

## **ДЕЈСТВО НУКЛЕАРНОГ ОРУЖЈА НА ОБЈЕКТЕ СТАЛНЕ ФОРТИФИКАЦИЈЕ**

Упоредо са улагањем напора за што целисходнију примену нуклеарне енергије у ратне сврхе, постаје све актуелније и питање заштите од нуклеарног оружја, те се његовом решењу мора приступити не само са аспекта чисто војних потреба, већ још више ради заштите широких маса становништва и многобројних материјалних добара. У низу заштитних мера свакако видно место заузимају оне које спадају у домен фортификације, а посебно објеката сталне фортификације. Зато ћемо детаљно размотрити дејство нуклеарног оружја на објекте сталне фортификације, полазећи од претпоставке да је постигнут пун погодак номиналне атомске бомбе, тј. под условима најнеповољнијим за браниоца. Једна друга анализа требало би да укаже на могућности реализовања тих најнеповољнијих дејстава и да на основу тога и вероватноће учинка појединих врста дејстава нуклеарног оружја омогући постављање правилних норматива за израду фортификациских објеката.

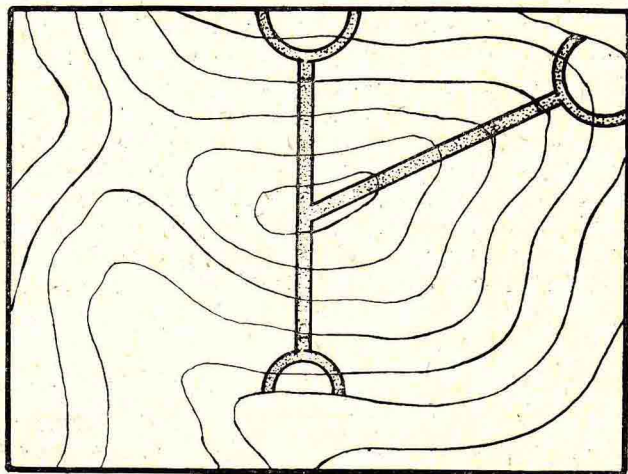
### *Материјално дејство приземне и подземне експлозије*

У захвату кратера приземне и подземне експлозије, где под дејством удара и високих температура настаје пуно разарање, топљење па чак и испарење свих материјала (који се практично примењују), не може се рачунати на опстанак ма каквих фортификациских објеката сем оних, који се налазе на великој дубини, тј. објеката специјалне намене, чији је број у сваком случају врло мали. На којој ће дубини такав објекат бити потпуно или делимично сигуран, зависиће од дубине експлозије и врсте и склопа тла. На просечном тлу, објекат ће бити практично сигуран на дубини равной трострукој дубини кратера експлозије. Значи, при предвиђању код дубине кратера подземне експлозије од 30 метара, објекат треба градити са пројектованим надслојем од 90 метара. Запажено је да различите структуре и врсте тла различито преносе потресе експлозије и да слојеви различитих густина разбијају правилност тог преношења и дејствују пригушујуће<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> У погледу потребе и могућности примене армираног бетона и другог грађевинског материјала веће еластичности види чланак „Објекти сталне фортификације и дејство савременог наоружања“ од истог аутора, „Војно дело“ бр. 9/1957 год., стр. 571.

Применом еластичније опреме која би се еластично причврстила за објекат, такође би се допринело стабилности објеката на потрес. Армирани и обични азбестцементни материјали, поливинилски и јувидурски, као и материјали добијени пресовањем итд. били би, сем тога, отпорни и на корозију. Врата, цевоводе, резервоаре за воду, намештај и другу опрему требало би радити од тих материјала или, ако би се правили од челика (који је иначе врло отпоран на потресе), потребно их је сигурно заштитити од корозије.

Пошто се потреси тла код приземне и подземне експлозије преносе концентрично у све стране, облик и величина објекта су од битне важности, јер дуги објекти малог попречног пресека (сл. 1) могу да се прекину и преломе. Објекти збијеног облика или подељени у више мањих секција (сл. 2) много су повољнији, а најповољнији су објекти кугластог или коцкастог облика.



Скица 1

На меком тлу (иловача, глина, песак и др.), потреси неће бити тако јаки као на тлу V, VI и VII категорије<sup>2)</sup>, но овде ће доћи до изражаја велики притисак на тле: гњечење, набијање и ломљење. Тим и сличним померањем објекти могу бити укљештени, преврнути или искренути, те њихова конструкција мора бити таква да спречи или умањи поменуте могућности.

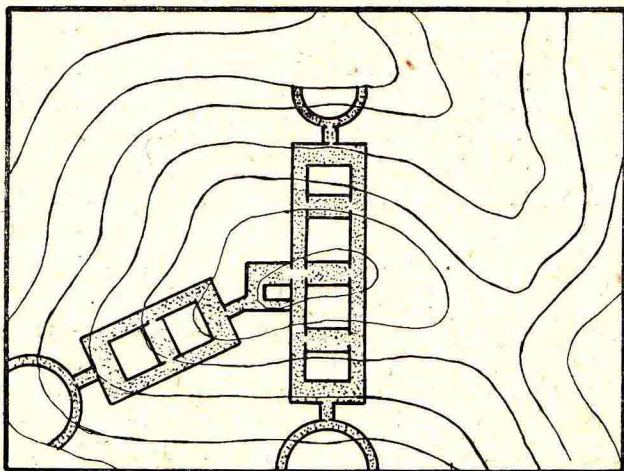
Борбени фортификациски објекти, рачунајући ту и све објекте који ће се примењивати у оперативној зони или на утврђеним положајима, нормално имају релативно мали степен отпорности и они никако не могу да се димензионарају с обзиром на ефекат дејства приземне и подземне експлозије, јер не би били целисходни. Но,

<sup>2)</sup> Земљиште V, VI и VII категорије састоји се од свих врста стена — кречњака, лапора, еруптивне стене и др.



с обзиром на велики број таквих објеката и на то да више њих може бити истовремено угрожено једном експлозијом, нужно је да пројектант води рачуна о томе и да им огарантује безбедност у ближој и даљој околини експлозије.

С обзиром на ефекат дејства приземне и подземне експлозије и на изложене околности у којима се може један објекат наћи, препоручљиво је: при планирању изградње фортификациских објеката сталног типа предвиђати такву величину и распоред да се унапред огарантује само њихово појединачно угрожавање као и локализовање дејства; при изради диспозиције и склопа објекта избегавати цевасте облике, тежити увек збијеном (што приближнијем кугли или коцки), јер ће такви облици лакше поднети потресе и померања великих



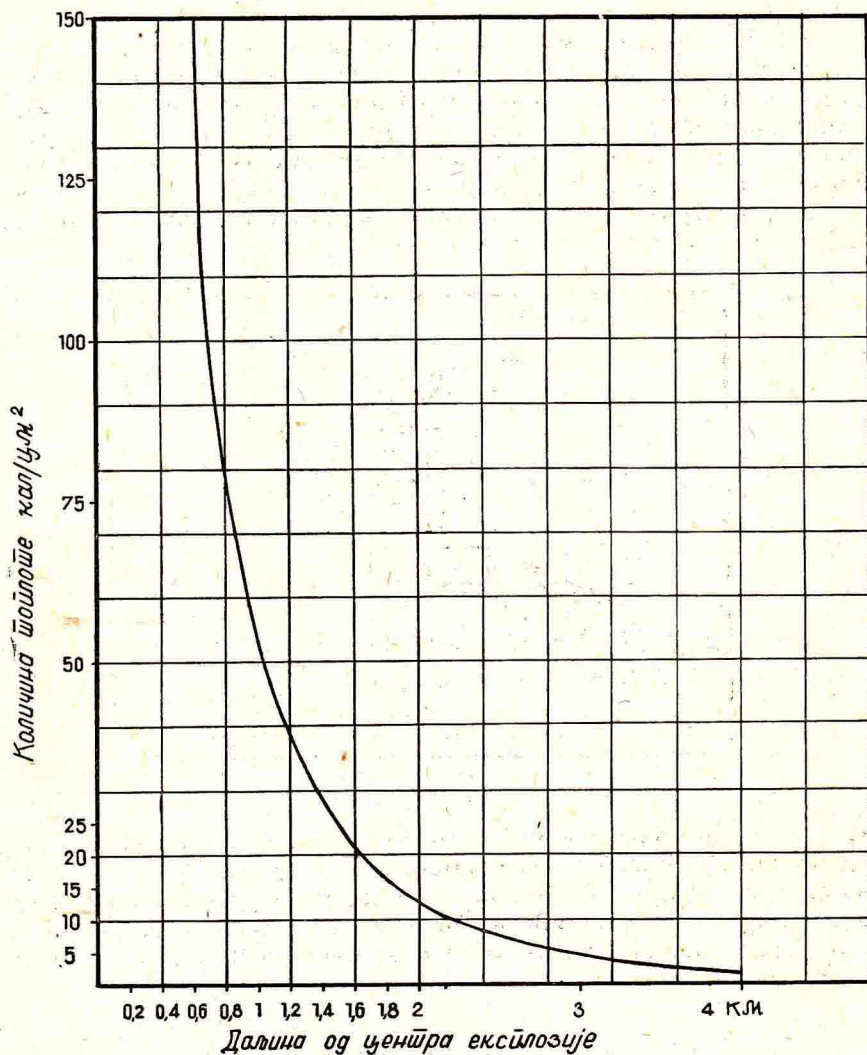
Скица 2

маса тла; пројектовати такву структуру облога и зидова, да се унапред огарантује смањење или пригушивање потреса и да се избегне избијање материјала из зидова под дејством унутрашњих напона конструкције; опрему и инсталације објеката радити од таквог материјала, такве конструкције и тако причвршћене за објекат, да се умањи дејство потреса.

### *Дејство ударног таласа ваздушне експлозије*

На графикону ударног дејства ваздушне експлозије (слика 3) види се, да највећи притисак износи у нултој тачки (НТ)  $3,7 \text{ кг/см}^2$  и да се исти смањује повећањем даљине од НТ тако да на даљини од 1 км износи  $1 \text{ кг/см}^2$ , а на даљини од 2 км свега  $0,34 \text{ кг/см}^2$ . На даљини од 4 км притисак износи једва 100 гр на квадратни сантиметар. Ваздушни притисак различито утиче на фортификациске објекте, зависно од њиховог положаја (површински, укупани или

подземни), од њихове диспозиције и димензија појединих елемената. Положај отвора на објекту је исто тако од утицаја на ефекат ваздушног притиска. Конструкције класичних фортификациских објеката



Скица 3

сталног типа, које су пројектоване и димензиониране с обзиром на директан погодак артиљериских граната и авиобомби, могу практично да поднесу све ове притиске, што се може проверити једноставним прорачунима. При овоме треба имати у виду природу дејства вазду-



шног удара, наима, да он дејствује знатно еластичније и блаже но удар експлозије класичног експлозива (на пример, ТНТ) и да се приближава дејству статичког оптерећења.

Ударном таласу посебно су подложни поједини отвори (кроз њих се удар каналише у виду јачих струја и тиме угрожава људе, опрему и материјал унутар објекта). Објекти са специјалним наоружањем и опремом, прилагођени казематским условима, практично су без отвора и за њих нема опасности од ове врсте удара. Међутим, ако се граде, а градиће се и даље, објекти израсли из типова ојачане фортификације, за које се мање-више користи оружје нормалне лафетације, као и остала средства за дејство и осматрање нормалне конструкције, они ће и даље имати низ отвора (за улаз, дејство, осматрање), а тиме се ствара могућност дејства удара и унутар објекта. Зато отворе треба поставити иза неких конструктивних делова, или их обезбедити ходницима за пренос и пригушивање детонације, а може се предвидети и то да буду са поклопцима или затварачима. Као озбиљна мера обезбеђења може се применити и перископски начин осматрања. Исто тако, ако се отвори за вентилацију при пројектовању диспозиционо поставе тако да је онемогућено преношење удара у објекат, опасност ће се умногоме умањити.

Нови оперативно-тактички захтеви намећу потребу да се и возила и машине заклоне од директног и пуног дејства ваздушног удара те ће бити потребно да се узме у разматрање масовна изградња лаких заклона (у облику ниша, засека, траверзи и сл.) у којима и иза којих би се ови склонили са рељефа тла (слично као на бившем Атлантском бедему).

Под посебним околностима, а на даљинама од НТ већим од висине експлозије, јавља се појачани ефекат ваздушног удара, тзв. Махов ефекат, чија јачина прелази некада 8 до 10 пута нормалну јачину удара. Време и место појаве Маховог ефекта не могу да се предвиде, а такође ни његова јачина, па према томе није могуће ни предузети неке мере обезбеђења. Једино ако су у питању конструкције веће осетљивости и важности, може се узети у обзир и могућност појаве Маховог ефекта и димензионирање спровести још и с обзиром на његову највећу јачину.

И о дејству ударног таласа ваздушне експлозије могу се изнети неки закључци: диспозициона решења и конструкције објеката ваља спроводити тако да се избегну велике површине и велики незаштићени отвори на објектима који би могли бити директно угрожени ударом; у објектима примењивати оружја и опрему специјалне лафетације, а отворе, уколико их мора бити, затварати, као и применити перископски начин осматрања; за возила и опрему израдити масовне заклоне који ће их штитити од директног удара, и то на свима местима где за то постоје повољни услови, па чак и дуж комуникација.



### Радиоактивно дејство ваздушне експлозије

Радиоактивно зрачење је у стању да проузрокује код људи различите ефекте, од највеће панике до беспомоћне апатије, јер не може да се региструје обичним чулима нити се од његовог дејства може потпуно заштитити. Оно дејствује безболно, а последице могу да буду и далекосежне, генетске природе.

Зрачење може бити примарно и секундарно. Примарно можемо да предвидимо и да му одредимо интензитет, док за секундарно зрачење засада не знамо увек да ли ће се јавити, колики ће му бити интензитет, као ни колико ће дуго трајати.

Код приземне и подземне експлозије примарно зрачење је незнатно, док секундарно (атомска прашина и индукована радијација) може да буде врло јако. Оно остаје у терену, њега носи разбацана земља (као и вода) и може дуго да траје. Даља су истраживања усмерена на то да утврде интензитет овог зрачења како би се предузеле мере заштите јер оно што се сада предвиђа може да буде недовољно или претерано.

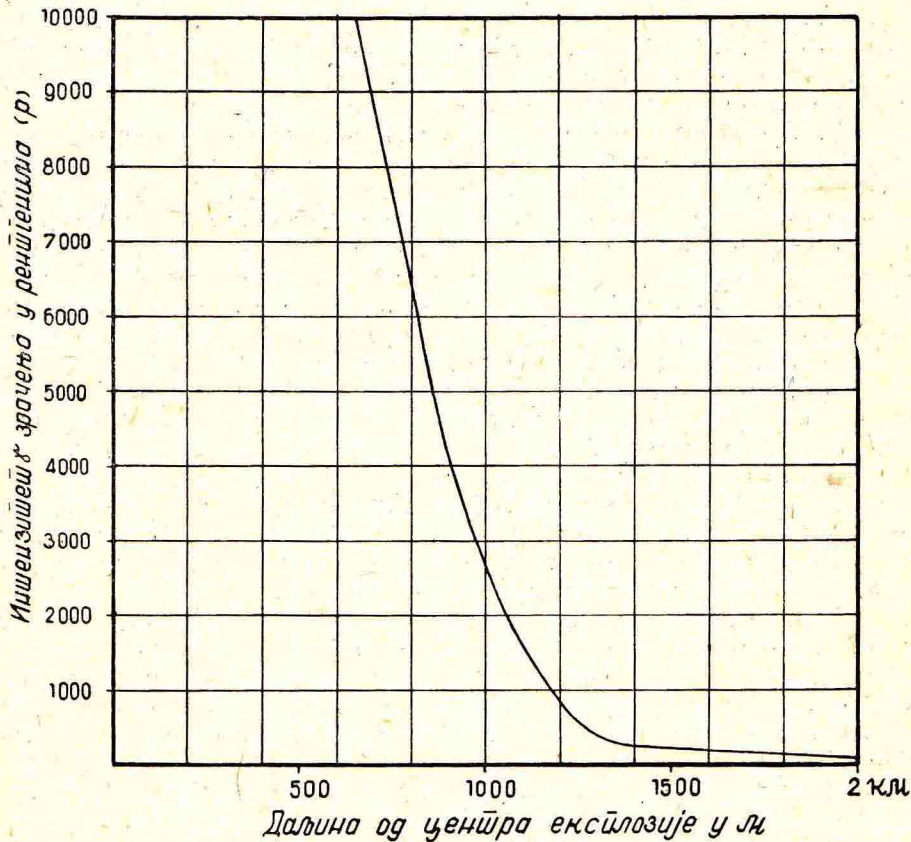
Код ваздушне је експлозије секундарно зрачење незнатно, готово га не узимамо у обзир, али је зато примарно зрачење, нарочито гама зрацима, врло интензивно и може да изазове тешке последице. Његов интензитет достиже 10.000 рендгена у НТ у тоталном износу, а опада удаљавањем од центра експлозије (ЦЕ) тако да је без великих последица већ на даљинама од 1 км (графикон на сл. 4).

Ако је атмосфера засићена (киша, магла, снег) интензитет зрачења опада знатно брже. Исти је случај и ако зраци наиђу на неку препреку. Дебљина материјала, довољна да проузрокује да зрачење спадне на 50% интензитета, назива се полудебљина тог материјала. На пример, интензитет зрачења опада на 50% када зраци прођу кроз: 4 см челика, 12 см бетона, 0,6 см олова, 20 см земље, 25 см леда, 50 см снега, 20—25 см воде, 30—40 см дрвета итд. Та карактеристика материјала је од великог интереса за фортификацију, јер се може користити при димензионарању заштитних дебљина објеката против зрачења. Поменути подаци о полудебљинама су узети из литературе и не морају бити тачни, јер се и у изворима знатно разликују, али су погодни за оријентацију, као и за одређивање правца даљих истраживања.

Бетон има полудебљину, рецимо, 12 см, али постоје разне врсте бетона, различитог по материјалу од којег је израђен и по чврстоћи — у крајњој линији, по густини масе. Ако знамо да полудебљина опада рашћењем густине основног материјала бетона, истраживања у том правцу могу да доведу до проналаска бетона знатно мање полудебљине, што би било врло важно за пројектанте, јер су мале конструктивне дебљине не само економичне, већ их често диктира и сам карактер конструкције. Поједини писци већ говоре о „атомском“ бетону, али истраживања треба да кажу да ли ће то бити бетон са основом од хематита, барита, или неког другог материјала. Можда би се дебљина челичних плоча, димензионираних за заштиту од ради-

јације, могла, на пример, заменити касетама од челичног лима испуњеним неким јефтиним, за производњу, руковање и заштиту погоднијим материјалом.

Радиоактивни зраци продиру праволиниски, са распршавањем од 10 до 15% интензитета, што значи да је њихово главно дејство



Скица 4

профилне природе<sup>3)</sup>, док слабије дејствују иза препреке. Ако желимо постићи пуну заштиту, није довољно да само директно нападнути део има пуну заштитну дебљину, већ је морају имати и остали делови објекта. Према томе, потпуна заштита је могућна само при пуној изолацији и потребним заштитним дебљинама.

Код фортификациских објеката сталног типа, димензионираних против ударног дејства, у најгорем је случају само део кон-

<sup>3)</sup> Свака материјална препрека умањује или потпуно неутрализује зрачење, што значи да се њена слика показује на нападнутој површини.



струкције изложен директном зрачењу (топарнице, куполе, предњи и горњи зидови и др.), док је остатак објекта већим делом, а врло често и потпуно, у земљи. Изложени делови објекта морају имати такву дебљину, да буду у стању да интензитет зрачења сведу на безбедну меру или да га потпуно неутралишу. И код радиоактивног зрачења најслабије тачке објекта су отвори јер кроз њих може да продере распршавајући део зракова. Мере за заштиту од удара кроз отворе објекта могу бити довољне и за заштиту од зрачења. Сем тога, одговарајућом конструкцијом објекта могло би се спречити бављење људи у близини оваквих отвора.

Без обзира на постигнути степен заштите од директног зрачења, многи објекти ће се морати оспособити да људи у њима живе и раде и под условима јаке спољне контаминације. Тако ће бити онемогућено узимање свежег ваздуха из слободне атмосфере засићене атомском прашином. За случај да се вентилација мора ипак применити, ваздух ће се пречишћавати кроз филтер за хватање прашине, који у једном моменту може бити засићен до те мере да сам постаје извор зрачења. Због таквих се случајева за филтер бира посебно место, изоловано од просторије у којој су људи.

Објекти сталне фортификације ће се понекад наћи у таквим околностима, да ће излазак из њих бити онемогућен за дуже време (услед контаминације већег степена, зарушавања и др.) или ће вентилација бити искључена због јаке контаминације споља, па је потребно да објекти буду оспособљени за опстанак и у таквим условима. У том циљу је, у првом реду, потребно осигурати херметичко затварање објекта уз обезбеђење довољне резерве ваздуха (кисеоника), воде и других средстава за живот и рад.

Разматрање заштите од радиоактивног дејства нуклеарних оружја наводи нас на ове поставке: потребно је даље истраживање појаве и интензитета радиоактивног зрачења, као и проналажење материјала са што мањом полудебљином, слабо подложних индукваној радијацији и оних који се могу лако деконтаминирати; диспозиције и конструкције објеката треба пројектовати тако да пруже довољну заштиту од радијације и да се избегне директно падање зрака на слаба места (разне отворе).

Проучавање радиоактивног дејства експлозије атомске бомбе јачине 20 КТ ТНТ, упућује и на упоредно проучавање радиоактивног дејства других нуклеарних оружја да би се нашао њихов међусобни однос.

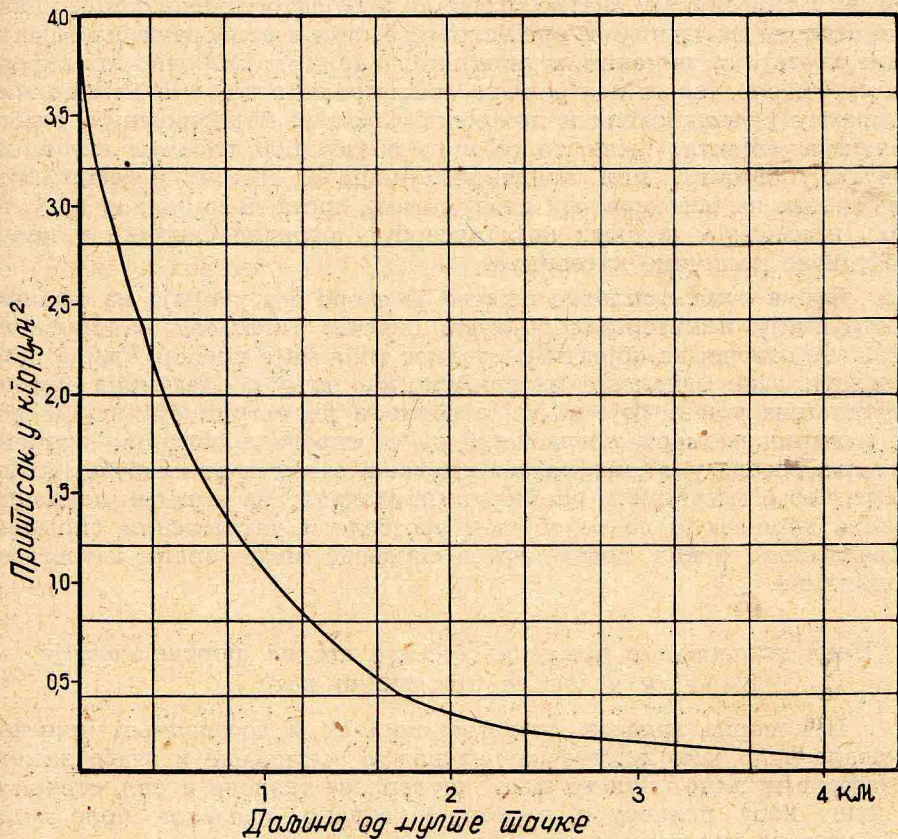
### *Топлотно дејство ваздушне експлозије*

Топлотно зрачење је једно од значајних дејстава експлозије атомске бомбе, а и експлозије осталих нуклеарних оружја. Код номиналне бомбе оно достиже интензитет од  $157 \text{ кал/см}^2$  у НТ у тоталном зрачењу, затим на даљини од 1 км од НТ нагло опада на око  $50 \text{ кал/см}^2$ . На даљини од 5 км је незнатно и износи свега  $2 \text{ кал/см}^2$ , што је опасно само за директно изложену кожу човека



(графикон на сл. 5). Ове мере интензитета важе за оптималне услове зрачења: ведро време, нормална температура, ваздух без кише, снега и магле, тј. под условима када ваздух ниуколико не апсорбује топлоту.

Зависно од услова који владају на нападнутом предмету, апсорбује се извесна количина топлоте и предмет се загрева до одређеног степена. Ово загревање износи код нормалних услова



Слика 5

апсорбовања топлоте око  $50^{\circ}\text{C}$  по једној калорији. Код релативно високог загревања, нападнути предмет се угљенише, запали или изгори.

Фортификациски објекти сталног типа, изграђени махом од материјала анорганског порекла, с обзиром на краткотрајност топлотног зрачења, нису подложни његовом утицају и оно је за њих безопасно. Уколико зраци наиђу на директно изложене отворе, постоји опасност од повишења топлоте у самом објекту, па су потребне мере заштите сличне онима које се предузимају против дејства удара и радиоактивног зрачења.



Фортификациски објекти сталног типа се граде за време мира и благовремено те се њихово маскирање најчешће своди на сакривање биљкама. Зависно од доба године и влажности тих биљки, постоје веће или мање могућности њиховог паљења и изазивања мањих или већих пожара који често, нарочито у високим и густим шумама, могу да узму широке размере и да изазову пожарне олује које би у том случају знатно угрозиле и објекте сталног типа, иначе врло отпорне на температуру. Услови дејства и осматрања из објекта у том случају су никакви, а узимање ваздуха из слободне атмосфере је врло опасно, јер се код пожара троше велике количине кисеоника и стварају угљендиоксид и моноксид. Стога је најефикаснија строга изолација објекта, а за то се мора обезбедити довољна количина ваздуха у објекту, или предвидети мере за његову регенерацију. Могућности за регенерацију ваздуха има доста, а најчешће се у ту сврху примењују апарати који апсорбују отровне састојке и испуштају нове количине кисеоника.

Према томе: топлотно дејство је скоро без утицаја на основну конструкцију и материјал објеката сталног типа, сем на директно изложене отворе; на објектима сталног типа није препоручљиво примењивати лако запаљиве материјале, као што су маскирне мреже, камуфлажне уљане боје и сл.; с обзиром на могућности појаве пожара ширих размера, потребно је да се спроведе контрола времена бављења посаде у објектима без узимања ваздуха из слободне атмосфере, као и могућности регенерације ваздуха; за гашење локалних пожара корисно је да се објекти обезбеде и ватрогасним справама и средствима, а код посаде да се спроведе нека врста ватрогасне дисциплине.

### *Нека запажања о примени објеката сталне фортификације у условима нуклеарног рата*

Нуклеарна напада средства, која су у досадашњој примени показала врло јако дејство на недовољно заклоњене и слабо димензиониране циљеве (људске масе, неутврђене градове и сл.), створила су једну нову психозу и, сасвим оправдано, изазвала врло живу активност на пољу изучавања њихових дејстава и заштите од њих. Међутим, у Јапану је констатовано, а то су многе анализе и потврдиле, да су јачи објекти, масивне конструкције и од тешко запаљивих материјала (зграде европског типа, укопани фортификациски објекти за дејство и осматрање, склоништа подрумског типа и други слични објекти) лако поднели дејство ваздушне експлозије номиналне бомбе (не узимајући у обзир секундарно дејство од затрпавања рушевинама, од масовних пожара и друга дејства). Досадашњи ефекат и интензитет дејства нуклеарних оружја, ако не рачунамо дејство приземне и подземне експлозије у захвату кратера и најближем појасу око њега, указују на то да ће и класични објекти ојачане и сталне фортификације пружити задовољавајући степен заштите.



Тај степен може још више да се подигне ако се изврше незнатне промене на клисичним објектима, тј. ако се код њиховог пројектовања и изградње имају у виду већ изнете поставке. Фортификациски објекти, димензионирани на дејство класичног наоружања (који се иначе још увек граде масовно), практично не могу да опстану у захвату кратера и његовој непосредној близини. Међутим, постојећи класични објекти, изграђени на великим дубинама (дубоке пећине, рударска окна, специјални објекти и сл.), могу да пруже задовољавајућу заштиту чак и у захвату кратера приземне и подземне експлозије номиналне атомске бомбе. Зависно од врсте дејства нуклеарног оружја могу да се пројектују објекти са заштитом и у овим условима, било да пружају пуну или делимичну заштиту, било да локализују или умањују ефекат дејства.

Обично се каже да техника може све, али се при томе губи из вида сврсисходност објекта, јер не може да се захтева пуна заштита за све и на сваком месту. Заклон од дејства пушчаног зрна може лако да се створи, али ни њега нема увек и на сваком месту, па за време рата највише се и гине и бива рањавано баш од њега, каже један војни писац. Исто тако није разумно захтевати пуну заштиту и од дејства свих врста нуклеарних оружја. Нужно је да се исцрпном тактичко-оперативном и техничком анализом одреди степен заштите и степен потребне отпорности објекта, као и да се води рачуна о хомогености заштите, тј. да објекат буде у стању да једновремено штити од више врста дејстава.

---