

Dr ing Konrad Maksimilijan i ing Živković Nada:

INSTRUMENTI ZA MERENJE JAČINE I DOZE RADIO-
AKTIVNOG ZRAČENJA — — — — — 207

Ing Kovarž Miloš:

MOGUĆNOSTI TEHNIČKE ZAŠTITE OD NUKLEARNE
EKSPLOZIJE — — — — — 223

Pukovnik Gajić ing Vladeta:

RADIOLOŠKA DEKONTAMINACIJA — — — — — 267

Potpukovnik Damjanović dr Borivoje:

DEJSTVA NUKLEARNE EKSPLOZIJE NA LJUDE, SIMP-
TOMI, KLINIČKA SLIKA I PRINCIPI LEČENJA OVIH
POVREDA — — — — — 301

Kapetan bojnog broda Tomšič Janez:

DEJSTVO NUKLEARNE EKSPLOZIJE NA POMORSKE
BAZE I ZAŠTITA — — — — — 319

Potpukovnik Brajović Ljubiša:

DEJSTVO NUKLEARNE EKSPLOZIJE NA AERODROME
I ZAŠTITA — — — — — 357

General-major Bulat Rade:

PRIMENA NUKLEARNE ENERGIJE U KOPNENOJ VOJSCI 377

Ing Šretner Josip:

MOGUĆNOSTI I PERSPEKTIVA PRIMENE NUKLEARNE
ENERGIJE ZA POGON BRODOVA — — — — — 400

Pukovnik Kručićanin ing Slobodan:

MOGUĆNOSTI I PERSPEKTIVE PRIMENE NUKLEARNE
ENERGIJE U VAZDUHOPLOVSTVU — — — — — 416

Pukovnik Borojević Branko:

DEJSTVO PROPAGANDE O ATOMSKOM ORUŽJU — — 434

Potpukovnik Filipović Borivoje:

STRATEGISKO I TAKTIČKO ATOMSKO ORUŽJE — — 442

Vojnoizdavački zavod JNA
ATOMSKO ORUŽJE I ZAŠTITA

*

Tehnički urednik
pešadiski major
Slobodan M. Mitić

*

Korektori
Ružica Ivanović
Vera Trpković

*

Štampanje završeno oktobra 1957 god.
Tiraž 6.000

Štampa Vojno štamparsko preduzeće — Beograd

CENA 500 DIN.