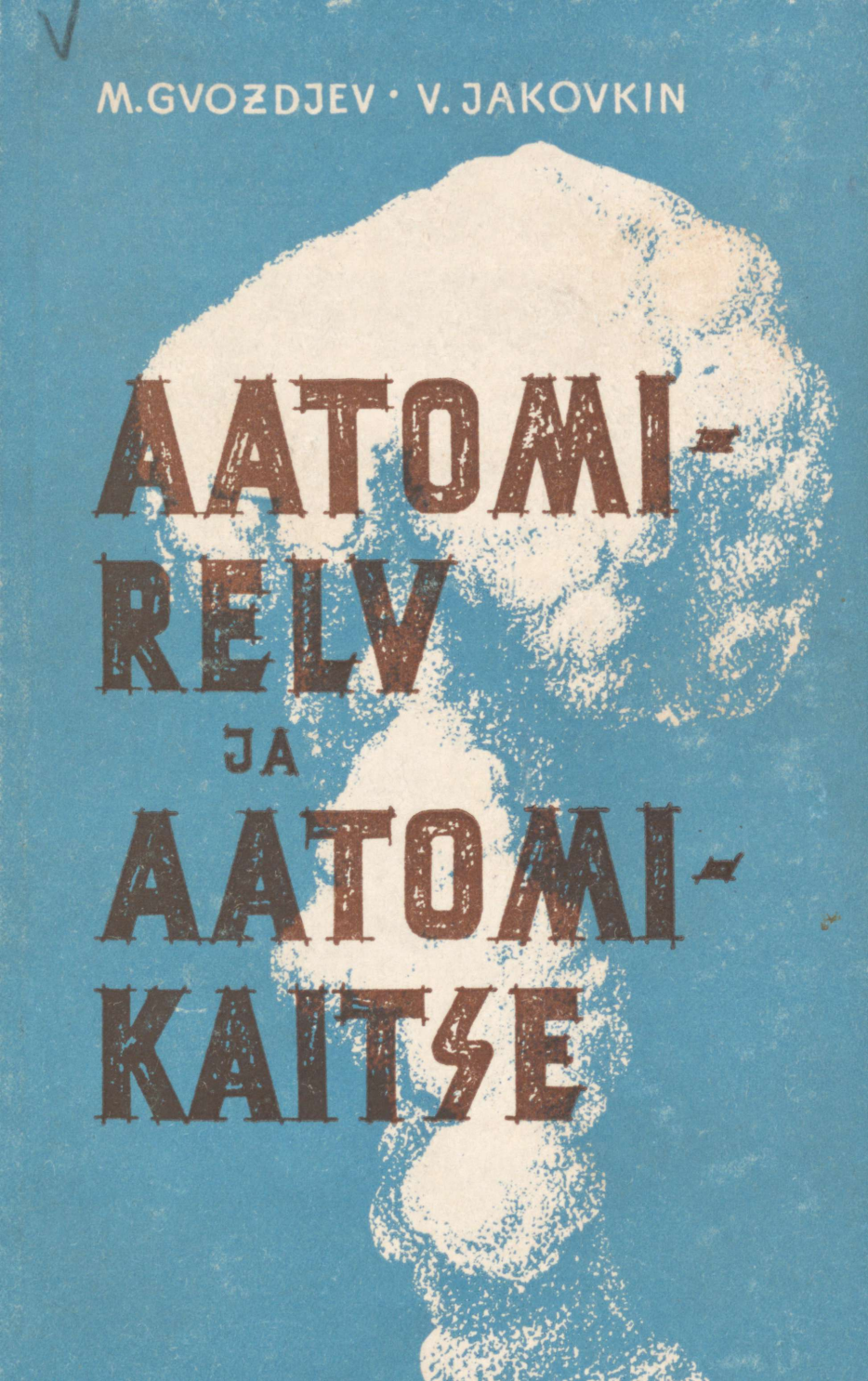
M. GVOZDJEV · V. JAKOVKIN

AATOMI-RELV JA AATOMI-KAITSE



M. GVOZDJEV JA V. JAKOVKIN

AATOMIRELV JA AATOMIKAITSE

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1959

Originaali tiitel
М. Гвоздев и В. Яковкин
Атомное оружие и противоатомная защита
Издательство ДОСААФ
Москва 1958
Tõlkinud V. Raid

2
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
45728

SISSEJUHATUS

Uue ammendamatu energiaallika — aatomienergia — tootmise ja kasutamise viiside avastamine on tänapäeva teaduse suurim saavutus.

Aatomienergia saamise ja rahulikel eesmärkidel kasutamise meetodite väljatöötamisel on võrratu panuse andnud nõukogude teadlased, kes esimestena inimkonna ajaloos rakendasid aatomienergiat inimese hüvanguks.

Samal ajal imperialistlike riikide valitsused, rajades oma poliitika külma sõja positsioonile, hindavad aatomienergiat eeskätt agressioonivahendina teiste rahvaste, peamiselt Nõukogude Liidu rahvaste vastu. Seepärast Nõukogude valitsus, teostades järjekindlalt rahu ja sõpruse poliitikat rahvaste vahel, hoolitseb raugematult meie kodumaa kaitsevõime tugevdamise eest.

On teada, et kaasaegsed strateegilise lennuväe poolt ja kaugelaskerakettides kasutatavad õhuründevahendid on võimelised purustama igasuguseid, isegi sügavas tagalas asuvaid objekte. Kuid kaitse õigeaegne organiseerimine vähendab isegi aatomirelva toime efektiivsust. Seepärast on käesolevas raamatus peale üldandmete aatomienergia ja aatomirelva kohta käsitletud ka elanikkonna ja asustatud punktide aatomikaitse organiseerimise põhilisi abinõusid.

Raamatu koostamisel on kasutatud peamiselt andmeid, mis said teatavaks pärast aatomiplahvatusi 1945. a. Jaapani linnade Hirošima ja Nagasaki kohal, samuti rida muid avaldatud materjale aatomirelva toimest mitmesugustele objektidele aatomi- ja vesinikupommide katsetustel.

Raamat ei pretendeeri puudutatud küsimuste põhjalikule ja kõikehõlmavale valgustamisele, vaid taotleb viimasel ajal aatomirelva ja aatomikaitse kohta ilmunud rohkearvuliste andmete süstemaatilist esitamist.

Raamat on määratud laiale lugejateringile ning sobib kasutamiseks õpikuna aatomikaitse küsimuste õppimisel ALMAVÜ vastavates õpperingides.

Hinnangud ja arvamused tõlke ning selles kasutatud terminoloogia kohta saata aadressil:

Tallinn, Pärnu mnt. 10, Eesti Riikliku Kirjastuse tehnilise kirjanduse toimetus.

Esimene peatükk

AATOMIRELVA FÜÜSIKALIS-TEHNILISED ALUSED

1. AATOMI JA SELLE TUUMA EHITUS

Kõik meid ümbritsevad esemed koosnevad keemiliste elementide üliväikestest osakestest — aatomitest.[1]

Aatomi erakordselt väikesed mõõtmed ei võimalda teda näha isegi võimsaimas mikroskoobis; aatomi kaal on tähtsusetult väike.

Tänapäeval tuntakse üle saja mitmesugust liiki aatomi (keemilise elemendi).

Maakeral ja kosmilises ruumis esinevate ainete tohutu mitmekesisus on suurel määral tingitud keemiliste elementide erinevate või ühesuguste aatomite kombinatsioonide loendamatust hulgast. Keemilisse reaktsiooni astudes on keemilised elemendid võimelised omavahel ühinema ning moodustama aatomite rühmi, mida nimetatakse molekulideks. Molekulid on erinevate omadustega peamiselt seepärast, et keemiliste elementide aatomid, millest nad koosnevad, on erineva ehitusega. Need elemendid on rühmitatud Mendelejevi perioodilisse süsteemi.

Suur vene teadlane D. I. Mendelejev sõnastas tema poolt avastatud keemiliste elementide perioodilisuse seaduse olemuse järgmiselt: «Kui paigutada kõik elemendid nende aatomkaalu kasvu järjekorras, siis tekib omaduste perioodiline kordumine.»

Perioodilisuse seaduse avastamine soodustas hiljem aatomi ja aatomituuma ehituse tundmaõppimist.

XIX sajandi lõpul arvasid teadlased, et aatom on jagamatu ja muutumatu osake.

Kujutluse aatomi jaotamatusest ja muutumatusest lük-

[1] Kreekakeelne sõna «aatom» tähendab eesti keeles «jagamatu».

kas ümber radioaktiivsuse[1] avastamine. Radioaktiivsuse uurimine võimaldas kindlaks teha ka seda, et kõikide keemiliste elementide aatomid koosnevad ühtedest ja samadest elementaarosakestest.

Pärast radioaktiivsuse avastamist tekkis rida aatomi ehitust selgitavaid hüpoteese. Tänapäeva kujutluste kohaselt meenutab aatomi mudel planetaarset (päikese-) süsteemi, mis koosneb tuumast ja elektronidest. Aatomi keskmes on tuum, mille ümber tiirlevad elektronid. Tuum omakorda koosneb elementaarosakestest — neutronitest ja prootonitest. Tuuma sellise ehituse idee pärineb nõukogude füüsikult D. D. Ivanenkolt, kes selle esmakordselt esitas ning põhjendas 1932. aastal. Teooriat tuuma ehituse kohta prootonitest ja neutronitest on edasi arendanud nõukogude ja välismaa füüsikud ning see on tänapäeval üldtunnustatud.

Prootoneid ja neutroneid nimetatakse vahel ka nukloniteks (ladinakeelsest sõnast nucleus — tuum), kuid see ei tähenda, et neil oleksid ühesugused omadused. Nii on prootonitel positiivne laeng, neutronid on aga elektriliselt neutraalsed. Samuti on erinevad ka nende massid.

Elementaarosakesteks (muutumatuteks) võib neutroneid ja prootoneid lugeda ainult tinglikult, sest tänapäeva teaduse andmed räägivad prootoni ja neutroni muutlikkusest, nende muundumisest üksteiseks või muudeks osadeks.

Vaatamata prootonite vahel mõjuvatele elektrostaatilistele tõukejõududele on tuuma moodustavad prootonid ja neutronid omavahel tihedalt seotud. See on seletatav sellega, et aatomituumas toimivad osakeste vahel võimsad jõud — tuumasisesed tõmbejõud. Erinevalt teistest tuntud jõududest (näiteks elektrostaatilistest) on tuumajõudude suurus tohutu, mis põhjustabki osakestevahelise seose erakordse püsivuse aatomituumas. Tuumajõudude ületamine ja aatomituuma kunstlik lõhestamine, s. o. sidestuse purustamine tuumaosakeste vahel, sai võimalikuks võrdlemisi hiljuti.

Tuumajõud vastavad kvaliteedilt uuele energiavormile — **tuumaenergiale**. Nende jõudude toimimise seadusi ei ole senini veel üksikasjaliselt välja selgitatud, kuid on kindlaks tehtud, et nad mõjuvad erakordse jõuga ainult väga väikestel kaugustel, ca 10^{-13} cm piires. See tähendab, et

[1] Radioaktiivsuse olemust selgitatakse edaspidi.

tuumajõudude mõju avaldub tuumas ainult kõrvuti asuvate osakeste (prootonite või neutronite) vahel. Ühe osakese tähtsusetul eemaldumisel teisest kahanevad tuumajõud, vastandina elektrostaatilistele jõududele, järsult nullini. Vastavalt tuumaosakeste eemaldumisele üksteisest vähenevad seega järsult neid siduvad tuumajõud ja ülekaalu saavad elektrostaatilised tõukejõud.

Tuumajõudude mõjul paiknevad prootonid ja neutronid tuumas väga tihedalt. Kui oleks võimalik tihedalt täita üks kuupsentimeeter mahtu näiteks vesinikuaatomite tuumadega, mis teatavasti koosnevad ühestainsast prootonist, siis kaaluks niisugune kuubik umbes 100 miljonit tonni.

Põhiline aatomi mass ning järelikult ka tema energia on koondatud tuuma, sest ühe prootoni või neutroni mass on ligikaudu 1840 korda suurem aatomi süsteemi kuuluva elektroni massist.

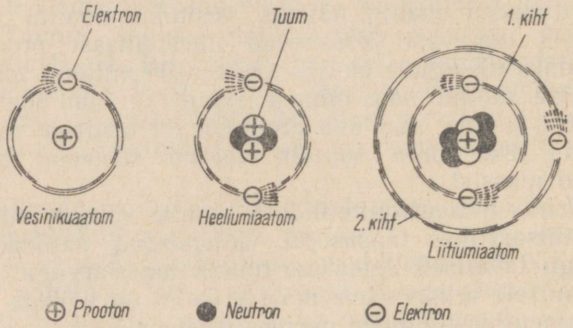
Prootonite ja neutronite üldarv tuumas võrdub antud elemendi täisarvulise täpsusega väljendatud aatomkaaluga või, nagu tavaliselt öeldakse, **tuuma massiarvuga.** Vaatamata suurtele erinevustele massiarvudes on kõikide keemiliste elementide tuumade geomeetriliste mõõtmete erinevus väga väike. Kui kujutleda tuuma kerakujulisena, võib tema mõõtmeid iseloomustada tuuma raadiusega, s. o. kaugusega, milles avaldub tuumajõudude toime. Tuuma raadius on 10^{-13} cm piirides; tuuma mõõtmed on aatomi mõõtmetest 10 000 korda väiksemad. Kui kujutleda tuuma suurendatuna kirsi mõõtmeteni, siis vastaksid aatomi mõõtmed umbes 200 m läbimõõduga kera mõõtmeile.

Iga elemendi keemilised omadused määrab kindlaks tema aatomi tuumas olevate prootonite arv. Prootonite arv antud elemendi aatomi tuumas võrdub elemendi järjekorranumbriga Mendelejevi tabelis.

Tabelis esimesel kohal asuva vesiniku tuumal näiteks on ainult 1 prooton. Talle järgneva heeliumi tuumal on 2 prootonit, kolmandal kohal asuva liitiumi tuumal aga 3 prootonit (joon. 1). Uraanil, mis asub üheksakümne teisel kohal, on tuumas 92 prootonit.

Elementide paigutuse järjekord Mendelejevi tabelis näitab, et mida raskem on tuum, seda suurem on tema positiivne elektrilaeng. Aatom tervikuna aga on elektriliselt neutraalne, sest aatomi elektronide arv on võrdne tema tuumas olevate prootonite arvuga. Elektroni laeng võrdub suuruselt prootoni laenguga, kuid nende märgid on vastu-

pidised. Vastastikuse elektrilise mõjustuse tagajärjel püsivad tuum ja elektronid ühtses süsteemis ning moodustavad aatomi. Elektronide kiire tiirlemine kindlatel orbiitidel väldib nende langemist tuumale. Elektroni ja tuuma vaheline elektrostaatiline tõmbejõud on elektronile mõjuvaks tiirlemise tsentripetaaljõuks. Tiirlemisel asuvad elektronid tuumast rangelt kindlas kauguses, moodustades selle ümber elektronkatte.[1]



Joon. 1. Vesiniku, heeliumi ja liitiumi aatomite ehitus

Aatom võib endaga liita liigseid või anda ära oma elektrone. Kui aatomile liitub üks või mitu elektroni, siis omandab aatom negatiivse laengu; kui ta aga elektrone ära annab, siis sel juhul omandab ta positiivse laengu. Endise elektrilise neutraalsuse kaotanud aatomit nimetatakse **iooniks**, elektrilise neutraalsuse kaotamise protsessi aga **ionisatsiooniks**. Sellised muundumised kehtivad ainult aatomi kesta kohta ega ole mingil määral seotud tema tuumaga, mistõttu ionisatsiooniprotsess ei saa muuta elemendi keemilist olemust.

Elektronide liikumine aatomis on raamatus esitatud üsna

[1] Aatomis võib tuumast ühel ja samal kaugusel liikuda erinevates tasapindades asuvatel orbiitidel mitu elektroni, mis moodustavad elektronkatte kihi. Elektronkatte igas kihis võib asuda ainult kindel arv elektrone. Näiteks kergeimal elemendil — vesinikul, millel on kõigest 1 elektron, ning heeliumil, millel on 2 elektroni, asetsevad need tuumale lähimas kihis (selles kihis ei saa olla üle kahe elektroni). Liitiumil on 3 elektroni, neist kaks asetsevad tuumale lähimas kihis, kolmas aga teises, tuumast kaugemal asuvas kihis, milles võib asetseda mitte üle 8 elektroni. Kolmandas kihis ei saa olla üle 18 elektroni jne. Uraanil on 92 elektroni, mis asetsevad viies kihis.

lihtsustatud kujul. Tegelikult on lugu palju keerukam. Elektron pole sugugi tahke püsiv keha, mis liigub paigast paika nagu tavaline nähtav osake, näiteks tolmukübe. Eksisteerides ühtse, tervikliku osakesena, on elektronil nii korpuskulaarsed [1] kui ka lainete omadused.

Elektroni liikumistee aatomis ei sarnane liikuva tahke kuulikese lennuteega. Aatom on keerukas süsteem, millele on omased võnkeprotsessid. Tiireldes ümber tuuma, pöörlevad elektronid ühtlasi erinevatel tasapindadel ümber oma telje ning liiguvad võnkeorbiidil.

Selline on üldjoontes kaasaegne kujutlus aatomi struktuurist.

Ekslik oleks aga arvata, et aatomiteooria on juba täielikult välja arendatud. Kogu maailma füüsikute tähelepanu on praegu keskendatud aatomituuma probleemidele ja elementaarosakeste teooria edasisele arendamisele.

Keemilisi elemente uurides avastati, et enamik neist kujutab endast mitmete erisuguste aatomite segu, millel on küll ühesugune hulk prootoneid (järelikult ka ühesugused keemilised omadused), kuid erinev neutronite arv, s. t. erinev aatomkaal. Me teame juba, et elemendi koha Mendelejevi tabelis ning järelikult ka tema omadused määrab kindlaks tuuma laeng (prootonite arv). Seetõttu paiknevad kõik aatomite erikujud, millel on ühesugused keemilised omadused, kuid erinevad massiarvud, Mendelejevi tabelis ühel ja samal kohal. Keemilisi elemente, mille tuumad sisaldavad ühepalju prootoneid, kuid erineva arvu neutroneid, nimetatakse **isotoopideks** [2]. Neil elementidel on ühesugune tuumalaeng ja järelikult nende keemilised omadused on ühesugused. Nad paiknevad Mendelejevi tabelis ühel ja samal kohal (ruudus). Isotoopide füüsikalised omadused on erinevad. Looduses esineval vesinikul on näiteks kaks isotoopi (joon. 2) massiarvudega üks (harilik vesinik) ja kaks (deuteerium).

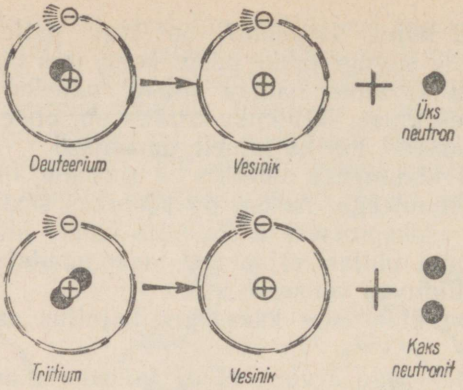
Deuteeriumi [3] tuumas on peale prootoni veel üks neutron, mistõttu ta aatomi mass on ligikaudu kaks korda suurem hariliku vesiniku aatomi massist. Kunstlikul teel saadud ja looduses mitteesineva vesiniku kolmanda isotoobi — trii-

---

[1] Korpuskulaarseteks nimetatakse osakestele omaseid omadusi.

[2] Sõna «isotoop» on moodustatud kahest kreekakeelsest sõnast: «isos» — sama, «topos» — koht.

[3] Deuteerium (lad. k.) — teine.



Joon. 2. Vesiniku isotoopide — deuteeriumi ja triitiumi ehitus

tiumi [1] tuum sisaldab ühe prootoni ja kaks neutronit, nii et tema mass on umbes 3 korda suurem hariliku vesiniku aatomi massist. Kõik kolm vesiniku erikuju asuvad Mendelejevi tabelis ühes ja samas kohas, sest nende laeng on ühesugune ja nende elektronkate sisaldab ühesuguse hulga elektrone.

Looduslik uraan kujutab endast segu, mis koosneb kolmest isotoobist massiarvudega 234, 235 ja 238. See looduslik segu sisaldab rasket isotoopi uraani 238 umbes 99,28%, uraani 235 umbes 0,7% ja uraani 234 ainult tuhandikes protsentides.

Tuntakse ka paljusid teiste elementide isotoope, kusjuures avastatavate isotoopide hulk pidevalt kasvab. Käesolevas raamatus peatusime aga ainult vesiniku ja uraani isotoopidel, millel on tänapäeval otsustav tähtsus aatomi- ja termotuumarelva tootmisel.

2. RADIOAKTIIVSUS

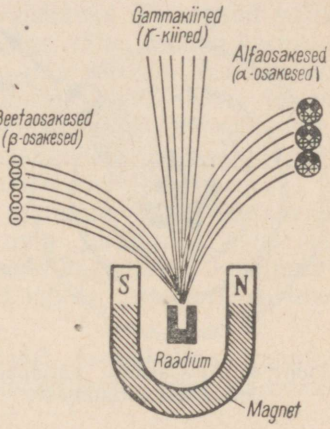
Mõnedel keemilistel elementidel on võime iseenesest, s. o. mingi välismõjustuseta, levitada nn. radioaktiivseid kiirgusi. Seda nähtust nimetatakse **radioaktiivsuseks**, tähendatud omadusega elemente aga **radioaktiivseteks.** Radioaktiiv-

[1] Triitium (lad. k.) — kolmas.

sus on tingitud mõningate elementide aatomituumade muundumisest teiste elementide tuumadeks. Selliseid muundumisi nimetatakse **radioaktiivseks lagunemiseks.**

Radioaktiivsuse avastamine kummutas lõplikult endised kujutlused aatomi jagamatusest ja muutumatusest. Sai selgeks, et aatomituumadest väljapaisatavad osakesed on tuumade «ehituskivideks» ning järelikult aatom ja tema tuum koosnevad üliväikestest elementaarosakestest. Millised osakesed ja elektromagnetiline kiirgus siis levib tuumamuundumiste protsessis?

Radioaktiivse kiirguse esimesed uurimised näitasid, et see ei ole alati ühesugune. Nende uurimiste käigus õnnestus jaotada raadiumi radioaktiivne kiirgus koostisosadeks, mõjutades teda tugeva magnetväljaga. Seejuures jaotus kiirtekimp kolmeks. Ühte osa kiirgusest, mis kaldus suunas, kuhu kalduvad magnetväljas harilikult positiivselt laetud osakesed, nimetati alfaosakesteks. Seda osa üldisest kiirgusest, mis kaldus alfaosakestele vastassuunas, nimetati beetaosakesteks. Kiirguse osa, mis magnetväljas üldse ei kaldunud, nimetati gammakiirteks. Raadiumi lagunemisel tekkiva radioaktiivse kiirguse jaotumine magnetväljas on näidatud joonisel 3.



Joon. 3. Raadiumi radioaktiivse kiirguse jaotumine magnetvälja mõjul

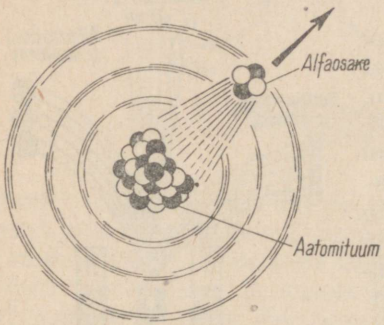
Radioaktiivse kiirguse jaotumine magnetväljas viis uurijad järeldusele, et alfaosakesed kujutavad endast positiivse elektrilaenguga osakeste voogu, beetaosakesed negatiivselt laetud osakeste voogu, gammakiired aga elektriliselt neutraalset kõrgsagedusega elektromagnetilist võnkumist, mis levib magnetväljas ainult sirgjooneliselt ning meenutab oma olemuselt röntgenikiiri. Ka mingisuguse muu välise mõjustusega (kõrge rõhk, temperatuur jne.) pole võimalik gammakiiri kallutada.

Mõni aeg pärast alfa- ja beetaosakeste ning gam-

makiirte· avastamist tehti kindlaks, et iga tuumast väljapaisatud alfaosake kujutab endast kahest prootonist ja kahest neutronist koosnevat heeliumituuma (joon. 4).

Alfaosake paiskub tuumast välja tohutu kiirusega (kuni 20 000 km sekundis).

Alfaosakese väljalend tähendab seda, et tuum kaotab seejuures neli aatomiühikut massist ja kaks positiivset laengut. Järelikult pärast alfaosakese väljapaiskumist muundub keemiline element uue elemendi aatomiks, mille massiarv on nelja ja laeng kahe ühiku võrra väiksem kui lähteelemendil. Kahe prootoni kaotus põhjustab kahe elektroni eemaldumist aatomi elektronkattest, mille tagajärjel uue, tekkinud elemendi aatom on samuti nagu tema eelkäijagi elektriliselt neutraalne.



Joon. 4. Alfaosakese väljapaiskumine aatomituumast

Milline uus element siis kujuneb tuuma radioaktiivse lagunemise tagajärjel? On selge, et radioaktiivse aatomi tuumast ühe alfaosakese väljapaiskumise tagajärjel kujuneb kergema tuumaga element, mille asukoht Mendelejevi tabelis on lagunevast lähteelemendist kahe koha võrra eespool.

Radioaktiivse elemendi tuumast väljapaiskuvad beetaosakesed kujutavad endast negatiivse laenguga osakeste, elektronide voogu, mis lendavad kiirusega kuni 250 000 km sekundis. Eespool aga oli juba tähendatud, et tuum ei sisalda omaette eksisteerivaid elektrone. Kust nad siis pärinevad? Beeta-aktiivsed on isotoobid, mille tuumades on neutronite üleküllus. Elektroni väljapaiskumine tuumast toimub ühe neutroni prootoniks muundumise tagajärjel (neutron miinus elektron annab prootoni).

Aatomituum, milles toimub beeta-lagunemine, omandab liigse positiivse laenguühiku; seoses sellega liidab radioaktiivse lagunemise käigus tekkinud elemendi aatom oma elektronkestale ühe vaba elektroni ja muutub elektriliselt neutraalseks. Uue, tekkinud elemendi tuuma mass väheneb tähtsusetult (kaotatud elektroni massi võrra). Ilmselt on

selle elemendi asukoht Mendelejevi tabelis ühe koha võrra lähteelemendist tagapool.

Elementide radioaktiivse lagunemisega, mis kulgeb beetaosakeste väljapaiskumisega, kaasneb tavaliselt ka gammakiirgus. Olemuselt on gammakiired lähedased röntgenikiirtele, erinedes viimastest ainult tunduvalt suurema energia ja järelikult ka suurema läbimisvõime poolest. Gammakiirgus koosneb üksikutest annustest, nn. **gammakvantidest**, mis levivad valguse kiirusega.

Radioaktiivseid isotoope, mis paiskavad üheaegselt välja alfa- ja beetaosakesi, on olemas väga vähe. Mõned keemilised elemendid, peamiselt rasked, mis asuvad Mendelejevi tabeli lõpus, paiskavad välja ainult alfaosakesi, teised ainult beetaosakesi ja nendega kaasnevaid gammakvante. Peale selle on olemas ka teistsuguseid radioaktiivseid muundumisi, mida selles raamatus ei käsitleta.

Alfa- ja beetaosakesed või gammakvandid kutsuvad ümbritsevat keskkonda läbides oma teekonnal esile rea ioniseerimisprotsesse, kaotades selle tagajärjel oma energiat. Teekonda, mille nad võivad läbida, nimetatakse **ulatuseks.**

Antud elemendi kogu tuumamassi isetekkeline lagunemine ja muundumine ei toimu kaootiliselt, vaid radioaktiivse lagunemise seaduse järgi.

Radioaktiivse lagunemise käigus ei lagune kõik radioaktiivse aine aatomid korraga. Iga ajaühiku vältel laguneb olemasolevate aatomite üldarvust vaid kindel osa. Ülejäänud aatomid aga jäävad mõneks ajaks muutumatuks, kuigi neis peitub potentsiaalne lagunemisvõimalus. Arvestades seda radioaktiivsete aatomite omadust, tulid teadlased järeldusele, et aatomite lagunemise kiirust on kõige kohasem iseloomustada **poolestusperioodiga, s. t. ajavahemikuga, mille vältel antud radioaktiivse aine olemasolevatest aatomitest lagunevad pooled.**

Oletame, et on olemas 1 miljon radioaktiivset aatomit; poolestusperioodi möödumisel, mis võrdub näiteks ühe tunniga, jääb järele ainult 500 000 radioaktiivset aatomit. Järgmise tunni vältel väheneb ülejäänud radioaktiivsete aatomite hulk samuti poole võrra (neid jääb vaid 250 000) ja nii edasi, kuni kõik radioaktiivsed aatomid on muundunud püsivateks elementideks.

Igal radioaktiivsel elemendil on oma kindel poolestusperiood. Mitmesuguste radioaktiivsete isotoopide poolestus-

perioodid kõiguvad sekundi miljondikest osadest kuni mitmete miljardite aastateni.

Sellise kaua püsiva elemendi nagu uraani 238 poolestusperiood on 4,5 miljardit aastat, uraanil 235 — 700 miljonit aastat, plutooniumil 239 — 24 000 aastat. Ajaühiku vältel lagunevate aatomite arv on neil elementidel niivõrd väike, et näiteks uraani 238 hulga vähenemist ja muundumist teisteks elementideks ei saa avastada ühe inimpõlve jooksul.

Loomuliku radioaktiivsusega on harilikult ebapüsivate tuumadega rasked elemendid, mis asuvad Mendelejevi tabeli lõpus. Raskete elementide tuumade ebapüsivus on tingitud nendes leiduvast suurest hulgast prootonitest, millede vahelised tõukejõud nõrgendavad tuumasiseseid tõmbejõudusid. Tuuma elementaarosakeste tõmbejõudude ületamise tõenäosus on antud juhul suurem; seepärast võivadki raskete elementide tuumadest paiskuda välja osakesed ning elemendid ise muutuda radioaktiivseteks. Enamikul elementidel on aga tuumasisesed tõmbejõud tõukejõududest suuremad. Sellised elemendid ei paiska oma tuumadest välja mingeid osakesi ning nad ei ole seetõttu ka radioaktiivsed.

1934. aastal avastasid Frédéric Joliot-Curie ja tema abikaasa Irène Curie **kunstliku radioaktiivsuse.** Abielupaar Curie'd avastasid, et alumiiniumi kiiritamisel alfaosakestega tekib uus element, mis levitab pikema aja vältel radioaktiivset kiirgust. Uurimine näitas, et antud juhul tekib radioaktiivne fosfor. Niiviisi avastati kunstlike radioaktiivsete isotoopide saamise meetod. Kunstlikud radioaktiivsed isotoobid on nagu looduslikudki võimelised levitama pikema aja vältel radioaktiivseid kiirgusi.

Selle avastusega osutus võimalikuks saada kõikide elementide isotoope (kunstlikul teel on saadud ligemale tuhat erinevat isotoopi).

Kaasaegsed kunstlike radioisotoopide tootmise viisid (neid vaatleme allpool) võimaldavad nende saamist suurtes hulkades.

3. AATOMITUUMADE JAGUNEMISE JA SÜNTEESI REAKTSIOON

Aatomienergia praktiline kasutamine sõjalistel eesmärkidel sai võimalikuks pärast seda, kui 1939. aastal avastati uus tuumamuundumiste viis — **raskete elementide tuu-**

made jagunemine. Hiljem õnnestus teostada uraani aheljagunemisel vabaneva aatomienergia arvel veel teine efektiivne ja energeetiliselt kasulik tuumareaktsioon — **kergete tuumade** (vesiniku, liitiumi jt.) **sünteesi**[1] **reaktsioon** raskemateks, heeliumituumadeks.

Tuumade jagunemise ja sünteesi reaktsioonid leidsid praktilist kasutamist aatomi- ja termotuumarelvades. Tuumade jagunemisel vabaneva aatomienergia ärakasutamise põhimõte oli aluseks aatomipommi loomisel. Vesiniku- (termotuuma-) pommis aga kasutatakse aatomituumade sünteesi põhimõtet.

Jagunemisreaktsioon. Uraanis on prootonitevahelised tõukejõud tasakaalustatud tuumaosakeste vahel mõjuvate aheldusjõududega. Nõukogude füüsikud Petržak ja Flerov tegid kindlaks, et see tasakaal võib vahel iseenesest hävida ja siis jaguneb uraani tuum tõukejõudude mõjul kaheks osaks. Niisiis esineb loomuliku radioaktiivse lagunemise kõrval, millega kaasneb alfaosakeste väljapaiskumine, ka isetekkeline tuumade kaheks osaks jagunemise protsess. Jagunemisprotsess kulgeb umbes miljon korda aeglasemalt kui radioaktiivse lagunemise protsess.

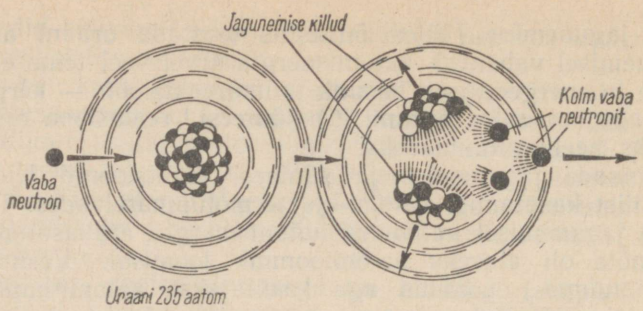
Uraani poolestusperiood tuumade jagunemisel on 10 000 000 miljardit aastat. Uraani aatomituumade jagunemisel kujunevad kergemate elementide aatomituumad (killud) ja paiskub välja kaks-kolm neutronit[2]. Isetekkelisel jagunemisel vabanevatel neutronitel on suur kiirus ja nad võivad «pommitada» teisi uraani jagunemata aatomeid. 1-kilogrammine tükk uraani sisaldab 25.10^{23} aatomit, millest umbes kaheksas aatomis toimub igas sekundis isetekkeline jagunemine. Selle tagajärjel tekib selles uraanitükis igas sekundis 16 kuni 24 vaba neutronit. «Pommitades» jagunemata uraanituumi, võivad vabad neutronid tungida neisse ja rikkuda jõudude tasakaalu elementaarosakeste vahel. Neutroni sattumisel uraani tuuma lõhkeb viimane silmapilkselt, paiskub kahe killuna laiali ja saadab uuesti välja kaks-kolm neutronit (joon. 5).

Teatud tingimustel võivad jagunemisel vabanenud neutronid, mõjudes uraanis naabruses olevatele tuumadele,

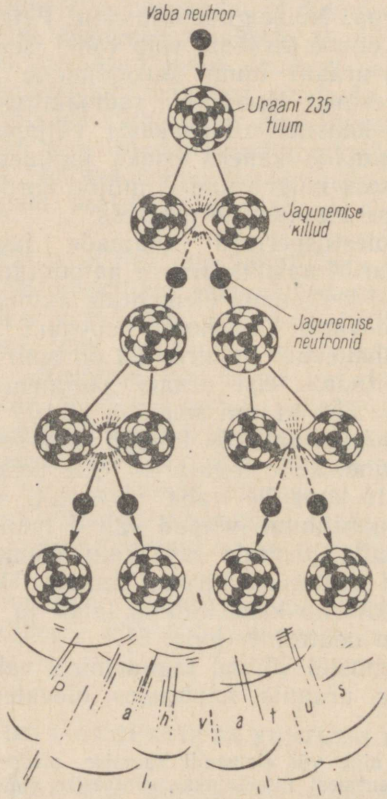
---

[1] Keerukama aine või elemendi saamise protsessi lihtsamatest ainetest või elementidest nimetatakse sünteesiks (ühendamiseks, kokkupanemiseks).

[2] Uraani tuumade jagunemise edasises käigus on sel asjaolul otsustav tähtsus.



Joon. 5. Uraani 235 tuuma jagunemine



Joon. 6. Uraani 235 tuumade jagunemise laviinitaoline ahelreaktsioon

seda protsessi säilitada. Niisiis võib üks neutron, mis tekkis uraani ühe tuuma isetekkelisel jagunemisel, kutsuda esile uue tuuma jagunemise ja näiteks kahe uue vaba neutroni tekkimise uraanitükis. Need kaks uut neutronit võivad kutsuda esile kahe uue tuuma jagunemise, s. o. nelja neutroni tekkimise, mis omakorda põhjustavad jagunemise kolmandas tsüklis kaheksa neutroni tekkimist jne.

Terve ahela jagunemiste tulemusena, mis algas ühe vaba neutroni tekkimisest, hakkab neutronite hulk ja koos sellega ka jagunevate tuumade arv tohutu kiirusega kasvama. Seepärast nimetatakse seda protsessi **tuumade laviinitaoliseks ahelreaktsiooniks** (joon. 6).

Laviinitaolise ahelreaktsiooni tagajärjel tekkinud uraani- või plutooniumituumade killud lendavad laiali kiirusega umbes 15 000 km/sek. Tekkinud suure hulga kildude tohutu kiirus kandub üle keskkonna naaberaatomitele ja kutsub esile järsu temperatuuritõusu (mitme miljoni kraadini). Kuna selline uraani jagunemisprotsess kulgeb sekundi miljondiku osa vältel, vabaneb peaaegu momentaanselt tohutu hulk energiat, s. o. toimub nn. **aatomiplahvatus.**

Uraani 235 ühekilogrammises tükis kõigi aatomituumade tegelikult silmapilksel jagunemisel vabaneb energia, mis on võrdne 20 000 tonni trotüüli plahvatuse energiaga.

Aatomiplahvatus toimub niisiis selle tagajärjel, et jagunevas aines endas tekib vajalik hulk uraanituumi «pommitavaid» osakesi.

Rääkides jagunemise ahelreaktsiooni kulgemisest eeldasime, et reaktsioonist võtavad osa kõik uraanituumade jagunemisel tekkivad neutronid. Asi on aga palju keerukam. Tegelikult teeb ainult üks osa vabanevaid neutroneid jagunemisprotsessi kaasa. Teine osa aga neelatakse uraani 238 tuumade ja muude elementide (lisandite) poolt või siis lendab jagunemist tekitamata uraanitüki piiridest välja.

Laviinitaolise ahelreaktsiooni edukaks arenemiseks on tingimata vaja keemiliselt puhast, lisanditeta [1] uraani. Kuid iga keemiliselt puhast uraani tuumakütusena kasutada ei saa. **Püsiv ahelreaktsioon saab tekkida ja iseseisvalt areneda ainult ühes uraani looduslikest isotoopidest, nimelt uraanis 235 ning kunstlikes elementides — plutoo-**

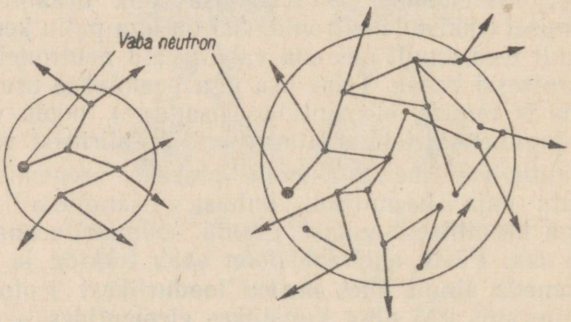
[1] Uraanis sisalduvad lisandid neelavad neutroneid ja võivad sellega jagunemise ahela katkestada.

niumis 239 ja uraanis 233. Looduslikus uraanis, mis koosneb peamiselt uraanist 238, tekib jagunemisprotsess vaid eritingimustes, kui tema tuumi mõjustavad ainult väga kiired neutronid, mille kiirus on üle 10 000 kilomeetri sekundis. Selline kiirus on näiteks termotuumareaktsiooni tagajärjel tekkivatel neutronitel vesinikupommi plahvatamisel.

Tänapäeval on olemas mitut liiki termotuumarelvi, milles on loodud tingimused uraani 238 jagunemiseks. Uusimaks saavutuseks aatomirelva alal on seega võimalus kasutada tuumakütusena uraani 238.

Plahvatusliku iseloomuga reaktsiooni arenemisele avaldab suurt mõju neutronite kadu, mis on seotud nende väljumisega uraanitüki piiridest. Neutronite välisesse keskkonda väljumise tõenäosus suureneb seejuures vastavalt uraanitüki pindala suurenemisega. Kõige väiksem on neutronite kadu juhtudel, kui uraanimassile on antud kera kuju, sest sel juhul on keha pind väikseim.

Ahelreaktsiooni tekkimise ja kulgemise tõenäosus hakkab kasvama ühte tükki koondatud uraani kaalu suurenemisega (joon. 7). Kui ühtsesse massi koondada mitte üks, vaid kaks kilogrammi uraani, siis tõuseb selles tükis isetekkeliste jagunemiste arv viielt kümnele ja mahus ekslevate neutronite hulk 10—15-lt 20—30-ni. Kuna ühes tükis on väga palju aatomeid, siis neutronite koostöö võimalused nendega suurenevad ja teatud kadudele vaatamata muutub ahelreaktsiooni tekkimine palju tõenäosemaks.



Joon. 7. Jagunemiste hulk, mis tekib jaguneva aine erinevates massides (iga punkt vastab jagunemisele)

Liiga väikese uraanihulga korral on neutronite suhteline kadu liiga suur ja ahelreaktsioon katkeb. Teisiti öeldes, plahvatusliku iseloomuga ahelreaktsioon hakkab uraanilaengus kulgema kõigi muude võrdsete tingimuste juures ainult sel korral, kui uraani kogus selles on võrdne nn. **kriitilise massiga**[1] või ületab selle.

Kui ühte tükki koondatud uraani mass osutub kriitilisest väiksemaks, siis plahvatust ei toimu, kui see on aga võrdne kriitilisega või ületab seda, toimub plahvatus iseenesest.

Sünteesireaktsioon. Teatavasti vabaneb raskete tuumade jagunemisreaktsiooni kulgemisel suur hulk tuumasisest energiat, mis sõltub tuumade jagunemise lähte-, jagunevate ja lõppsaaduste nn. seoseenergiast.[2]

Tuumaenergia võib vabaneda nii tuumade jagunemisel kergemateks tuumadeks kui ka kergete tuumade sünteesil raskemateks. Kui näiteks kaks kerget tuuma tõukejõudude toimele vaatamata lähenevad teineteisele kokkupuutumiseni, siis sunnivad võimsad tuumajõud neid silmapilkselt ühinema ja moodustama uue, raskema elemendi tuuma. Sellisel ühinemisel (sünteesil) võib toimuda tuumasisese energia vabanemine. Kui antud sünteesi puhul tekkivate tuumade seoseenergia on reaktsiooni astuvate tuumade seoseenergiast suurem, siis vabaneb energia, mis võrdub lõpp- ja lähtetuumade seoseenergia vahega. Seejuures ületab vabaneva energia hulk tunduvalt energia, mis kulub elektriliste tõukejõudude ületamiseks tuumade lähenemisel teineteisele.

Tuumade sünteesi keerukus on seotud põhiliselt tõukejõudude ületamisega. Näiteks kahe vesinikutuuma lähendamiseks kokkupuutumiseni, millede tõukelaeng on võrreldes teiste elementide laenguga väikseim, on vaja kiirust mitu miljonit meetrit sekundis. Sellise tohutu kiiruse omandavad tuumad ainult kuumutamisel kümnete miljonite kraadideni, mistõttu taolisi kõrgetes temperatuurides kulgevaid sünteesireaktsioone nimetatakse **termotuumareaktsioonideks.**

Juba reaktsiooni nimetus ütleb, et tuumade süntees on

---

[1] Kriitiliseks massiks nimetatakse jagunemisvõimega aine väikseimat hulka, mille juures on võimalik tuumade plahvatuslik ahelreaktsioon.

[2] Aatomituuma seoseenergiaks nimetatakse energiat, mida läheb vaja tuuma tõmbejõudude ületamiseks ja tuuma jaotamiseks teda moodustavateks prootoniteks ja neutroniteks.

võimalik ainult soojuse mõjustusel. On teada, et temperatuuri tõstmisel kulgevad tavalised keemilised reaktsioonid üldreeglina kiiremini. Keemiline reaktsioon ise jätab aga tuuma puutumatuks. Tuuma kiiruse suurendamiseks on vaja tohutut energiakulutust.

Mitmetesse miljonitesse kraadidesse ulatuva temperatuuri juures, mis vastab aatomiplahvatuse temperatuurile, suureneb tuumade kiirus niivõrd, et nad vastastikusi elektrilisi tõukejõude ületades lähenevad teineteisele ja ühinevad. Sellistel kõrgetel temperatuuridel aatomite elektronkatted lagunevad. Temperatuuri tõusule vastavalt suureneb tuumade sünteesireaktsiooni kiirus.

Tänapäeval kasutatakse termotuumareaktsiooniks vesiniku isotoope (deuteeriumi, triitiumi) või liitiumi deuteriidi.[1] Käesoleval ajal viiakse läbi suuri töid termotuumareaktsioonide muutmiseks juhtivateks. Sellised reaktsioonid võimaldavad kasutada sünteesiprotsessis vabanevat energiat energeetiliseks otstarbeks. Tuumade sünteesi juhitavate reaktsioonide teostamise valdkonnas on nõukogude teadlased saavutanud esimesi tulemusi. Need tulemused aga on veel laboratoorsete katsete staadiumis.

Loomulikke termotuumareaktsioone kasutab inimene igapäevases elus. Kogu energia, mida kasutatakse maakeral, tuleneb Päikesel kulgevatest termotuumaprotsessidest.

4. AATOMIMATERJALIDE SAAMISE TÖÖSTUSLIKUD VIISID

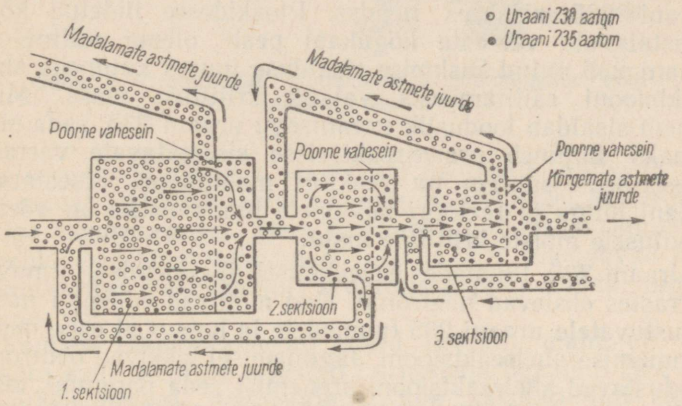
Ainus looduslikes tingimustes eksisteeriv lõhestuv element on uraan 235, mida loodusliku uraani segus leidub tähtsusetult vähe (0,7%). Uraani 235 eraldamine looduslikust segust on väga keeruline. Seepärast on uraani 235 looduslikust segust eraldamise tõhusamate meetodite väljatöötamine üheks tähtsamaks probleemiks. Tänapäeval on omandanud suurima tööstusliku tähtsuse nn. gaasdifusioonmenetlus. Uraani 235 eraldamine sel meetodil toimub vastavates tehastes, kus uraani töödeldakse gaasdifusiooniseadmetes.

Peatume lühidalt gaasdifusiooniseadmete töötamispõhimõttel. Eriliste keemiliste meetodite abil muudetakse metal-

[1] Liitiumi deuteriidiks nimetatakse raske vesiniku (deuteeriumi) ja liitiumi ühendit, mis kujutab endast valget pulbrit.

liline uraan gaasiliseks uraanheksafluoriidiks, mis lastakse läbi tervest seeriast poorsetest, peenimat filtrit meenutavatest vaheseintest.

Uraani 235 aatomite läbimisvõime (difusioon) vaheseinte pooridest on väiksema massiarvu tõttu suurem kui uraani 238 aatomitel, mistõttu toimubki uraani 238 pidev väljafiltreerumine ja uraani 235 järkjärguline rikastumine.



Joon. 8. Gaasdifusiooniseadme põhimõtteline skeem

Gaasdifusiooniseadmes[1] on mitu tuhat filtreerivat sektsiooni (joon. 8). Igas sektsioonis eraldatud uraan 238, mis sisaldab uraani 235 lisandeid, suunatakse edasiseks puhastamiseks tagasi seadme algsektsiooni. Gaasilise segu korduva filtreerimise (kuni 4000 korda) tulemusena saadakse seadmest väljumisel uraan 235, mis sisaldab lisanditena oma looduslikke isotoope tähtsusetul hulgal. Protsessi läbiviimiseks on nõutav täpseim ja keerukaim aparatuur, rohkearvulise torujuhtmestiku hoolikaim monteerimine, erilised kõrgekvaliteedilised materjalid jms. Seepärast on gaasdifusioonitehaste ehitamine jõukohane vaid tehniliselt kõige arenenumatele riikidele.

Kõrvuti uraan 235 gaasdifusioonimeetodil eraldamisega kasutatakse tänapäeval laialdaselt ka muude lõhustuvate elementide (plutooniumi 239 ja uraani 233) kunstlikul teel

[1] Gaasdifusiooniseadmete konstruktsioon on väga keerukas. Käesolevas peatume ainult seadme töötamispõhimõttel.

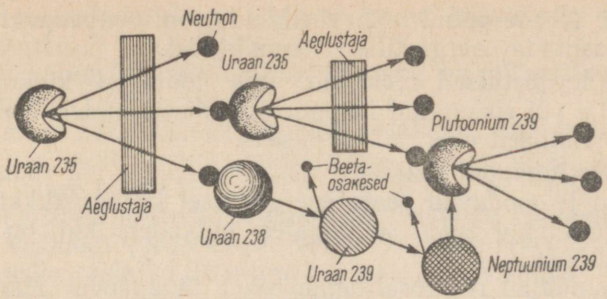
tootmist mittelõhustuvast uraanist 238 ja tooriumist 232. Kunstlikult lõhustuvaid elemente saadakse tööstuslikes kogustes vastavates tehastes. Selliste tehaste põhisisustuseks on uraani 238 ja tooriumi 232 tuumakütuseks ümbertöötavad tuumareaktorid (aatomikatlad).

Uraanireaktorite töötamispõhimõte seisab järgmises. Looduslikust või rikastatud uraanist valmistatud vardad sisestatakse erilisse ehitisse. Varraste kaalu määrab ära uraani 235 sisaldus nendes. Plokkidesse liidetud kõigi sisestatavate varraste kogukaal peab olema selline, et uraani 235 antud keskmise sisalduse juures kujuneks ahelreaktsiooni säilitamiseks vajalik kriitiline mass. Mida vähem sisaldab looduslik uraanisegu uraani 235, seda suuremaks kujuneb uraanireaktorisse sisestatavate varraste mass, seda suurem on reaktori mahutavus. Sisestatava uraani hulga ja reaktori mõõtmete hindamiseks on võetud kasutusele mõiste **kriitiline maht.**

Uraani 235 tuumade isetekkelisel jagunemisel ilmuvad varrastes ekslevad neutronid. Nad mõjuvad edaspidi hästilõhustuvatele uraani 235 tuumadele ja kutsuvad esile nende jagunemise ahelreaktsiooni. Jagunemisel tekkivad neutronid soodustavad ahelreaktsiooni arenemist seda paremini, mida väiksem on nende kiirus. Seepärast kasutatakse reaktorites ahelreaktsiooni aktiviseerimiseks neutronite aeglustajaid (grafiiti või rasket vett), mis pidurdab nende liikumist silmapilkselt. Väga intensiivse aeglustuse tõttu muutub tunduv hulk neutroneid soojuslikeks.[1] Soojuslikud neutronid neelduvad uraani 238 tuumades nõrgalt. Neid haaravad hästi uraani 235 tuumad, mistõttu jagunemisprotsess ei katke. Neutroni haaranud uraani 238 tuumad muunduvad radioaktiivseks uraaniks 239, mille lagunemisel tekib uus radioaktiivne element — neptuunium. Neptuuniumi lagunemise tagajärjel tekib plutoonium 239 (joon. 9).

Jagunemisprotsessis ajaühiku vältel tekkivate neutronite hulka ning järelikult ka ahelreaktsiooni arenemise kiirust reguleeritakse tuumareaktoris kadmiumist ja boorist varrastega. Vastavalt varraste sisestamisele reaktorisse neelavad nad üha suurema osa neutroneid. Neutronite hulga vähenemisel, s. o. ahelreaktsiooni arenemise aeglustumisel, tõmbuvad vardad automaatselt reaktorist välja, suurenda-

[1] Soojuslikeks nimetatakse selliseid neutroneid, mille liikumiskiirus on lähedane molekulide soojuslikule liikumiskiirusele.



Joon. 9. Uraani 238 plutooniumiks muundumise põhimõtteline skeem

des seega reaktsioonist osavõtvate neutronite hulka ja tõstes samal ajal ahelreaktsiooni arenemise kiirust. Neutronite hulga suurenemisel (temperatuuri tunduva tõusmise ja järelikult reaktori vigastumise ohu puhul) sukelduvad kadmiumvardad viivitamatult reaktorisse ja neelavad liigsed neutronid.

Esimese ekspluatatsiooni antud reaktori maht oli ülemäära suur. Sellesse sisestati varrastena ligemale 20 t looduslikku uraani, aeglustajana aga kasutati ligi 650 t grafiiti.

Suure töömahu loomine esimestes reaktorites oli tingitud uraani 235 vähesest sisaldusest looduslikus segus ja tunduvatest neutronikadudest. Hiljem võeti kasutusele reaktorid peegeldajatega, mis suunasid reaktorist väljalendavad neutronid sellesse tagasi. Reaktori mahtu õnnestus vähendada ka grafiidist tõhusama aeglustaja (raske vesi) ja eelnevalt rikastatud uraanisegu tarvituselevõtmisega. Selliste reaktorite töömahu määrab uraani (3 t) ja raske vee (5 t) kaal. Tänapäeval kasutatakse reaktoreid, milles uraan 235 asub lahustatult aeglustajas. Sellised reaktorid on kõige kompaktsemad. Neis ületab uraani 235 hulk harilikult tema sisalduse looduslikus uraanis. Rikastatud uraaniseguga reaktor võib töötada uraani kriitilise massi olemasolul, kui uraanimassi kaal võrdub kõigest mõne kilogrammiga. Tüübist ja konstruktsioonist sõltuvalt eristatakse kolme liiki reaktoreid:

1) **Reprodutseerivad** (muundavad, regeneratiivsed) **reaktorid**, mis töötavad looduslikul uraanil või tooriumil ja toodavad kulutatava uraani 235 asemel kunstlikku tuuma-

kütust. Nende puhul võib ahelreaktsioonis vabanevat soojust kasutada energeetilistel eesmärkidel.

2) **Energeetilised reaktorid,** mis töötavad küllaldaselt puhastel või rikastatud lõhustuvatel materjalidel. On määratud põhiliselt energia tootmiseks.

3) **Paljundajad reaktorid** töötavad puhtal või rikastatud uraanil ja toodavad peale energia veel ka kunstlikku tuumakütust ning seda suuremates hulkades, kui on vaja nende tööks.

Paljundajad reaktorid omandavad tänapäeval üha suurema tähtsuse, sest nad võimaldavad vastavalt reaktori töötamisele saada lõhustuvaid materjale järjest suurenevates kogustes.

Reprodutseerivad reaktorid võivad parimal juhul anda 1 kg «ärapõlenud» uraani 235 asemel 1 kg plutooniumi. Tegelikult aga saab 1 kg-st kulutatud uraanist 235 neutronitekao tagajärjel ainult 0,8 kg plutooniumi. Soodsaimatel juhtudel võib reprodutseerivates reaktorites looduslikust uraanist ära kasutada kõigest 3,5%. Vaesustunud uraani jäätmed on pärast plutooniumi eraldamist edaspidiseks kasutamiseks reaktorites väheefektiivsed.

Erinevalt reprodutseerivatest reaktoritest saadakse paljundajates reaktorites ärakulutatud 1 kg uraani 235 asemel 1,2—1,5 kg plutooniumi. Tuumakütust võib aga saada ka vaesustunud materjalidest uraani 238 või tooriumi 232 peaaegu täielikul ärakasutamisel. Ehituspõhimõttelt ja töötamiselt ei erine paljundajad reaktorid millegagi muud tüüpi reaktoritest, kuid neil on mõningad konstruktiivsed erinevused. Reaktori keskmes asub puhtast uraanist 235 või plutooniumist 239 varras, mida ümbritseb looduslikust või vaesustunud uraanist kest. Aeglustaja sellises reaktoris puudub, mistõttu plutooniumi saamise protsess kulgeb kiiretel neutronitel.

Suurenevates hulkades saadud plutooniumi võidakse edaspidi kasutada lõhustuvate materjalide kulutuse täiendamiseks ja nende kogumiseks. Näiteks kulutades paljundajas reaktoris aasta jooksul 1 t uraani 235 ja 1,5 t uraani 238, muundub uraan 238 reaktsiooni tagajärjel 1,5 t plutooniumiks, uraanist 235 aga saadakse peaaegu 1 t jagunemise radioaktiivseid jääke. Saadud 1,5 t plutooniumist võib 1 t kulutada uraani 238 ümbertöötamise jätkamiseks, 0,5 t aga tuumakütuse varude loomiseks. Sama edukalt nagu uraani 235 võib ka plutooniumi kasutada tooriumi 232

ümbertöötamiseks ning saada seejuures kasvavates hulkades lõhustuvat uraani 233.

Plutooniumi suurehulgaline saamine on võimalik suure võimsusega reaktorites.

Tuumade sünteesireaktsiooniks vajalikke aineid nimetatakse harilikult termotuumakütuseks. Tänapäeval tunneb teadus suure hulga termotuumareaktsioone. Suurimat praktilist huvi aga pakuvad reaktsioonid vesiniku isotoopide — kerge vesiniku (prootiumi), raske vesiniku (deuteeriumi) ja üliraske vesiniku (triitiumi) vahel. Looduslikus vesinikus leidub tavaliselt kaks isotoopi: kerge vesinik — prootium — aatomkaaluga 1 ja raske vesinik — deuteerium — aatomkaaluga 2. Neist esimene moodustab 99,98% looduslikust vesinikust. Loodusliku vesiniku isotoopide segu sisaldab tähtsusetult väikese hulga triitiumi. Teda saadakse kunstlikult liitiumi kiiritamisel reaktoris neutronitega. Liitiumi kasutatakse vesinikurelva laengus triitiumi saamiseks.

Liitiumi puhtal kujul looduses ei esine. Deuteeriumi saamise allikaks on vesi. Praegu tuntakse mitut deuteeriumi tootmise viisi. Neist peamiseks on vee fraktsioneerimine, elektrolüüs ja isotoopilise vahetuse meetod vesinik — vesi. Fraktsioneerimine põhineb sellel, et raske vee keemispunkt on 1,42° võrra kõrgem kui harilikul veel. Seepärast sisaldavad vee destilleerimisel esimesed eralduvad fraktsioonid rasket vett hulga vähem kui viimased fraktsioonid.

Elektrolüüsi-meetod põhineb sellel, et raske vee molekulid jagunevad elektrivoolu mõjul hapnikuks ja vesinikuks (deuteerium) raskemini kui hariliku vee molekulid. See võimaldab luua vees deuteeriumi kõrget kontsentratsiooni.

Lõpuks deuteeriumi saamise kolmas viis põhineb vedela vesiniku destilleerimisel. Teatavasti erinevad kerge vesiniku ja deuteeriumi keemistemperatuurid tunduvalt. Seda asjaolu koos võimalusega saavutada vesiniku suurt lenduvust tema veeldamiseks vajaliku kõrge rõhu juures võibki kasutada deuteeriumi ja raske vee saamiseks. Senini ei ole isotoopilise vahetuse meetodit veel tööstuslikult rakendatud.

Kõik loetletud deuteeriumi saamise viisid nõuavad suurt energiakulu. Deuteeriumi tootmise võimalustest on lihtne aru saada järgmisest näitest: 100 000 t hariliku vee elektrolüüs 50%-lise utmise juures annab 1 t deuteeriumi.

Triitiumi saadakse, nagu juba nimetati, liitiumi 6 pommitamisel neutronite võimsa vooga.

Kui tuumareaktorisse paigutada liitiumi sisaldavaid var-

daid, siis hakkab neis neutronite mõjul tekkima ja kogunema triitium.

Looduslik liitium, millest saadakse triitiumi, kujutab endast isotoopide segu aatomkaaluga 6 ja 7. Kuid liitiumi 6 eraldamine looduslikust segust pole vajalik, sest liitiumi 7 reageerimisvõime neutronitega on nõrk.

Liitiumi tootmine on raskendatud sel põhjusel, et ta on väga aktiivne keemiline element. Termotuumakütusena kasutatavat metalset liitiumi saadakse sulatatud liitiumkloriidi elektrolüüsi teel.

Suurte mahtude ja sünteesireaktsiooni aeglase kulgemise tõttu gaasilistes ainetes pole saadud deuteeriumi ja triitiumi kasutamine gaasina[1] otstarbekas. Deuteeriumi ja triitiumi muutmine vedelikeks on aga kaunis keerukas. Seepärast osutus otstarbekohaseks kasutada mitte puhtaid vesiniku isotoope, vaid nende ühendeid liitiumiga (liitiumi deuteriid), mis on tahked ained.

[1] Tavalistes tingimustes kujutavad deuteerium ja triitium endast gaasilisi aineid.

Teine peatükk

AATOMIRELVA ÜLDISELOOMUSTUS

Aatomirelv on kõige võimsam ründevahend. Aatomipommide purustav ja kahjustav toime ületab suurimate fugasspommide kahjustava toime tuhandeid kordi.

Aatomi- ehk tuumarelvaks nimetatakse relva, mille kahjustav toime põhineb tuumamuunduste tagajärjel vabaneva aatomienergia ärakasutamisel. Käesoleval ajal on olemas kahte liiki aatomirelvi: **plahvatustoimeline aatomirelv ja radioaktiivsed ründeained.**

Plahvatustoimeline aatomirelv rajaneb energia kasutamisel, mis vabaneb aatomiplahvatusel silmapilkselt uraani või plutooniumi aatomituumade jagunemise tagajärjel. Olenevalt laengu ainest nimetatakse aatomipomme vahel ka uraani- või plutooniumipommideks.

Plahvatustoimelise aatomirelva liiki kuuluvad aatomipommid, suurekaliibrilised aatomilaenguga suurtükimürsud (aatomimürsud), tuumakütusega laetud raketid, lennuk-mürsud, torpeedod, miinid ja sügavuspommid.

Plahvatustoimelise aatomirelva teisendiks on termotuuma- ehk vesinikurelv. See relv põhineb tuumasisese energia ärakasutamisel, mis vabaneb heeliumituumade sünteesi tulemusena kergemate elementide tuumadest.

Radioaktiivsed ründeained, mida vahel nimetatakse ka radioloogiliseks relvaks, põhinevad radioaktiivse kiirguse bioloogiliselt kahjustaval toimel inimestele ja loomadele.

Aatomirelv võib leida kasutamist nii lahinguväljal vaenlase vägede kui ka tagala objektide — sõjalise tähtsusega tehaste, tööstusettevõtete, raudteesõlmede, administratiiv- ja tööstuskeskuste vastu.

1. PLAHVATUSTOIMELISE AATOMIRELVA PÕHIMÕTTELINE EHITUS

Aatomipomm. Aatomipommi põhielementideks on aatomilaeng, süütemehhanism ja kere. Aatomilaenguna kasutatakse eriliselt valmistatud uraani 235 (233) või plutooniumi 239.

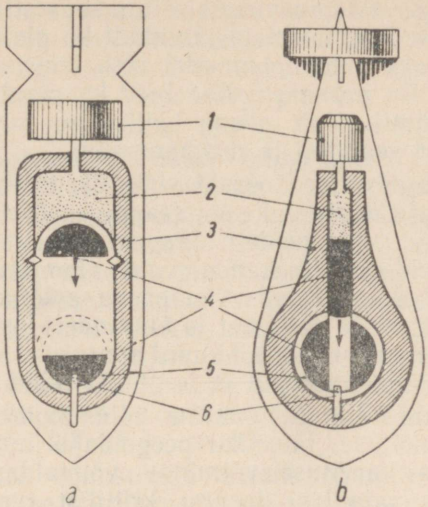
Olenevalt tuumakütuse tükkide kujust ja neutronite peegeldajast võib aatomilaengu suurus kõikuda mõnest kilogrammist kümnete kilogrammideni. Näiteks oli Nagasakile heidetud aatomipommis plutooniumilaengu kaal ligemale 60 kg; ahelreaktsiooni astus laengu ainest umbes 1 kg ja tuumakütuse ärakasutamise koefitsient oli alla 2%. Ülejäänud laengumass, mis ei jõudnud astuda ahelreaktsiooni, aurus ja paiskus plahvatuse tagajärjel laiali. Kaasaegsetes aatomipommides võib tuumakütuse ärakasutamise koefitsient ulatuda mõnekümne protsendini, mille tagajärjel plahvatuse võimsus aatomilaengu väiksema kaalu juures tunduvalt tõuseb.

Aatomipommi laeng koosneb kahest või enamast aatomikütuse osast (neist iga osa on kriitilisest massist väiksem), mis asetsevad üksteisest teatud kaugusel. Plahvatuse teostamiseks ühendatakse need osad kiiresti süüteseadme abil, näiteks harilikust lõhkeainest viskelaengu abil.

Aatomipommi ehituse ja töötamise põhimõte on näidatud joonisel 10, *a*. Terastoru eri otstesse on paigutatud kaks osa uraani või plutooniumi, mille kummagi mass on kriitilisest väiksem. Plahvatuse teostamiseks «tulistab» üks osa viskelaenguga teist. Aatomituumade jagunemise laviinitaoline ahelreaktsioon algab isetekkeliselt niipea, kui tuumalaengu osad puutuvad teineteisega kokku ning jaguneva aine mass ületab kriitilise (ahelreaktsioon tekib vabade (ekslevate) neutronite toimel, mida leidub alati igasuguses uraani või plutooniumi koguses). Ahelreaktsiooni kiirendamiseks on mõnes aatomipommi konstruktsioonis olemas kunstlik neutronite allikas.

On olemas ka teisi aatomipommide ehituse erikujusid. Aatomipommi laeng võib enne plahvatust olla jaotatud mitmeks osaks (joon. 10, *b*).

Välismaise ajakirjanduse andmeil võib jagunevate materjalide ärakasutamise efektiivsust aatomilahingumoonas tõsta implosiooninähtuse (sissepoole suunatud plahvatuse)



Joon. 10. Aatomipommi ehituse põhimõtteline skeem:

a — aatomilaeng koosneb kahest osast; *b* — aatomilaeng koosneb kolmest osast; *1* — süütemehhanism; *2* — viskelaeng; *3* — vastupidav kest; *4* — aatomilaengu osad (plutoonium 239 või uraan 235); *5* — neutronite peegeldaja; *6* — kunstlik neutronite allikas

arvel. Seejuures satub laeng ahelreaktsiooni ajal intensiivse keskendatud rõhu alla, mis ulatub ligemale miljoni atmosfäärini (selline rõhk tekitatakse eriliste laengute abil). Implosiooni põhimõttel loodud aatomirelva nimetatakse «allakriitiliseks», sest sellises aatomilaskemoonas on kriitilist massi tunduvalt vähendatud. Oletatakse, et jaguneva materjali ärakasutamise koefitsienti saab implosiooninähtuse arvel tõsta enam kui 20% võrra.

Aatomipommi süüteseadmel on distantsmehhanism, mis tagab laengu plahvatamise ettenähtud kõrgusel, löögil vastu maad või maa all. Peale selle on aatomipommil või mürsul kaitseseadeldised, mis väldivad nende enneaegset plahvatamist.

Esimeste aatomipommide massiivseimaks osaks, mis tingis nende suurt kaalu, oli aatomilaengut mahutav paksuseinaline teraskere. Viimane oli vajalik selleks, et hoida aatomilaengu osi võimalikult kauem koos ja kind-

lustada sellega tuumakütuse suurima hulga osavõttu reaktsioonist. Kere vastupidavusest sõltus suuresti tuumakütuse ärakasutamise koefitsient ja järelikult ka plahvatuse võimsus. Tänapäeva aatomipommidel võib konstruktsiooni viimistletuse tõttu paksuseinaline kere ka puududa.

Aatomipommil peab olema ballistilise kujuga kere ja muud erilised seadised ja mehhanismid.

Aatomilaengu valmis osasid võib üksteisest eraldatuna alal hoida piiramatult kaua (sadu aastaid). Esimesed aatomipommid, mis heideti Jaapani linnadele, kaalusid 5—8 t ja neid võisid kanda vaid «Lendava kindluse» tüüpi rasked pommitajad. Tänapäeva aatomipommid võivad olenevalt nende ehitusest ja ülesandest kaaluda mõnestsajast kilogrammist mõne tonnini ning neid võivad kanda kerged reaktiivpommitajad ja isegi hävitajad.

Aatomilaengu ehituse edasine täiustamine (keemiliselt puhta tuumakütuse, täiusliku peegeldaja ja võimsa neutronite allika tarvituselevõtmine) võimaldas vähendada plahvatuseks vajalikku laengu kriitilist massi. Suurtüki aatomimürsu või aatomiraketi põhimõtteline ehitus on sama mis aatomipommilgi.

Aatomipommide, -mürskude ja -rakettide tootmise ja maksumuse piirinormid määratakse lõhustuvate materjalide tootmisega.[1]

Aatomipommide võimsuse (kaliibri) määramine. Aatomipommide võimsust määratakse aatomiplahvatusel vabaneva tuumasisese energiaga. Plahvatusenergiat võib hinnata kilokaloritega. Näiteks 1 kg trotüüli plahvatamisel moodustab vabanev energia ligemale 1000 kilokalorit. 1 kg uraani kõikide tuumade jagunemisel vabaneb ligemale 20 miljardit kilokalorit. Sellise energiahulga saamiseks tuleks lõhata 20 000 t trotüüli või põletada 3000 t kivisütt.

Aatomipommi võimsuse (kaliibri) määramiseks võrreldakse selle plahvatuse energiat tinglikult vastava hulga trotüüli plahvatuse energiaga. Näiteks oli Hirošimale heidetud aatomipommi teoreetiliselt väljaarvutatud plahvatusenergia ekvivalentne 20 000 t trotüüli plahvatusenergiaga. Kuid aatomipommi kahjustavat toimet ei saa määrata lihtsalt selle trotüülekvivalendi võrdlemise teel hari-

[1] Välismaa ajakirjanduse andmetel läks ühe aatomipommi valmistamine 1953. aastal maksma ligikaudu 1 miljon dollarit. Käesoleval ajal on lõhustuvate materjalide tootmiskulud tunduvalt alanenud.

like fugass- ja süütepommide kaaluga. Asi on selles, et aatomiplahvatuse tohutu energia eraldub tegelikult ühes punktis ja tema kontsentratsioon kauguse suurenemisel väheneb kiiresti, harilikud lennupommid aga võivad olla heidetud ühtlaselt üle kogu märgi pindala.

Olemasolevatel andmetel vastas näiteks Hirošimale heidetud aatomipommi purustav toime umbes 1500—2000 t (ent mitte 20 000 t) ühtlaselt üle kogu märgi pindala heidetud fugass- ja süütepommide toimele. Oma toimelt on ühe aatomipommi plahvatus linna kohal võrdne umbes mõnesaja raskepommitaja pommirünnakuga.

Aatomirelva täpset liigitust selle võimsuste ja kaliibrite järgi ei ole olemas. USA-s näiteks liigitatakse aatomipomme nende plahvatusjõu ja otstarbe järgi **taktikalisteks** ja **strateegilisteks.** Taktikaliste aatomipommide ja -mürskude trotüülekvivalent moodustab 5 kuni 50 kt, strateegilistel aga 50 kuni 200 kt ja enam.[1]

Mitmesuguse võimsusega aatomipommide plahvatuste kahjustava toime võrdlemiseks on võetud «standardetaloonina» kasutusele nn. nominaalaatomipomm, trotüülekvivalendiga 20 kt trotüüli. Selline võimsus oli aatomipommidel, mis heideti 1945. aastal Jaapani linnadele.

Aatomipommide või -mürskude võimsuse (kaliibri) määrab aatomiplahvatuse trotüülekvivalent, mitte aga nende kaal ja geomeetrilised mõõtmed.

Vesinikupommi mõiste. Vesinikupomm on üks võimalik termotuumarelva liik. Vesinikupommi plahvatamisel vabaneb aatomienergia termotuumareaktsioonis vesiniku isotoopidest heeliumituumade tekkimise tagajärjel (teatavasti kulgeb see protsess ainult väga kõrge temperatuuri juures).

Esimestes vesinikupommides oli põhiliseks tuumalõhkeaineks deuteeriumi segu triitiumiga. Termotuumareaktsioon kutsuti esile mitme miljoni kraadise temperatuuri tekitamise teel hariliku aatomilaengu (aatomipommi) plahvatuse abil, mis oli vesinikupommile detonaatoriks. Esimeste vesinikupommide konstrueerimisel, kus termotuuma-lõhkeainena kasutati deuteeriumi ja triitiumi segu, tekkisid aga tõsised tehnilised ja majanduslikud raskused.

Esimeste vesinikupommide ehitus oli väga komplitseeritud. Nende konstruktsiooni kuulusid vesiniku isotoopide

[1] Kilotonn (kt) võrdub tuhande tonniga.

jahutamise ja kokkusurumise seadmed, aatomilaengu-kujuline termotuuma-detonaator, vastupidav teraskere ja plahvatuse tekitamise mehhanism. Sellise vesinikupommi üldkaal oli mitukümmend tonni. Tohutu kaalu ja suure mahu tõttu ei saanud selline pomm enam olla lahingurelv. Näiteks tuli eksperimentaal-termotuumaseadeldise (kaaluga 60 t) plahvatuse teostamiseks. Ameerika aatomipolügoonil Eniwetok-Bikinis (Marshalli saared Vaikses ookeanis) ehitada terastorn. Selliste vesinikupommide tootmist piiras ka nende liialt kõrge maksumus.[1]

Praegusel ajal võib vesinikupommides põhilise termotuumalaenguna kasutada liitiumi deuteriidi, mille termotuumareaktsioon algab 30—40 miljoni kraadise temperatuuri juures. Neutronite toimel, mis tekivad aatomilaengu (detonaatori) lõhkemisel, muutub liitium osaliselt triitiumiks. Viimane, ühinedes deuteeriumiga, moodustab heeliumi tuumi. Selle termotuumareaktsiooni tagajärjel toimubki tuumaenergia vabanemine.

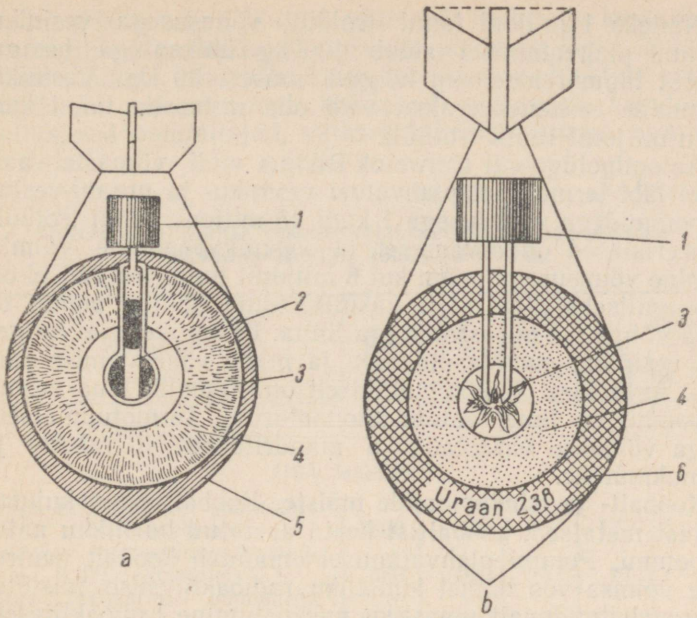
Vesiniku- (liitiumi-) pommi põhimõtteline ehitus on näidatud joonisel 11, *a*. Sellise pommi üldkaal võib olla kuni 10 t, transporteeritakse neid raskepommitajate või ülivõimsate rakettide abil.

Vesinikupommi üheks erikujuks on uraani-vesinikupomm. Selle iseloomulikuks omapäraks on paks mitme tonni raskune metalsest (looduslikust) uraanist 238 kere (joonis 11, *b*). Uraani-vesinikupommi termotuumaplahvatusel vabaneb aatomienergia nii heeliumituumade tekkimise arvel laenguainest (liitiumi deuteriid) kui ka uraani 238 tuumade jaotumise arvel ülikiirete neutronite toimel, mis tekivad termotuumareaktsiooni tagajärjel.

Uraan 238 ei kuulu teatavasti lõhustuvate aatomimaterjalide hulka, sest tema tuumad jagunevad ainult ülikiirete neutronite toimel, mis hariliku aatomiplahvatuse juures peaaegu puuduvad. Antud juhul on tegemist aatomienergia saamise uue moodusega uraani 238 «mittejagunevate» tuumade arvel. Plahvatuse võimsus tõuseb seejuures tunduvalt ja tekib tohutu hulk radioaktiivseid aineid — pommi paksuseinalise uraankesta jagunemise kilde, mis võivad mürgistada õhu ja maastiku mitme tuhande ruutkilomeetri ulatuses.

---

[1] USA ajakirjanduse andmeil maksis 1953. aastal üks kilogramm triitiumi enam kui miljard dollarit.



Joon. 11. Vesinikupommi ehituse põhimõtteline skeem:
a — vesiniku-(liitiumi-)pomm; *b* — uraani-vesinikupomm; *1* — süütemehhanism; *2* — aatomilaeng; *3* — termotuuma-detonaator; *4* — termotuumalaeng (liitiumi deuteriid); *5* — vastupidav kest; *6* — metalsest (looduslikust) uraanist 238 paksuseinaline kere

Vesiniku-(liitiumi-)pommi plahvatuse võimsus võib aatomipommi plahvatuse võimsuse ületada mitusada korda, sest termotuumalaengu (näiteks liitiumi deuteriidi) suurus ei ole kriitilise massiga piiratud. Peale selle vabaneb liitiumi deuteriidi termotuumareaktsiooni puhul, mis kulgeb heeliumituumade tekkimisega, laengumassi ühiku kohta 5—6 korda enam energiat kui uraani või plutooniumi tuumade jagunemisel. Näiteks on 1 kg liitiumi deuteriidi termotuumareaktsioon ekvivalentne 100 000—120 000 tonni trotüüli plahvatusega, 1 kg uraani jagunemisel aga vabaneb 20 000 tonni trotüüliga ekvivalentne energia. Vesinikupommi plahvatamisel ei jõua aga kogu termotuumalaengu mass reageerida ja selle tunduv osa paisatakse õhuruumi laiali. Seepärast määrab vesinikupommi plahvatuse võimsuse termotuumareaktsiooni astunud aine laengu hulk, mitte aga üldkaal.

Näiteks 1 miljoni tonni trotüüli võimsusega vesinikupommi plahvatamisel astub 100 kg üldkaaluga laenguainest tuumareaktsiooni kõigest umbes 10 kg. Vesinikupommide trotüülekvivalent võib olla mitusada tuhat kuni mitu miljonit tonni trotüüli.

Aatomipolügoonil Eniwetok-Bikinis viidi viimastel aastatel läbi termotuumaplahvatusi vesiniku- ja uraani-vesinikupommidega võimsusega 1 kuni 15 miljonit tonni trotüüli. Ameeriklased on arvamusel, et vesinikupommide valmistamine võimsusega enam kui 5 miljonit tonni trotüüli ei ole lahinguliseks otstarbeks kasulik, kuna selline pomm on juba võimeline purustama iga linna. Praegusel ajal kulgeb töö vesinikupommide üldkaalu ja mahu vähendamise suunas. Arvatakse, et põhimõtteliselt on võimalik luua vesinikupommi ka ilma aatomidetonaatorita. Termotuumalaenguga võidakse varustada ka mandritevahelisi rakette ja lennukmürske.

Koobalt- ja tsinkpommide mõiste. Koobaltpomm kujutab endast metalsest koobaltist kesta asetatud harilikku aatomipommi. Pommi plahvatamisel omandab koobalt neutronite võimsa voo toimel kunstliku radioaktiivsuse, mistõttu suureneb tunduvalt maastiku mürgistumine radioaktiivsete ainetega. Peale selle jääb maastik mürgistatuks pikaajaliselt, sest radioaktiivse koobalti poolestusperiood on 5,3 aastat. Koobaltkest võib olla ka vesinikupommil. Koobalti asemel võib vesiniku- või aatomipommi kest olla ka tsingist. Neutronite voo toimel muutub tsink plahvatuse ajal tsingi radioaktiivseks isotoobiks, mis võib esile kutsuda maastiku tugeva mürgistuse. Tsinkkestaga vesiniku-(aatomi-)pommi nimetatakse vahel «tsinkpommiks».

2. AATOMIRELVA KASUTAMISE VAHENDID JA VIISID

Plahvatustoimega aatomirelva võidakse rakendada eriliste lennupommidena, suurekaliibriliste suurtükimürskudena, torpeedodena ja igasuguste lendurita juhitavate vahenditena.

Aatomirelva ründeobjektile toimetamise põhiliseks vahendiks loeti seniajani lennuväge. Aatomipommide heitmiseks võidakse kasutada spetsiaalselt varustatud, suure kiiruse ja lennukaugusega strateegilise ja taktikalise lennuväe lennukeid. Tänapäeva suurekaliibriliste vesiniku- ja aato-

mipommide kandjateks on tõenäoliselt rasked ja keskmised strateegilised pommitajad, mis võivad anda lööke baasist mitme tuhande kilomeetri kaugusel asuvate objektide pihta. Taktikalisi aatomipomme hakkavad nähtavasti kasutama taktikalised pommitajad, väiksekaliibrilisi pomme aga ka hävitajad.

Tabel 1

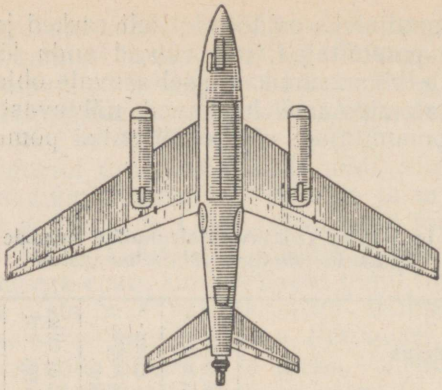
Ameerika ja Inglise reaktiiv-sõjalennukite mõnede tüüpide taktikalis-tehniline lühiiseloomustus

Nimetus	Kiirus km/h	Lennukaugus km	Tegelik lagi km	Tõusukaal t	Pommikoormus t
1	2	3	4	5	6
USA lennukid [1]					
Raske strateegiline pommitaja B-52 «Stratofortress»	1000	12 000	15	170	5 — 30
Keskmine strateegiline pommitaja B-47E «Stratojet»	960	6 000	13	91	4 — 9
Kerge taktikaline pommitaja B-66B	1100	5 000	15	35	2 — 3
Kerge taktikaline pommitaja B-57	960	4 800	15	21	2
Hävitaja-pommitaja F-100A	1300	2 300	16	13	1,8
Inglise lennukid					
Keskmine strateegiline pommitaja «Valiant» B-1	1000	8 000	15	70	5 — 10
Keskmine strateegiline pommitaja «Victor» B-1	1100	8 000	16	74	5 — 10

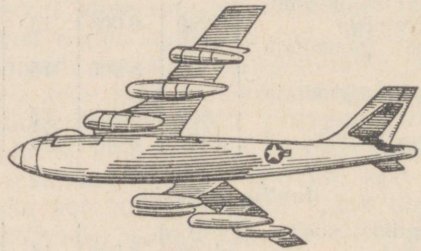
Tabelis 1 on toodud taktikalis-tehniline lühiiseloomustus Ameerika ja Inglise reaktiiv-sõjalennukite kohta, mida võidakse kasutada aatomirelva kandjatena. Lennukite väline kuju on toodud joonistel 12, 13 ja 14.

Inglise sõjalennukite taktikalis-tehnilised andmed on lähedased Ameerika lennukite omadele. Peamine tähelepanu on praegu suunatud pommitus- ja hävituslennukite kiiruse, lennukauguse ja -kõrguse tõstmisele.

[1] Lennukite tegevusraadius on umbes kaks korda väiksem nende maksimaalsest lennukaugusest. Raskete strateegilistel pommitajatel on see umbes 6000 km.



Joon. 12. Kerge taktikaline pommitaja B-66B. Tõusukaal 35 t, maksimaalne kiirus 1100 km/h, lennukaugus üle 5000 km

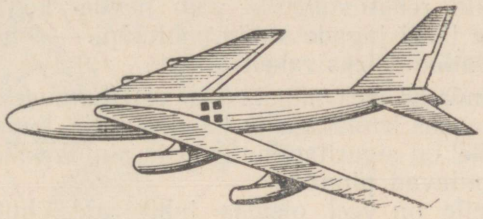


Joon. 13. Keskmine strateegiline pommitaja B-47E «Stratojet». Tõusukaal 91 t, maksimaalne kiirus 960 km/h, tegelik lagi 13—14 km, lennukaugus 6000 km (pommikoormusel 4,5 t)

Strateegilised aatomi- ja vesinikupommid heidetakse üldreeglina suurest kõrgusest (10—15 km), et tagada kandja-lennuki ohutus aatomi- või termotuumaplahvatusel. 10 km kõrguselt langeb pomm umbes 50 sekundit; selle aja jooksul jõuab lennuk eemalduda 10—15 km võrra. Taktikalised aatomipommid heidetakse väiksematest kõrgustest (5—8 km). Ootamatuse saavutamiseks võivad hävitajad-pommitajad läheneda objektile madalamalt ning pärast

väiksekaliibrilise aatomipommi heitmist kiiresti üles söösta (lameda või järsu tõusuga või lahingpööranguga).

Aatomirelva kandjad võivad sooritada rünnakuid objektidele igasugustes meteoroloogilistes tingimustes nii päeval kui öösel, tegutsedes üksikult või samatüübiliste masinate väikeste gruppide koosseisus. Iga objektile läbimurdnud lennuk võib olla aatomipommi kandjaks.



Joon. 14. Raske strateegiline pommitaja B-52 «Stratofortress». Tõusukaal 170 t, maksimaalne kiirus 1000 km/h, tegelik lagi 15 km, lennukaugus 12 000 km (pommikoormusel 4,5 t)

Ent võitluseks vaenlase lennuväega kasutatavad uusimad õhutõrjevahendid raskendavad seda tunduvalt, mõnel juhul aga teevad lennukite läbimurdmise tähtsate objektide juurde hoopis võimatuks. See asjaolu sundis otsima uusi vahendeid aatomirelva objektile toimetamiseks. Ilmusid mitut liiki ja tüüpi suure lennukaugusega, aatomi- või hariliku lõhkeainelaenguga laetud juhitavad reaktiivmürsud.

Laiemas mõistes kujutavad juhitavad mürsud endast mitmesuguseid lennuaparaate, rakette, pomme ja mürske, mille lend toimub õhuruumis lendurita, kusjuures seda juhitakse või korrigeeritakse eriliste mehhanismide ja seadeldiste abil.

Juhitavate lahingumürskude loomine algas juba enne Teist maailmasõda. Sõja lõpul kasutas fašistlik väejuhatus nende mürskude mõningaid mudeleid Inglise linnade rahuliku elanikkonna vastu.

Praegu pööratakse paljudes riikides suurt tähelepanu juhitavate mürskude viimistlemisele. Nii on olemas ja katsetatakse mitut tüüpi juhitavaid mürske, alates õhulahinguks määratud mürskudest, mille kaal on mõnikümmend

kilogrammi ja lennukaugus mõned kilomeetrid, kuni juhitavate lennukmürskude ja kaugelaskerakettideni, mille kaal ulatub kümnete tonnideni ja lennukaugus mitme tuhande kilomeetrini. Enamik mitmetüübilisi juhitavaid mürske on varustatud tahkel (püssirohi) või vedelkütusel töötavate õhu-reaktiiv- või rakettmootoritega.

Vedelkütuse rakettmootorites võib kütusena kasutada näiteks aniliini, hapendajana aga lämmastikhapet.

Juhitavaid reaktiivmürske võib nende konstruktiivsete iseärasuste järgi jagada kahte põhitüüpi — **lennukmürskudeks** [1] ja **ballistilisteks rakettideks.**

Lennukmürske iseloomustavaks välistunnuseks on nende teatav sarnasus lennukiga ja kandepinnad, kuna ballistilistel rakettidel on sigaritaoline kuju ja ainult väikesed noolesaba meenutavad pinnad.

Peale selle on veel olemas juhitavaid õhutorpeedosid, juhitavaid lennupomme ja juhitavaid seniitmürske.

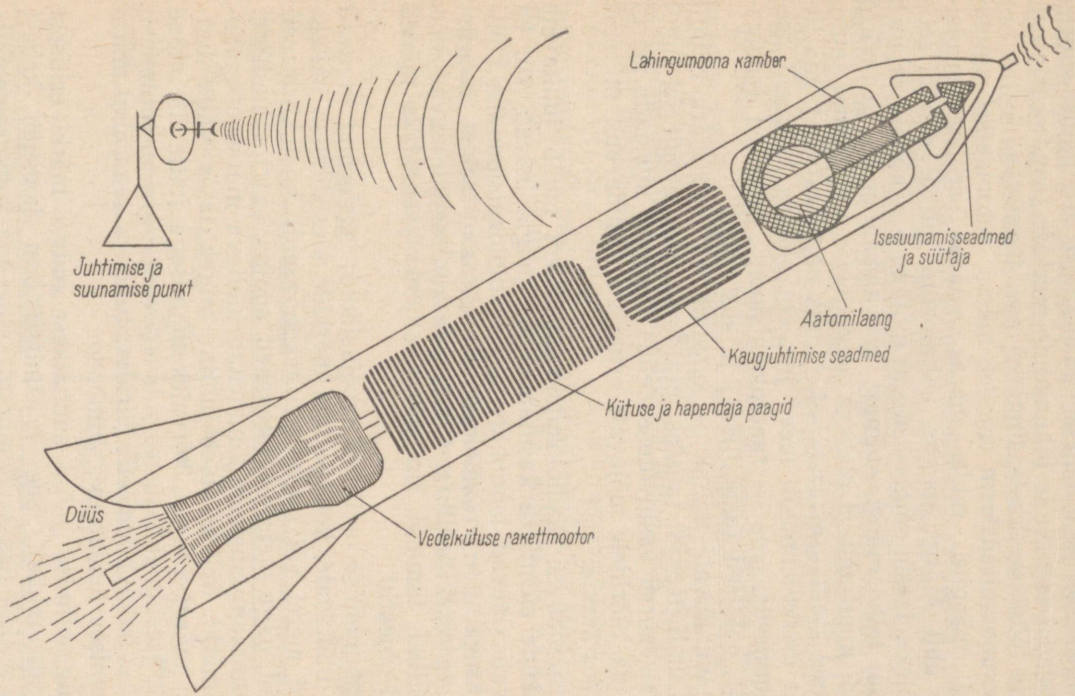
Kõikide juhitavate mürskude peamiseks iseärasuseks, mis eristab neid harilikest suurtükimürskudest ja lennupommidest, on võimalus juhtida nende liikumist lennul objekti suunas, millega tunduvalt suureneb objekti tabamise täpsus. Juhitava raketi ehituse põhimõtteline skeem on näidatud joonisel 15.

Praegusel ajal on mürskude liikumise juhtimise põhiviisideks autonoomne (programmikohane) juhtimine, isesuunamine ja kaugjuhtimine.

Autonoomseks nimetatakse juhtimissüsteemi, mis asub tervikuna mürsus endas ja reguleerib automaatselt selle lendu etteantud suunas ja etteantud kaugusele. Jõudnud sihtkohta, läheb mürsk üle pikeerimisele ja langeb märgile. Autonoomse juhtimissüsteemi puuduseks on mürskude suur hajumine, mis moodustab ligemale ühe protsendi kaugusest. Autonoomse programmjuhtimissüsteemi kõrval kasutatakse kaugtegevusrakettides ka **astronavigatsioonilist juhtimissüsteemi** taevakehade (Päikese, Kuu, eredate tähtede) järgi. Selle juhtimissüsteemi juures ei olene tabamistäpsus mürsu lennukaugusest, kuid sellegipoolest on tabamiseksimused samuti suured.

Autonoomsed juhtimissüsteemid ei demaskeeri mürsku selle lennul ja neil on täiuslik segamiskaitse (lokaliseeri-

[1] Mõnda tüüpi juhitavaid mürske, näiteks lennukmürske, nimetatakse vahel lendurita juhitavateks vahenditeks.



Joon. 15. Juhitava raketi ehituse põhimõtteline skeem

vad vaenlase katsed kutsuda esile juhtimissüsteemi töös häireid ja suunata mürsku märgist kõrvale). Autonoomse juhtimissüsteemiga mürske kasutatakse harilikult suurtel pindaladel asuvate ja liikumatute märkide (raudteesõlmede, suurte tööstuskeskuste, linnade) purustamiseks.

Isesuunamissüsteem rajaneb mürsu automaatsel suunamisel märgile, mida mürsk «näeb» eriliste seadeldiste abil. Märgi suunas väljalastud mürsk «leiab selle ise üles». Isesuunamissüsteemi töötamise põhimõte rajaneb mürsu telje märgi suunast kõrvalekaldumise ja märgi asendi muutumisest oleneva lennujoone muutumise automaatsel kindlaksmääramisel. Mürsk nagu «ajaks taga» liikuvat märki-lennukit, laeva jne. On olemas mitmeid isesuunamissüsteeme — raadiolokatsiooni-, optilised (soojuslikud), helilised (akustilised) jt. süsteemid.

Isesuunduvate mürskude kasutamisel peab märk mingil viisil ümbritsevast taustast eralduma, sest ainult sel juhul suudab mürsu vastuvõtuseadeldis («silm») avastada märgi ja anda tüüridele mõjuvate erimehhanismide abil mürsule vajaliku suuna.

Isesuunamise raadiolokatsioonisüsteem tagab juhitavate mürskude efektiivse kasutamise nii paigalpüsivate kui ka liikuvate (laevad, lennukid), hea raadiolokatsioonilise kontrastsusega, s. o. raadiolokaatori ekraanil selget kujutist andvate märkide pihta. Rahuldava kontrasti annavad suured sillad, tammid, linnahoonete plekk-katused ja mõned muud objektid.

Isesuunamise optilised (soojuslikud) süsteemid tagavad hästi nähtavate, kontrastsete märkide ülesleidmist, näiteks laevad merel või soojus- (infrapunaseid) kiiri kiirgavad märgid, nagu metallurgiatehased, soojuselektrijaamad jne.

Isesuunamissüsteem kindlustab juhitava mürsu otsetabamist märki. Selleks tuleb juhitav mürsk lasta välja ligikaudu märgi suunas, kõrvalekaldumisega mitte üle mõne kraadi. Isesuunamissüsteemide tegevuskaugus on suhteliselt väike — mõne kilomeetri piirides; tunduva vea puhul märki suunamises lendab mürsk mööda.

Kaugjuhtimise puhul suunatakse mürsk märki erilisest komandopunktist. See juhtimissüsteem koosneb kahest osast, millest üks asub mürsul, teine aga komandopunktis (maapinnal, lennukil, laeval). Kaugjuhtimise põhimõte seisab mürsu lennusuuna korrigeerimises või muutmises komandopunktist raadio teel saadetavate signaalide abil.

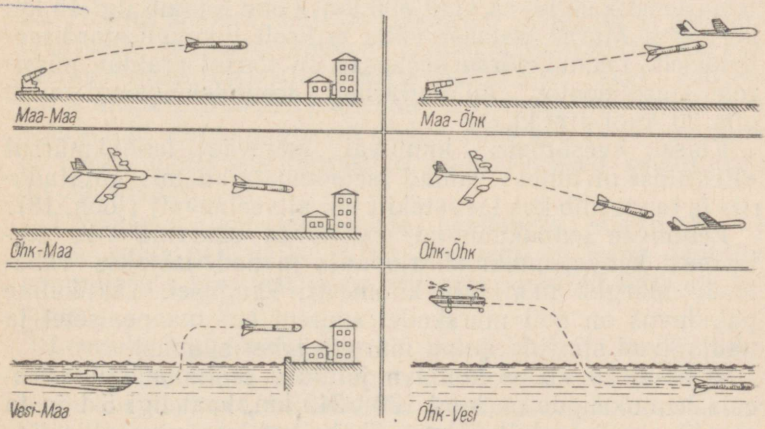
Mürsu asendi pidev määramine märgi suhtes lennu ajal ja määratud suunast kõrvalekaldumise fikseerimine toimub komandopunktis ülesseatud raadiolokaatorite abil. Raadioteel antud signaalid panevad tegevusse mürsku paigutatud erilise aparatuuri, mis pöörab tüüre ja muudab mürsu lennusuunda.

Isesuunamis- ja kaugjuhtimissüsteemi oluliseks puuduseks on nõrk kaitse vaenlase segamistegevuse vastu. Eriti puudutab see isesuunamissüsteeme, mille antennid on suunatud märgile (s. o. vaenlase poole). Kaitseabinõuks isesuunamissüsteemidega varustatud juhitavate mürskude vastu võiksid olla petlikud soojuskiirgajad, petlikud raadiolokatsioonilainete peegeldajad jne.

Erinevatel juhtimispõhimõtetel olevate eeliste ärakasutamiseks võib rakendada kombineeritud juhtimissüsteeme. Nii näiteks mürsu kaugjuhtimine teekonna põhilisel osal kombineeritult isesuunamisega lennujoone lõpul tagab kindlalt märgi tabamise.

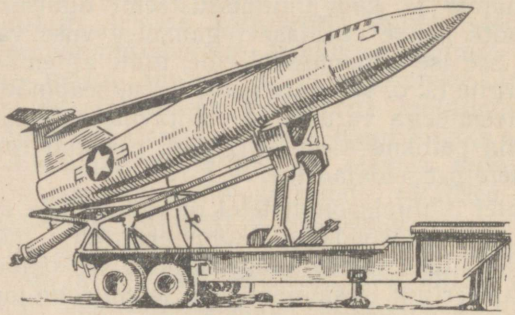
Olenevalt kasutamisviisist ja lahinguülesandest jaotatakse juhitavad mürsud tinglikult klassidesse: «maa-maa», «õhk-maa», «vesi-maa», «maa-õhk», «õhk-õhk», «õhk-vesi» (joon. 16).

Kolme esimese klassi mürske kasutatakse maapealsete märkide hävitamiseks, kolme viimase klassi mürske aga õhu- ja meremärkide hävitamiseks.



Joon. 16. USA juhitavate mürskude klassifikatsioon

Lennukmürsud ja kaugelaskeraketid on määratud löökide andmiseks vaenlase sügavas tagalas paiknevate strateegiliste objektide pihta. Lennukmürsud võivad startida maapealselt stardiseadeldiselt, lennukilt või laevalt (sellele vastavalt eristatakse maapealseid, lennuväe ja laevastiku lennukmürske).



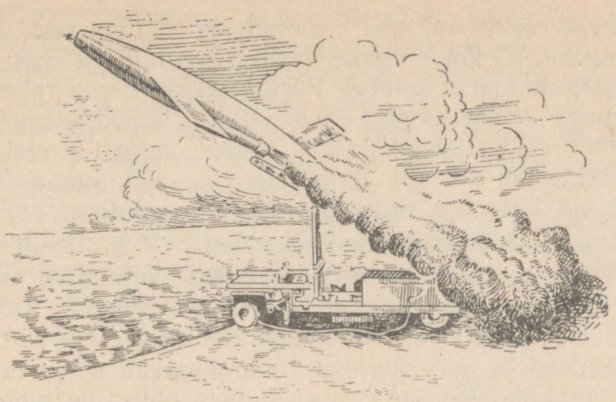
Joon. 17. Lennukmürsk «Matador» stardipositsioonil

Tänapäeva maapealse, «maa-maa» klassi kuuluva lennukmürsu näidiseks võib olla USA relvastusse kuuluv lennukmürsk TM-61 «Matador», mille lennukaal on umbes 6 t (joon. 17). «Matador» arendab kiirust kuni 1000 km/h ja tema lennukaugus on kuni 800 km. Lend toimub ligi 15 km kõrguses. Mürsk lastakse välja eriliselt liikuvalt stardiseadeldiselt. Lennukmürsu sabaosas on tõusul eralduv püssirohu-stardimootor. Aatomilaengu trotüülekvivalent võib olla 20 kuni 100 kt.

Klassi «vesi-maa» kuuluval mereväe lennukmürsul «Regulus» on umbes samad iseloomustajad mis «Matadoril» ja ta stardib kas laevatekilt või allveelaevalt (joon. 18).

Lennuväe lennukmürsud sooritavad suurema osa teekonnast kandelennuki all rippudes ja nad lastakse vabalendu märgist mõnesaja kilomeetri kaugusel. Taktikaline painduvus on neil mürskudel suurem kui maapealsetel ja nad võivad startida antud märgile igast suunast.

«Õhk-maa» klassi kuuluva juhitava lennukmürsu «Rascal» lennukaugus on kuni 160—240 km, kaal ligi 5 t ja ta stardib emalennukilt võimsa õhukaitsesüsteemiga objektide pihta.



Joon. 18. Lennukmürsu «Regulus» startimine laevatekilt

Tähtsate maapealsete märkide hävitamiseks võidakse kasutada ka juhitavaid aatomilaenguga lennuväetorpeedosid. Juhitav lennuväetorpeedo kujutab endast väikese reaktiivmootoriga planeerivat lennuaparaati. Erinevalt lennukmürskudest heidetakse juhitavad torpeedod kandelennukilt suhteliselt väikesel kaugusel objektist (mõnikümmend kilomeetrit).

1956. aastast peale toimuvad USA-s juhitavate mürskude «atlanditrassil», mis kulgeb Florida poolsaarelt (USA) St. Helena saareni (Atlandi ookeani kaguosas), eksperimentaalse mandritevahelise lennukmürsu «Snark» ja eksperimentaalse mandritevahelise ballistilise raketi «Atlas» katsetamised. Mandritevaheliste juhitavate mürskude projekteeritud lennukaugus on umbes 8000 km. Peab mainima, et nende juhitavate mürskude rohkearvulised katsestardid on äpardunud.

Tänapäeva lennukmürskude peamiseks puuduseks on nende suhteliselt väike kiirus (peaaegu ei erine reaktiivpommitajate kiirusest ja on väiksem reaktiivhävitajate kiirusest).

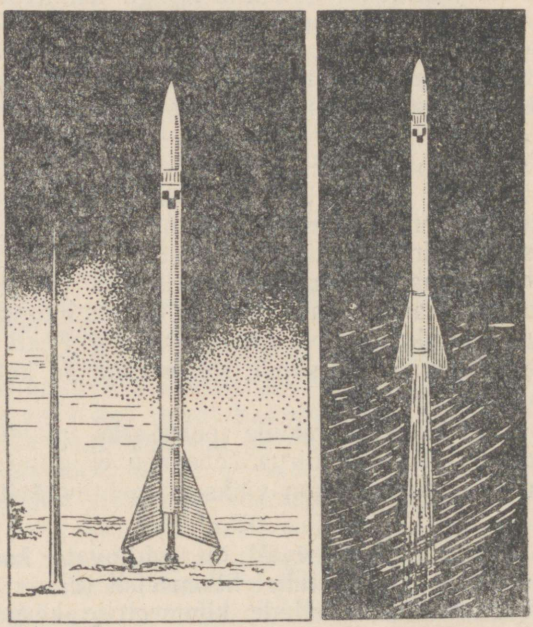
Lennukmürskudest erinevalt on juhitavate kaugelaskerakettide kiiruseks mitu tuhat kilomeetrit tunnis ning nad lendavad kümnete või sadade kilomeetrite kõrgusel, mis äärmiselt raskendab nende kahjutukstegemist.

Kaugelaskerakett kujutab endast vertikaalselt startivat

juhitavat reaktiivmürsku vedelkütusel töötava reaktiivmootoriga. 20—30 km kõrgusel pöörab juhtimissüsteem mürsu järk-järgult märgi suunas. Pärast pööret liigub rakett üles 45° nurga all horisondiga ja arendab vajalikku kiirust. Edasine lend (väljaspool atmosfääri piire) kulgeb inertsi mõjul ellipsikujulisel orbiidil. Rakett langeb maapinnale 45—60° nurga all kiirusega mitu kilomeetrit sekundis.

Esimene lahingu-kaugelaskerakett «V-2» loodi Teise maailmasõja lõpul. See arendas kiirust kuni 5000 km/h ja tema lennukaugus oli kuni 300 km. Praeguste Ameerika rakettide «Redstone» lennukauguseks on üle 600 km.

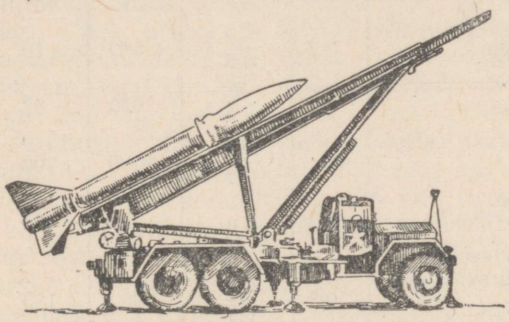
Juhitavad kaugelaskeraketid võimaldavad anda ootamatuid aatomilööke vaenlase igasuguste objektide pihta, mis asuvad sadu ja tuhandeid kilomeetreid rindejoone taga. Raketi stardikohast 500 km kaugusel paiknev objekt võib sattuda aatomiplahvatuse toime alla 8—10 minuti möödumisel pärast raketi starti.



Joon. .19. Juhitav reaktiivmürsk (rakett) «Corporal» stardipositsioonil ja tõusu hetkel

Juhitavate rakettide olemasolevatest tüüpidest tuleks mainida USA armee relvastusse võetud raketti «Corporal» («Kapral», joon. 19). Selle raketi lennukiirus on kuni 3600 km/h ja lennukaugus kuni 120—160 km. Tema stardikaal on 5,4 t, pikkus 12 m. Peab mainima, et stardipositsiooni ettevalmistamiseks ja raketi varustamiseks kütusega kulub peaaegu ööpäev.

Juhitavate reaktiivmürskude kõrval võivad aatomilaengu kandjana leida taktikalistel eesmärkidel kasutamist ka mittejuhitavad reaktiivmürsud, mille lennukaugus on mõnikümmend kilomeetrit. Selliste mittejuhitavate mürskude



Joon. 20. Mittejuhitav reaktiivmürsk (püssirohurakett) «Honest John» stardipositsioonil

näidiseks võiks olla spetsiaalautole monteeritud liikuvalt stardiseadeldiselt startiv Ameerika püssirohurakett «Honest John», mis võib olla laetud hariliku või aatomilaenguga. Raketi üldkaal on 2,7 t, pikkus umbes 8 m, lennukaugus 30—32 km. Lasu ettevalmistamiseks kulub ligemale 2 tundi. Mittejuhitava reaktiivmürsu variandiks on püssirohurakett «Little John», millel võrreldes «Honest Johniga» on väiksem kaal ja mille laskekaugus on kuni 20 km. Põhilised andmed mõnede USA armee aatomirelva näidiste kohta on toodud tabelis 2 (välismaise kirjanduse andmeil).

Teistes suurtes kapitalistlikes riikides (Inglismaa, Prantsusmaa, Lääne-Saksamaa jt.) töötatakse samuti juhitavate ja mittejuhitavate mürskude — aatomirelva kandjate loomisel. Lahinguliistelt omadustelt sarnanevad need näidised sageli Ameerika omadega.

Tabel 2

USA armee mõnede aatomirelva näidiste põhilised andmed

Nimetus	Kaal t	Pikkus m / Läbimõõt m	Maksimaalne		
			kiirus m/sek.	kõrgus km	kaugus km
1	2	3	4	5	6
Maavägedes					
280 mm aatomisuurtükimürsk	0,36	1 / 0,3	780	10	30—32
Mittejuhitav reaktiivmürsk «Honest John»	2,7	7,5 / 0,8	500	10	kuni 32
Juhitav mürsk «Corporal I»	5,4	12 / 0,8	970	42	120
Juhitav mürsk «Redstone»	19	18 / 1,8	1000	200	600
Seniitrakett «Nike-B»	0,5	6 / 0,3	700	23	60
Eksperimentaalne juhitav püssirohumürsk «Sergeant»	0,8	6 / 0,4	2000	180	370
Õhujõududes					
Lennukmürsk «Matador» (klassist «maa-maa»)	6	12 / 1,4	310	15	800
Lennukmürsk «Rascal» (klassist «õhk-maa»)	8	10 / 1,2	830	20	160
Merejõududes					
Lennukmürsk «Regulus»	6	10 / 1,5	300	15	800
Mandritevaheliste mürskude eksperimentaal-näidised					
Lennukmürsk «Snark» (õhujõud)	40	10 / 1,0	1000	15	8000
Juhitav rakett «Atlas» (õhujõud)	100	30 / 2	5000	1300	8000
Rakett «Jupiter» (keskmise tegevusraadiusega)	50	—	3600	500	2400

Peale lennuväe ja juhitavate mürskude võivad aatomi- ja termotuumapommide kandjaiks olla suured juhitavad kõrg-aerostaadid. Sellised aerostaadid on suutelised kandma õhuvoolus 1—2-tonniseid raskusi tuhandetesse kilomeetritesse ulatuvatele kaugustele. Aerostaatide puuduseks on see, et nende lendu ei saa juhtida täpselt määratud märgile. Kuid aerostaatide abil on võimalik toimetada aatomi- ja vesinikupomme vaenlase sügavasse tagalasse ning heita nad alla tähtsast tööstus- või administratiivkeskusest ülelendamise hetkel.

Rindejoone läheduses paiknevate tagalaobjektide pihta võib aatomilööke anda aatomimürskudega tulistav raske-suurtükivägi. USA armee ja NATO väed on relvastatud 280 mm aatomisuurtükkidega, mille laskekaugus on kuni 32 km. Süsteemi kaal rännakkorras on umbes 70 t, aatomimürsu kaal 360 kg, selle võimsus 10—15 kt trotüüli. 280 mm aatomisuurtüki puuduseks on nõrk läbivus- ja manööverdusvõime lahinguväljal. Viimasel ajal toimuvad aatomimürskude katsetused 203 ja 175 mm suurtükkidele, millel on väiksem kaal ja suurem liikuvus.

Tulevikus osutub arvatavasti võimalikuks valmistada aatomimürske ka väiksema kaliibriga suurtükkidele. Oma toimelt asendab üks 10—15 kt võimsusega aatomimürsk 20 000—30 000 tavalist 122 mm fugassmürsku, mille üldkaal moodustab ligemale 600 t. Aatomisuurtükivägi võib tagada aatomilöögi suurima täpsuse.

Kõigi aatomirelva rakendusvahendite (välja arvatud aatomisuurtükid) üldiseks puuduseks on aatomipommide või -rakettide suur hajumine valitud märgi keskmest. Hajumise ulatus juhitavatel reaktiivmürskudel on umbes 1% laskekaugusest. See tähendab, et tulistamisel 100 km kauguselt võib raketi kõrvalekaldumine märgi keskmest ulatuda 1 km-ni, laskekauguse juures 1000 km võib kõrvalekaldumine olla kuni 10 km. Märgi tabamise ebatäpsust ei saa kompenseerida isegi aatomiplahvatuse küllalt ulatusliku kahjustava toimega.

Lennuväel võib tänapäeva kiirüste ja pommide heitmise juures 10 km kõrguselt kõrvalekaldumine ulatuda 500 kuni 1000 meetrini ja rohkem. Seepärast loetakse, et objekti kindlaks tabamiseks ei tohi kahjustuspiirkonna raadius olla väiksem kui pommi või raketi maksimaalselt võimalik kõrvalekaldumine märgi keskmest. Järelikult objekti kindlaks tabamiseks kaugelaskerakettidega tuleb aatomi-

löögi ebatäpsuse kompenseerimiseks kasutada suure võimsusega (mitu miljonit tonni) termotuumalaenguid, millel on suur kahjustusraadius.

Olulist mõju kahjustuse ulatusele avaldab vaenlase aatomirünnaku ootamatus. Ootamatus teeb elanikkonnale võimatuks õigeaegse varjumise ja aatomikaitse abinõude tarvituselevõtmise või raskendab seda. Kõige ohtlikum on selles suhtes aatomisuurtükivägi ja rakettvahendid, mille abil võib anda ootamatuid aatomilööke, sest aatomiplahvatus järgneb mõni minut pärast lasku. Aatomirelva kandjaid lennukeid või lennukmürske võib avastada õigeaegselt, objektist suurel kaugusel; sellistel juhtudel jõutakse tarvitusele võtta vajalikud kaitseabinõud.

Valmistudes aatomisõjaks on Ameerika imperialistid loonud aatomirelvaga varustatud erilisi aatomilahinguüksusi ja -allüksusi. Nendeks on üksikud aatomisuurtükkide, mittejuhitavate ja juhitavate rakettide divisjonid, aatomipomme ja lennukimürske kandvate lennukite eskadrillid. Mõned meresõjalaevastiku laevad on samuti varustatud juhitavate aatomi- või termotuumalaenguga reaktiivmürskudega. Juhitavad mürsud võivad startida ka allveelaevadelt.

Pärast äpardusi mandritevaheliste ballistiliste rakettide loomises pööravad ameeriklased viimasel ajal tõsist tähelepanu nn. keskmise tegevusraadiusega rakettidele, mille lennukauguseks on 2000—2500 kilomeetrit. Sellistest rakettidest võiks nimetada rakette «Thor» ja «Jupiter».

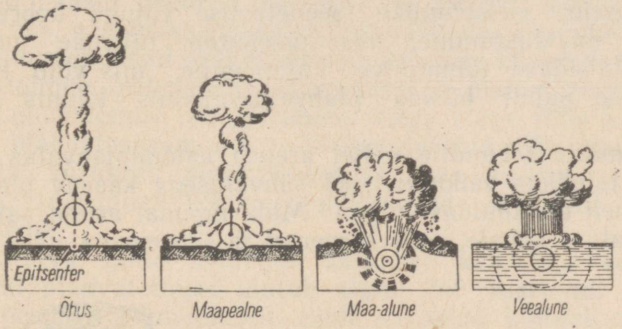
3. AATOMIPLAHVATUSE ISELOOMUSTUS

Aatomiplahvatus erineb põhimõtteliselt tavaliste mürskude ja lennupommide plahvatusest. See erinevus ei seisa üksnes aatomiplahvatusel vabaneva energia võrreldamatult suures hulgas, vaid ka selle energia uue omaduse ilmnemises radioaktiivse kiirguse näol.

Aatomiplahvatus toimub miljondiku sekundi vältel (tuhat korda kiiremini kui trotüüli plahvatus), kusjuures vabaneb tohutu kogus energiat soojuse ja radioaktiivsete kiirguste (läbistava radiatsiooni) näol. Temperatuur tuumareaktsiooni piirkonnas tõuseb silmapilkselt mitme miljoni kraadini, mille tagajärjel laengu aine läheb üle gaasilisse

olekusse. Aatomiplahvatuse gaasikujuliste saaduste rõhk ulatub algul mitme miljardi atmosfäärini.

Aatomiplahvatuse tohutu energia, mis on ekvivalentne kümnete tuhandete tonnide trotüüli plahvatusega, on küllaldane paljude, üksteisest suures kauguses ja mitmekümne-ruutkilomeetrilisel pindalal paiknevate märkide hävitamiseks. Olenevalt objekti iseloomust ja aatomirünnaku ülesandeist (mahasurumine või hävitamine) võib aatomiplahvatus toimuda õhus, maapinna (veepinna) läheduses või maa all (vee all). Sellele vastavalt eristatakse järgmist liiki aatomiplahvatusi (joon. 21): plahvatus



Joon. 21. Aatomiplahvatuste eri liigid

õhus — mõnesaja meetri kõrgusel maa- või veepinnast; **maapealne** plahvatus — mõnekümne meetri kõrgusel maapinnast või vahetult maapinna läheduses; **maa-alune** või **veealune** plahvatus — mõnekümne meetri sügavuses maa all või vee all. Aatomiplahvatusel õhus tulekera ei puuduta maapinda, plahvatusel maa peal aga tekib maapinnal tulepoolkera.

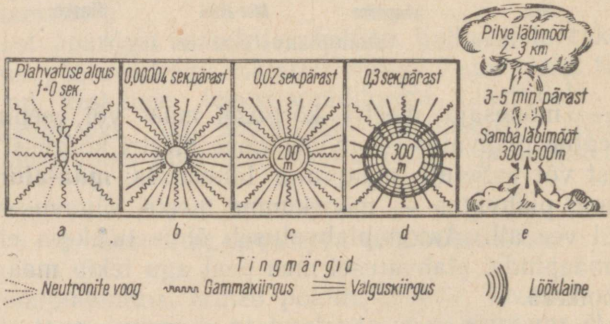
Aatomiplahvatust õhus kasutatakse harilikult linnade ja tööstusobjektide purustamiseks. 20 kt võimsusega pommile on kõige kasulikumaks plahvatuse kõrguseks umbes 600 m. Näiteks plahvatasid sel kõrgusel aatomipommid Jaapani linnade kohal. Suurekaliibrilistel pommidel võib see kõrgus ulatuda 1—2 km-ni. Vastupidavate maapealsete ehitiste, raudteesõlmede, keldrite ja varjendite purustamiseks pannakse toime maapealne plahvatus. Purustuste üldine pindala maapealsel plahvatusel on, võrreldes plahvatu-

sega õhus, 10—20% võrra väiksem, kuid täielike purustuste hulk plahvatuse keskme piirkonnas on suurem.

Maa-alune aatomiplahvatus on rakendatav eriti vastupidavate maa-aluste ehitiste, lennuväljade, maa-aluste tehaste ja ladude purustamiseks.

Aatomipommi plahvatus õhus kulgeb järgmiste välistunnustega: pimestavalt ere sähvatus, mis on nähtav üle 100 km kaugusele. Selle järel kujuneb plahvatuskohas ere, kiiresti üleskerkiv ja suurenev tulekera (mõne sekundi jooksul pärast plahvatust tulekera, jätkates üleskerkimist, jahtub ja muutub kobrutavaks pilveks); tugev, kõuemürinat meenutav heli, mis kostab mitmekümne kilomeetri kaugusele; iseloomuliku seenetaolise kujuga kobrutava pilve moodustumine, mis meenutab tulemäe purset; pinnalähedase tolmupilve kujunemine, mis võib kuiva pinnase puhul püsida plahvatusrajoonis kaunis kaua aega.

Esimeste sekundite vältel areneb aatomiplahvatus peaaegu täielikus vaikuses, sest sähvatusega kaasuv plahvatuse heli on kuuldav hiljem.[1] Mida ligemal asuda aatomiplahvatuse kohale, seda kõrgemal ja suuremana näib tulekera.



Joon. 22. Õhus toimunud aatomiplahvatuse arenemise käik:

a — tuumareaktsiooni piirkonnas tõuseb temperatuur mitme miljoni kraadini ning tekib neutronite ja gammakiirte voog; *b* — ere välgatus, plahvatussaaduste temperatuur ulatub 1 miljoni kraadini, nende rõhk aga 500 000 atmosfäärini; *c* — tulekera moodustumine; *d* — tulekera edasine suurenemine ja lööklaine moodustumine; *e* — aatomiplahvatuse edasine arenemine

[1] 10 km kaugusel 30 sekundi pärast; 20 km kaugusel ühe minuti möödumisel.

Õhus toimunud aatomiplahvatuse arenemise käik on näidatud joonisel 22.

Laengu osade ühinemise hetkel areneb tuumareaktsiooni piirkonnas silmapilkselt mitme miljoni kraadine temperatuur, tekib kuni 20 miljardi atmosfäärini ulatuv rõhk ning võimas neutronite ja gammakiirte voog.

Sekundi murdosa vältel aatomipommi kere ja kõik muud osad aurustuvad.

Plahvatuse gaasitaoliste saaduste temperatuur ulatub 1 miljoni kraadi piiridesse ja rõhk kuni 500 000 atmosfäärini. Sellise kõrge temperatuuri juures kiirgavad hõõguvad gaasid pehmeid röntgeni- ja lühikesi ultravioletkiiri, mis, neeldudes ümbritseva õhu lähedal asuvates kihtides, kuumendavad neid mitmesaja tuhande kraadini. Samal ajal toimub molekulide lagunemine ja plahvatussaaduste ning õhuaatomite ioniseerumine. Väga kõrge rõhu all olevad plahvatussaadused ja ülekuumutatud õhk paisuvad tohutu kiirusega plahvatuskohast igas suunas, surudes kokku ja pannes liikvele ümbritsevad õhukihid. Tekib lööklaine.

Tulekera, mille läbimõõt keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatamisel ulatub algul 200 meetrini, kujuneb peaaegu silmapilkselt. Selle välispind kujutab endast tugevasti kokkusurutud ja surve tagajärjel hõõgumistemperatuurini (umbes 8—10 tuhat kraadi) kuumutatud õhukihti; hõõguvate gaaside temperatuur tulekera sisemuses ulatub mitmekümne tuhande kraadini.

Plahvatuse algusest umbes 0,3 sekundi möödumisel kasvab tulekera läbimõõt kuni 300—400 meetrini. Paisuvate plahvatussaaduste rõhk on ligikaudu võrdne atmosfäärirõhuga ja temperatuur umbes 7—8 tuhat kraadi. Sel hetkel toimub tugevasti kokkusurutud õhupiirkonna lahtirebimine plahvatussaadustest ning moodustub iseseisvalt liikuv sfääriline lööklaine. Tulekera mõõtmete edaspidisel, suhteliselt aeglasel kasvamisel tema pinnatemperatuur ja kiirgamisvõime vähenevad.

Põhjusel, et paisunud hõõguvad plahvatussaadused muutuvad õhust kergemaks, tõuseb tulekera kiiresti üles, kusjuures tõusukiirus võib esialgu olla 100—200 m/sek. Tulekera üleskerkimise tagajärjel tekib selle all õhuhõrendus ja vertikaalne õhuvoolus, mis imeb üles plahvatuspiirkonnas lööklaine poolt õhku tõstetud tolmupilve.

Mõne sekundi pärast muutub üha suurenev tulekera

radioaktiivseks, mitmevärviliseks seenetaolise kujuga kobrutavaks pilveks, mis tõuseb 8—10 minuti vältel 10—15 km kõrgusele. Seejärel hakkab pilv aegamööda kaotama oma iseloomulikku seenetaolist kuju ja hajub tuulega laiali. Pilve mitmetooniline värvus (ülekaalus on punased ja pruunid toonid) on seletatav õhulämmastiku ja gaasiliste plahvatussaaduste hapendumisega kõrge temperatuuri tagajärjel. Vastavalt tõusule kattub pilv valgete niiskusaurudega, mis kondenseeruvad tema ülemises osas ja äärtel. Tõusvad õhuvoolud viivad plahvatusest ülestõstetud tolmuosakesed koos pilvega üles, andes seenekujulise pilve sambale tumeda värvingu; tekivad keerisvoolud (äärtest sissepoole), mis moodustavad mõnel juhul ringi.

Lööklaine, levides mööda maapinda, tõstab üles suure hulga kobrutavat tolmu. Kuival ja lagedal maastikul ning tuulevaikuse korral võib see tolm, kattes suurt maa-ala (läbimõõduga kuni 3—4 km), püsida õhus pikemat aega (kuni 1 tund). Plahvatusel keskmise ebatasasusega maastiku kohal tekib tolmu märgatavalt vähem ja see püsib õhus lühikest aega (10—20 min.). Ka asustatud punktides tõstetakse suurte purustuste tagajärjel üles tolmupilved. Segunedes tulekahjude suitsuga võib see raskendada orienteerumist päästetööde läbiviimisel. Niiske ilmaga ja märja pinnase korral võib tolmu mitte esineda.

Aatomiplahvatuse **põhilisteks kahjustavateks teguriteks on võimas lööklaine, intensiivne valguskiirgus ja läbistav radiatsioon.**[1] Peale selle toimub plahvatusrajoonis maastiku ja õhu radioaktiivne mürgistumine. Aatomipommi plahvatuse tohutu energia jaguneb umbkaudu järgmiselt: lööklaine moodustumiseks umbes 50%; valguskiirgusele umbes 35%; läbistavale radiatsioonile umbes 5%. Ülejäänud 10% energiat vabaneb pärast plahvatust uraani või plutooniumi jagunemissaaduste radioaktiivse kiirgusena.

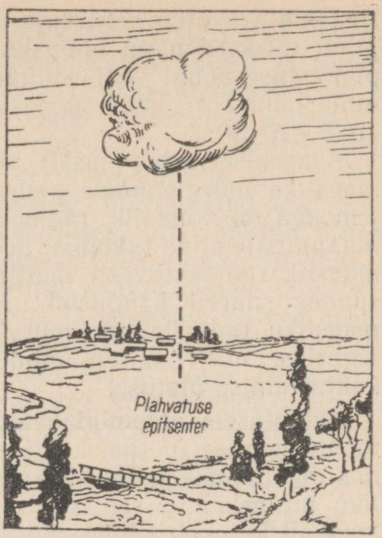
Aatomiplahvatuse kahjustavate tegurite mõju ulatus kaitsmata inimestele ja mitmesugustele ehitistele väheneb vastavalt kauguse suurenemisele plahvatuskohast. Plahvatusel õhus määratakse kahjustava toime raadiused epitsentrist[2] (joon. 23), maa-aluse ja maapealse plahvatuste juures, nende keskmest.

[1] Aatomiplahvatuse kahjustavat toimet on üksikasjaliselt kirjeldatud VII peatükis.

[2] Plahvatuse epitsentriks nimetatakse õhus toimunud plahvatuse keskme projektsiooni maapinnale.

Lööklaine on aatomiplahvatuse üks põhilisi kahjustavaid tegureid. Ta võib tekitada tugevaid purustusi ja vigastada kaitsmata inimesi. Lööklaine moodustub plahvatuse gaasitaoliste saaduste paisumise tagajärjel ja kujutab endast igas suunas kiiresti levivat tugevasti kokkusurutud õhu piirkonda.

Lööklaine otsene toime kutsub esile lahtisel maastikul viibivate inimeste ja loomade põrutusi isegi plahvatuskohast tunduvalt eemal.



Joon. 23. Aatomiplahvatuse epitsenter

Valguskiirgus, mille allikaks on tulekera, mõjub 2—3 sekundi vältel. Ta võib kahjustada kaitsmata inimesi, kutsuda esile mitmesuguste materjalide süttimist ja tulekahjude tekkimist.

Aatomiplahvatuse läbistav radiatsioon kujutab endast neutronite ja gammakiirte voogu. Gammakiirguse kahjustav toime vältab umbes 10 sekundit, neutronite voog aga vaid mõni kümnendik sekundit. Läbistava radiatsiooni toime tagajärjel võib inimestel ja loomadel tekkida spetsiifiline haigus, mida nimetatakse kiiritushaiguseks.

Maastiku radioaktiivne mürgistumine toimub aatomiplahvatuse piirkonnas radioaktiivsete saaduste langemise tagajärjel maapinnale ja radioaktiivsete elementide tekkimisest pinnases neutronite voo toimel.

Aatomiplahvatusel õhus on maastiku mürgistus harilikult väike (inimeste viibimine selles piirkonnas on lubatav kohe pärast plahvatust). Kõrge temperatuuri tõttu reaktsiooni piirkonnas aurustuvad uraani või plutooniumi läbireageerimata osa ja radioaktiivsed jagunemissaadused ning nad kantakse tõusvate õhuvooludega üles.

Maapealse aatomiplahvatusega kaasneb helenduva poolkera moodustumine maapinna läheduses, palju tumedam ja

kestvam heli ning seenekujulise pilve tumedam värvus. Sel juhul tulekera nagu hüppaks maa seest välja. Maapealse plahvatuse puhul võib kujuneda veerjate äärtega lehter, mille läbimõõt ulatub mõnekümne meetrini, sügavus aga on 5—10 m.

Maapealsel (maa-alusel) plahvatusel toimub väga tugev maastiku mürgistumine plahvatuspiirkonna ümbruses, hiljem aga on võimalik radioaktiivsete saaduste langemine maapinnale pilve liikumise teekonnal. Selle tagajärjel võib maastik radioaktiivselt mürgistuda plahvatuskohast tuule suunas suurtel kaugustel. Maapealsel plahvatusel võib maastiku radioaktiivne mürgistumine kujuneda peamiseks teguriks, mis määrab inimeste radioaktiivsete ainetega kahjustumise ulatuse.

Maa-alusele aatomiplahvatusele on iseloomulik pinnase tohutu koguse ülespaiskumine mitme kilomeetri kõrgusele, mis maapinnale langedes katab plahvatuspiirkonnas maastiku mitmekümne sentimeetri paksuse kihiga. Plahvatusel maa all kujuneb lehter, mille läbimõõt ja sügavus olenevad pommi kaliibrist, sügavusest, milles toimus plahvatus, ja pinnase iseloomust (lehtri läbimõõduks keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatamisel maa all arvatakse 300 m, selle sügavus ulatub 30—50 meetrini).

Mida sügavamal maa sees aatomiplahvatus toimus, seda sügavam lehter tekib. Plahvatusel maa all täheldatakse tugevat pinnase võpatust, mis võib purustada sügavustes paiknevaid maa-aluseid ehitisi 400—500 m raadiusega alal. Plahvatuspiirkonnas toimub maastiku väga tugev radioaktiivne mürgistumine. Valguskiirgust ja läbistavat radiatsiooni maa-alusel plahvatusel tegelikult ei esine.

Veealusel plahvatusel ilmub veepinnal eredalt helendav tähn, seejärel toimub vee ülespaiskumine ning kujuneb kiiresti kuni 2—3 kilomeetri kõrguseni tõusev veepiiskadest silindriline sammas, mille läbimõõt ulatub mitmesaja meetrini. Veesamba lagunemisel moodustub nn. **baaslaine**, mis kujutab endast plahvatuskeskmest kiiresti levivat veepiiskadest ja tilkadest koosnevat tihedat pilve. Veepinnal kujuneb rida kontsentrilisi laineid, mille kõrgus plahvatuskoha läheduses ulatub mõnekümne meetrini. Pinnapealsed lained nõrgenevad kiiresti ja 10 km kaugusel nende kõrgus ei ületa 2—4 meetrit. Veealusel plahvatusel moodustub peale selle võimas veealune lööklaine, mis võib tekitada vigastusi pealvee- ja allveelaevadele.

Veealuse plahvatuse põhilisteks kahjustavateks teguriteks on veealune lööklaine, pinnapealsed lained ja tunduvalt nõrgendatud lööklaine õhus. Läbistavat radiatsiooni ja valguskiirgust tegelikult ei esine. Veealuse plahvatuse tagajärjel toimub vee tugev radioaktiivne mürgistumine. Eriti tugev on soolase merevee mürgistumine, mis omandab suure indutseeritud aktiivsuse. Mürgistatud vesi paiskub üles ja moodustab radioaktiivseid pilvi, millest hiljem sajab (suures kauguses) radioaktiivset vihma või lund.

Olulist mõju aatomiplahvatuse kahjustavatele teguritele avaldavad peale plahvatuse liigi ja võimsuse ka veel meteoroloogilised tingimused ja maastiku iseloom. Näiteks tiheda udu, vihma või lumesaju korral nõrgeneb valguskiirguse toime järsult, see-eest aga võib tekkida maastiku palju tugevam mürgistumine radioaktiivsete ainetega, mis langevad koos sademetega alla. Kui plahvatus toimus maastiku kohal, kus on ülekaalus tumedad pinnasetoonid, nõrgeneb teatud määral lööklaine toime valguskiirgusest kuumutatud pinnalähedase õhukihi tiheduse vähenemise tagajärjel. Pinnase iseloomust oleneb kunstliku radioaktiivsuse intensiivsus plahvatuspiirkonnas. Tuule suunas levib lööklaine kaugemale kui vastutuult. Pakasega suureneb teatud määral lööklaine toime õhu suurema tiheduse tõttu. Plahvatusel mägedes avaldab kõrgustike ekraneeriv toime valguskiirguse, läbistava radiatsiooni ja lööklaine levimisele olulist mõju. Kui plahvatus toimub merepinnast suures kõrguses (2—3 tuhat meetrit) asuva maastiku kohal, on lööklaine jõud atmosfääri hõreduse tõttu väiksem, see-eest aga ulatub valguskiirguse ja läbistava radiatsiooni kahjustav toime kaugemale.

Vesinikupommi plahvatusenergia ületab mitmekordselt aatomipommi plahvatusenergia. Sellega kaasneb samuti lööklaine, valguskiirgus, läbistav radiatsioon ja maastiku radioaktiivne mürgistus, kuid tunduvalt suurema võimsusega.

Aatomi- ja vesinikupommid on tohutu purustusjõuga massilise hävitamise relvad. Inimeste oskusliku ja õige kaitse organiseerimine aatomirelva vastu, elamute ja tööstushoonete ning -objektide aatomikaitseks ettevalmistamine ja aatomirünnaku tagajärgede kiire ja oskuslik likvideerimine on võimalik vaid siis, kui meil on olemas põhjalikum ettekujutus aatomiplahvatuse iga kahjustava teguri toime olemusest ja iseloomust (vt. III, IV, V, VI peatükk).

Kolmas peatükk

AATOMIPLAHVATUSE LÖÖKLAINE

1. LÖÖKLAINETE FÜÜSIKALISED OMADUSED

Lööklaine kujunemise käik ning selle toime iseloom on aatomi- ja tavalisel plahvatusel väga sarnased ning erinevad vaid toime ulatuselt. Tavaliste lõhkeainete plahvatuste lööklainete tekkimise, levimise ja toime seadusi võib laiendada ka aatomiplahvatuste lööklainetele.

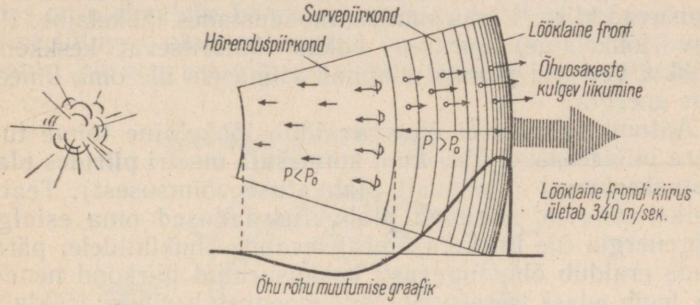
Lööklaine kujutab endast ümbritseva keskkonna (õhu, vee või pinnase) väga tugevat mehaanilist kokkusurumist, milles plahvatuse energia antakse järjest üle ühelt kokkusurutud kihilt teisele. Seejuures on täheldatav osakeste mehaaniline nihkumine teatud kaugusele ja keskkonna struktuurse monoliitsuse häirimine.

Levimise iseloomu ja edasikantava energia poolest erinevad lööklained helilainetest tunduvalt. Lähedane suurtükilask tekitab kuulmisorganites valu või põrutust mitte lasu heli, vaid lööklaine toime tagajärjel. Heli kaasneb igasuguse plahvatusega, kuid plahvatuse kahjustava toime määrab mitte heli, vaid lööklaine. Lööklained omavad tohutut energiat, levivad suurema kiirusega kui heli [1] ja võivad luua kümnetesse ja sadadesse atmosfääridesse ulatuvaid rõhkusid.

Plahvatuse tagajärjel tekib õhus nn. sfääriline (kerakujuline) lööklaine, mis kujutab endast plahvatuskohast igas suunas suure kiirusega levivat, tugevasti kokkusurutud õhu sfäärilist piirkonda. Kokkusurutud õhukiht surub seejuures naaberkihti ja annab sellele rõhu üle; see surub omakorda järgmist õhukihti, ja nii edasi. Peab silmas pidama,

[1] Heli kiirus õhus normaalse atmosfäärirõhu juures on umbes 340 m/sek., vees 1500 m/sek.

et plahvatuskohast levib kiiresti igas suunas survepiirkond, mitte aga õhuosakesed, mis nihkuvad võrdlemisi väikestele kaugustele. Teatud ettekujutuse survepiirkonna levimisest ja õhuosakeste liikumise iseloomust lööklaines annab ehk veduri tõuge vastu vagunite pikka koosseisu. Puhvrite löök kandub kiiresti üle kogu rongi koosseisu, kusjuures iga vagun, analoogiliselt õhuosakesega, liigub edasi ainult mõnekümne sentimeetri võrra.



Joon. 24. Lööklaine struktuur

Survepiirkonna eesserva nimetatakse **lööklaine frondiks.** Lööklaine frondis on tugevasti kokkusurutud õhu rõhk suurim. Lööklaine frondist plahvatuskeskme suunas õhurõhk vähehaaval langeb ning muutub väiksemaks atmosfääri rõhust. Survepiirkonnale järgneb hõrenduspiirkond, milles õhurõhk on väiksem kui häirimata keskkonnas.

Lööklaine struktuur ja keskkonna rõhu muutumise iseloom on näidatud joonisel 24.

Lööklaine levimisele kaasub mehaanilise energia hajumine ja selle muundumine soojusenergiaks. Tugevasti kokkusurutud õhk lööklaine frondis kuumeneb võrdlemisi kõrge temperatuurini; hõrenduspiirkonnas seevastu õhu temperatuur, võrreldes esialgsega, langeb. Lööklaine pind ja liikumapandud õhu hulk suurenevad vastavalt laine ruumilisele levimisele. Selle tagajärjel rõhk laine frondis kiiresti langeb ning laine pikkamööda sumbub. Lööklainega kaasuv tugev heli kostab väga suurtele, lööklaine kahjustava toime raadiust mitmekordselt ületavatele kaugustele.

2. AATOMIPLAHVATUSE LÖÖKLAINE ISELOOMUSTUS

Aatomiplahvatuse iseärasuseks on tohutu energiahulga vabanemine plahvatussaaduste võrdlemisi väikese massi (üldkaalu) juures. Nagu juba näidati, kulub lööklaine moodustumiseks umbes 50% plahvatuse energiast. Mida tihedam keskkond, seda efektiivsem on plahvatusenergia edasikandumine kaugusesse. Aatomiplahvatuse gaasitaolised saadused, mille rõhk ulatub mitme miljoni atmosfäärini, paisuvad kiiresti igas suunas, moodustades lõhkelaine. Paisuv lõhkelaine, surudes kokku ümbritsevat keskkonda (õhku, vett või pinnast), annab viimasele üle oma kineetilise energia.

Aatomiplahvatusel õhus avaldub lõhkelaine toime tulekera piirides, s. o. **ühe- kuni kolmesaja meetri piirides plahvatuskeskmest** (olenevalt plahvatuse võimsusest). Teatud hetkel annavad paisuvad plahvatussaadused oma esialgse liigenergia üle tulekera ümbritsevatele õhukihtidele: pärast seda eraldub õhu tugevasti kokkusurutud piirkond nendest ja levib edasi iseseisvalt. Nii moodustub õhus lööklaine. Lööklainel on tohutu energia ja ta on võimeline tekitama ulatuslikke purustusi plahvatuskohast suurtel kaugustel. **Seega määratakse** aatomiplahvatusel **purustuste maht ja ulatus** rünnatud pindala suuremal osal **mitte lõhke-, vaid lööklaine toime järgi.**

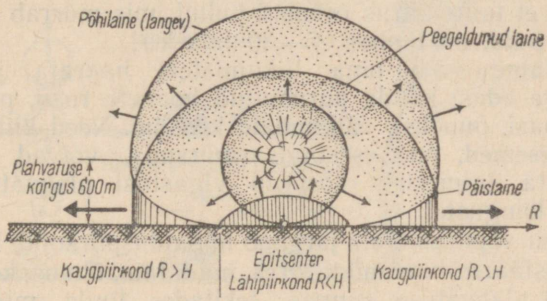
Õhurõhk lööklaines ulatub plahvatuskeskme läheduses kümnete tuhandete atmosfääride. Vastavalt eemaldumisele plahvatuskohast rõhk lööklaine frondis langeb ning lööklaine kahjustav toime vähehaaval nõrgeneb. Tuleb märkida, et vastavalt levimisele atmosfääris kaotavad võimsad lööklained pikkamööda oma frondi terava piiri ning muutuvad õhu väikese ülerõhu ja hõrendusega piirkondadeks. Neid kergesti kokkusurutud õhupiirkondi võib kujutada ette hiiglaslike «õhulainetena», mis analoogiliselt ookeanilainetele on suutelised hääletult levima peaaegu nõrgenemata väga suurtele, mitmetesse tuhandetesse kilomeetritesse ulatuvatele kaugustele. Aatomiplahvatuse heli aga on kuuldav seejuures kõigest mõnekümne kilomeetri kaugusele.

Lööklaine moodustumise ja levimise iseloom sõltub plahvatuse liigist (plahvatus õhus, maapealne, maa-alune või veealune) ja ümbritsevast keskkonnast (õhk, maa või vesi).

Vaatleme iga juhtu eraldi.

Aatomipommi plahvatamisel õhus, mõnesaja

meetri kõrgusel maapinnast, moodustub õhus algul kerakujuline lööklaine, mis levib heli kiirust ületava kiirusega plahvatuskohast igas suunas. Põhi- ehk langeva laine kohtumisel maapinnaga toimub liikuvate õhuosakeste pidurdus ja tekib järsk rõhutõus. Selle tagajärjel moodustub epitsentri piirkonnas nn. **peegeldunud laine**, mille frondis rõhk ületab põhilaine frondi rõhu 2—3 korda. Peegeldunud laine toime avaldub nn. lähipiirkonna ulatuses, mille raadius on plahvatuse kõrgusest väiksem. Kaugpiirkonnas aga, mille raadius on plahvatuse kõrgusest suurem, põhi- ja peegeldunud laine liituvad ning moodustub nn. päislaine, mis levib epitsentri piirkonnast piki maapinda igas suunas. Päislaine



Joon. 25. Lööklaine moodustumine ja arenemine aatomiplahvatusel õhus (maapinna läheduses tekib kõrgendatud rõhkude piirkond)

front meenutab silindri külgpinda; rõhk on siin ühesuguste kauguste puhul plahvatuskohast 4—5 korda suurem kui vabalt levival sfäärilisel lööklainel.

Lööklaine moodustumise ja väljaarenemise iseloom aatomipommi plahvatamisel õhus on näidatud joonisel 25.

Niisiis plahvatamisel õhus kujuneb maapinna läheduses kõrgendatud rõhkude piirkond; kusjuures lähipiirkonnas määrab lööklaine kahjustava toime peegeldunud laine rõhk, kaugpiirkonnas aga päislaine rõhk.

Lööklaine levimise kiirus ületab esialgu heli levimise kiiruse, hiljem aga langeb heli kiiruseni. Epitsentrist 1—1,5 km kaugusele jõuab lööklaine 2 sekundi pärast, 2 km kaugusele 5 sekundi pärast, 3 km kaugusele 8 sekundi pärast jne. Näinud aatomiplahvatuse välgatust, jõuab seega maha heita või peituda lähimasse varju pakkuvasse kohta

ning sellega vähendada lööklaine poolt tekitatavate vigastuste määra või neid sootuks vältida.

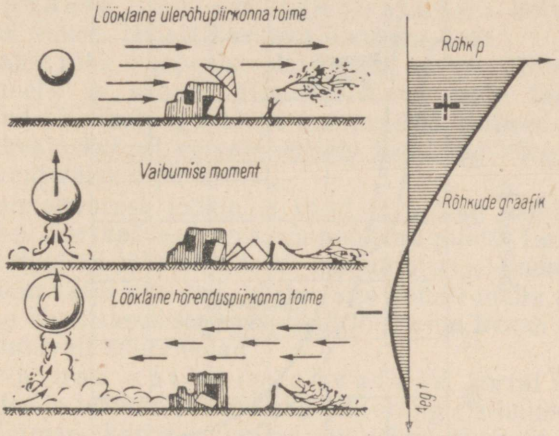
Aatomiplahvatuse lööklaine pikkus, s. o. õhu survepiirkonna paksus, ulatub mitmesaja meetrini, kusjuures lööklaine pikkus tavalise lennupommi lõhkemisel ei ületa 1—2 m. Survepiirkonnas liiguvad õhuosakesed algul. lööklaine frondi järel, kuid rõhu alanemisel jäävad sellest maha, läbides umbes 100-meetrise vahemaa. Plahvatuskohale võrdlemisi lähedastel kaugustel (1 km piirides) on õhuosakeste kiirus üle 100 m/sek., kaugustel üle 2 km umbes 40—50 m/sek. Õhuosakeste kulgeva liikumise tagajärjel tekib survepiirkonnas **õhu kiirusrõhk**, mis ületab orkaani kiirusrõhku mitmekordselt (tuletame võrdluseks meelde, et tuule kiirus orkaani puhul, mis murrab oma teekonnal puid, on umbes 25—30 m/sek.).

Lööklaine võib oma liikumisteel haarata ja suure kiirusega edasi kanda purustatud hoonete rusu, plekitahvleid, klaasi, puuoksi, väiksemaid kive jm. Need kiiresti lendavad esemed, nn. «sekundaarmürsud», võivad tekitada kaitsmata inimestele tõsiseid vigastusi plahvatuskohast suurtel kaugustel.

Õhu survepiirkonnale järgneb hõrenduspiirkond, kus rõhk on atmosfäärirõhust mõnevõrra madalam, õhuosakesed aga liiguvad plahvatuse suunas, tekitades tuule, mis puhub lööklaine liikumisele vastupidises suunas. Vastutuule tekkimist hõrenduspiirkonnas tugevdab plahvatusel moodustunud tulekera tõus, mis imeb hiiglasliku kolvina kaasa õhku. Vastassuunalised õhuvoolud aga siiski purustusi peaaegu ei tekita, sest nende toime jõud on lööklaine toime jõust palju väiksem. Lööklaine toime objektidele ning rõhu muutumine surve- ja hõrenduspiirkondades on kujutatud joonisel 26.

Lööklaine põhiliseks iseloomustajaks, mis määrab tema kahjustava toime, on **kokkusurutud õhu ülerõhk** (atmosfäärirõhust kõrgem), mida harilikult mõõdetakse atmosfäärides (kg/cm² ehk t/m²). Maksimaalne ülerõhk esineb lööklaine frondis; survepiirkonna tagapiiri suunas ülerõhk vähehaaval langeb ning muutub lõpuks võrdseks atmosfäärirõhuga. Keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatamisel õhus on lööklaine maksimaalne ülerõhk epitsentris umbes 3,5 kg/cm² ehk 35 t/m². Vastavalt lööklaine kaugenemisele keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatuse epitsentrist ülerõhk tema frondis kiiresti alaneb; 1 km kaugusel on see umbes 1 kg/cm², 2 km kaugusel umbes 0,3 kg/cm² jne.

Joonisel 27 on näidatud graafiliselt lööklaine ülerõhu muutumine sõltuvalt kaugusest «nominaalaatomipommi» (keskmine kaliiber) plahvatuse epitsentrist. Graafikust nähtub, et plahvatusel õhus on lööklaine rõhk kaugpiirkonnas teatud määral suurem kui maapealsel plahvatusel. Sellest selgub, et õhus teostatud aatomiplahvatuse kahjustav toime haarab suuremat pindala kui maapealsel plahvatusel.



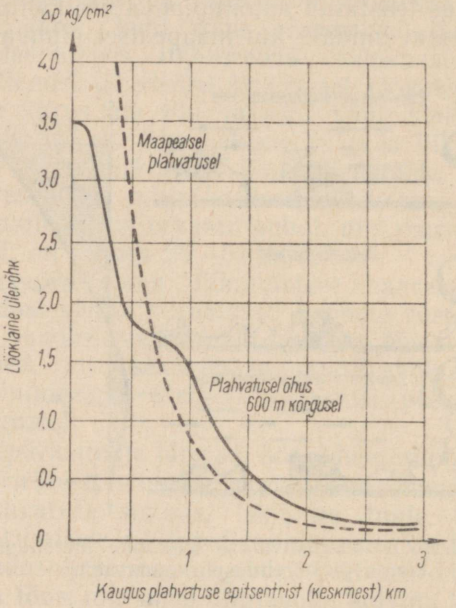
Joon. 26. Aatomiplahvatuse lööklaine ülerõhupiirkonna ja hõrenduspiirkonna toime

Valguskiirguse tugeva kuumendamise tõttu, millega kaasneb niiskuse aurustumine ja rohkearvuliste tulekollete tekkimine, tõuseb maapealse õhu temperatuur mitmesaja ja isegi mitme tuhande kraadini, tema tihedus seejuures aga väheneb. Selle tagajärjel alaneb rõhk lööklaine frondis 1,5—2 korda. See nähtus ilmneb eriti selgesti plahvatusel tumeda varjundiga pinnaste puhul. Lume või heledatoonilise pinnase (liiv) korral nimetatud nähtust ei esine.

Õhus teostatava aatomiplahvatuse soodsaim kõrgus valitakse sellise arvestusega, et oleks tagatud elu- ja tööstushoonete purustus maksimaalsel pindalal. Keskmise kaliibriga pommile on selliseks kõrguseks umbes 600 m, suurekaliibrilisele aga üle 1 km.

Õhk lööklaine frondis kuumeneb kiire ja tugeva kokkusurumise tagajärjel tunduvalt. Näiteks keskmise kaliibriga

aatomipommi õhus plahvatamisel tõuseb õhu temperatuur lööklaine frondis epitsentri piirkonnas, lisaks kuumutusele valguskiirgusest, enam kui 250° C võrra, epitsentrist 500 m kaugusel kuni 150° C võrra ja 1000 m kaugusel kuni 70° C



Joon. 27. Lööklaine maksimaalse ülerõhu muutumine olenevalt kaugusest keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatamisel õhus ja maapinnal

võrra. Kuumenenud õhk võib lisaks valguskiirgusele olla üheks täiendavaks põletuste tekitajaks inimestele.

Lööklaine tähtsaks iseloomustajaks on tema mõjumise kestus, s. o. survepiirkonna liikumise aeg üle antud objekti.

Lööklaine objektile mõjumise aja aatomiplahvatusel määravad lööklaine pikkus ja kiirus ning see on 0,5 kuni 2 sekundit.

Kauguse suurenemisega plahvatuskohast lööklaine pikkus ja mõjumisaeg suurenevad. Kui keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatusel on lööklaine pikkus 500 m

kaugusel umbes 300 m ning mõjumisaeg umbes 0,8 sekundit, siis 1 km kaugusel on lööklaine pikkus üle 400 m, mõjumisaeg aga 1,5 sekundit. Vesinikupommi plahvatusel võib lööklaine pikkus ületada 1 km, tema mõjumisaeg aga 3 sekundit. Tuletame võrdluseks meelde, et 1-tonnise lennupommi plahvatusel on maksimaalne ülerõhk 100 m kaugusel umbes 0,2 kg/cm², lööklaine mõjumisaeg aga vaid mõni sajandik sekundit.

Maapealse aatomiplahvatuse korral on lööklainel suure, järjest kasvava poolkera kuju.

Lööklaine rõhk maapealse plahvatuse keskme lähedal ulatub kümnete ja sadade atmosfääride ni; selle tagajärjel purunevad täielikult iga tüüpi maapealsed ehitised. Vastavalt plahvatuskohast eemaldumisele lööklaine nõrgeneb ja tekitab vaid väikesi purustusi.

Aatomiplahvatuse lööklaine front ei kujuta endast geomeetriliselt korrapärase kera või poolkera pinda. Isegi tasasel maastikul on lööklaine front moonutatud — mõnes suunas rohkem välja veninud, teistes aga kohati maha jäänud. Keskmise ebatasasusega maastikul lööklaine frondi moonutused tunduvalt suurenevad.

Maa-aluse aatomiplahvatuse korral kujuneb suur lehter ja tekivad seismilised piki- ning ristlained. Seismiliste lainete kiirus pinnases on väga suur ja ulatub 5—10 km/sek. Erinevalt lööklainest õhus puudub maa-alusel lööklainel järsult väljendunud front ja rõhk takistusele kasvab pinnases vähehaaval. Maa-aluse lööklaine toime ehitistele sarnaneb tugeva kohaliku maavärina toimega. Maa-alusel plahvatusel moodustub ka õhus lööklaine, mis levib sarnaselt maapealse plahvatuse lööklainega, kuid avaldab kahjustavat toimet tunduvalt väiksematel kaugustel.

Peab tähendama, et õhus leviva lööklaine toimest maapinnale tekivad ka pinnases nõrgad seismilised lained. Seismiliste lainete suure levimiskiiruse tõttu on plahvatuspaigast küllaltki suurel kaugusel tunda pinnase kerget võpatust hulk aega enne, kui jõuab kohale õhus leviv lööklaine.

Veealuse aatomiplahvatuse korral moodustub võimas lööklaine vee all. Aatomipommi plahvatusel tunduvas sügavuses (mõnedkümned või -sajad meetrid) neelduvad valguskiirgus ja läbistav radiatsioon plahvatuskoha lähedastes veekihtides peaaegu täielikult. Valguskiirguse

energia kulub vee aurustamiseks. Paisuv aur tugevdab plahvatussaaduste rõhku ja plahvatuse mehaanilist toimet. Aatomilaengute plahvatamisel vee all muutub kogu plahvatusenergia lõppkokkuvõttes lähimate veekihtide tihendamise ja ümbernihutamise mehaaniliseks tööks. Kuna vesi on suurema tihedusega kui õhk, annab ta plahvatuse mehaanilist energiat kaugustesse üle tunduvalt paremini ja kiiremini. Veealuse plahvatuse lööklaine rõhk ületab sama võimsusega ja samal kaugusel õhus toimunud plahvatuse lööklaine rõhu enam kui sajakordselt. Veealuse lööklaine levimiskiirus võrdub heli levimiskiirusega vees ja on umbes 1,5 km/sek.

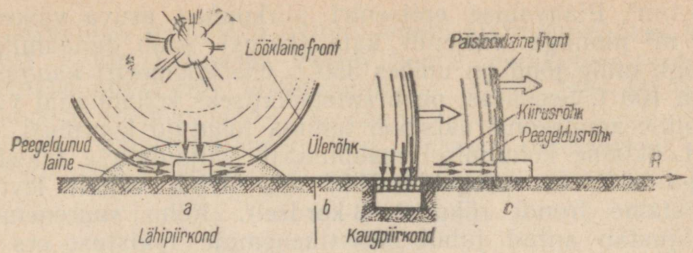
Aatomipommi plahvatamisel mõnekümne meetri sügavuses murravad plahvatussaadused ja veeaurud end veepinnale ja põhjustavad lööklaine moodustumist õhus. Allveelaevadele on eriti ohtlik suures sügavuses (mitusada meetrit) teostatud veealune aatomiplahvatus. Väiksemate sügavuste korral väheneb aatomiplahvatuse mehaanilise toime raadius märgatavalt. Veepinnal kujunenud kõrged lained võivad kaldale joostes tekitada sadamaehitistele ja kaldaäärsetele hoonetele tõsiseid vigastusi.

3. AATOMIPLAHVATUSE LÖÖKLAINE TOIME MITMESUGUSTELE OBJEKTIDELE JA KAITSE PÕHIMÕTTED

Aatomiplahvatuse lööklaine kahjustava toime ulatuse määrab ära tema ülerõhu suurus maapinna läheduses, mis oleneb aatomipommi kaliibrist ning plahvatuse kõrgusest ja kaugusest objektini.

Lööklaine mõju mitmesugustele ehitistele oleneb nende mõõtmetest ja asetusest plahvatuskoha suhtes. Ehitised, mis asetsesid õhus plahvatusel epitsentri piirkonnas, satuvad ülalt langeva ja maapinnalt peegeldunud lööklaine toime alla (joon. 28, *a*).

Kaugpiirkonnas levib lööklaine piki maapinda ja põrgates kokku hoone plahvatuse-poolse seinaga, püüab seda ümber lükata. Sellele seinale mõjub peegeldusrõhu ja õhu kiirusrõhu võrra suurem rõhk (joon. 28, *b*). Külgseinad ja horisontaalkatted alluvad ainult lööklaine ülerõhu mõjule (joon. 28, *c*). Kaugpiirkonnas maasügavuses paikneva varjendi horisontaalkattele mõjub samuti vabalt leviva lööklaine ülerõhk.



Joon. 28. Lööklaine mõju horisontaal- ja vertikaalpindadele sõltuvalt nende asendist aatomiplahvatuse suhtes

Siit selgub, et lööklaine toime mitmesugustele pindadele sõltub nende asetusest lööklaine frondi suhtes. Kui näiteks objekti pind asetseb lööklaine frondiga risti (frondi liikumissuunaga paralleelselt), siis mõjub sellele lööklaine frondi kohalejõudmise hetkel ülerõhu poolt tekitatud koormus. Kui aga pind asetseb lööklaine frondiga paralleelselt (frondi liikumissuunaga risti), siis määravad sellele mõjuva maksimaalse koormuse peegeldusrõhk ja õhu kiirusrõhk. Koormuse suurus ja toime kestus sõltuvad ehitise mõõtmetest ja kujust.

Vaatleme dünaamilise koormuse muutumise kaht äärmist juhtu pindadele, mis asuvad lööklaine frondiga risti [1] ja paralleelselt [2]. Koormuse muutumise suuruse ja iseloomu lähipiirkonna horisontaal- ja vertikaalpindadele määrab maapinnalt peegeldunud laine ülerõhk.

Lööklaine kohalejõudmise hetkel tuleb horisontaalpinnal taluda dünaamilist lööki, mis on võrdeline lööklaine frondi maksimaalse ülerõhuga. Vastavalt survepiirkonna möödumisele langeb rõhk uuesti atmosfäärirõhuni. Survepiirkonna toime vältel (umbes 1 sekund) mõjub horisontaalpinnale keskmine rõhk, mis moodustab maksimaalsest rõhust umbes poole. Lööklaine poolt horisontaalpindadele tekitatava koormuse muutumine on näidatud joonisel 29.

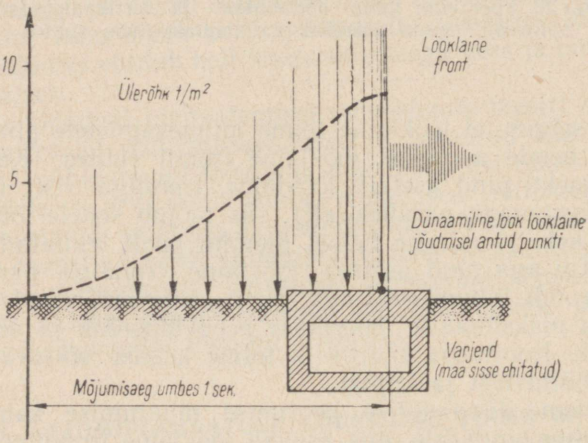
Keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatamisel õhus ulatub lööklaine maksimaalne rõhk epitsentris umbes

[1] Maapealsel plahvatusel kuuluvad nende hulka kõik horisontaalkatted, õhus plahvatusel aga kaugpiirkonnas asuvad horisontaalkatted.

[2] Hoonete ja ehitiste plahvatusepoolsed vertikaalseinad (välja arvatud plahvatuse epitsentris asuvad hooned).

35 t/m². Plahvatuse epitsentri piirkonnas asuva väikese, 10 m² pinnaga varjendi kate (katus) saab dünaamilise löögi, mille jõud on umbes 350 t, ühe kilomeetri kaugusel aga 100 t. Seepärast peab aatomikaitseks kohandatud varjendite kandekonstruktsioon taluma tohutuid koormusi.

Lööklaine kohtumisel maapinnast väljaulatuva takistusega tekib nn. peegeldusrõhk, mis ületab vabalt leviva lööklaine frondi rõhu 2—3-kordselt. Rõhu suurenemist põhjustab antud juhul õhu tihenemine takistuse ees ja



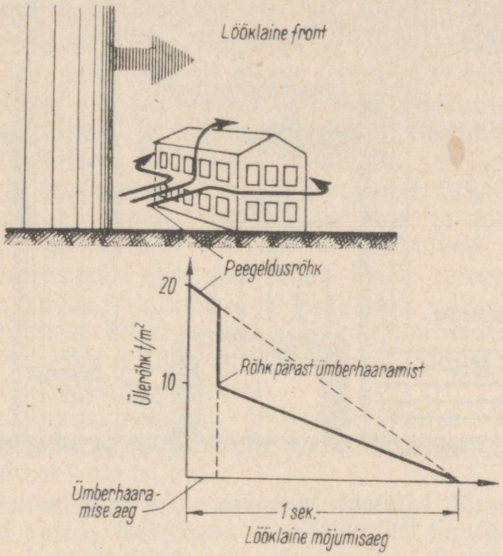
Joon. 29. Lööklaine rõhu muutumise iseloom horisontaalpindadele

survepiirkonnas kulgevalt liikuvate õhuosakeste kiirusrõhk (tuulerõhk). Sellega ongi seletatav lööklaine suur purustav toime objektidele, mis ulatuvad tema liikumisteekonnal maapinnast kõrgemale.

Dünaamilise koormuse muutumine lööklaine toime kestel takistusele sõltub pinna mõõtmetest. Objekti suurte mõõtmete juures saab plahvatuse-poolne pind dünaamilise löögi tekkivast peegeldusrõhust, mis kiiresti langeb [1] (umbes kahekordselt) objekti ümberhaaramise aja vältel. Lööklaine poolt frontaalpinnale tekitatava koormuse muutumine on näidatud joonisel 30.

[1] Rõhu langus tekib takistuste kiire ümberhaaramise tagajärjel laine poolt ja õhu äravoolu tõttu frontaalpinnast.

Keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatusel õhus hoonest 1 km kaugusel mõjub hoone plahvatuse-poolsele seinale lööklaine kohalejõudmise hetkel 20—30 t/m² suurune peegeldusrõhk. Keskmise suurusega hoone lööklainega ümberhaaramise aeg (hoone sukeldumise aeg lööklainesse) moodustab mõne sajandiku sekundist. See-



Joon. 30. Lööklaine mõju plahvatuse-poolsele frontaalpinnale (maja seinale)

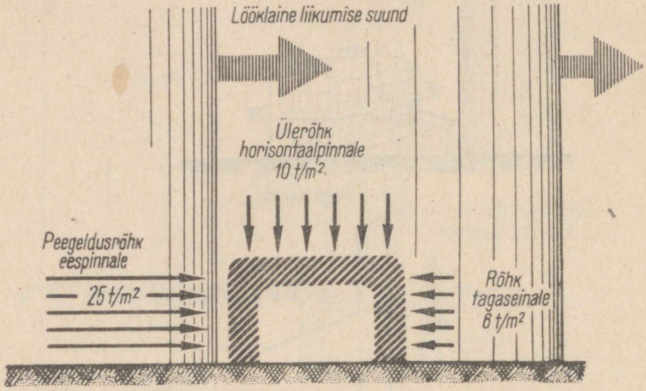
järel väheneb frontaalseinale mõjuv peegeldusrõhk kahekordselt (kuni 10—15 t/m²). Rõhu edasine vähenemine atmosfäärirõhuni toimub survepiirkonna üleliikumise ajal (umbes 1 sekundi jooksul). Järelikult mõjub peegeldusrõhk plahvatuse-poolsele majaseinale ainult mõne sajandiku sekundi vältel.

Maapinnast väljaulatuvate objektide põhilised purustused aga toimuvad õhu kiirusrõhu tagajärjel lööklaine survepiirkonnas (rajutuule tagajärjel).

Lööklaine võib mõjuda mitte üksnes tema liikumisteega piki või risti asuvate mitmesuguste ehitiste ja objektide horisontaal- ja vertikaalpindadele, vaid ka tagaseintele ja siseruumidele. Samuti on lööklainel võime ümber haarata vastaslängude taga (plahvatuskoha suhtes) asuvaid

mitmesuguseid ehitisi ja objekte ning avaldada mõju nende tagaseintele.

Vaatleme lööklaine rõhu muutumist objekti mitmesugustele külgedele, mille geomeetrilised mõõtmed on lööklaine mõõtmetest väiksemad. Sellised objektid sukelduvad lööklainesse peaaegu silmapilkselt ja nende pindadel tekivad erinevad rõhud. Keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatamisel õhus mõjub näiteks epitsentrist 1 km kaugusel asuva maja plahvatusepoolsele seinale maksimaalne



Joon. 31. Lööklaine maksimaalne rõhk ehitise ees-, horisontaal- ja tagapinnale

peegeldusrõhk ca 25 t/m², horisontaalkatetele (katus) ja külgseintele lööklaine frondi maksimaalne rõhk 10 t/m², tagaseinale aga rõhk ca 6 t/m² (joon. 31).

Voolujoonelistele esemetele (postid, vabrikukorstnad, palgid, sildade sõrestikud jms.) on lööklaine purustav mõju märksa väiksem. Voolujoonelistele esemetele mõjub kiirusrõhk, mis on peegeldusrõhust väiksem.

Lööklaine purustava toime vähendamiseks tuleb maapinnast kõrgemale ulatuvate varjendite katted teha ümarad ja veerjad; see kehtib ka kaitsepilude ja muude varjete kattevallide kohta. Palju vastupidavamad aatomikaitse seisukohast on ümarate nurkadega hooned, millel on veerjad, ilma viiludeta ja räästata nelja länguga katused.

Lööklainel on omadus tungida akende, uste ja muude avade kaudu ka ruumidesse. Ruumi sees tekib lööklaine sissetungimise tagajärjel küll väiksem rõhk kui väljas,

kuid see võib siiski esile kutsuda purustusi. Lööklaine sissetungimine toimub peamiselt plahvatuse poole asuvatest akendest ja ustest, väiksemal määral aga ka külg- ja tagaseinte akendest.

Kaitseehitistesse ja keldritesse võib lööklaine tungida sissepääsude, õhukogumiskanalite jne. kaudu. Seepärast tuleb kaitsepilude ja varjendite sissepääsud teha murdelised ja eesvallidega ning kaitsta nad vastupidavate ustega. Õhukogumiskanalid peavad olema varustatud lainesummutusseadmetega, mis takistavad lööklaine sissetungimist.

Maastiku reljeefi ja meteoroloogiliste tingimuste mõju lööklaine levimisele ja toimele. Maastiku reljeef, metsamassiivid ja igasugused kohalikud esemed mõjutavad oluliselt aatomiplahvatuse lööklaine levimist ja toimet. Järsud nõlvad plahvatuse suunas suurendavad lööklaine toime efektiivsust, sest sel juhul tekib peegeldusrõhk. Plahvatuse suunas paiknevatel järskudel nõlvadel tekib lööklaine toimest kõrgendatud rõhkude piirkond. Samal ajal aga järsu nõlva taga on lööklainest põhjustatud rõhk väiksem kui lahtisel maastikul.

Künklikul maastikul on lööklaine toime taganõlvadel isegi väikeste kõrgendike ja kinkude puhul väiksem kui lahtisel maastikul.

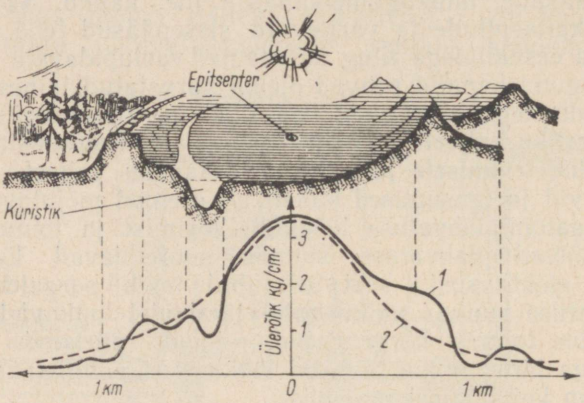
Mägisel maastikul võib aatomiplahvatus toimuda nagu poolsuletud katlas; seejuures võib esineda tunduv kohalik rõhutõus ja kahjustava toime suurenemine, kuigi lööklaine poolt kahjustatav pindala võib mägedes olla tunduvalt väiksem kui lahtisel maastikul.

Tihedad metsamassiivid takistavad lööklaine levimist piki maapinda. Metsa kaitsvad omadused on kõige suuremad maapealse plahvatuse puhul või siis kaugpiirkonnas õhus teostatud plahvatusel.

Metsa sügavuses (vähemalt 100 m kaugusel metsaservast) väheneb lööklaine kahjustav toime märgatavalt. Kuid plahvatuse suunas oleval metsaserval tekib siiski lööklaine rõhu mõningane suurenemine, võrreldes lahtise maastikuga.

Lööklaine levimise teel asuvad kohalikud objektid kaitsevad inimesi ja tehnikat (näiteks õhu kiirgusrõhu eest kaitsevad lööklaine frondiga paralleelsete kõrgendike järsud taganõlvad, raudtee muldvallid, sügavad kuristikud jm.). Väikseim rõhk on seejuures täheldatav järsu taganõlva või järsaku jalamil.

Lööklaine levimisel piki sügavat orgu või lohku tekib peegeldumine järskudelt längudelt, mille tagajärjel õhk tiheneb ning ta rõhk tõuseb ligikaudu poolteist korda. Lööklaine levimine ja rõhu muutumine suure ebatasasusega maastikul on näidatud joonistel 32 ja 33.



Joon. 32. Lööklaine levimine ja rõhu muutumine ebatasasel maastikul:
1 — rõhu muutumise graafik ebatasasel maastikul; *2* — sama tasasel maastikul

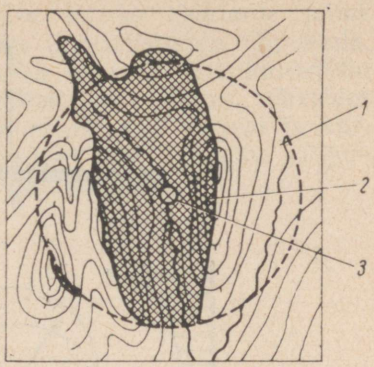
Aatomiplahvatuse lööklaine levimise ja toime omapäraks on, et mõnikord võib täheldada tunduvaid kohalikke rõhutõususid plahvatuskohast väga suurtel kaugustel. See nähtus tekib kindlate tingimuste juures, suurtelt kõrgendikelt või kõrgendike ahelikult peegeldunud lööklainete fokuseerumise (liitumise) tagajärjel. Lööklaine fokuseerumise nähtust võib võrrelda kajaga, kus mitmesugustelt esemetelt peegeldunud heli mõnes kohas ootamatult tugevneb.

Lööklaine rõhk maapinna lähedal võib suureneda ka mõnede meteoroloogiliste nähtuste puhul, näiteks õhu temperatuuri tõusul koos kõrgusega (inversioon) või tugeva tuule puhul maapealses õhukihis.

Atmosfääri inversiooni[1] täheldatakse tavaliselt tuule-

[1] Inversiooniks nimetatakse temperatuuri tõusu maapinna lähedases õhukihis vertikaalsuunas, mille tagajärjel ei esine tõusvaid õhuvoolusid, sest et alumised õhukihid on ülemistest külmemad. Inversiooni puhul suureneb järsult heli kuuldavuse kaugus.

vaiksel varahommikul ja hilisõhtul või udu korral. Neis tingimustes lööklaine rõhk maapinna lähedal teatud määral suureneb. Tugev tuul mõjutab samuti lööklaine levimist ja tugevdab selle toimet (tuule suunas). Lööklaine levimise muutumine sõltuvalt atmosfääri seisundist on näidatud joonisel 34.



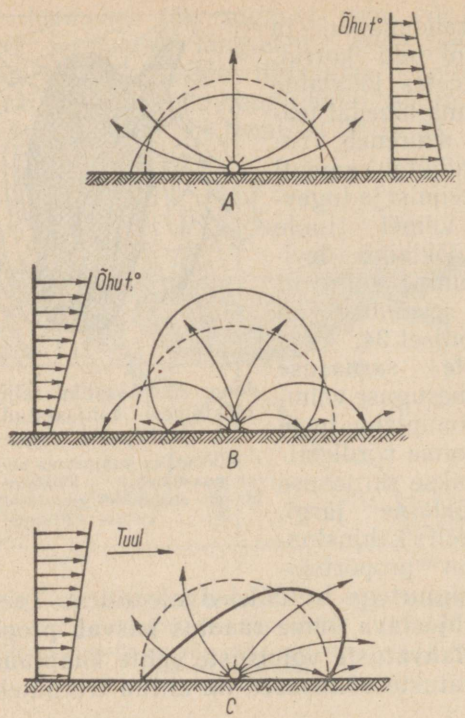
Joon. 33. Maastiku reljeefi mõju lööklainest kahjustatud maa-ala piirjoone kujule:
1 — lööklaine kahjustava mõju piir tasasel maastikul; *2* — lööklaine mõju tegelik piir ebatasasel maastikul; *3* — plahvatuse epitsenter

Plahvatuste sarnasuse seadus. Mitmesuguse võimsusega aatomiplahvatuste kahjustava toime võrdlemiseks kasutatakse sarnasuse seadust lööklaine järgi, mille kohaselt kahjustusraadiused on proportsionaalsed kuupjuurtega trotüülekvivalentidest. Teisiti öeldes, **lööklaine kahjustava toime raadius kasvab proportsionaalselt aatomiplahvatuste võimsuste suhte kuupjuurega,** kusjuures plahvatustē võimsused on antud trotüülekvivalentides, s. o.

$$\frac{R_1}{R_2}=\frac{\sqrt[3]{q_1}}{\sqrt[3]{q_2}} \text{ või } R_2=R_1\sqrt[3]{\frac{q_2}{q_1}}, \qquad (1)$$

kus R_1 ja R_2 on kaugused plahvatuste epitsentritest (keskmeist), millel on täheldatav lööklainete ühesugune rõhk või kahjustav toime, q_1 ja q_2 — plahvatuste trotüülekvivalendid (t või kt).

Sarnasuse seaduse kohaselt kasvab kahjustusraadius aatomiplahvatuse võimsuse 8-kordsel suurenemisel kõigest $\sqrt[3]{8}=2$ korda, võimsuse suurenemisel 1000-kordselt suureneb raadius $\sqrt[3]{1000}=10$ korda. Sarnasuse seadust kasutades on kerge määrata, millisel kaugusel toimuvad ühed või teised kahjustused ja hoonete varisemised mingi teise võimsusega aatomi- või vesinikuplahvatuse puhul, võrrel-



Joon. 34. Lööklaine levimise iseloom sõltuvalt atmosfääri seisundist:
A — atmosfääri konvektsiooni korral (õhu temperatuuri langemisel kõrguse suurenedes); *B* — atmosfääri inversiooni korral; *C* — tugeva tuulega, mis suureneb koos kõrguse suurenemisega

des keskmisekaliibrilise aatomipommiga. Kui on näiteks teada, et aatomiplahvatusel võimsusega $q_1 = 20\,000$ t saavad tellishooned vigastusi kaugusel $R_1 = 3$ km, võib määrata, millisel kaugusel $R_2 = ?$ saavad vigastusi majad vesinikuplahvatusel võimsusega $q_2 = 1\,000\,000$ tonni. Asetades vastavad väärtused valemisse (1), saame:

$$R_2 = 3\sqrt[3]{\frac{1000000}{20000}} = 3\sqrt[3]{50} = 3 \times 3{,}7 = 11 \text{ km}.$$

Põhiliseks inimeste kaitsmise viisiks lööklaine toime eest on varjumine kaitsepiludes ja varjendites. On teada, et isegi lihtne katteta kaitsepilu kaitseb õhu kiirusrõhu toime eest lööklaines ja vähendab selle toimet, võrreldes toimega maapinnal, poolteisekordselt. Kui varjeid ja varjendeid on olemas küllaldasel hulgal, võib lööklaine kahjustav toime inimestele kujuneda minimaalseks.

Neljas peatükk

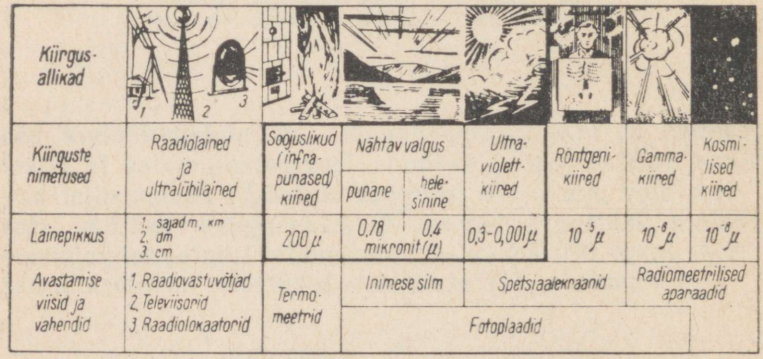
VALGUSKIIRGUS

1. AATOMIPLAHVATUSE VALGUSKIIRGUSE ISELOOMUSTUS

Aatomiplahvatuse üheks kahjustavaks teguriks on intensiivne valguskiirgus. Valguskiirgus võib kutsuda esile naha põletusi ja söestumisi, mitmesuguste materjalide süttimist ja söestumist ning rohkearvuliste tulekahjukollete tekkimist.

Valguskiirgus on üheks kiirgusenergia liigiks, mis kujutab endast elektromagnetilisi võnkumisi või laineid. Sõltuvalt laine pikkusest jaguneb kogu kiirgusenergia spekter raadiolaineteks, nähtavaks valguseks, infrapunasteks (soojuslikeks), ultraviolett-, röntgeni-, gamma- ja kosmilisteks kiirteks (joon. 35).

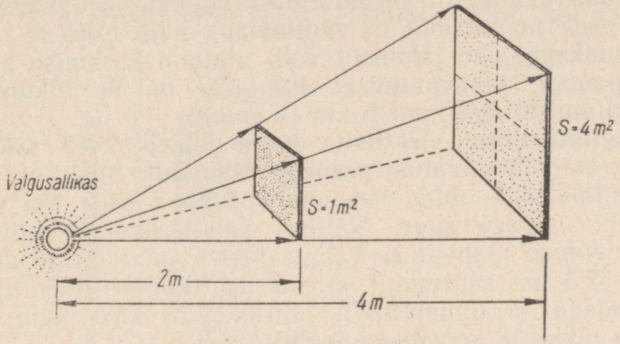
Tegelikult võib arvestada, et valgus levib õhus mõne kilomeetri ulatuses silmapilkselt ja sirgjooneliselt.



Joon. 35. Mitmesugused kiirguste liigid

Läbipaistvas õhus kahaneb valgustustugevus pöördvõrdeliselt kauguse ruuduga. See tähendab, et kauguse suurenemisel kaks korda kahaneb pinna valgustustugevus neli korda (vt. joon. 36).

Õhk osaliselt neelab ja hajutab valguskiirgust. Tolmu, suitsuloori või udu olemasolu õhus suurendab valguse neeldumist ja hajumist tunduvalt.



Joon. 36. Pinna valgustustugevuse muutumine kauguse suurenemisel

Valguse neelduvuse ja hajuvuse ulatus sõltub valguskiirte lainepikkusest. Kui õhus on suitsuvina ja tolmu, neelduvad suuremalt osalt lühikese lainepikkusega kiired (helesinised ja ultraviolettkiired). Punastel ja soojuslikel kiirtel on õhust läbitungimise võime suurem kui helesinistel ja ultraviolettkiirtel.

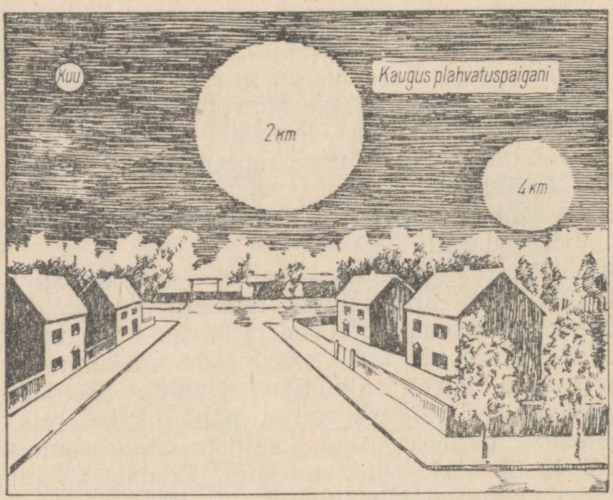
Vaatleme aatomiplahvatuse valguskiirguse tekkimise ja toime füüsikalist pilti.

Aatomiplahvatuse esimesel hetkel tekib kiiresti kaduv ere välgatus, mille järel kujuneb tulekera. Vaatamata gaaside väga kõrgele temperatuurile ja kiirguse tohutule energiale ei kutsu ere välgatus siiski esile tulekahjusid, sest ta vältab vaid mõne sajandiku sekundi. Seepärast on aatomiplahvatuse valguskiirguse põhiallikaks, mis võib esile kutsuda mitmesuguseid kahjustusi, ülekuumenenud gaasidest ja õhust koosnev tulekera. Eredale välgatusele järgnevatel esimestel silmapilkudel (ligemale 0,3 sekundi vältel) muutub tulekera värvus valgest taevassiniseks, seejärel jahenemise käigus (3 sekundi vältel) järk-järgult

helekollaseks, oranžiks ja kirsipunaseks. Tulekera pealispinna temperatuur ulatub kohe pärast plahvatust 8000—10000° C. Kiirgava piirkonna edasisel (võrdlemisi aeglasel) suurenemisel langeb selle temperatuur 1000—2000° C-ni, kusjuures järsult väheneb kiirgamise võimsus. Keskmise kaliibriga aatomipommi õhus plahvatamisel moodustunud tulekera nähtava suuruse üle võib otsustada joonise 37 järgi. Mida kaugemal on plahvatuskoht, seda madalamal ja väiksemana näib tulekera. Tulekera maksimaalne läbimõõt võib ulatuda keskmise kaliibriga pommi plahvatamisel 400—500 m, vesinikupommi plahvatamisel aga kuni 2 km ja enam.

Valguskiirguse efektiivne toime lõpeb 2—3 sekundit pärast aatomiplahvatust **peaaegu täielikult.** Siiski on energia üldine hulk, mida helenduv piirkond selle aja vältel kiirgab, vägagi suur. Näiteks võib keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatuse valguskiirgus sulatada 75 000 m^3 jääd (7,5 ha suurune 1 m paksuse kihiga jääväli) või soojendada ja silmapilkselt aurustada 8000 tonni vett (20 m pikkuste servadega kuup).

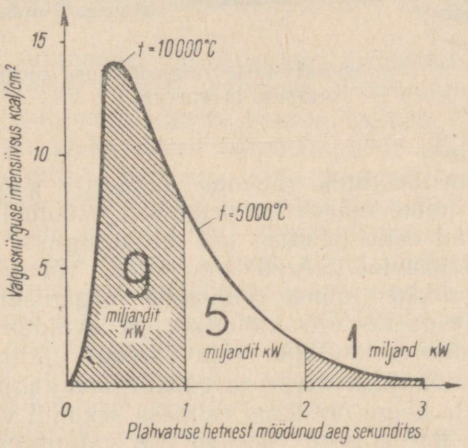
Võrreldes maapinnale langeva päikeseenergiaga ei tundu aatomiplahvatuse valgusenergia kuigi suurena. Näi-



Joon. 37. Keskmise kaliibriga aatomipommi õhus plahvatamisel tekkiva tulekera nähtavad mõõtmed sõltuvalt kaugusest epitsentrini

teks langeb suvel päikesepaistelise päeva vältel maapinna 4 km² maa-alale sama palju päikeseenergiat, kui seda kiirgub aatomiplahvatusel. Kuid aatomiplahvatuse valguskiirgus vältab kõigest 2—3 sekundit, seepärast võib ta kutsuda esile rohkearvulisi tulekahjusid ja tekitada raskeid põletusi.

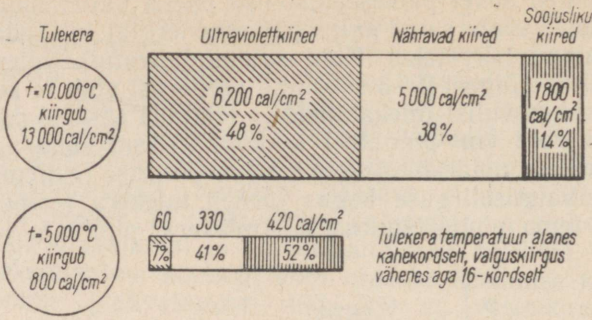
Tulekera 1 cm² pinnalt 1 sekundi jooksul väljasaadetav kalorite hulk määrab tulekera kiirgusvõimsuse (cal/cm² sek). Üldine valguskiirguse kogus oleneb tulekera temperatuurist ja tema pinna suurusest (tulekera pind aja jooksul



Joon. 38. Valguskiirguse energia üldkogus keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatamisel õhus

suureneb, pinna temperatuur aga langeb). Valguskiirguse koguenergia keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatusel moodustab ligemale 6 miljardit kilokalorit või ligikaudu 7 miljonit kilovatt-tundi energiat. Tulekera kiirgamisvõime muutumise iseloom tema helendumise vältel on näidatud joonisel 38. Joonisest on näha, et suurem osa valgusenergiat kiirgub esimesel sekundil pärast plahvatust.

Aatomiplahvatuse valguskiirgus koosneb ultraviolett-, nähtavatest ja infrapunastest (soojuslikest) kiirtest. Kiirguva energia hulk ja spektraalkoosseis aja jooksul muutuvad, olenevalt tulekera temperatuuri alanemisest (joon. 39). Tulekera kujunemise esimesel hetkel moodustavad suurema osa valgusvoost ultraviolettkiired (48%); temperatuuri ala-



Joon. 39. Aatomiplahvatuse valguskiirguse spektraalne koosseis ja energia

nemisega nende hulk väheneb (7%-ni). Valguskiirguse kahjustava toime määravad peamiselt soojuslikud kiired, mis kutsuvad esile põletusi või mitmesuguste materjalide süttimist. Ultraviolettkiired omakorda võivad avaldada väga kahjulikku toimet elavatele organismidele, eriti silmadele (vigastus ultraviolettkiirtest avaldub mitte üksnes välispidise põletusena, vaid silmade üldise haigestumisena). Aatomiplahvatuse valguskiirguse kahjustav toime on inimestele kõige ohtlikum esimese sekundi vältel pärast plahvatust, mil kiirgub suurem osa valgusenergiat. Seepärast on kaitseks valguskiirguse eest väga tähtis jõuda varjuda esimese sekundi vältel (teisel ja kolmandal sekundil suureneb valguskiirguse kahjustav toime vähe).

Aatomiplahvatuse valguskiirguse energiat, mis langeb maa- või objekti pinnale, mõõdetakse valgusimpulssidega[1]. Valgusimpulsside suurus oleneb plahvatuskoha kaugusest, aatomipommi kaliibrist, plahvatuse liigist ja meteoroloogilistest tingimustest.

Valgusimpulsside näitlikud suurused keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatamisel õhus hea nähtavuse tingimustes on toodud tabelis 3.

Võrdluseks peab märkima, et päikesevalguse intensiivsus maakera keskmistel laiustel suvisel keskpäeval ühe sekundi vältel on ligikaudu 0,015 cal/cm², lõunalaiustel aga

[1] Valgusimpulsiks nimetatakse kalorite hulka, mis langeb valgustatud pinna ühele ruutsentimeetrile (cal/cm²) kogu kiirgamisaja vältel (2—3 sekundit).

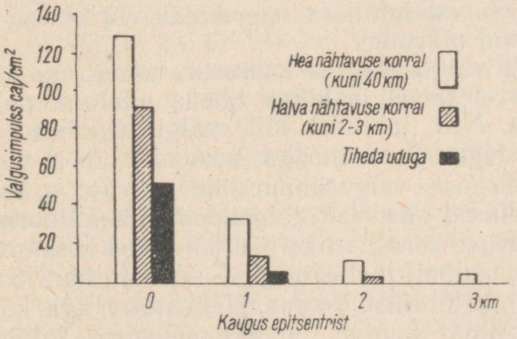
Tabel 3

Kaugus plahvatuse epitsentrist km	0	0,5	1	2	3	5
Valgusimpulsside suurused cal/cm²	130	75	35	10	4	1

umbes kaks korda enam. Kui inimese keha mõjutab ühe sekundi vältel valgusimpulss 0,3 cal/cm², on tunda nõrka valu.

Kauguse suurenedes plahvatuse epitsentrist valgusimpulsside suurus kiiresti kahaneb. Plahvatuse kõrguse vähenemisel valgusimpulsside suurus kasvab. Maapealsel aatomiplahvatusel kasvavad valgusimpulsid plahvatuskoha läheduses tohutult suureks, kuid kaugpiirkonnas (üle 600 m) jäävad väiksemaks kui õhus toimunud plahvatusel, mistõttu on väiksem ka valguskiirguse kahjustava toime raadius. See tuleneb sellest, et maapealsel plahvatusel kulub suurem osa valgusenergiast pinnase sulatamiseks plahvatuse piirkonnas. Peale selle läbib valguskiirgus maapealsel plahvatusel õhu madalamaid kihte ning neeldub seetõttu intensiivsemalt; valguskiirguse neeldumist suurendab lööklainega tõstetud tolm.

Valgusimpulsside suurust mõjutavad oluliselt meteoroloogilised tingimused. Valguskiirguse kahjustav toime ole-

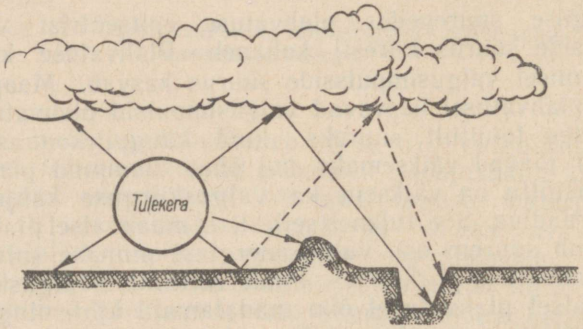


Joon. 40. Valgusimpulsside väärtused keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatusel õhus erinevatel kaugustel epitsentrist, sõltuvalt atmosfääri seisundist

neb õhu läbipaistvusest, mille määrab ära nähtavuse kaugus. Mida väiksem on nähtavuse kaugus, seda enam nõrgeneb aatomiplahvatuse valguskiirgus.

Valgusimpulsside suurus olenevalt atmosfääri seisundist (erinevast nähtavusest) on keskmise kaliibriga aatomipommi õhus plahvatamisel näidatud joonisel 40.

Halva nähtavuse korral väheneb valguskiirguse kahjustuspiirkonna raadius 1,5—2 korda, tiheda udu korral 3—5 korda. Tihe ja hele pilvitus suurendab valguskiirguse toimet valguse peegeldumise tõttu pilvedelt (joon. 41). Neil



Joon. 41. Valguskiirguse levimise ja peegeldumise iseloom pilvituse korral

juhtudel on võimalikud kerged põletused isegi siis, kui inimesed asuvad lahtistes kaevikutes või otsese kiirguse eest varjatud nõlvadel.

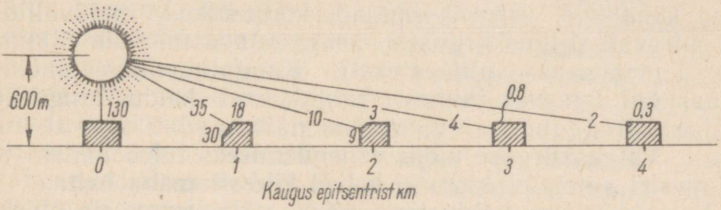
Eriti võib valguskiirguse kahjustav toime suureneda peegelduse arvel talvel ja kõrge tiheda pilvituse puhul ilma sademeteta. Neil juhtudel võib valgusimpulsside suurus, võrreldes selge suvise ilmaga, kasvada 1,5—2 korda.

Valguskiirguse valgusimpulsside suurus ja kahjustava toime raadiused olenevad aatomipommide kaliibrist. Keskmise nähtavuse korral on kerged põletused keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatusel võimalikud kuni 3 km kaugusel, suurekaliibrilise pommi plahvatusel aga kuni 5 km kaugusel. Mida suurem on aatomipommi kaliiber, seda suurem on tulekera ja seda kauem ta helendab. Nii näiteks 10 kt võimsusega aatomipommi plahvatusel on intensiivse valguskiirguse kestus umbes 2 sekundit; 20 kt pom-

mil umbes 3 sekundit ning 100 kt pommil — 5 sekundit. Tulekera helenduse kestuse järgi võib umbkaudu otsustada aatomiplahvatuse võimsuse (kaliibri) üle.

2. VALGUSKIIRGUSE SOOJUSLIK TOIME JA KAITSE PÕHIMÕTTED

Valguskiirguse kahjustav toime avaldub valgustatud pindade kuumenemises, söestumises või süttimises. Valgustatud pinna kuumenemise määr oleneb objektile langeva valgusimpulsi suurusest, pinna värvusest ja kujust, füüsikalistest omadustest ja materjali paksusest. Valgusimpulsi



Joon. 42. Valgusvoo kiirte langemine keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatusel õhus ja objektide horisontaal- ning vertikaalpindadele langevate valgusimpulsside väärtused (cal/cm²)

ühe ja sama väärtuse juures kuumenevad mitmesugused materjalid erinevalt. Hästi poleeritud pinnad peegeldavad kuni 80—90% neile langevast kiirgusest ja kuumenevad tunduvalt vähem kui krobelised. Valged või heledad materjalid peegeldavad suurema osa neile langevaid kiiri, tumedad aga neelavad valgusimpulsi peaaegu täielikult ning süttivad järelikult kiiremini.

Pinna kuumenemine oleneb eseme füüsikalistest omadustest ja paksusest. Punase vase tüki ja samasuguse puutüki pinnad kuumenevad ühest ja samast valgusimpulsist isemoodi. Vase pind kuumeneb õige vähe, sest vase kõrge soojusjuhtivuse tõttu levib soojus kogu mahus. Puu pealispind seevastu kuumeneb tugevasti, sest kogu neelatud valgusenergia kulub ainult õhukese pealiskihi kuumutamiseks. Samal põhjusel kuumenevad õhukesed metallplaadid valgusimpulsist rohkem kui paksud. Pinna kuumenemist mõjutab oluliselt ka pinna kalle valgusvoo suhtes. Valgus-

vooga risti asetsevad pinnad kuumenevad märgatavalt rohkem kui kaldpinnad.

Õhus toimunud plahvatusel langeb valgusvoog lähipiirkonnas maapinnale vertikaalselt või üle 45° nurga all (joon. 42). Seepärast kuumenevad kõik lähipiirkonnas asuvate objektide horisontaalpinnad tunduvalt enam kui vertikaalpinnad. Kaugpiirkonnas langeb valgusvoog maapinnale teravnurga all ja vertikaalpinnad kuumenevad enam kui horisontaalpinnad. Peale selle võib libamisi leviv valgusvoog tungida plahvatuse poole pööratud akende ja avatud uste kaudu ruumidesse.

Maapealsel plahvatusel levib valguskiirte põhiosa maapinnaga peaaegu paralleelselt või langeb sellele väga terava nurga all. Valgusvoo levimist takistavad kõik kõrged kohalikud esemed (majad, kõrgustikud, muldvallid) ja piiravad valguskiirgusest kahjustatava maa-ala ulatust (eriti maapealsel plahvatusel). Kaugpiirkonnas lahtisel maastikul lamavat inimest kahjustavad kaldu langevad valguskiired tunduvalt vähem kui näiteks püsti seisvat inimest. **Valguskiirguse mõju vähendamiseks tuleb** kaitsmata inimestel aatomiplahvatuse hetkel **kiiresti maha heita.**

Valguskiirguse kahjustava toime mitmesugustele objektidele määrab lõppkokkuvõttes kindlaks eseme või objekti valgustatud osa temperatuuri tõus. Nii näiteks valgusimpulsi 10 cal/cm² puhul kuumeneb paksu rauatüki valgustatud pind 40—50° C, katusepleki leht 100° C, hele puidupind (uued lauad) 600—1000° C, tellise pind 500° C jne. Seejuures kuumeneb vaid materjali õhuke pealmine kiht.

Materjalid süttivad nende pindade kuumenemise tagajärjel. Valgusimpulsside ligikaudsed väärtused, mis kutsuvad esile mõnede materjalide söestumise ja süttimise, on toodud tabelis 4.

Tabel 4

Materjal	Valgusimpulss cal/cm²	
	söestumine	püsiv põlemine
Kuivad värvimata lauad	4—5	40—50
Valgeks värvitud lauad	30—40	100—150
Kuiv hein, õled	2—3	4—6
Present	30	40
Puuvillane riie (hele)	4—6	8—10
Puuvillane riie (tume)	2—3	4—6

Suurimat ohtu tulekahju suhtes kujutavad kohevad põlevmaterjalid (hein, laastud) ja hoonete sees süttinud esemed.

Aatomiplahvatuse valguskiirgus levib sirgjooneliselt ja mõjutab ainult neid kohti, kust on näha tulekera. Igasugune tõke (seinad, kõrged muldvallid, varjatud nõlvad, sügavad kuristikud, tihedad metsad ja aiad, kerge kattega kaitsepilud), mis kaitseb valguse otsese toime eest, väldib täielikult põletusi. Riietus, eriti talveriided, kaitseb samuti põletuste eest, kuigi plahvatuskohast väikestel kaugustel võivad riided söestuda ja süttida. Hästi kaitseb valguskiirguse eest presentmantel või hele keep.

Kergestisüttivate materjalide kaitseks võib kasutada märga presenti, rohelisi oksi, märga rohtu. Mitmesuguste materjalide tulekindluse suurendamise seisukohalt on suur tähtsus majade ja ehitiste väliste puitosade (uksed, aknad, seinad) ning transpordivahendite värvimiseks kasutatavate värvide tulekindluse tõstmisel. Kõigi nimetatud esemete värvimiseks peab kasutama valgeid ja heledaid toone (valge pind kuumeneb 5—8 korda vähem kui tume). Mitmesuguste materjalide tulekindluse tõstmiseks võib neid immutada mõnede keemiliste ainetega.

Keskmiselt ebatasasel maastikul või kõrgete hoonetega linnas võib valguskiirguse otsesest toimest kahjustatud pindala olla 30—50% võrra väiksem kui lahtisel maastikul. Kuid asustatud punktis või linnas puhkevad rohkearvulised tulekahjud. Seepärast on niisuguses olukorras väga suure tähtsusega tuletõrje-profülaktiliste ürituste läbiviimine, mis vähendab tulekahjukollete tekkimise võimalusi või väldib neid üldse.

Viies peatükk

LÄBISTAV RADIATSIOON

Jagunemise ahelreaktsiooni arenemise ja laengu jagunemiskildude radioaktiivse muundumise tagajärjel kaasneb aatomiplahvatusele alfa- ja beetaosakeste, gammakiirte ja neutronite voo levimine. Nimetatud radioaktiivse kiirguse liigid on erineva läbitungimisvõimega, mistõttu mitte kõik neist ei avalda plahvatuse hetkel inimesele kahjulikku toimet.

Väikseim läbimisvõime on alfa- ja beetaosakestel. Alfaosakeste levimisulatus õhus on kuni 10 cm, beetaosakestel aga mõnikümmend meetrit.

Õhust tihedamas keskkonnas osakeste levimisulatus väheneb. Näiteks ei suuda alfaosakesed läbistada tavalist kirjutuspaberi lehte. Beetaosakestele jääb läbitungimatuks 1 mm paksune alumiiniumplaat. Sellise nõrga läbimisvõime tõttu ei suuda alfa- ja beetaosakesed levida suurematesse kaugustesse ning jäävad plahvatuspilve piirkonda.

Aatomiplahvatuse läbistavaks radiatsiooniks nimetatakse seetõttu ainult suure läbimisvõimega gammakiirguse ja neutronite voo toimet. Gammakiired ja neutronid võivad tungida mitmesaja meetri kaugusele. Isegi aatomipommi plahvatamisel suures kõrguses jõuab hulk gammakiiri ja neutroneid maapinnani. Kuigi suurtesse kaugustesse tungib vaid väga väike osa radioaktiivset kiirgust (ca 1% plahvatuse energiast), võib see gammakiirte ja neutronite kogus kutsuda esile elusorganismide tõsiseid vigastusi, sest elusolendid on radioaktiivse kiirguse toime suhtes üsna tundlikud.

Radioaktiivne kiirgus võib ioniseerida elusrakkude koosseisu kuuluvate ainete aatomeid. Organismi rakkude intensiivsel ioniseerumisel areneb nn. kiiritushaigus, mis

võib inimese pikemaks ajaks rivist välja viia, eriti rasketel juhtudel aga põhjustada isegi surma.

Millega on siis seletatav alfa- ja beetaosakeste, gammakiirte ja neutronite erinev läbimisvõime?

Teatavasti on alfa- ja beetaosakestel elektrilaeng. Liikudes mingis keskkonnas, kulutavad nad kiiresti oma energia keskkonna aatomite ioniseerimiseks. Alfa- ja beetaosakesed jätavad oma teekonnal nähtamatu jälje tihedalt ioniseeritud riba näol. Laetud osakeste ioniseerimisvõime on seda suurem, mida suuremat elektrilaengut nad kannavad. Seepärast on suurema elektrilise laenguga alfaosakesel suurem ioniseerimisvõime kui beetaosakesel. Moodustades oma teekonnal massiliselt ioone, kaotab alfaosake kiiresti oma energia ega suuda tungida kuigi kaugele.

Seepärast võivad aatomiplahvatusel mõjutada plahvatuskohast suures kauguses asuvaid elusorganisme ainult gammakiired ja neutronid.

1. LÄBISTAVA RADIATSIOONI ISELOOMUSTUS

Nagu juba tähendatud, võivad elusorganisme suurematel kaugustel kahjustada gammakiired ja neutronid.

Radioaktiivse kiirguse kahjustava toime tugevust hinnatakse summaarse kiiritusannusega, mille organism sai kogu kiiritusaja vältel. Kiiritusannuse suurus iseloomustab organismi poolt saadud radioaktiivse kiirguse energia hulka. Kiiritusannuse mõõtühikuks on röntgen.[1] Annuse kümme röntgenit võib näiteks ühel juhul saada ühe tunni jooksul, teisel juhul aga (nõrgema allika puhul) aasta vältel. Radioaktiivse allika poolt levitatavate gammakiirte võimet luua pikema või lühema aja vältel üht ja sama kiiritusannust iseloomustab annuse võimsus. **Annuse võimsuseks** (või kiirguse nivooks) nimetatakse ajaühiku jooksul saadavat kiiritusannust. Annuse võimsuse ühikuks on võetud röntgenit tunnis (r/h). Kui näiteks radioaktiivne allikas loob annuse võimsuse 100 r/h, siis tähendab see, et kogu organismi kiiritamisel ühe tunni vältel on summaarne annus 100 r, 30 minuti vältel aga 50 r.

[1] Röntgen (r) on niisugune kogus gammakiirgust, mis tekitab kuiva õhu ühes kuupsentimeetris 0° C temperatuuril ja normaalrõhul umbes kaks miljardit ioonipaari.

Raskesti taastuvate bioloogiliste muutuste esilekutsumiseks tuleb organismi kiiritada teatud annusega. Organismi poolt saadud vähene gammakiirte annus ei avalda temale kahjulikku toimet.

On teada, et süstemaatilisel kiiritamisel, näiteks töötamisel radioaktiivsete ainetega, ei tohi lubatav annus ületada tööpäeva vältel 0,05 r. Lubatava annuse ülemmäär ühekordsel kiiritusel [1] on palju kõrgem kui süstemaatilisel kiiritusel, moodustades 50 r. Selline annus võib kutsuda inimorganismis esile lühiajalisi bioloogilisi muutusi, kuid teatud aja möödumisel taastuvad kõik organismi funktsioonid täielikult. Ühekordse kiirituse suuremate annuste puhul (harilikult üle 100 r) võib tekkida kiiritushaigus. Kiiritushaiguse järk ei sõltu üksnes kiiritusannusest. Suur tähtsus on psühholoogilistel teguritel, organismi füüsilisel seisundil jne. Mitmed küsimused elusorganismide tundlikkusest radioaktiivsete kiirguste suhtes ei ole veel niivõrd selgitatud, et juba praegu võiks täpselt kindlaks määrata mitmesuguste annuste mõju organismile erisugustel kiiritustingimustel.

Kiirituse summaarsed annused võivad aatomiplahvatusel tõusta väga kõrgeks. Nende suurus sõltub plahvatuse liigist (õhus, maapealne, maa-alune), aatomipommi kaliibrist ja kaugusest plahvatuse keskmest. Keskmise kaliibriga pommi plahvatamisel lahtise maastiku tingimustes ulatub kiiritusannus epitsentrist 600 m kaugusel 10 000 r-ni, 1 km kaugusel 1000 ja 1,5 km kaugusel 100 r-ni. Niisiis väheneb läbistava radiatsiooni annus mitmekümnekordselt isegi siis, kui kaugus plahvatuskohast suureneb üsna vähe (mõnisada meetrit). Gammakiirgus aatomiplahvatuse tsoonist ja radioaktiivsest pilvest kestab umbes 10—15 sekundit, seejuures tekib esimese kahe-kolme sekundi jooksul enam kui pool kogu annusest. Seepärast saab inimene, kes nägi välgatust ja jõudis varjuda 2—3 sekundi vältel pärast plahvatust mistahes varjendisse (vastupidava seina taha, kraavi), tunduvalt väiksema kiiritusannuse.

Peaaegu üheaegselt gammakiirte ilmumisega mõjuta-

[1] Annuse toime iseloom ühekordsel kiiritusel erineb järsult korduva kiirituse annuse toime iseloomust. Inimene, kes on korduval kiiritusel saanud mitme kuu jooksul 400 r suuruse annuse, talub kiiritushaigust tõsiste tagajärgedeta; ühekordsel kiiritusel võib selline annus kutsuda esile kiiritushaiguse, mis lõpeb surmaga.

vad plahvatusrajoonis maastikku neutronid. Neutronite toime aeg on mõni kümnendik sekundit, arvates ahelreaktsiooni tekkimismomendist. Oma koosseisult ei ole plahvatusel tekkiv neutronite voog[1] ühetaoline. Ta sisaldab kiireid ja aeglasi neutroneid, mille kahiustav toime elusorganismidele on erinev. Neutronite voo kiiritusannust mõõdetakse bioloogilise röntgenekvivalendiga (BRE).[2]

Neutronite toime elusorganismidele ei erine bioloogiliselt gammakiirte toimest. Siiski on neutronitega kiirituse annused võrdsel plahvatuskaugusel tunduvalt väiksemad gammakiirte annustest (tavaliselt moodustab gammakiirgus lahtisel maastikul 75—80% läbistava radiatsiooni summaarsest kiiritusannusest).

Läbistav radiatsioon mõjutab mitte üksnes elusorganisme, vaid ka mõningaid materjale, mis satuvad kiirituse alla. Näiteks väheneb (või kaob) gammakiirte toimel klaasi läbipaistvus, kui ta lööklainest jäi purustamata. Kümnetesse ja sadadesse tuhandetesse röntgenitesse ulatuvate annuste korral muutub klaas kollaseks, pruuniks ja mõnikord mustaks; hiljem klaasi läbipaistvus taastub. Tavalises valguskindlas pakendis fotomaterjal tumeneb gammakiirte 2—3 r suuruse annuse[3] mõjutusel ja muutub kasutamiskõlbmatuks. Kiiritatavate materjalide füüsikalis-keemilistes omadustes neutronid tegelikult märgatavaid muutusi esile ei kutsu. Paljud materjalid muutuvad aga pärast kiiritust radioaktiivseiks. Neis tekib nn. **indutseeritud** (kunstlik) **radioaktiivsus.** Neutronite, eriti aeglaste neutronite kiiritusel tekivad mitmesuguste materjalide mahus kunstlikud radioaktiivsed isotoobid, mis levitavad lagunemisel radioaktiivseid kiiri. Radioaktiivsetel lagunemistel muutub materjalide keemiline koostis, kuid need protsessid on nii tähtsusetud, et aatomiplahvatusel neutronitega kiiritatud materjalide omadustes märgatavaid muutusi ei täheldata. Indutseeritud radioaktiivsus võib olla kõrge ainult plahvatuskoha vahetus läheduses ja muutuda inimestele ohtlikuks ainult pikaajalise kokkupuute korral

[1] Neutronite vooks nimetatakse seda neutronite hulka, mis läbib nende lennusuunaga risti asetseva pinna 1 cm².

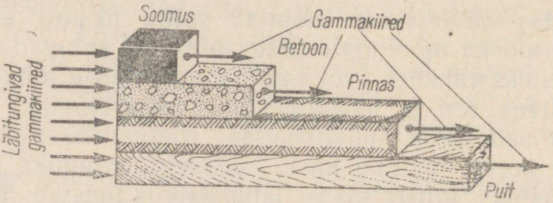
[2] 1 BRE bioloogiline toime organismile vastab gammakiirguse annuse 1 r toimele.

[3] Sellised annused on täheldatavad keskmise kaliibriga pommi plahvatuskohast 2—3 km kaugusel.

neutronitest kiiritatud materjalidega. Indutseeritud radioaktiivsus alaneb kiiresti ja muutub plahvatusest mõne tunni möödumisel tegelikult tähtsusetuks.

2. KAITSE PÕHIMÕTTED LÄBISTAVA RADIATSIOONI PUHUL

Asetades gammakvantide teekonnale mitmesugustest materjalidest kaitseekraane, võib gammakiirguse annust tunduvalt vähendada. Gammakiirte energia kulub sel juhul tõkete läbimiseks ning tõkke varjus olevad inimesed saavad seetõttu tunduvalt väiksema kiiritusannuse. Mida raskem (tihedam) on tõkke materjal, mida paksem ta on,



Joon. 43. Gammakiirte nõrgenemine mitmesugustes materjalides

seda suurem on tema kaitsetoime. Mitmesuguste materjalide gammakiirte eest kaitsvate omaduste võrdlemiseks kasutatakse poolekordse nõrgendamise kihi mõistet. **Poolekordse nõrgendamise kihiks** nimetatakse materjali sellist paksust, mis vähendab gammakiirte summaarset annust kaks korda. Nii on puidul poolekordse nõrgendamise kihi paksus aatomiplahvatuse gammakiirte suhtes umbes 25 cm, pinnasel 14 cm, betoonil 10 cm, seatinal 1,8 cm, õhul kuni 150 m (joon. 43).

Gammakiirte nõrgenemise määra arvutamiseks erineva paksusega tõketes kasutatakse valemit $K=2^{\frac{h}{d}}$, kus h on tõkke paksus sentimeetrites ja d — poolekordse nõrgenduse kiht.

Näiteks nõrgendab 50 cm paksune kiht betooni gammakiirte annust 32-kordselt ($K=2^{\frac{50}{10}}=2^5$); 140 cm paksune kiht pinnast 1024-kordselt, 154 cm paksune kiht aga 2048-kordselt.

Kui gammakiirguse annus on väljas näiteks 1000 r, siis

50 cm paksuse betoonikihi all on ta ligikaudu 30 r (1000:32); 140 cm paksuse pinnasekihi all aga ainult 1 r.

Inimeste tõhusaks kaitseks suure läbimisvõimega gammakiirguse kahjustava toime eest tuleb ehitada või kasutada varjeid, mille katted on küllalt tihedad ja massiivsed. Selles suhtes on hästi kaitstud gammakiirte toime eest keldriruumid hoonetes, mis on kaetud pealt hoone enda mitmesuguste konstruktsioonide kihiga.

Kuna gammakiired levivad sirgjooneliselt, siis nõrgendavad neid väga hästi ka maastiku igasugused ebatasasused, kaitsepilude, muldonnide seinad jm. Plahvatuse epitsentrist 500—800 m kaugusel asuvates katteta kaitsepiludes saavad inimesed läbistavast radiatsioonist keskmiselt 20—30 korda väiksema kahjustuse kui lahtisel maastikul.

Kui gammakiired nõrgenevad seda enam, mida suurema tihedusega on materjal, siis neutronite suhtes see reegel ei kehti. Neutronid läbivad enamiku raskeid materjale paremini kui kergeid. See on seletatav sellega, et neutronite toime keskkonna aatomitele on teatud määral teistsugune kui gammakvantidel. Nagu juba näidatud, mõjuvad neutronid keskkonna aatomite tuumadele, kutsudes seejuures esile keskkonna ionisatsiooni. Neutronite kokkupõrgetel tuumadega toimub nendega nn. **elastse hajumise** nähtus. Viimase olemus seisab selles, et osa neutroneid annab elastsel kokkupõrkel keskkonna tuumadega neile üle teatud osa oma energiast, põrkub neist piljardipallide sarnaselt eemale ja alustab liikumist teises suunas, s. o. hajub laiali.

Tõkke läbistamisel astuvad neutronid korduvalt elastsesse toimesse aatomituumadega ja kaotavad seetõttu vähehaaval oma kiiruse (energia). Kui tõke on valmistatud tihedast materjalist, mille aatomituumad on rasked, siis annavad neutronid tuumadele iga põrke juures üle väga väikese energia, põrgates neist peaaegu sama kiirusega tagasi; seevastu kokkupõrkel kergete tuumadega annavad neutronid neile iga kord tunduva energia, mille tulemusena nad kaotavad väga kiiresti oma kiiruse ja aeglustuvad.

Niisiis kergeist aatomeist koosneva tõkke läbistamise järel on neutronid tugevasti aeglustatud ja nende kahjustav toime osutub märgatavalt nõrgemaks.

Kõige intensiivsemalt nõrgeneb neutronite kiirus vastas-

tikusel toimel tuumadega, mille mass on lähedane neutronite enda massile. Sellised tuumad on kerge keemilise elemendi — vesiniku aatomitel, mistõttu ka vesiniku nõrgendav toime on kõige efektiivsem. Samad omadused on ka vesinikku sisaldavatel ainetel, nagu vesi, parafiin jt.

Neutronite toime eest võrdlemisi hästi kaitsvateks materjalideks on betoon ja niiske muld, mis sisaldavad alati vesiniku aatomeid.

Peale selle nõrgendab tugevasti neutronite voogu oma spetsiifiliste omaduste tõttu ka rida raskete liiki kuuluvaid materjale. Nende materjalide iseärasuseks on võime haarata neutroneid oma aatomituumadega. Sel juhul on tegemist mitte elastse hajumisega, vaid tuumadega kokkupõrkamisele järgneva **neutronite neeldumisega.** Neutronite aktiivse neelamise omadus on kadmiumil, booril ja mõnel teisel elemendil. Näiteks neelab 5 mm paksune kadmiumiplaat peaaegu täielikult kõik temale langevad neutronid.

Kuid neutronite neeldumisega kaasneb radioaktiivne kiirgus. Neutroneid neelanud kadmium levitab gammakiiri; boori tuumad levitavad neutronite neelamise järel nõrga läbimisvõimega alfaosakesi. Kaitsekihtide loomisel tuleb arvesse võtta neutronite neeldumisest tekkivate radiatsiooninähtuste iseloomu.

Gammakiiri hästi nõrgendavad betoon-, muld-, tellis- ja puitkaitseehitised ei vaja erilisi neutronite eest kaitsvaid ekraane, sest nad sisaldavad vesiniku aatomeid ja kaitsevad neutronite eest täielikult.

Gammakiirte eest kaitsvad varjed kindlustavad kaitse ka neutronite voo eest.

Suurte ja kõrgete hoonetega asulates on läbistava radiatsiooni kahjustusraadiused (eriti maapealsetel plahvatustel) väiksemad kui lahtisel maastikul. See tuleb sellest, et gammakiirte ja neutronite liikumisteel on hooned ja ehitised, mis märgatavalt nõrgendavad läbistava radiatsiooni toimet.

Kuues peatükk

MAASTIKU RADIOAKTIIVNE MÜRGISTUMINE

1. MÜRGISTUSE LIIGID JA ALLIKAD

Aatomiplahvatusel moodustub suur hulk radioaktiivseid aineid (pommi aatomilaengu jagunemise kilde), mis võivad sadestuda maapinnale. **Plahvatuspilvest sadestuvad radioaktiivsed ained on maastiku mürgistumise põhiallikaks.** Nad kujutavad endast mitmesuguste elementide isotoopide segu, mis moodustusid laengu jagunemisel ja nende isotoopide radioaktiivsel lagunemisel. Uraani 235 või plutooniumi 239 tuumade jagunemisel tekib rohkesti radioaktiivseid kilde, mis kujutavad endast enam kui 34 mitmesuguse elemendi isotoope. Isotoopide lagunemissaadustes toimub omakorda radioaktiivne lagunemine, mille tagajärjel radioaktiivsete isotoopide hulk tunduvalt kasvab.[1]

Pommi laengu aatomite jagunemissaaduste radioaktiivse muundumise käigus kiirguvad peamiselt beetaosakesed, paljudel juhtudel ka gammakiired. Välisel kiiritusel võivad suurimaid kahjustusi elusorganismidele tekitada suure läbimisvõimega gammakiired. Kahjustused, mis on põhjustatud aatomilaengu aine jagunemisel tekkivate kildude kiirgustest, ei erine millegi poolest kahjustustest, mis on tekitatud aatomiplahvatuse käigus toimivatest gammakiirtest ja neutronitest. Välisel kiiritusel mürgistatud maastikul võib inimene samuti haigestuda kiiritushaigusesse. Radioaktiivsete ainete, eriti alfa- ja beetaosakesi kiirgavate ainete sattumisel nahale, silmade limaskestadele ja orga-

[1] Pommi laengu tuumade jaotumisel tekkivate isotoopide poolestusperioodid võivad kesta mõnest kümnendikust sekundist kuni mitmekümne aastani.

nismi on intensiivse kohaliku ioniseeriva toime ja kahjustuste iseloom spetsiifiline. Kui alfa- ja beeta-aktiivsed ained mõjutasid organismi piiratud osa, siis kahjustusega üldhaigestumist ei kaasne ja kiiritushaigust sel juhul ei arene. Eriti ohtlik on radioaktiivsete ainete sattumine organismi, sest need ained võivad verega laiali kanduda või saada organismi poolt omastatud. Selles suhtes on eriti ohtlik radioaktiivne strontsium 90, mis on organismi poolt kergesti omastatav ja moodustab kuni 5% aatomiplahvatusel tekkivatest isotoopidest. Radioaktiivsete ainete pikaajaline viibimine organismis võib kutsuda kiirituse tulemusena esile mitmesuguste organite tõsiseid kahjustusi.

Maastiku ja objektide radioaktiivse mürgistumise teiseks allikaks on plahvatuspilvest sadestuvad pommi laengu (uraani 235, uraani 233 või plutooniumi 239) **jagunemata osa jäägid.** Need ained on peamiselt alfa-aktiivsed ning kiirgavad radioaktiivsel muundumisel alfaosakesi. Lõhestuvate materjalide poolestusperiood väljendub teatavasti sadades tuhandetes ja miljonites aastates. Nende kiirgamisvõime, võrreldes jagunemiskildude kiirgamisvõimega, on väike, kuigi jagunemata laengu hulk võib kaalult olla kaunis suur. Laengu jagunemisest mitteosavõtnud jääkide kaalulise hulga määravad pommi konstruktiivsed andmed, s. t. see oleneb peamiselt tuumakütuse ärakasutamise koefitsiendist.

Maapinnale sadestuv laengu jagunemisest mitteosavõtnud jääk (umbes 70—80% laengu kaalust) peaaegu ei avalda mõju mürgistustugevusele. See on seletatav uraani või plutooniumi väikese kiirgamisvõimega; peale selle on nende poolt väljasaadetavate alfaosakeste läbimisvõime väga väike.

Heaks kaitseks inimesele alfaosakeste toime eest on harilik riietus. Alfa-aktiivsete toiduainete sattumine organismi võib põhjustada tõsiseid vigastusi. Eriti ohtlik on selles suhtes plutoonium, millele organism on hästi vastuvõtlik; sellisel juhul võib järgneda mürgistumine plutooniumiga.

Mürgistuse kolmandaks allikaks on maastikul ja objektidel neutronite toimel tekkiv radioaktiivsus (indutseeritud radioaktiivsus). Pinnase, ehitiste, hoonete jne. koostises on terve rida keemilisi elemente (räni, naatrium, kaltsium, tsink, vask jt.), mille tuumad neelavad aktiivselt neutro-

neid ja muunduvad radioaktiivseiks. Seejuures moodustunud radioaktiivsed isotoobid saadavad muundumiste käigus välja peamiselt beetaosakesi ja gammakiiri. Näiteks saadab neutronite voo toimel tekkiv naatriumi radioaktiivne isotoop (naatriumi sisaldab suurel hulgal pinnas, merevesi) üheaegselt välja küllaltki suure energiaga beetaosakesi ja gammakiiri; tema poolestusperiood on 14,8 tundi.

Indutseeritud radioaktiivsus suurendab maastiku üldmürgistust, eriti plahvatuse algusperioodil. Indutseeritud radioaktiivsuse intensiivsuse ja suuruse määrab muudel võrdsetel tingimustel peamiselt neutronite voo intensiivsus ja pinnase ning objektide keemiline koostis. Nii kutsub vesinikupommi plahvatus, millega kaasneb võrdlemisi intensiivse neutronite voo tekkimine, plahvatuspiirkonnas esile kõrge ja püsiva indutseeritud radioaktiivsuse. Eriti kõrget indutseeritud aktiivsust võib täheldada maastikul, kus on rohkesti soolakuid ja soolaveekogusid.

Tungides läbi pinnase, tekitavad neutronid suurima indutseeritud aktiivsuse selles ligikaudu 10—20 cm sügavuses. See tuleb sellest, et pinnase pealmist kihti mõjutavad peamiselt pinnast nõrgalt aktiveerivad kiired neutronid. Pinnasesse tungides kaotavad neutronid vähehaaval oma kiiruse ja muutuvad aeglasteks neutroniteks, mida kergesti haaravad pinnase koostisse kuuluvate keemiliste elementide tuumad. Vastavalt neutronite pinnasesse tungimise sügavusele indutseeritud radioaktiivsus vähehaaval alaneb, sest haaramata jäänud aeglaste neutronite hulk väheneb järsult. Maastiku desaktiveerimise küsimuste otsustamisel tuleb seda arvestada.

Maastiku võimaliku radioaktiivse mürgistuse kolm allikat tekivad tegelikult üheaegselt. Iga allika toime ja osatähtsus summaarses mürgistuses ei ole aga alati ühesugune. Summaarse mürgistuse iseloom sõltub plahvatuse liigist, pommi kaliibrist ja liigist, meteoroloogilistest tingimustest ning mõningal määral ka maastikust ja kohalikest esemetest.

2. MAASTIKU RADIOAKTIIVSE MÜRGISTUSE ISELOOM JA KAITSE PÕHIMÕTTED

Maastiku ja objektide radioaktiivse mürgistuse tugevus oleneb kõige enam plahvatuse liigist.

Plahvatustel õhus määratakse mürgistuse nivoo ja ise-

loom peamiselt indutseeritud radioaktiivsuse järgi. Kiirguse nivoo on sel juhul kõige kõrgem epitsentri piirkonnas, seal, kus toimib suurim neutronite voog. Igasuguse kaliibriga pommide õhus plahvatamisel kanduvad laengu tuumade jagunemissaadused ja mittejagunenud jäägid tõusvate õhuvooludega üles ja maapinnani jõuavad vaid suuremad radioaktiivsete ainete osakesed. Edaspidi sadestuvad radioaktiivsed ained plahvatuspilve liikumise teel tuule suunas ja hajuvad suurel maa-alal. Maastiku mürgistustugevus õhus plahvatamisel moodustunud pilve liikumise teel on tähtsusetult väike. Kiirguse nivood maastikul (sealhulgas ka epitsentris) ei ole inimestele välise kiirituse seisukohalt ohtlikud; sellisel maastikul võib liikuda kohe pärast plahvatust.

Plahvatuspiirkondades päästetööde läbiviimisel või liikumisel üle sellise maa-ala tuleb siiski arvestada õhu radioaktiivset mürgistust ja kasutada, kui vaja, kaitsevahendeid, et vältida radioaktiivsete ainete sattumist nahale või organismi. Radioaktiivsete ainetega vahetu kokkupuutumine isegi nõrgal välisel kiiritusel, võib põhjustada tõsiseid vigastusi.

Maapealsed plahvatused kutsuvad esile maastiku tugeva mürgistuse, eriti plahvatuse keskme piirkonnas. Sellistel plahvatustel tekib maastikul suur hulk radioaktiivset šlakki, mille moodustavad kõrgetel temperatuuridel kokkusulanud pinnas ja radioaktiivsed ained. Radioaktiivsete ainete sadestumist maapinnale soodustab ka allalangeva mulla mass, mis paisatakse plahvatusel üles (mulla allalangemisel toovad mullaosakesed kaasa osa radioaktiivset tolmu). Esimese kahe tunni vältel sadestub umbes kolmandik plahvatusel tekkinud radioaktiivseid aineid. Ülejäänud osa jääb õhku pikemaks ajaks. Täheldatakse ka intensiivsemat maastiku mürgistumist pilve liikumise teel kui õhus toimunud plahvatuse korral. Aja jooksul aga mürgistuse intensiivsus järsult alaneb. See on tingitud radioaktiivsete ainete loomulikust lagunemisest («kustumisest»), sest enamikul plahvatuspiirkonnas moodustunud sadestuvatest jagunemiskildudest on võrdlemisi väike poolestusperiood. 2—3 tunni möödumisel väheneb kiirguse nivoo kahekordselt, mõne päeva pärast aga on ta isegi maapealse plahvatuse keskmes võrdlemisi madal, võimaldades seal inimeste lühiajalist viibimist. Maapealse plah-

vatuse korral mürgistub plahvatuse rajoon tunduvalt pikemaks ajaks kui plahvatusel õhus.

Maa-alusel plahvatusel tekib maastiku tugev mürgistus nii lehtri vahetus läheduses kui ka selle lähemas ümbruses. Plahvatusjõud paiskab radioaktiivsed saadused laiali, mis koos radioaktiivse mullaga mürgistavad ümberkaudse maastiku. Eriti kõrged kiirguse nivood on täheldatavad lehtris. Välismaise kirjanduse andmeil kujunes 20-kilotonnise [1] pommi maa-alusel plahvatusel tugeva mürgistuse väli allatuult (tuule kiirus 9 m/sek.) 6,5 km ja vastutuult kuni 1,2 km.

Aatomipommide rohkearvulised katsetamised on näidanud, et maastiku radioaktiivse mürgistuse tugevus alaneb vastavalt plahvatuskohast eemaldumisele. Maastiku mürgistuse alanemine on seaduspärane kõikide plahvatusliikide, sealhulgas ka õhus plahvatuse suhtes. Järelikult on alati võimalik maastikul määrata kindlaks selline väikseim kaugus plahvatuse keskmest (epitsentrist), kus mürgistustugevus ei kujuta päästetööde teostamisel mürgistatud rajoonis vahetult pärast plahvatust mingit ohtu. Plahvatuskohast suurtes kaugustes, kus mürgistustugevus on tähtsusetu, võib viia läbi igasuguseid, isegi pikaajalisi töid tingimusel, et kasutataks individuaalseid kaitsevahendeid.

Tuleb ainult pidada silmas, et maapealsetel plahvatustel võib radioaktiivsete ainete sadestumise tõttu radioaktiivsest pilvest tekkida asustatud punktide ja objektide tunduv kohalik (lokaalne) mürgistus isegi kümneid kilomeetreid plahvatuskohast eemal.

Ligikaudsed kiirguse nivood keskmise kaliibriga [2] aatomipommi maapealsel plahvatusel on toodud tabelis 5. Antud juhul paiknes mürgistusväli ringikujuliselt ümber plahvatuskeskme.

Eriti suured mürgistusväljad tekivad vesiniku-uraanipommide ja termotuumapommide plahvatustel; välismaistel andmetel ulatub mürgistus mitmete sadade kilomeetriteni (mõõtmine toimus pilve liikumisjäljes). Erinevalt tavaliste aatomi- või termotuumapommide plahvatustest moodustub nende pommide plahvatusel tunduvalt suurem hulk radioaktiivseid aineid, mis sadestuvad hiljem maas-

[1] Väljapaisatud pinnase hulk moodustas ligemale pool miljonit tonni.

[2] Alamogordow's (USA) toimunud katsetuste andmeil.

Tabel 5

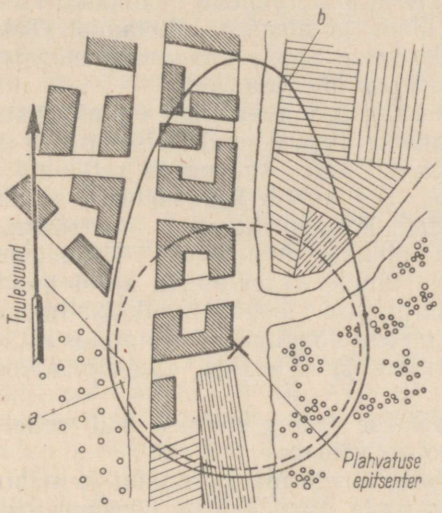
Kaugus plahvatuse keskmest m	Kiirguse nivoo r/h	
	1 tund pärast plahvatust	6 tundi pärast plahvatust
0	8000	900
100	5000	550
200	600	70
300	150	20
500	10	1
1000	0,3	0,03

tikule. Plahvatuse radioaktiivsete saaduste levimise näitena võiks tuua Eniwetoki (Bikini) atollis 1954. a. märtsikuus toimepandud termotuumaplahvatuse. Plahvatussaaduste sadestumise riba ulatus plahvatuskohast tuule suunas 350 km ja vastutuult 30 km kaugusele, selle riba suurimaks laiuseks oli 65 km. Need asjaolud näitavad, et tuleb vaadelda pilve liikumist ja hoolikalt läbi viia radiatsiooniluuret isegi suurtes kaugustes plahvatuskohast. Radiatsiooniluure läbiviimise keerulisus seisab ainult selles, et radioaktiivsete saaduste levimise iseloom ei ole alati ühesugune.

Plahvatusrajooni mürgistustugevus ja piiride paiknemine sõltuvad paljus plahvatuse ajal valitsevatest meteoroloogilistest tingimustest ja maastiku reljeefist.

Maastiku mürgistustugevus tasandikul tuulevaikse ja sademeteta ilma korral on plahvatuskeskmest (epitsentrist) võrdsetes kaugustes umbes ühesugune. Mürgistatud maa-ala piirjoon kujutab enesest sel juhul plahvatuskeskme (epitsentri) ümber tõmmatud ringi. Tuulise ilmaga liiguvad plahvatusel moodustuv pilv ja sellest sadestuvad radioaktiivsed saadused tuulega kaasa. Sel juhul on plahvatusrajooni mürgistustugevus teatud määral väiksem, mürgistatud maa-ala piirjoon kaotab ringjoone kuju ja muutub tuule suunas ovaalseks (joon. 44), tugeva tuule korral aga pilve liikumissuunas väljavenitatuks (pilve jälg). Pilve kiire edasiliikumise tõttu väheneb ka maastiku mürgistustugevus pilve liikumise teel. Mürgistusvälja

telgsuund võib muutuda sedamööda, kuidas plahvatusel tekkinud pilv tõuseb, sest tuule suund on atmosfääri ülemistes kihtides vahel teistsugune kui maalähedases atmosfäärikihis. Sel juhul on mürgistusjälg välja veninud mitmesugustes kõrgustes täheldatud keskmise tuule vektori suunas.



Joon. 44. Mürgistusvälja võimalik kuju: *a* — asustatud punkti võimaliku mürgistuse piir tuule puudumisel; *b* — asustatud punkti võimaliku mürgistuse piir tuulise ilmaga

Maastiku mürgistuse iseloom (kiirguse nivoo ja mürgistusriba laius) pilve liikumise jälje suunas sõltub paljus pilve tõusukiirusest ja läbimõõdust. Tabelis 6 on need andmed toodud keskmise kaliibriga (20 kt) pommi kohta.

Tabel 6

Pilve tõusu-kõrgus km	Tõusu aeg min.	Pilve läbimõõt m
7	3	2800
9	5	3200
10	7	3700

Vihma või lumesaju korral sadenevad radioaktiivsed ained plahvatuspilvest maastikule intensiivsemalt. Varsti pärast plahvatust alanud vihmasajud aga uhuvad maapinnalt suurema osa radioaktiivseid aineid; see soodustab maastiku ja objektide mürgistustugevuse nõrgenemist. Suur ja kestev lumesadu kergendab radioaktiivsete ainetega mürgistatud alade ja maastiku ületamist. Tuisud soodustavad radioaktiivsete ainete kandumist mürgistatud rajoonist mürgistamata maa-aladele.

Suure ebatasasusega maastikul on mürgistusolud, peamiselt just tuulise ilma korral, teistsugused kui tasandikul; radioaktiivsed ained sadenevad sel juhul tuulepoolsetele nõlvadele. See kehtib ka asustatud punktide kohta, kus on rohkesti kõrgeid hooneid. Metsamassiivides või -vööndites on pinnase mürgistuse vähenemine võimalik radioaktiivsete ainete sadestumise arvel puude võradele. Maastiku mürgistuse iseloom sõltub niisiis maastiku reljeefist ja meteoroloogilistest tingimustest, mida peab arvestama asulate ja objektide ettevalmistamisel aatomikaitseks.

Maastik loetakse mürgistatuks, kui sellel avastatud kiirguse nivoo on vähemalt 0,1 r/h.

Radioaktiivsete ainete märgatamatut ja nähtamatut kiirgust saab avastada vaid eriliste dosimeetriliste aparaatide[1] abil, mis võimaldavad kindlaks teha kiirguse olemasolu, kiirguse liigi, nivoo ja kiiritusannuse. Selliseid aparaate kasutades võib teostada mürgistatud rajooni uurimist, samuti õhu radiatsiooniluuret radioaktiivse suitsupilve liikumise jäljes.

Dosimeetrilisi aparaate kasutatakse ka radioaktiivsete ründeainetega mürgistatud maa-alade luureks.

3. RADIOAKTIIVSED RÜNDEAINED

Radioaktiivseteks ründeaineteks nimetatakse aineid, mille kahjulik bioloogiline toime põhineb radioaktiivse lagunemisega kaasneva kiirguse ärakasutamisel.

Radioaktiivsed ründeained on ette nähtud õhu, maastiku, veekogude, asustatud punktide, suurte kommunikatsioonide,

[1] Dosimeetriliste aparaatide ülesannet ja nende kasutamise reegleid on selgitatud peatükis «Aatomikaitse».

tähtsamate maantee- ning raudteesõlmede ja objektide mürgistamiseks.

Radioaktiivsed ründeained on mitteplahvatustoimelise aatomirelva liik. Kui aatomipommi plahvatusel on radioaktiivsete ainete toime ainult üheks kahjustavaks teguriks, siis radioaktiivsete ründeainete kasutamisel taotletakse ainsa eesmärgina inimeste kahjustamist ainult radioaktiivsete kiirguste läbi.

Maastiku mürgistumisel plahvatuse radioaktiivse pilve poolt või radioaktiivsete ründeainete kasutamisel mürgistuse olemasolu välistunnused puuduvad.

Radioaktiivsete ründeainete tähtsamaks iseärasuseks, mis eristab neid mürkainetest, on lõhna või muude välistunnuste puudumine; see asjaolu teeb mürgistuse avastamise ilma dosimeetriliste aparaatideta võimatuks ning võib põhjustada inimeste ja loomade tõsiseid vigastusi radioaktiivsete ainetega mürgistatud territooriumil.

Radioaktiivseid ründeaineid kasutatakse eriliselt valmistatud retseptuuridena, mille koostisse kuuluvad beeta- ja gamma-aktiivsed ained. Need retseptuurid kujutavad endast radioaktiivsete ainete segu radioaktiivseid aatomeid kandva keskkonnaga. Keskkonnana võidakse kasutada antud radioaktiivseid aineid lahustavaid vedelikke ning aineid, mille pinnale setivad radioaktiivsete isotoopide soolad (metallitolm, peenike liiv).

Vedelate ja pulbriliste radioaktiivsete ainetega võib täita suurtükimürske, lennupomme, raketimürske, miine ja erilisi lennuväeseadeldisi, millega piserdatakse või pihustatakse radioaktiivseid aineid maastikule. Peale selle on võimalik radioaktiivsete ainete kasutamine koos süüte- ja suitsu tekitavate ainetega lennuväe süüte- ja suitsupommides.[1]

Kaitseekraanidega varustamata hariliku lahingumoona või lennuväe-eriseadeldiste täitmiseks ei saa aga kasutada ükskõik milliseid radioaktiivseid ründeaineid, vaid ainult neid, mis ei sisalda gamma-aktiivseid kiirgajaid (gammakiirtel on suur läbimisvõime ja nende rakendamisel tuleb teenindava personali kaitseks võtta tarvitusele eriabinõud). Seepärast kasutatakse tavalise lahingumoona täitmiseks beeta-aktiivseid aineid. Gamma-beeta-aktiivseid ründeaineid võidakse kasutada pommide täitmi-

[1] Viimasel juhul levivad radioaktiivsed ained koos suitsuga õhus ja mürgistavad seda.

seks, mis toimetatakse objekti juurde kaitseekraaniga varustatud lennukite või juhitavate mürskude abil.

Radioaktiivsetel ründeainetel on suurem püsivus kui aatomiplahvatusel tekkivatel radioaktiivsetel ainetel. See on tingitud radioaktiivsete ründeainete valmistamiseks kasutatavate radioaktiivsete ainete spetsiifikast. Nende valmistamise käigus jõuavad lagunduda kõige lühiealisemad (väikese poolestusperioodiga) isotoobid, ülejäänud radioaktiivsetel isotoopidel on võrdlemisi suured poolestusperioodid (keskmiselt mitu kuud) ja nende kasutamisel radioaktiivsetes ründeainetes mürgistub maastik võrdlemisi pikaajaliselt. See ei tähenda aga, et radioaktiivsete ründeainetega mürgistatud maa-alad võiksid jääda ligipääsematuks väga pikaks ajaks. Aja jooksul mürgistustugevus alaneb nii radioaktiivsete ainete loomuliku lagunemise tagajärjel kui ka meteoroloogiliste tingimuste toimel. Suurte tugevasti mürgistatud rajoonide loomine (kiirguse nivooga üle 50—100 r/h) on vähe tõenäoline, sest selleks on vaja radioaktiivsete ründeainete suuri koguseid. Radioaktiivsete ründeainete kasutamise võimalikeks objektideks võivad olla tähtsad tagalaobjektid, mille tegevust vaenlane püüab halvata purustusi tekitamata, näiteks rindejoone läheduses paiknevad tehased. Sel juhul paisatakse tehaste paiknemisrajooni niivõrd suured hulgad radioaktiivseid ründeaineid, et inimeste viibimine mürgistatud territooriumil ilma tõhusa desaktiveerimistöö läbiviimiseta muutub teatud ajaks võimatuks.

Radioaktiivseid ründeaineid võib saada kahel teel: 1) lõhestuvate materjalide jagunemissaadustena plutooniumi tootmise käigus või aatomireaktorite energeetilisel kasutamisel, 2) mitteradioaktiivsete materjalide kiiritamisel reaktorites neutronitega.

Uraani jagunemissaadused sisaldavad umbes 30 Mendelejevi tabeli keskosas paiknevate keemiliste elementide radioaktiivset isotoopi. Need on beeta-aktiivsed või beeta-gamma-aktiivsed isotoobid. Kõige iseloomulikemaks nendest on beeta-aktiivne **strontsium 89**, mille poolestusperiood on umbes 2 kuud, ning beeta-gamma-aktiivne **strontsium 90**, mille poolestusperiood on 20 aastat, **tsirkoonium 95**, poolestusperioodiga 2 kuud, **baarium 140**, poolestusperioodiga 13 päeva, jt.

Erinevalt radioaktiivsete isotoopide segust, mis saadakse lõhestuvate materjalide jagunemisprotsessis, võib neutroni-

tega kiiritamisel saada ka sihtotstarbelisi radioaktiivseid saadusi, mis on kõige sobivamad kasutamiseks radioloogilise relvana.[1] Kuid see meetod arvatavasti laialdast kasutamist ei leia, sest radioaktiivsete ainete valmistamine kiiritamise teel on seotud neutronite kaoga, mis on ekvivalentne lõhestuvate materjalide kaoga. Järelikult on lõhestuva materjali beeta-gamma-aktiivsete jagunemiskildude ärakasutamine radioaktiivsete ründeainete valmistamiseks kõige tõenäolisem. Radioaktiivsete ründeainete rakendusvahendite valikul on sel asjaolul otsustav tähtsus.

Lahingumoona kesta läbistavate gammakiirte eest kaitsvate vahendite lihtsustamiseks on nähtavasti kõige otstarbekohasem kasutada radioaktiivseid ründeaineid pommide ja rakettvahendite täitmiseks.

Radioaktiivsete ründeainete peamiseks iseloomustajaks on nende eriaktiivsus, s. o. aine 1 g aktiivsus, mis võib radioaktiivsete ainete teatud retseptuuridel ulatuda mitme küriini (1 küriiline aktiivsus on ekvivalentne 1 g raadiumi aktiivsusega). Maastiku ja objektide mürgistamiseks võidakse radioaktiivseid ründeaineid kasutada pommides, rakettides, suurtükimürskudes ning pihustada või piserdada lennukeilt.

USA armee relvastusse kuuluv 500-naelane radioaktiivsete ründeainetega pomm võib mürgistada maastiku vähemalt 0,6 km² ulatuses tihedusega 0,5—1 küriid 1 m² kohta, mis vastab kiirguse nivoole 3—6 r/h. Pommi lõhkemise kõrgus on umbes 300 m.

Nagu igasugustel teistelgi relvadel, nii on ka radioloogilisel relval oma eelised ja puudused. Radioloogilise relva eelisteks on radioaktiivsete ainete võrdlemisi kõrge toksilisus (mürgisus), nende avastamise raskus, võime pikaajaliselt säilitada kahjustavaid omadusi, keemilise neutraliseerimise võimatus.

Radioaktiivsete ainete puuduseks on, et nende kahjustav toime aja jooksul alaneb, mis põhjustab mitte üksnes maastiku mürgistamise ebastabiilsust, vaid teeb ka võimatuks valmistatud lahingumoona pikaajalise säilitamise.

Pikaajalisel säilitamisel muutuvad radioaktiivsed ründeained nende loomuliku radioaktiivse lagunemise tagajärjel kasutamiskõlbmatuks. Radioloogilise relva varude loomiseks tuleb teda toota katkestamatult. Pikaealiste (suurte

[1] USA-s tarvituselevõetud terminoloogia kohaselt nimetatakse radioaktiivseid ründeaineid radioloogiliseks relvaks.

poolestusperioodidega) radioaktiivsete isotoopide tarvituselevõtmisega seda puudust kõrvaldada ei saa. Mürgistuse kõrge aktiivsuse alalhoidmiseks tuleks viimasel juhul kasutada radioaktiivseid aineid suurtes kogustes.

Radioaktiivsete ründeainete puuduseks on ka see, et isegi suure mürgistustugevuse korral, mis on ikkagi mitu korda madalam kui aatomiplahvatusel, on juurdepääs mürgistatud maa-alale võimalik, kuigi pikaajaline viibimine seal võib olla takistatud.

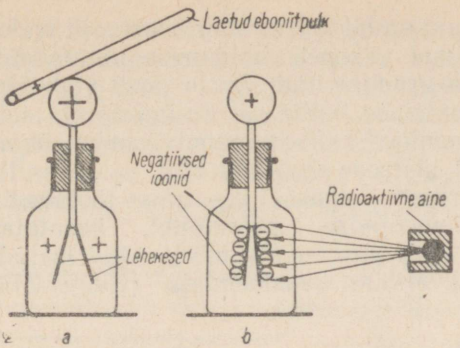
Inimesi korrapäraselt vahetades võib mürgistatud maastikul viia läbi vajalikke töid. Seejuures peavad inimesed kasutama individuaalseid kaitsevahendeid, mis väldivad radioaktiivsete ründeainete sattumist nahale või organismi. Peale selle võib maastiku (objektide) mürgistustugevust tunduvalt alandada eriliste tööde läbiviimisega, mida on üksikasjaliselt kirjeldatud viimases peatükis. Radioaktiivsete ründeainete olemasolu maastikul, veekogudes ja objektide pinnal, kiirguse nivood ning mürgistatud territooriumil viibivate inimeste kiiritusannust võib määrata, nagu juba tähendatud, dosimeetriliste aparaatidega.

4. DOSIMEETRILISTE APARAATIDE EHITUS JA TÖÖTAMISPÕHIMÕTE

Radioaktiivset kiirgust, mis levib aatomiplahvatusel moodustunud radioaktiivsete ainete tuumadest või radioaktiivsete ründeainete kasutamise tagajärjel, saab avastada või mõõta mitmesugusel põhimõttel töötavate dosimeetriliste aparaatidega. Tänapäeval kasutatakse laialdaselt aparaate, mille töötamine põhineb radioaktiivse kiirguse toimel tekkivate ionisatsioonivoolude mõõtmisel.

Keskkond (õhk) muutub radioaktiivsete kiirguste ioniseeriva toime tagajärjel elektrit juhtivaks. Sellisesse keskkonda paigutatud laetud elektroskoop või kondensaator kaotab laengu (joon. 45). Elektroskoobi laengu kaotuse tunnuseks on selle lehekeste kokkulangemine. Laengu kaotuse põhjuseks on elektroskoobi laenguga vastasmärgiliste elektrilaengute ilmumine keskkonnas, mida on mõjutanud radioaktiivne kiirgus. Lehekeste kokkulangemine toimub vastasmärgiliste elektrilaengute vastastikuse mõju tagajärjel.

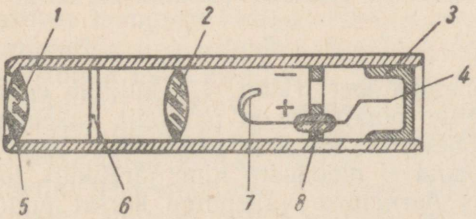
Mida pikaajalisem ja intensiivsem on radioaktiivne kiir-



Joon. 45. Radioaktiivse kiirguse toime laetud elektroskoobile:

a — laetud lehekesed läksid lahku; *b* — lehekesed kaotasid osaliselt laengu ja langesid kokku

gus, seda kiiremini toimub lahendus. Sidudes lehekeste kokkulangemise määra kiirguse intensiivsusega ja selle mõjumise ajaga, võib määrata kiirituse röntgenites või kiirguse nivoo röntgenit tunnis. See põhimõte on võetud aluseks kiirituse annust mõõtvates dosimeetrites, kuigi nende konstruktsioon on teistsugune.



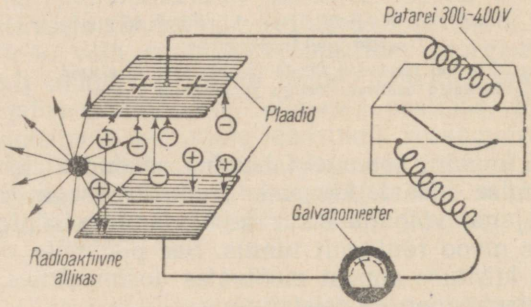
Joon. 46. Taskuelektroskoop-dosimeetri põhimõtteline skeem:

1 — okulaar; *2* — objektiiv; *3* — laadimismembraan; *4* — siseelektrood; *5* — kere; *6* — skaala; *7* — elektroskoop; *8* — isolaator

Kalduva niidiga taskuelektroskoop-dosimeetri näidis on toodud joonisel 46. Laengu pinge on rakendatud kere ja sisemise keskelektroodi vahel. Keskelektroodile on kinnitatud metalliga kaetud kvartsniit, mis etendab kirjeldatavas elektroskoobis lehekese osa.

Kui aparaat on laetud, kaldub kvartsniit traadist eemale; kiirguse toimel väheneb kaldumise ulatus pidevalt. Aparaadis oleva gradueeritud skaala järgi võib kindlaks määrata kiiritusannuse, mille sai dosimeeter ja selle kasutaja. Annuse lugemine skaalalt toimub kambri ühte otsa sissemonteeritud läätsede süsteemi abil.

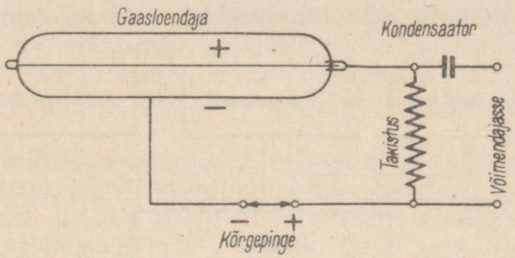
Dosimeetrilistes aparaatides, mis töötavad ionisatsioonivoolude mõõtmise põhimõttel, kasutatakse kõige sagedamini ionisatsioonikambri ja laetud osakeste või gammakvantide gaasloendaja (Geiger-Mülleri) meetodit.



Joon. 47. Patareitoitega ja ionisatsioonikambriga dosimeetriliste aparaatide põhimõtteline skeem

Ionisatsioonikamber (joon. 47) kujutab endast kondensaatorit, mille plaatidele on patareilt rakendatud teatav pinge. Radioaktiivse kiirguse puudumisel õhus, mis täidab kambrit, ioonid ei moodustu ning järelikult ionisatsioonivool ahelas normaalse välispinge korral puudub. Radioaktiivse kiirguse mõjutusel õhk kambris ioniseerub. Kondensaatori elektriväljas asuvad negatiivsed ioonid liiguvad ühe, positiivsed aga teise plaadi poole. Vastasmärgiliste ioonide ilmumine positiivse ja negatiivse laenguga plaatidel põhjustab elektrilaengute vastastikuse mõju tagajärjel kondensaatori osalist tühjenemist. Plaatide laengute täiendamine toimub ahelasse lülitatud elektripatareide arvel. Kondensaatori pidev tühjenemine ja laengute täiendamine tekitab niiviisi ahelas elektrivoolu. Kambri ahelas olevat ionisatsioonivoolu mõõdetakse vastava mõõteriistaga (galvanomeetriga).

Gaasloendaja (joon. 48) kujutab endast metallist või klaasist silindrit, mis on kaetud seest elektrit juhtiva materjali kihiga. Silindri sees piki selle telge on pingule tõmmatud metallniit. Loendaja on hermeetiline ja täidetud gaasiga (argoon, vesinik jt.). Niit on silindrist isoleeritud, niidile ja silindrile on patareist antud teatav pinge. Tavaliselt on silinder laetud negatiivselt, niit aga positiivselt.

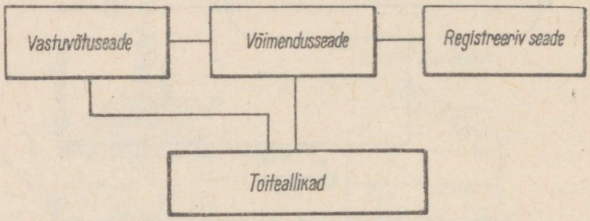


Joon. 48. Gaasloendaja ahelasse lülitamise skeem

Ioniseeriva kiirguse toimel tekivad loendajas ioonid, mis liiguvad selle laetud elektroodide poole. Niidi läheduses, kus elektrivälja tugevus on kõrge, saavad tekkinud elektronid (negatiivse laenguga ioonid) niivõrd suure kiiruse, et võivad ioniseerida teisi silindris olevaid gaasiaatomeid. Sellest moodustunud uued elektronid, saanud elektriväljas kiirenduse, tekitavad omakorda ionisatsiooni, mille tagajärjel ioonide arv laviinitaoliselt kasvab. Järelikult iga elektron, mis tekib radioaktiivse kiirguse mõjutusel, kutsub esile terve laviini teisi elektrone. Seepärast koguneb loendaja niidile palju suurem hulk elektrone, kui neid moodustab vahetult ioniseeriv kiirgus; see põhjustab niidi laengu järsu vähenemise. Toimub nn. **ionisatsioonivoolu gaasvõimenduse (tõukeionisatsiooni) protsess.**

Gaasloendajate kasutamine dosimeetrilistes aparaatides võimaldab tõsta nende tundlikkust radioaktiivse kiirguse suhtes ja registreerida radioaktiivse aine aatomite üksikuid lagunemisi. Ahelat läbiv ionisatsioonivool oleneb radioaktiivse kiirguse intensiivsusest ja on selle määrajaks, olgugi et ionisatsioonivool isegi kiirguse kõrgete nivoode juures on gaasloendajate kasutamisel tähtsusetult väike ja mõõdetav ampri miljondike osadega. Tavaline osutgalvano-

meeter selliseid voolusid mõõta ei saa. Seepärast tuleb ionisatsioonivoolu avastamiseks lülitada aparaadi ahelasse võimendusseadised. Sellised raadiolampidega varustatud võimendusseadised (lampvõimendajad) on olemas peaaegu igas dosimeetrilises aparaadis. Mida rangemad on nõuded aparaadi tundlikkuse suhtes, seda suurem hulk võimendusastmeid peab selles olema. See aga teeb aparaadid kalliks ja mahukaks, mis on ionisatsioonivoolude mõõtmise põhimõtte üheks peamiseks puuduseks.



Joon. 49. Dosimeetrilise aparaadi blokk-skeem

Võimendatud ionisatsioonivoolu saab mõõta tavalise mikroampermeetriga. Selleks piisab, kui viia läbi mikroampermeetri näitude gradueerimine standardse radioaktiivse allika järgi erinevate kiirgusnivoode juures; edaspidi võib aparaadi näitusid kasutada radioaktiivse kiirguse mõõtmiseks. Selline registreerimispõhimõte on võetud tarvitusele enamikus dosimeetrilistes aparaatides, mida kasutatakse kiirguse nivoo (annuse võimsuse) mõõtmiseks.

Igasugune dosimeetriline aparaat, mis on rajatud ionisatsioonivoolude mõõtmise põhimõttele, võib sisaldada järgmisi osi (joon. 49):

v a s t u v õ t u s e a d i s, milles radioaktiivse kiirguse mõjutusel tekib ionisatsioonivool (vastuvõtuseadisena kasutatakse ionisatsioonikambrit või gaasloendajat);

r e g i s t r e e r i v s e a d i s, mis on ette nähtud (olenevalt aparaadi ülesandest) aatomite lagunemiste arvu kindlaksmääramiseks minutis, annuse võimsuse määramiseks röntgenit tunnis või annuse määramiseks röntgenites;

t o i t e a l l i k a d (väikesemõõdulised patareid, käsigeneraatorid jt.).

Olenevalt oma ülesandest jagunevad kõik dosimeetrili-

sed aparaadid indikaatoriteks, röntgenomeetriteks, radiomeetriteks ja dosimeetriteks.

Indikaatorid on lihtsaimad aparaadid radioaktiivse kiirguse avastamiseks. Nende kasutamisel võib ligikaudselt määrata ka mürgistatud maa-ala piirid (0,1 r/h). On kasutusel ka indikaatorid, mille süsteemi on milliampermeetri asemel lülitatud neoonlambike; viimase vilkumine viitab radioaktiivse kiirguse olemasolule.

Röntgenomeetrid on radiatsiooniluure põhilised aparaadid, mis on määratud kiirguse nivoo mõõtmiseks laias ulatuses (sajandikest kuni mitmesaja r/h). Nende abil võib määrata tugeva ja ohtliku mürgistusega maa-alasid.

Radiomeetrid on aparaadid, mis on määratud radioaktiivsete ainetega mürgistatud inimeste, objektide, toiduainete, vee, riietuse ja õhu mürgistustugevuse kindlaksmääramiseks. Beeta-gamma-radiomeetriga saab mõõta ainult beeta-gamma-aktiivsete ainetega mürgistatud pinna mürgistustugevust. Alfa-aktiivse kiirguse mõõtmiseks kasutatakse spetsiaalset aparaati — alfa-radiomeetrit. Radiomeetri skaala on ette nähtud kiirguse nivoo mõõtmiseks gamma- ja beeta- või ainult alfakiirguse järgi. Radiomeetriga saab mõõta objektide pindade mürgistustugevust vaid siis, kui läheduses ei ole mürgistatud maastikku või objekte, sest teda mõjustavad mitte üksnes uuritavalt pinnalt, vaid ka teistelt objektidelt väljasaadetavad kiirgused (foon). Õeldu kehtib vaid beeta-gamma-radiomeetrite kohta. Mõõtmisi alfa-radiomeetriga võib alfaosakeste nõrga läbimisvõime tõttu teostada ka mürgistatud maastikul või mürgistatud objekti läheduses. Beeta- ja gammakiirguste olemasolu ei avalda alfa-radiomeetrile mõju.

Alfa- või beeta-aktiivsete ainetega mürgistuse tugevust mõõdetakse tavaliselt lagunemiste arvuga minutis 1 cm^2 mürgistatud pinnal. Kõige laiemat kasutamist leiavad beeta-gamma-radiomeetrid, sest aatomiplahvatustel tekivad, radioaktiivsete ründeainete rakendamisel aga kasutatakse peamiselt beeta-gamma-aktiivseid aineid. Radiomeetreid võib kasutada ka indikaatoritena beeta- või beeta-gammakiirguse avastamiseks.

Dosimeetrid on kiirituse summaarse annuse määramiseks ettenähtud aparaadid. Nad jagunevad grupi- ja individuaalse kontrollimise aparaatideks.

Grupikontrolli dosimeetrid sarnanevad töötamispõhimõttelt kui ka välimuselt röntgenomeetritega, kuid sisaldavad tavaliselt täiendava elektromehaanilise loendaja, mis summeerib annuse radioaktiivse kiirguse kogu mõjumisaja kestel. Dosimeetri puudumisel võib ligikaudse annuse määrata röntgenomeetri abil. Kui näiteks röntgenomeetriga kindlaksmääratud kiirguse keskmine nivoo oli 20 r/h, võib inimene antud kiirguse nivooga maastikul 30 minuti vältel saada umbes 10 r suuruse annuse. Kasutades röntgenomeetri puudumisel grupikontrolli dosimeetrit ning tehes vastupidise aritmeetilise arvutuse, saab vajaduse korral määrata kiirguse nivoo röntgenit tunnis.

Grupikontrolli dosimeetritega võib kindlaks teha kiiritusannuse keskmise suuruse, mille on saanud mürgistatud maastikul töötanud isikute grupp. Seejuures võivad aga mõned neist saada tegelikult suurema või väiksema annuse, kui seda näitab grupikontrolli dosimeeter, sest kiirituse tingimused mürgistatud maastikul ei ole kõigil töötajatel ühesugused.

Tegeliku kiiritusannuse täpsemaks määramiseks on individuaalse kontrolli dosimeetrid, mis antakse allüksuse igale võitlejale; see võimaldab pidada palju täpsemat arvestust mürgistatud maastikul viibiva isikulise koosseisu kiirituse astme kohta.

Sageli kasutatakse dosimeetrilisteks mõõtmisteks (kiiritusannuse mõõtmiseks) aparaate, mis töötavad fotokeemilise efekti alusel. Selliste aparaatide töötamispõhimõte seisab fotoplaatide valgustugevuse mõõtmises või teatud keemiliste lahuste (näiteks kloroform-lisanditega) värvuse muutumises gammakiirte mõjutusel.

Kiiritusannuse kindlakstegemiseks kantakse taskus või sõrmusekujuliselt sõrmel tükikest valguskindlasse pakendisse (kassetti) asetatud filmi. Pärast kiiritust film ilmutatakse ja mõõdetakse filmi tumenemise ulatust gammakiirte toimel spetsiaalaparaatidega. Filmi tumenemise määr on võrdeline kiiritusannusega. Peale selle võib kiiritusannuse määramiseks kasutada mõningaid värvilisi keemilisi lahuseid või kristalle, mis muudavad gammakiirte mõjul oma värvust. Värvuse muutumise ulatus määratakse võrdlemise teel etalooniga, mis võimaldab kindlaks teha kiiritusannuse suuruse.

Saadud kiiritusannuse mõõtmise mainitud meetodite eeliseks on nende lihtsus ja odavus. Sel juhul on vaja ainult aparaati, mis määrab täpselt kindlaks filmi või keemiliste lahuste värvuse muutumise ulatuse. Kasutades keemilist lahust sisaldavat dosimeetrit, võib kiiritusannuse ligikaudsel määramisel läbi saada ka ilma sellise aparaadita, piirdudes võrdlemisega etaloonil.

Seitsmes peatükk

AATOMIRELVA KAHJUSTAV TOIME

1. AATOMIRELVA TOIME INIMESTELE JA LOOMADELE

Erinevalt tavaliste mürskude ja pommide plahvatustest võib aatomiplahvatus kutsuda esile väga mitmesuguseid kombineeritud kahjustusi. Hariliku lennupommi plahvatusel saavad inimesed vigastusi peamiselt pommikildudest või hoonete rusudest. Põrutused ja põletused on võimalikud sellistel plahvatustel ainult väikestel kaugustel, kusjuures «kaksikvigastusi» (põletus ja haavamine) esineb neil juhtudel võrdlemisi harva.

Aatomiplahvatuse esimene iseärasus seisab selles, et toimimispiirkonnas olevad kaitsmata inimesed ja loomad satuvad lööklaine, valguskiirguse ja läbistava radiatsiooni otsese ja peaaegu üheaegse toime alla. Plahvatuskohast tunduvalt eemal või ebakindlates varjetes viibivaid inimesi võib kahjustada kas ainult üks või kaks kahjustavat tegurit ning nad võivad saada lihtsaid või kombineeritud kahjustusi. Näiteks saavad kaitsmata inimesed ja loomad plahvatuskohast suures kauguses ainult kergeid põletusi. Väiksemas kauguses õhukeste katetega kaitsepiludes võivad inimesed saada ainult põrutusi lööklainest või põrutusi lööklainest ja kahjustusi läbistavast radiatsioonist.

Lööklaine ja valguskiirguse otsese toime kõrval tekib rohkearvuliselt vigastusi ja põletusi ka **kaudse toime** tagajärjel (hoonete varisemised ja tulekahjude levimine). Aatomipommide plahvatustel Jaapani linnade kohal sai kaudsetest kahjustustest vigastusi rohkem kui 50% kannatadasaanuist.

Aatomiplahvatuse kahjustava toime teiseks iseärasuseks on kahjustavate tegurite mõjupiirkonnas viibivate inimeste

üheaegne massiline kahjustus. Eriti suureks võib kaitsmata inimeste kahjustusulatus kujuneda tihedalt asustatud punktides ja linnades vaenlase ootamatu aatomirünnaku ja puudulikult organiseeritud aatomikaitse korral. On näiteks teada, et aatomipommi plahvatusel Hirošimas oli surnuid ja teadmata kadunuid üle 70 tuhande inimese ning umbes sama palju haavatuid.

Radioaktiivsete ründeainete kasutamisel võib inimeste ja loomade kahjustus, samuti nagu maastiku mürgistumisel pärast aatomiplahvatust, tekkida nii väliskiirituse tagajärjel kui ka radioaktiivsete ainete sattumisest nahale või organismi (suu või hingamisteede kaudu).

Vaatleme aatomiplahvatuse iga kahjustava teguri toimet inimestele.

Aatomiplahvatuse lööklaine toime kaitsmata inimestele. Lööklaine kahjustava toime ulatus määratakse ülerõhuga ning see oleneb inimese asendist lööklaine levimise frondi suhtes. Lamavat inimest mõjutab vaid ülerõhk, seisvat aga peale ülerõhu veel ka õhu kiirusrõhk, mis võib paisata inimese mitme meetri kaugusele ja virutada vastu maad või kohalikke esemeid. **Seepärast peab aatomiplahvatuse välgatust näinud inimene asuma kiiresti (lööklaine kohalejõudmiseni) varjesse või heitma maha, näoga vastu maad.**

Inimorganism võib taluda võrdlemisi kõrget õhu või vee rõhku, kuid ainult koormuse aeglase tõusu või languse tingimusel. Näiteks taluvad tuukrid 20 m sügavuses kergesti 2 at (2 kg/cm²) õhu ülerõhku skafandris. Kui aga lasta tuuker sellisesse sügavusse või tõsta sealt üles kiiresti, võib ta rõhu järsu muutumise tagajärjel hukkuda.

Lööklaine kohalejõudmise hetkel tõuseb rõhk silmapilkselt ja inimene tunneb tugevasti kokkusurutud õhu dünaamilist lööki.

Kui lööklaine ülerõhk on 0,2—0,4 kg/cm², vigastab see kõrva trumminahkasid ja kogu organism saab kerge põrutuse. Rõhu juures üle 1 kg/cm² hukkuvad kaitsmata inimesed ja loomad; selline rõhk võib esineda keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatamisel õhus plahvatuse epitsentrist 1 km kaugusel.

Otsese toime kõrval võib lööklaine tekitada inimestele kaudseid kahjustusi «sekundaarsete mürskude», s. o. lendavate klaasikildude, purunevate hoonete ja ehitiste rusu jne.

läbi. Need omapärased «sekundaarsed mürsud» võivad põhjustada haavu, luumurdeid ja jäsemete vigastusi.

Aatomipommide plahvatamisel Jaapani linnade kohal sai suurem osa kannatadasaanuist raskeid haavu ja vigastusi hoonete purunemise ja seinte varisemise tagajärjel, mida võis täheldada plahvatuskohast 2—3 km kaugusel, mitte aga lööklaine otsesest toimest. Esines juhtumeid, kus varjumata inimesed said haavata lööklaine kaudsest mõjutusest plahvatuskohast 4—5 km kaugusel, kusjuures lööklaine otsesest toimest neis kaugustes kahjustusi üldse ei tekkinud.

Lööklaine ebaühtlase levimise tõttu keskmise ebatasasusega maastikul, eriti suurte ehitistega linnades, ei saa ette ära määrata, millises kauguses plahvatuskohast võivad inimesed saada vigastusi purunevatest hoonetest ja sekundaarsetest mürskudest.

Kahjustuse suuruselt jagunevad lööklainest ja sekundaarsetest mürskudest tekitatud vigastused kergeiks, keskmisteks, rasketeks ja äärmiselt rasketeks.

Lööklaine otsesest toimest saadud kergeid vigastusi iseloomustab kuulmisorganite ajutine kahjustus, üldine kergekujuline põrutus, muljumised ja jäsemete nihestused. **Kerged vigastused tekivad, kui lööklaine ülerõhk on 0,2—0,3 kg/cm²**, ja neid võib täheldada keskmise kaliibriga aatomipommi õhus plahvatamisel kuni 2,5 km kaugusel. Kergeid vigastusi saanud inimesed on võimelised osutama abi nii iseendale kui teistele, lahkuma iseseisvalt aatomiplahvatuse piirkonnast ja jõudma esmaabipunktideni.

Keskmiste vigastustega kaasnevad kogu organismi tõsine põrutus, kuulmisorganite vigastus, verejooks ninast ja kõrvadest, luumurded ja tugevad jäsemete nihestused. **Keskmised vigastused tekivad, kui lööklaine ülerõhk on 0,4—0,5 kg/cm²**, ja need on täheldatavad keskmise kaliibriga pommi plahvatuskohast **2 km kaugusel.** Keskmiste vigastuste puhul peab kiiresti andma kannatadasaanuile esmaabi ja evakueerima neid aatomiplahvatuse piirkonnast.

Raskeid vigastusi iseloomustab kogu organismi tugev põrutus, tugev verejooks ninast ja kõrvadest, jäsemete raskekujulised murded. **Rasked vigastused tekivad, kui lööklaine ülerõhk on üle 0,5 kg/cm²**, ja need on täheldatavad keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatuskohast **kuni 1,5 km kaugusel.** Raskesti vigastatud vajavad kiiret arstiabi.

Äärmiselt rasked vigastused tekivad, kui lööklaine ülerõhk ületab 1 kg/cm². Nendega kaasnevad kogu organismi ja

kuulmisorganite väga raskekujuline põrutus, rohkearvulised muljumised ja luumurded. Sellised kannatadasaanud vajavad kiiret arstiabi. Raskete ja äärmiselt raskete vigastuste puhul evakueeritakse kannatadasaanuid aatomiplahvatuse rajoonist kanderaamidel ja sanitaarautodel.

Maastiku reljeefi kaitseomaduste, kaitsepilude ja muldonnide oskuslikul kasutamisel vähenevad lööklaine kahjustava toime raadiused 1,5- kuni 2-kordselt. Varjendid tagavad kaitse isegi õhus toimunud plahvatuse epitsentri piirkonnas.

Valguskiirguse toime kaitsmata inimestele. Valguskiirguse kahjustava toime inimestele, kes viibivad väljaspool varjendeid, määrab ära valgusimpulsi suurus, selle mõjumise kestus, inimese asend plahvatuse suhtes ja riietuse omadused (tihedus, värvus jne.).

Valguskiirguse soojusliku mõjutuse alla satuvad eeskätt katmata kehaosad — käelabad, nägu, kael ja ka silmad. Rohkem kui 3—5 cal/cm² tugevuse valgusimpulsi korral on võimalikud õhukese ja tihedalt liibuvate riietega kaetud kehaosade põletused. Põletused võivad tekkida mitte üksnes valguskiirguse otsesest toimest inimese kehale, vaid ka riiete süttimisest ja pärast aatomiplahvatust puhkenud tulekahjukollete tagajärjel.

Aatomiplahvatuse valguskiirgusest tekkinud põletused ei erine väliselt tavalistest. Siiski kutsub **valguskiirguse otsene mõjutus esile vaid keha valgustatud osa ühepoolse põletuse.**

Kudede vigastuse raskuse järgi eristatakse esimese, teise ja kolmanda järgu põletusi.

Esimese järgu põletusega kaasneb naha punetus ja teatav valulikkus. Esimese järgu põletus tekib valgusimpulsil 2—4 cal/cm² ja hea nähtavuse juures võib selle saada 3,5 km kaugusel keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatuskohast.

Teise järgu põletusi iseloomustab erilist ravi nõudvate villide moodustumine. Sellised põletused tekivad üle 5 cal/cm² suuruse valgusimpulsi puhul ja neid võib saada kuni 2,5 km kaugusel keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatuskohast.

Kolmanda järgu põletustega kaasneb haavandite tekkimine, naha ja nahaaluste kudede kärbumine.

Sellised põletused tekivad üle 10 cal/cm² suuruse valgusimpulsi puhul ja neid võib saada hea nähtavuse korral kuni 1,5 km kaugusel aatomiplahvatuse kohast.

Plahvatuskohast väiksematel kaugustel (1 km piires), valgusimpulsil 20 cal/cm^2 toimub valgustatud katmata kehaosade söestumine. Kolmanda järgu põletuste ja kudede sõestumise korral vajavad kannatadasaanud pikaajalist ravi.

Jaapani linnade kohal teostatud aatomiplahvatuste tagajärgede uurimine näitas, et põletuste järk sõltus inimestel riietuse iseloomust, värvusest, paksusest ja isegi kehale liibumise tihedusest. Tumedas riietes inimesed said raskemaid põletusi kui valgesse või heledasse riietatud. On täheldatud juhtumeid, kus inimese kehal tekkisid rasked põletused kohtades, mis asetsesid riiete tumedavärvilise mustri all, kuna ülejäänud, valge materjaliga kaetud kehaosad ei olnud üldse kahjustatud. Tihedast ja heledast materjalist avar riietus on heaks kaitseks valguskiirguse eest. Khakivormis Jaapani sõdurid ei saanud kehapõletusi riiete all, kuigi viibisid väljaspool varjeid plahvatuskohast 1,5 km kaugusel.

Valguskiirgus võib kahjustada silmi ja kutsuda esile pimestuse plahvatuskohast tunduvatel kaugustel. Eriti kahjulikult mõjub silmadele ere välgatus ja ultraviolettkiirgus aatomiplahvatuse esimestel hetkedel. Ereda välgatuse tagajärjel, eriti öösel, võib kaotada ajutiselt nägemise (10—20 min.) plahvatuskohast isegi suurtel kaugustel. Seepärast **tuleb aatomiplahvatuse hetkel pöörduda vastassuunda, sulgeda silmad ja katta nad kätega.**

Kaitset valguskiirguse eest pakub igasugune läbipaistmatu tõke, kuid on soovitav, et see oleks mittesüttivast materjalist. Presentriietus kaitseb hästi keha põletuste eest. Kõige kindlamini kaitsevad varjendid ja kattega varjed, vältides täielikult valguskiirguse otsest toimet.

Läbistava radiatsiooni mõju kaitsmata inimestele. Läbistava radiatsiooni kahjustava toime inimestele ja loomadele määrab ära organismi poolt saadud kiiritusannus. Annuse suurus sõltub aatomipommi kaliibrist, plahvatuskoha kaugusest, kiirituse kestusest ning mitmesuguste ehitiste ja varjendite kaitseomadustest. Suurtel kiiritusannustel tekib inimestel ja loomadel kiiritushaigus.

Organismi kahjustus läbistavast radiatsioonist kulgeb järgmiselt. Läbides organismi, ioniseerib gammakiirte ja neutronite voog kudede rakke moodustavate molekulide koostisse kuuluvate keemiliste elementide aatomeid. Aatomite ionisatsiooni füüsikalise protsessi tagajärjel areneb molekulide lagunemise keemiline protsess, mis omakorda

põhjustab orgaaniliste rakkude struktuuri rikkumist. Selle tagajärjel algab organismis kahjustatud rakkude atrofeerumine ja lagunemine, mis põhjustab kudede eluliste funktsioonide rikkumist ja kogu organismi üldhaigestumist. Kiiritushaiguse iseärasuseks on **peiteperiood,** mille vältel kannatadasaanu tunneb end tervena. Haiguse peiteperiood võib kesta mõnest tunnist ja päevast mitme nädalani.

Kiirituse annusel kuni 100 r täisealine terve inimene tegelikult ei haigestu, sest organism taastab kahjustatud rakud. Füüsiliselt karastatud, tugevad inimesed taluvad kiiritushaigust kergemini isegi kiirituse suurte annuste korral.

Eristatakse kiiritushaiguse nelja järku — kerge, keskmine, raske ja äärmiselt raske.

Kerge (esimese järgu) kiiritushaigus tekib kiirituse üldannusel 100—200 r. Haiguse peiteaeg kiiritushaiguse kergel järgul võib kesta kaks kuni kolm nädalat. Haigestumise selged tunnused selle aja vältel puuduvad. Kerge kiiritushaigus areneb pärast kiiritust kolmandal nädalal ja seda iseloomustab üldine nõrkus, suurenenud väsimus, peapööritus ja temperatuuri perioodiline tõus. Väheneb valgete vereliblede hulk veres ja seoses sellega alaneb organismi vastupanuvõime mitmesugustele nakkushaigustele. Üldreeglina lõpeb kerge kiiritushaigus tervenemisega.

Keskmine (teise järgu) kiiritushaigus tekib kiiritusannusel 200—300 r ja seda iseloomustavad samad tunnused mis kerget kiiritushaigustki, ainult tugevamal kujul.

Haiguse peiteperioodi vältel säilitab keskmisest kiiritushaigusest kahjustatu sageli töövõime.

Raske (kolmanda järgu) kiiritushaigus tekib kiiritusannustel üle 300 r. Seda iseloomustavad tugevad peavalud, kõrge temperatuur, unisus, isupuudus, verejooksud siseorganites ja nahaalused verevalumid.

Raske kiiritushaiguse korral lüheneb peiteperiood mõne päeva ja tunnini.

Äärmiselt raske kiiritushaigus areneb kiiritusannustel üle 500 r. Äärmiselt raske kiiritushaigus võib lõppeda surmaga, mis järgneb teise nädala lõpuks pärast kiiritust.

Kiiritushaigusse haigestuvad ka koduloomad, kusjuures mõned neist võivad taluda kaunis tugevaid kiiritusannuseid (näiteks haigestuvad suured sarvloomad annustel üle 300 r).

Kiiritushaiguse ravimise peamine põhimõte seisab organismi igakülgses tugevdamises, et organism saaks taastada kahjustatud kudesid. Haigele võimaldatakse täielik rahu, hea toit. Keskmise ja raske kiiritushaiguse korral annab tõhusaid tulemusi vereülekanne. Väga oluline on hoida kiiritushaigusest kahjustatuid nakkushaiguste eest.

Läbistava radiatsiooni eest võivad kaitset pakkuda ainult küllaldase paksuse ja tugevusega tõkked, mis suudavad vastu pidada lööklaine toimele. 1,5 m paksune mullakiht kaitseb isegi plahvatuse epitsentri piirkonnas kindlalt läbistava radiatsiooni kahjustava toime eest. Seepärast tuleb varjendi kate teha võimalikult paks.

Suurem osa läbistava radiatsiooni annusest kiirgub esimeste sekundite vältel pärast aatomiplahvatust; seepärast peavad väljaspool varjendeid olevad inimesed kiirituse üldannuse vähendamiseks asuma kiiresti mõnda varjesse või heitma kas või kraavi, peituma künka või paksu kivimüüri varju.

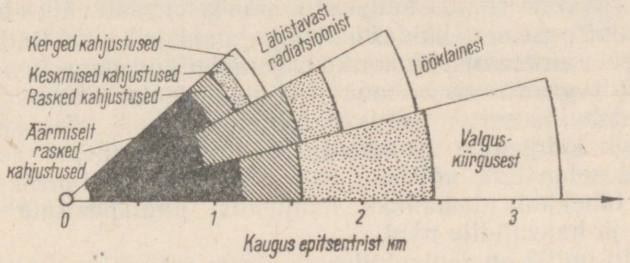
Inimeste ja loomade kombineeritud kahjustused aatomiplahvatusel. Aatomiplahvatuse kahjustavate tegurite üheaegse mõjumise tagajärjel tekivad kaitsmata inimestel ja loomadel kombineeritud kahjustused — traumaatilised vigastused, põletused, kiiritushaigus. Organismi üheaegne mõjutus lööklainest, valguskiirgusest ja läbistavast radiatsioonist teeb kahjustuse palju raskemaks; kiiritushaigus teeb traumaatiliste vigastuste ja põletuste ravimise märksa keerukamaks, rasked traumaatilised vigastused takistavad kiiritushaiguse ravimist.

Kombineeritud vigastuste iseloom ja ulatus sõltuvad inimese asendist aatomiplahvatuse hetkel ja pärast seda. Näiteks võib hoones viibiv inimene saada mitmesuguseid traumaatilisi vigastusi klaasikildudest, varisevast krohvist jms. ning peale selle tulekahju tagajärjel ka põletusi. Statistika näitab, et Jaapanis sai pärast aatomiplahvatusi suurem osa kannatadasaanuist kombineeritud kahjustusi kahest või kolmest kahjustavast tegurist.

Keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatusel on kaitsmata inimeste ja loomade kombineeritud kahjustused kõigi kolme kahjustava teguri läbi võimalikud raadiuses kuni 1,5 km, valguskiirguse ja lööklaine läbi raadiuses kuni 2,5 km. Juhuslikud traumaatilised vigastused purunevatest hoonetest ja põletused tulekahjudest on võimalikud ka suurematel kaugustel plahvatuskohast.

Lööklaine, valguskiirguse ja läbistava radiatsiooni kahjustava toime raadiused varjumata inimestele on keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatusel õhus näidatud joonisel 50.

Sõltuvalt maastiku reljeefist ja hoonete tüübist ning vastupidavusest võivad üksikute kahjustavate tegurite mõjuraadiused olla joonisel tooduist väiksemad. Igasuguste varjete kasutamine vähendab tunduvalt inimeste kombineeritud kahjustuse võimalusi ja väldib isegi selliste kahjustavate tegurite toimet nagu valguskiirgus ja läbistav radiatsioon.



Joon. 50. Kaitsmata inimeste kahjustustsoonide raadiused valguskiirgusest, lööklainest ja läbistavast radiatsioonist keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatusel õhus

Radioaktiivsete kiirguste kahjustav toime mürgistatud maastikul. Maastiku, õhu ja mitmesuguste objektide mürgistumine toimub nii aatomiplahvatusel kui ka radioaktiivsete ründeainete kasutamise tagajärjel vaenlase poolt. Aatomiplahvatusel õhus on maastiku radioaktiivne mürgistus tähtsusetu ega kujuta endast ohtu. Jaapanis näiteks ei täheldatud pärast aatomipommide plahvatusi õhus inimeste märgatavat kahjustamist radioaktiivsete ainetega.

Maapealsetel (maa-alustel) plahvatustel on võimalik tugev kahjustus radioaktiivsetest kiirgustest inimestel, kes töötavad mürgistatud maastikul nii plahvatuspiirkonnas kui ka radioaktiivse pilve liikumise teel. Eriti tugev maastiku mürgistus on täheldatav uraani-vesinikupommi plahvatusel tekkinud radioaktiivse pilve liikumise teel. Radioaktiivsed saadused võivad neil juhtudel sadestuda plahvatuskohast suurtel kaugustel. Näiteks 1954. a. märtsis ameeriklaste poolt aatomipolügoonil Eniwetoki atollis katsetatud uraani-

vesinikupommi plahvatusel sadestus radioaktiivne tuhk üle 400 km kaugusele. Kiirgus kahjustas plahvatuskohast 300 km kaugusel avamerel viibivat 23 jaapani kalurit ja kutsus neil esile kiiritushaiguse.

Inimeste ja loomade kahjustusel radioaktiivsete ainetega on siiski olemas iseloomulikke iseärasusi — mürgistatud maastikul viibivad inimesed võivad sattuda mitte üksnes välise, vaid ka sisemise kiirituse alla. Väline kiiritus on tingitud radioaktiivsete ainete poolt väljasaadetava gammakiirguse suurest läbimisvõimest. Peale selle satuvad katmata kehaosad nahka kahjustavate beetaosakeste välise kiirituse alla. Tavaline riietus kaitseb inimese keha hästi välise beeta- ja alfakiirguse eest, kuid ei kaitse gammakiirte eest. Radioaktiivsete ainete otsene kontakt organismi kudedega aga põhjustab tugeva ionisatsiooni. Alfa- ja beeta-aktiivsete ainete teatud hulga sattumisel koos tolmuga nahale tekib kudede kohalik kahjustus. Radioaktiivsete ainete vahetul kestval mõjutusel nahale või suu, nina ja silmade limaskestale võib täheldada kohalikku kahjustust pinnapealsete põletuste ja haavandite näol.

Eriti ohtlik on radioaktiivsete ainete sattumine organismi suu, hingamiselundite või haavandite kaudu. Tungides organismi, kanduvad radioaktiivsed ained verega kõikidesse organitesse ja kudedesse. Suurem osa radioaktiivseid aineid eraldub organismist 2—3 päeva jooksul uriini ja väljaheidetega. Mõned radioaktiivsed ained aga peatuvad liigendites, neerudes ja teistes organites ning avaldavad hiljem pika aja vältel organismile kahjulikku mõju. Seepärast võivad isegi võrdlemisi väikesed radioaktiivsete ainete hulgad organismi sattudes tekitada kudede kohalikke kahjustusi või isegi kogu organismi kahjustust, mis põhjustab kiiritushaiguse tekkimist.

Eriti kahjulikult mõjub organismile radioaktiivne strontsium, mis moodustub aatomi- või uraani-vesinikupommi plahvatusel koos teiste isotoopidega. Uraani jagunemissaadused sisaldavad umbes 30% mitmesuguste elementide radioaktiivseid isotoope, mis moodustab keskmise kaliibriga pommi plahvatusel umbes 300 g (1 kg uraani 235 tuumade jagunemisel).

Inimese kahjustamiseks äärmiselt raske kiiritushaigusega on küllaldane, et organismi satuks kõigest mõni milligramm plahvatuse radioaktiivseid saadusi: 300 g neid aineid aga võib mürgistada ligikaudu 50 000 inimest. Tege-

likult siiski radioaktiivsed isotoobid hajuvad atmosfääris ja sadestuvad osaliselt maastiku suurele pindalale. Mõne aja möödumisel pärast plahvatust alaneb maastiku mürgistustugevus järsult (6 tunni jooksul kümnekordselt).

Nahale või organismi sattuvate radioaktiivsete ainete kahjustava toime vältimiseks tuleb hoolikalt täita individuaalkaitse nõudeid: kasutada gaasitorbikut, kindaid ja tihedat riietust. Nahale sattunud radioaktiivsed ained tuleb viivitamata sealt eemaldada.

Radioaktiivse tolmu eest kaitsevad kindlalt igasugused varjendid ja keldriruumid (suletud ustega). Kui on vajalik inimeste pikaajaline viibimine varjendis, tuleb ehitada õhukogumisseadmetesse filtrid ja muuta uksed hermeetiliseks.

Radioaktiivse tolmu nahale ja riietusele sattumise võimalus suureneb, kui mürgistatud rajoonis on tolmused teed, kuivad põllud jm. Radioaktiivse tolmu sadestumine on võimalik ka orgudes, metsades ja põõsastikus. Seepärast peab mürgistatud maastikul viibides vältima kokkupuutumist kohalike esemetega.

2. AATOMIPLAHVATUSE TOIME HOONETELE JA EHITISTELE

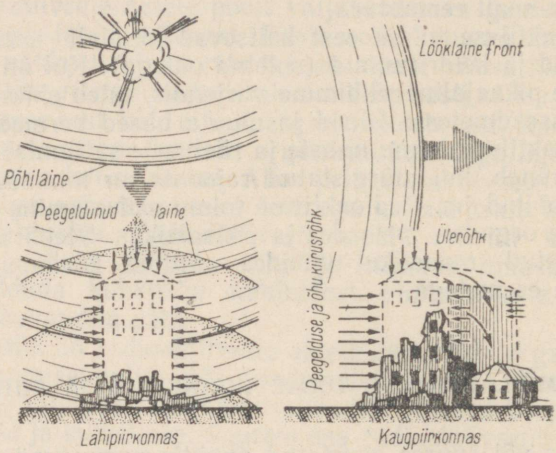
Linnas või suures asustatud punktis purunevad aatomiplahvatuse tagajärjel massiliselt hooned ja ehitised, tekivad rohkearvulised tulekahjud, hävivad kommunaalvõrgud.

Aatomiplahvatusest esilekutsutud purustused erinevad tunduvalt tavaliste lennupommide läbi tekkivatest purustustest. Suurekaliibrilise lennupommi otsetabamusel suure, mitmekorruselise hoone pihta puruneb täiesti ainult osa hoonest, plahvatuskohast 20—30 m kaugusel asuvad ruumid aga jäävad terveks või siis saavad tähtsusetuid vigastusi. Aatomiplahvatusel aga purunevad väikesed ja suured hooned täielikult või saavad tunduvaid vigastusi isegi suurtel kaugustel plahvatuskohast.

Mitmesuguste objektide purustuste iseloom ja maht sõltuvad aatomipommi kaliibrist, plahvatuse liigist ja kaugusest, hoonete ja ehitiste vastupidavusest ning nende asetusest lööklaine frondi levimise suhtes.

Hooned ja ehitised purunevad aatomiplahvatusel lööklaine toimel, mis avaldab plahvatuskohast erisugustel kaugustel asuvatele ehitistele erinevat mõju. Aatomiplahvatu-

sel õhus mõjub lähipiirkonnas asuvatele hoonetele ja ehitistele igast küljest nii langeva kui ka maapinnalt peegeldunud lööklaine rõhk. Sel juhul on domineeriv tähtsus rõhu vertikaalkomponendil, mis mõjutab katuseid ja horisontaalkatteid (joon. 51). Hoonete purustuste iseloom sõltub selles piirkonnas peamiselt konstruktsioonide vastupidavusest, mitte aga hoonete suurusest ja asetusest.



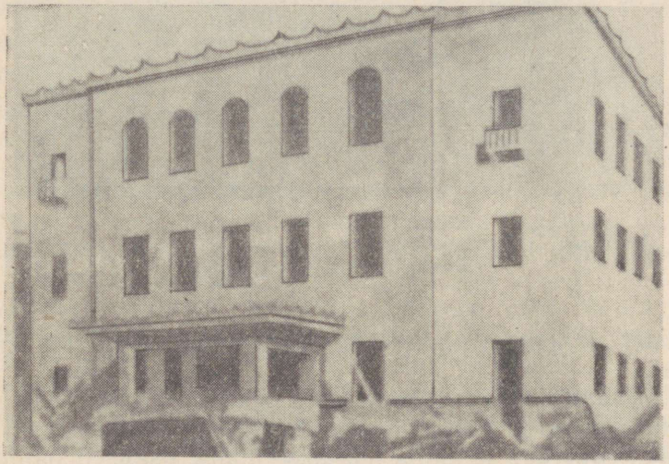
Joon. 51. Lööklaine mõju aatomiplahvatuse epitsentrist mitmesugustel kaugustel asuvatele hoonetele

Lööklaine toime iseloom muutub plahvatuse epitsentrist eemaldumisega. Kaugpiirkonnas levib lööklaine piki maapinda, rõhudes tugevamini plahvatuse-poolsetele vertikaalseintele kui horisontaalkatetele. Seepärast kaugpiirkonnas lööklaine nagu püüaks nihutada või ümber lükata tema teekonnal seisvaid hooneid. Voolates ümber hoone mõjub lööklaine katusele, külg- ja tagaseintele ja hoone satub igakülgse mitmesuguse tugevusega rõhu alla. Maksimaalne koormus on plahvatuse-poolsetel seintel, väikseim aga tagaseintel. Akendest ja ustest sissetungiv lööklaine kutsub esile purustusi hoonete sees.

Hoonete ja ehitiste purustuste maht ja ulatus sõltuvad aatomiplahvatusel eeskätt nende vastupidavusest. Mida

tugevama konstruktsiooniga on hoone, seda suurem on tema vastupanuvõime lööklaine toimele.

Kõige vastupidavamad ja kindlamad lööklaine toimele on raudbetoon- ja tugeva metallkarkassiga hooned. Sellised ehitised säilivad isegi väikestel kaugustel aatomiplahvatuse epitsentrist. Hirošimas näiteks ei saanud tõsiseid vigastusi antiseismiliste konstruktsioonidega (maavärisemiskindlad) raudbetoonhoonete seinad ja katused, kuigi nad asusid plahvatuse epitsentrist kõigest 200 m kaugusel (joon. 52). Teine

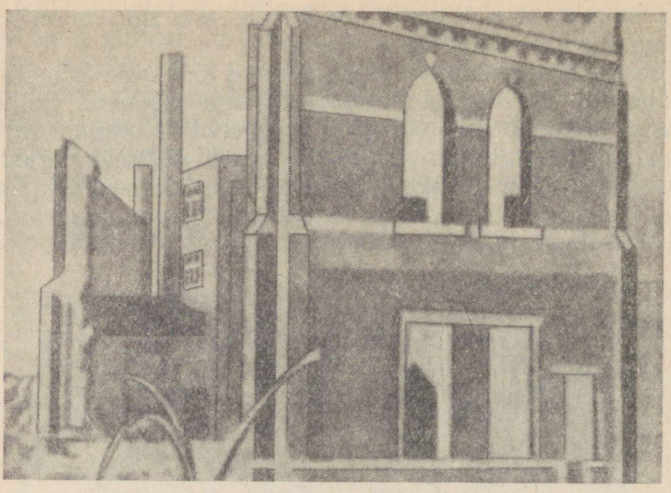


Joon. 52. Raudbetoonhoone Hirošimas, mis asus 200 m kaugusel aatomiplahvatuse epitsentrist (seinad on vigastamata)

raudbetoonhoone, mis asus epitsentrist 1,5 km kaugusel, jäi täiesti terveks nii seest kui ka väljast (purunesid ainult klaasid).

Tellishooned on väiksema vastupidavusega kui raudbetoonhooned ja purunevad täielikult plahvatuskohast tunduvas kauguses. Joonisel 53 on näidatud Hirošimas aatomipommi plahvatuse epitsentrist 1,5 km kaugusel asunud kahekorruselise tellishoone purustuste laad. Nagu jooniselt nähtub, on hoone kandvad seinad tugevasti purustatud ning vahelaed sisse langenud.

Kõige väiksema vastupidavusega on aatomiplahvatuse toimele puitehitised, eriti karkasstüüpi hooned. Kergete karkasspuithoonete purunemist täheldati aatomipommide plah-



Joon. 53. Tellishoone Hirošimas, mis asus 1,5 km kaugusel aatomiplahvatuse epitsentrist

vatustel Jaapanis plahvatuse epitsentrist 3—4 km kaugusel.

Tugevamini saavad kannatada pikad mitmekorruselised karkass-seinte ja paljukaldeliste katustega tehasehooned — seinte vooderdus ja katus rebitakse maha, osaliselt paindub metallkarkass. Aatomiplahvatusel Hirošimas purunesid täielikult kerge karkassiga tööstushooned plahvatuskohast kuni 1 km kaugusel, tööpingid hoone sees aga muutusid kasutamiskõlbmatuiks.

Hoonete purunemise maht ja ulatus ei sõltu mitte üksnes nende vastupidavusest, vaid ka suurusest. Mida väiksem on plahvatuse-poolsete seinte pind, seda vähemal määral toimib neile lööklaine kiirusrõhk. Samal põhjusel varisevad võrdse vastupidavuse juures enamasti majad ja ehitised, millel plahvatuse-poolsete seinte summaarne pind on suurem.

Lõpuks sõltub mitmesuguste hoonete ja ehitiste purustuste iseloom lööklaine ülerõhust. Lööklaine ülerõhu ligikaudsed väärtused, mis põhjustavad linnahoonetel mitmesuguseid purustusi, on toodud tabelis 7 (tabelis toodud andmed põhinevad seda tüüpi hoonete vastupidavuse oletataval «keskmisel suurusel»).

Tabel 7

Linnahoonete purustuste iseloom sõltuvalt ülerõhu suurusest lööklaine frondis (t/m²)

Purustuste iseloom [1]	Raudbetoonhooned	Mitmekorruselised tellishooned	Väiksemad tellishooned	Puumajad
Täielik purustus	8	4	4,5	3
Tugev purustus	5	2,5	3	1,5
Keskmine purustus	3	1,5	2	1
Nõrk purustus	1	0,7	1	0,6
Vigastused	0,3	0,4	0,4	0,3

Ehitised, mille ristlõikepind on võrdlemisi väike (tehaste korstnad, postid), säilivad plahvatuskohast tunduvalt väiksematel kaugustel kui hooned, millel on suuremad mõõtmed ja suur vastupidavus.

Suurimas ulatuses purustab lööklaine oma teekonnal olevaid kõrgeid maapealseid ehitisi. Nõrgemal määral mõjub ta madalatele või sissekaevatud ehitistele.

Aatomiplahvatusel õhus ei saa kannatada maa-alused elektri- ja telefonivõrgud, vee- ja kanalisatsioonitorustik. Veevarustus- ja gaasivõrk saab vigastada peamiselt hoonete purunemisel või nende võrkude maapinnale väljumise kohtades.

Suurt ohtu kujutab endast veevarustusvõrgu purunemine ja seoses sellega tulekahjude kustutamiseks vajaliku vee juurdevoolu katkemine.

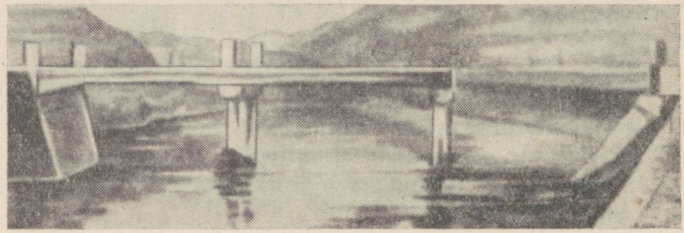
Lööklaine toimest sildadele ja ühendusteedele saab ettekujutuse Hirošima ja Nagasaki aatomiplahvatuste tagajärgede põhjal. Terasest ja raudbetoonist sillad said isegi väikestel kaugustel plahvatuskohast vähe kannatada, eriti juhtudel, kui lööklaine levis piki silda. Üks raudbetoontaladest sild, mis asus epitsentrist 100 m kaugusel, ei saanud üldse vigastusi. Teised, kaugemal asunud sillad said väikese külgnihke, ühel neist oli veepinnalt peegeldunud lööklaine toimel raudbetoonkate kerkinud.

Palju tugevamaid purustusi tekitab lööklaine sildadele,

[1] Purustuste liigitust on käsitletud leheküljel 128.

mis asetsevad plahvatuse poole küljega. Näiteks oli epitsentrist 600 m kaugusel asuval maantee-raudbetoonsillal paisatud vette 10 m pikkune kaar (joon. 54).

Üldiselt saavad kõrged, suurte kaartega sillad palju suuremaid vigastusi kui madalad, väikeste kaartega sillad. Tänava- ja maanteekattele ei avalda õhus toimunud aatomiplahvatus peaaegu mingit mõju. Trammi- ja raudteed saavad tähtsusetuid vigastusi ning sedagi ainult väiksematel kaugustel plahvatuse epitsentrist. Peamiseks takistuseks tänava- ja raudteeliikluse taastamisel on purustatud hoonete ja veerevkoosseisu rusud.



Joon. 54. Purustatud raudbetoonsild, mis asus 600 m kaugusel aatomiplahvatuse epitsentrist

Peab märkima isegi kõige lihtsamate varjete suurt vastupidavust aatomiplahvatusele. Jaapani linnade kohal toimunud aatomiplahvatuste tagajärgede uurimised näitasid, et 60 cm paksuse mullakihiga kaetud puidust muldonnid säilisid täielikult üle 800 m kaugusel keskmise kaliibriga pommi plahvatuse epitsentrist. Isegi väiksematel kaugustel epitsentrist (alla 300 m) säilis umbes 50% varjendeid ja muldonne. Suurimas purunemisohus on varjendite sissepääsud ja pealisehitised, seepärast tuleb neile osadele pöörata erilist tähelepanu.

Olulist mõju purustuste mahule avaldab maastiku reljeef. Järsud ja kõrged künkad ning sügavad orud vähendavad tunduvalt purustuste mahtu. Seoses reljeefi kaitsvate omadustega oli näiteks Nagasakis aatomiplahvatuse kahjustav toime poolteist-kaks korda väiksem kui Hirošimas. Sama kaugel plahvatuskohast säilisid siin majad, mis asusid küngaste taganõlvadel, kuna tasasel maastikul olid nad purustatud. Maastiku kaitsvad omadused aatomiplahvatusel

asustatud punktide tingimustes on ülevaatlikult näidatud joonistel 55, *a* ja 55, *b*.

Suured ja tugevad hooned nõrgendavad samuti lööklaine ja valguskiirguse toimet. Nende hoonete taga kujunevad piirkonnad, kus puudub õhu kiirusrõhu toime. Peale selle suured hooned nagu «haaravad» valgusvoogu ja annavad suure varju. Nendes piirkondades asuvatele väiksematele hoonetele ja ehitistele mõjub nõrgenenud lööklaine, valguskiirguse toime aga üldse puudub. Seepärast säilivad nõrga konstruktsiooniga, kuid suurte ja vastupidavate hoonetega varjatud majad epitsentrile lähemal kui majad, mis asetsevad lahtisel maastikul. Näiteks Nagasakis said tööliste barakid, mis asusid suure tehasehoone varjus plahvatuse epitsentrist 2 km kaugusel, tühiseid vigastusi ega põlenud maha, samal ajal aga samasugused barakid, mis asusid plahvatuskohast kaugemal, kuid olid täiesti varjamata, purunesid täielikult ja põlesid maha.

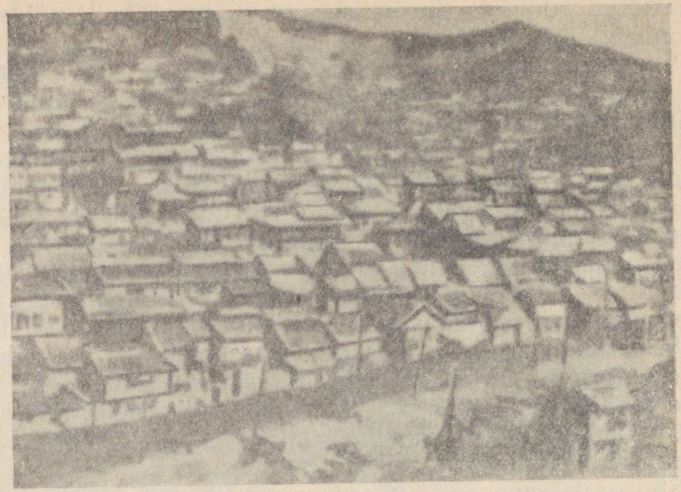
Suured kivihooned, mis paiknevad tihedalt grupis, saavad väiksemaid purustusi kui eraldi seisvad majad.

Aatomiplahvatuse lööklaine purustava toime iseärasus seisab selles, et mõnel juhul võib täheldada tunduvaid kohalikke purustusi plahvatuskohast väga suurtel kaugustel, samal ajal aga ei esine neid palju väiksematel kaugustel üldse. Need nähtused tekivad lööklaine fokuseerumise ja peegeldumise tagajärjel, olenevalt maastiku reljeefi iseloomust ja atmosfääri seisundist. Näiteks purunesid aatomiplahvatusel Nagasakis barakid ja kuurid, mis asusid epitsentrist 8 km lõuna pool, teised hooned aga, kuigi nad asusid plahvatuse epitsentrile palju lähemal, jäid täiesti vigastamata. Kivikatuste vigastuste suurim raadius oli Hirošimas umbes 2,5 km epitsentrist, katuste paigalt nihkumisi aga võis täheldada kuni 7—8 km kaugusel.

Aatomiplahvatuse valguskiirgus on tulekahjude tekkimise põhjuseks. Arvestatakse, et tulekahjude tekkimine valguskiirgusest on kõige tõenäolisem plahvatuskohast 0,8 kuni 8 km kaugusel asuvas piirkonnas.

Hulk väliseid tulekoldeid, mis tekivad plahvatuse epitsentrist üle 1 km kaugusel, kustutatakse lööklainega, mis jõuab sellele kaugusele valguskiirguse efektiivse toime lõpul.

Valguskiirgusest, mis tungib sisse akendest, tekivad ruumides mitmesuguste kergestisüttivate materjalide süttimise tõttu püsivad tulekolded.



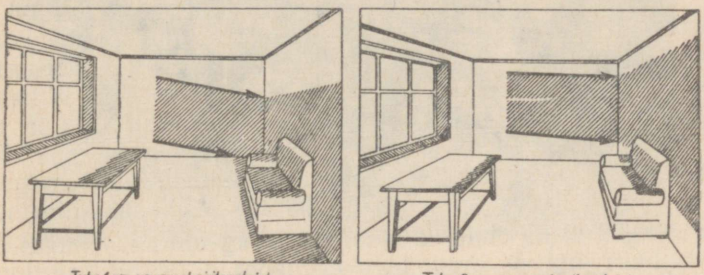
a

b

Joon. 55. Asustatud punktide purustuse ulatus aatomiplahvatusel sõltuvalt maastiku reljeefist:

a — küngastega kaitstud elamute rajoon Nagasakis; *b* — analoogiline, kuid küngastega kaitsmata rajoon (tee puhastati pärast plahvatust)

Plahvatusel õhus on valguskiirte kaldenurk plahvatuskohast 2 km kaugusel umbes 15° ja valguskiirgus võib kergesti tungida läbi akende toa sügavusse. Aatomiplahvatuse valgusvoo tungimine läbi akna tuppa, mis asub plahvatuse epitsentrist 2 km kaugusel, on näidatud joonisel 56. Joonilselt on näha, et toas, mille aknad on plahvatuse-poolsel küljel, on kõige tõenäolisem aknalaudade ja piitade ning puit- ja krohvimata seinte (tagumine ja külgmised) süttimine.

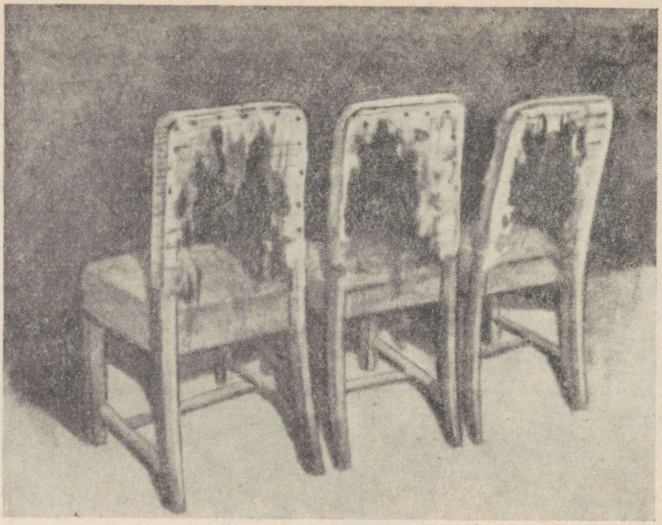


Joon. 56. Akna kaudu tuppa tungiva valguskiirguse võimaliku mõju pindala, sõltuvalt kaugusest aatomiplahvatuse epitsentrini

Kardinad, eesriided, laudlinad ja pehme mööbel, millele langeb valguskiirgus, süttivad kõige kergemini. Ruumides sees tekkivaid tulekoldeid lööklaine ei kustuta. Nii võib paljudes ruumides, mille aknad asetsevad plahvatuse poole, tekkida rohkesti väikseid, kiiresti paisuvaid tulekahjukoldeid. Võideldes kasvavate tulekahjudega peab võimalikult kiiremini likvideerima tule alguskolded. Suur tähtsus on ka aegsasti tarvituselevõetud tulekaitseabinõudel. Toolide riidepolstri põlemist läbi akna tuppa tunginud valguskiirgusest näeme joonisel 57.

Peab silmas pidama ka seda, et hulgalisi tulekahjusid tekib linnas või asustatud punktis ahjude, gaasi- ning elektrivõrkude jne. purunemisest. Läbistav radiatsioon ei kutsu teatavasti esile mingisuguseid purustusi, maastiku radioaktiivne mürgistumine võib aga raskendada päästetööde läbiviimist ning mürgistatud masinate ja ruumide kasutamist.

Olles tutvunud eraldi iga kahjustava teguri toimega,



Joon. 57. Toolide riidepolstri kõrbemine akna kaudu tuppa tunginud valguskiirgusest

vaatleme aatomiplahvatuse tagajärjel asustatud punktis tekkivate kombineeritud purustuste liigitust. Need jagunevad täielikeks, tugevateks, keskmisteks ja kergeteks (ehk osalisteks) purustusteks ning vigastusteks.

Täielikul purustusel säilib hoonest ainult vundament ja tugevad keldriruumid.

Tugevad purustused erinevad täielikest sisuliselt vähe ja siin säilib vaid väiksem osa ehitistest — alumiste korruste seinad, osa raudbetoonkarkassist, keldriruumid. Taastamine on võimalik vaid uue ehituse korras, ehitise säilinud osade ärakasutamisega.

Keskmistel purustustel säilib põhiliselt hoone korpus — kapitaalseinad, raudbetoonkatted ja muud vastupidavad elemendid. Hoone sisemine osa põleb tavaliselt ära. Taastamine on võimalik kapitaalremondi korras.

Kergetel ehk osalistel purustustel hävivad ainult hoone teisejärgulised osad, nagu katused, kerged kõrvalehitised, karniisid, aknaraamid, uksed. Hoone sisemuses saavad lööklainest vigastada krohv, siseuksed ja kerged vaheseinad. Soojal aastaajal võib osa selliseid ehitisi kasutada inimeste majutamiseks. Hoone taastamiseks on vajalik keskmine remont.

Hoonete konstruktiivsete erinevuste tõttu võib purustuste laadis täheldada olulisi kõrvalekaldumisi sõltuvalt kaugusest ja asetusest aatomiplahvatuse suhtes. Plahvatuskohast ühel ja samal kaugusel asuvat kaks ühesugust maja võivad saada erinevat liiki vigastusi.

Hoonete purunemine ja vigastamine toimub suurel maa-alal. Näiteks said Hirošimas üksikud tellishooned tõsiseid vigastusi kuni 2—3 km kaugusel plahvatuse epitsentrist; samal ajal aga säilis tunduv osa hooneid palju väiksematel kaugustel plahvatuskohast.

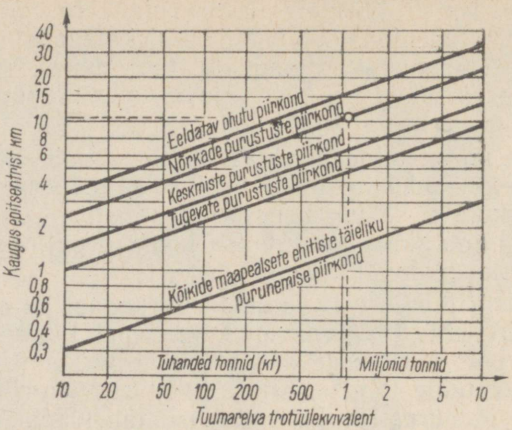
Purustuste piirjooned kahjustuspiirkonnas ei ole korrapärased ringjooned, vaid nende kuju oleneb mitmetest teguritest. Kergete purustuste ja vigastuste piirkonna kuju sõltub näiteks tuule tugevusest ja suunast. Tugeva tuulega võib kergeid purustusi ja vigastusi täheldada tunduvalt kaugemal tuule suunas ning kergete purustuste tsooni piirjoon omandab tuule suunas väljaveninud ovaali kuju.

Keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatuse tagajärjel muutuvad linna- ja tööstushooned kuni 3 km raadiuses (kuni 30 km^2 pindalal), kaasa arvatud täielike, tugevate ja keskmiste purustuste piirkonnad, kasutamiskõlbmatuks ja langevad pikemaks ajaks täielikult rivist välja. Kui linnas või asustatud punktis on rohkesti puumaju ja -ehitisi, võib üldine pindala, kus hooned hävivad ka tulekahjude läbi, olla veelgi suurem.

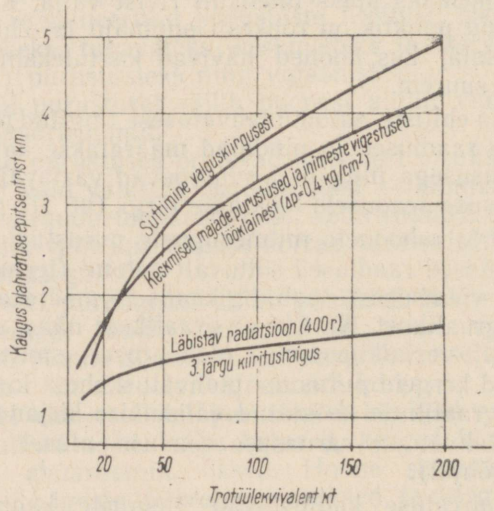
Hoonete ja ehitiste aatomiplahvatusest tingitud purustuste piirkondade raadiused ja pindalad määratakse aatomiplahvatuse võimsusega ning nad suurenevad vastavalt plahvatuste sarnasuse seadusele lööklaine järgi (vt. III ptk.).

Elu- ja tööstushoonete mitmesuguste purustuste piirkondade ligikaudsed raadiused sõltuvalt aatomi-(termotuuma-) plahvatuse võimsusest saab ligikaudselt määrata joonisel 58 toodud graafikust. Näiteks on graafikust näha, et 1000 kt võimsusega vesinikupommi plahvatusel saavad tavalised hooned kergeid purustusi plahvatuskohast kuni 11 km kaugusel (graafik on koostatud välismaise kirjanduse andmetel ja plahvatuste sarnasuse seaduse alusel teostatud arvutuste põhjal).

Aatomiplahvatuse kahjustavate tegurite kahjustuspiirkondade raadiused suurenevad plahvatuse võimsuse suurenemisel ebaühtlaselt. Seda näitab joonisel 59 antud graafik. Näiteks plahvatuse võimsuse suurenemisel 20 kt-st



Joon. 58. Linna- ja tööstushoonete purustustsoonide raadiused aatomiplahvatusel õhus, sõltuvalt plahvatuse võimsusest (trotüülekvivalendist)



Joon. 59. Aatomiplahvatuse mitmesuguste kahjustavate tegurite kahjustustsoonide raadiuste suurenemine sõltuvalt plahvatuse võimsusest (trotüülekvivalendist)

kuni 200 kt-ni kasvab läbistava radiatsiooni kahjustava toime raadius kõigest 1300 meetrilt 1700 meetrini (graafik on koostatud välismaise kirjanduse andmeil ja plahvatuste sarnasuse seaduse alusel tehtud arvutuste põhjal). Kõige kiiremini (hea nähtavuse korral) kasvab valguskiirguse kahjustava toime raadius. Kui plahvatusel võimsusega 20 kt süttivad puitesemed 1800 m kaugusel, siis 200 kt plahvatusel süttivad nad kuni 5 km kaugusel. Veidi vähem kasvab lööklaine kahjustava toime raadius.

Vaenlase aatomirünnaku tagajärjel asustatud punktidele ja teistele objektidele tekib suur hulk mitmesuguseid ründekoldeid, moodustades **üldise kahjustusega ründerajoone. Ründerajooniks nimetatakse maa-ala sellel asuvate majade, ehitiste ja kohalike esemetega ning inimeste ja loomadega, mis on sattunud aatomirelva toime alla.** Kahjustuse iseloomult eristatakse **liht- ja komplitseeritud** ründerajoone (-koldeid). Lihtkolded tekivad aatomiplahvatuse ühe kahjustava teguri toime tagajärjel või siis radioaktiivsete ründeainete, keemilise relva, fugass- või süütepommide rakendamisel. Lihtkollet iseloomustab ainult ühe kahjustava teguri mõjuavaldus, näiteks ainult tulekahju või ainult maastiku mürgistus.

Aatomiplahvatusel tekivad tavaliselt komplitseeritud ründerajoonid, millele on omane üheaegselt tugevate ja keskmiste purustuste ning rohkearvuliste tulekahjude tekkimine, maastiku mürgistus, teede ummistused jne.

Kombineeritud kahjustuste piiriks on tavaliselt keskmiste purustuste piirkonna väline piir. Keskmise kaliibriga aatomipommi plahvatusel võib komplitseeritud kahjustuste piirkonna pindala moodustada umbes 25—30 km^2, kusjuures umbes sama suurel maa-alal võib kujuneda veel üksikuid lihtründekoldeid.

Aatomiplahvatuse tohutu purustustoime üle asustatud punktidele ja linnadele võib otsustada Jaapanis toimunud aatomiplahvatuste tagajärgede põhjal. Hirošima 90000 hoonest purunes või sai tugevasti vigastada 65 000. Nagasaki 57 000 majast muutusid kõlbmatuks 20 000 (siin olid majad osaliselt varjatud kinkudega). Paljud hooned, mis pidasid vastu lööklainele, põlesid neis linnades tulekahju tagajärjel täielikult maha, kusjuures suurim arv tulekahjukoldeid tekkis keskmiste ja kergete purustuste piirkonnas, sest täielike ja tugevate purustuste piirkonnas takistasid tule levimist kivihoonete rusud.

Joon. 60. Tänava lausummistus kivihoonete tugeva purunemise tagajärjel aatomiplahvatuse löökainest

Tugevate ja täielike purustuste piirkonnas tekivad hoonete rusudest lausummistused (joon. 60), mis raskendab aatomirünnaku tagajärgede likvideerimist ja kannatadasaanute abistamist.

Rohkearvuliste tulekahjude tagajärjel täheldati Hirošimas nn. «tuletormi» — tekkisid igast suunast suure kiirusega tulekahju keskme poole puhuvad tuuled. Selle tagajärjel põlesid täielikult maha kõik puit- ja pooleldi varisenud kivihooned. Tuletormid ei ole üksnes aatomiplahvatuse spetsiifiliseks iseärasuseks. Neid täheldati ka varem suurte linnade põlemisel Teise maailmasõja ajal pärast võimsaid pommirünnakuid Coventrys (Inglismaa), Hamburgis (Saksamaa) ja Tokios (Jaapan).

Aatomiplahvatuste kahjustava toime tohutu ulatus Jaapanis on seletatav aatomirünnaku ootamatusega, administratsiooni ja elanikkonna ettevalmistamatusega, hoiatamise ja õhukaitse süsteemi halva organiseerimisega ning aatomikaitsevahendite puudumisega tol ajal. Peale selle iseloomustab Jaapani linnu suur hulk kergesti varisevaid ja süttivaid ehitisi (puitvooderdusega ja pillirookattega puumajad).

Aatomikaitse õige organiseerimisega ja kaitseabinõude õigeaegse tarvituselevõtmisega võib aatomiplahvatuste kahjustavat toimet linnades ja asustatud punktides tunduvalt vähendada, purustused ja kaotused aga viia miinimumini.

Kaheksas peatükk

AATOMIKAITSE

Aatomikaitseks nimetatakse abinõude kompleksi, mis on suunatud aatomirünnaku ärahoidmisele (nurjaajamisele), aatomirelva poolt inimestele ja asustatud punktidele (objektidele) avaldatava kahjustava toime vähendamisele ning aatomirünnaku tagajärgede kiirele likvideerimisele.

Linnades ja rahvamajanduse objektidel rakendatavad aatomikaitseabinõud on suunatud elanikkonna võimaliku kahjustamise piiramisele ja materiaalsete kahjude vähendamisele aatomirünnaku korral. Aatomikaitse on üks osa suurte asustatud punktide ja rahvamajanduse objektide õhukaitsest.

Imperialistlik leer eesotsas USA agressiivsete ringidega plaanitseb kasutada Nõukogude Liidu ja rahvademokraatiamaade vastu mitte üksnes aatomi- ja termotuumarelva, vaid ka teisi massilise hävitamise vahendeid, sealhulgas keemilist ja bakterioloogilist relva.

Seepärast tuleb aatomikaitset siduda keemia- ja bakterioloogilise kaitsega. Sellist kaitseabinõude komplekteerimist massilise hävitamise vahendite vastu kergendab asjaolu, et rida tehnilisi kaitsevahendeid on siin ühised. Nii näiteks kasutatakse aatomi-, keemilise ja bakterioloogilise relva eest kaitsmiseks ühtesid ja samu kollektiivseid ja individuaalseid kaitsevahendeid (varjendid, varjed, gaasitorbikud, nahakaitsevahendid), tarvitatakse ühesuguseid tehnilisi vahendeid radioaktiivsete, keemiliste ja bakteriaalsete ainete läbi tekkinud mürgistuse (nakatuse) likvideerimiseks jne.

Massilise hävitamise vahendite eest kaitse organiseerimisel tuleb siiski arvestada ka neid spetsiifilisi omadusi, mis on omased aatomi-, keemilisele ja bakterioloogilisele relvale. Näiteks kasutatakse radiatsiooni-, keemilise või bakterioloo-

gilise luure läbiviimisel mitmesuguseid aparaate, mis põhinevad ülaltoodud massilise hävitamise vahendite erinevate lahinguomaduste ärakasutamisel; ette nähes bakterioloogilise relva kasutamise võimalust vaenlase poolt, saab elanikkonna hulgas läbi viia profülaktilisi kaitsesüstimisi; keemia- või aatomikaitse organiseerimisel suunatakse KÕ üritused peamiselt kaitseehitiste püstitamisele, elanikkonna varustamisele individuaalsete keemiakaitsevahenditega ja muude spetsiaalabinõude rakendamisele, mis on iseloomulikud ainult keemia- või aatomikaitsele, jne.

Erinevalt keemilisest ja bakterioloogilisest relvast võib plahvatustoimeline aatomi- ja termotuumarelv kutsuda esile mitte ainult inimeste massilisi kahjustusi, vaid ka suurte asustatud punktide tõsiseid purustusi. Seepärast tuleb peamised jõupingutused kaitses massilise hävitamise vahendite eest suunata just aatomikaitse organiseerimisele. Kui linna (objekti) kaitsesüsteem massilise hävitamise vahendite eest vastab aatomikaitse nõuetele, siis võib teatud täiendavate abinõude elluviimisel tagada inimeste, asustatud punktide ja rahvamajanduse objektide kaitset ka keemilise ja bakterioloogilise relva eest.

Õhukaitse kujutab endast vägede kooskõlastatud tegevust, mis on suunatud aatomirünnaku ärahoidmisele, eesmärgiga tagada elanikkonna kaitset ja säilitada riigi tähtsamaid linnu ning tööstuslikke ja sõjalisi objekte õhurünnakute tingimustes. Õhukaitsevägede peamiseks ülesandeks on niisiis vaenlase lennuväe, rakettvahendite ja lennukmürskude õigeaegne avastamine ning nende hävitamine enne seda, kui nad jõuavad pommitusmärgini. Seda ülesannet täidab õhukaitse tema käsutuses olevate hävituslennuväe, õhutõrjerakettide, õhutõrjesuurtükiväe, tõkkeaerostaatide, raadiotehniliste ja teiste üksuste abil.

Meie riigi õhukaitsevägede käsutuses on hävituslennukid, mille kiirus ületab heli levimise kiiruse, kaugelaske-õhutõrjesuurtükivägi, õhutõrjeraketid, radiolokatsiooniseadmed ja muu kõrgeväärtuslik raadiotehniline aparatuur õhukallaletungi-vahendite avastamiseks.

Kõik see võimaldab õhukaitsevägedel avastada aatomiõhuründevahendeid juba suurtel kaugustel ründeobjektidest ning seda mitte üksnes meie territooriumi kohal, vaid ka kaugel väljaspool selle piire. Tänapäeva avastamisvahendid võimaldavad määrata märgile lähenevate lennukite arvu ning välja arvutada nende lennukõrguse ja -kiiruse. Raadio-

tehnilise aparatuuri abil saadud andmed võimaldavad õigeaegselt võtta tarvitusele abinõud vaenlase aatomiründe-vahendite hävitamiseks ja hoiatada elanikkonda ohu tekkimisest. Peamist osa õhuründe-vahendite hävitamises etendavad hävituslennuvägi ja õhutõrjerakettvahendid, mis võimaldavad vaenlase hävitamist märgist suures kauguses. Õhutõrjesuurtükiväe ülesandeks on aatomiründe-vahendite hävitamine, sealhulgas ka nende, mis lendavad suurtes kõrgustes ja rünnatava objekti vahetus läheduses.

Tänapäeva lennukite tõenäolistele lennukõrgustele seatakse objekti lähistel või selle kohal üles erilised aerostaadid, nn. stratostaadid (juba Suure Isamaasõja ajal ulatus nende ülesseadmise kõrgus paljude kilomeetriteni).

Kohalik õhukaitse (KÕ) organiseeritakse kogu NSV Liidu territooriumil ning ta kujutab endast üleriigiliste ürituste süsteemi, mis viiakse läbi elanikkonna kaitsmiseks tänapäeva ründe-vahendite eest. Kohalik õhukaitse organiseeritakse kõigis riiklikes, ühiskondlikes ja kooperatiivettevõtetes, linnades, töölisasulates ning maarajoonide asustatud punktides.

KÕ süsteemis läbiviidavaid üritusi kaitseks massilise hävitamise vahendite, sealhulgas ka aatomirelva eest võib jaotada kahte kategooriasse:

1. Aegsasti, s. o. juba rahu ajal läbiviidavad üritused.

2. «Ohustatud olukorra» kehtestamisel, vaenlase rünnaku ajal või pärast seda, rünnaku tagajärgede likvideerimisel läbiviidavad üritused.

Aegsasti viiakse läbi järgmised põhilised üritused: organiseeritakse ja valmistatakse ette KÕ teenistusi ja formeeringuid ning õpetatakse elanikkonda end kaitsma kaasaegsete ründe-vahendite eest, viiakse läbi insener-tehnilisi üritusi; organiseeritakse materiaal-tehnilist varustamist.

Loetletud ürituste õigeaegne läbiviimine võimaldab kiiresti viia kogu KÕ süsteemi täielikku valmisolekusse.

«Ohustatud olukorra» kehtestamisel, rünnaku ajal või pärast seda viiakse läbi järgmised üritused: organiseeritakse hoiatamist ja viiakse valmisolekusse KÕ süsteem; viiakse läbi tuletõrje-profülaktilisi üritusi; likvideeritakse aatomirünnaku tagajärgi.

Ülaltoodud aatomikaitse-ürituste liigitus on tinglik. Ta eeldab, et teatavaid aegsasti läbiviidavaid üritusi võib ellu viia aatomirünnaku ohu tekkimise perioodil ja, vastupidi,

mõningaid töid, mida on soovitav teha rünnaku ohu hetkel, võib mõnikord teha aegsasti.

Üks üritus — vaenlase **aatomirünnaku nurjaajamine** (siin mittekäsitletav) — lasub relvastatud jõududel ja eeskätt riigi õhukaitsel. Ülejäänud üritused viib läbi kohalik õhukaitse. Vaatleme neid üksikult.

KÕ teenistuste ja formeeringute organiseerimine ning ettevalmistamine ja elanikkonna väljaõpetamine on kohustuslik. KÕ formeeringud ja teenistused organiseeritakse asustatud punktides ja suurtes tööstus- ning transpordiettevõtetes. Linnade ja töölisasulate elamutes, sovhoosides, kolhoosides, remondi-tehnikajaamades ja teistes põllumajanduslikes ettevõtetes organiseeritakse kohaliku õhukaitse grupid (KÕ grupid) — kohaliku õhukaitse algformeeringud (vajaliku arvu inimeste puudumisel luuakse kohaliku õhukaitse gruppide asemel unitaarlülid).

Õppeasutustes organiseeritakse kannatadasaanute otsimise ja väljakandmise malevaid, sanitaarsalku ja teisi KÕ formeeringuid.

Tähtsatel objektidel luuakse mitmesuguseid objektikomandosid ja teisi KÕ formeeringuid.

Organiseeritud teenistused ja formeeringud võivad loodetavat efekti anda ainult sel tingimusel, kui nad on õigeaegselt ette valmistatud nii teoreetiliselt kui ka praktiliselt. Sama tähtis on ka kogu töövõimelise elanikkonna väljaõpetamine aatomikaitseks.

Aatomikaitse eesmärgil korraldatav **insener-tehniline ettevalmistus** nõuab suuri jõupingutusi, vahendeid ja aega ning seetõttu viiakse raskemad ja mahukamad tööd läbi rahu ajal.

Aegsasti läbiviidavate insener-tehniliste ürituste hulka kuuluvad: tähtsaimate hoonete, ehitiste, kommunaal- ja energiamajanduse võrkude vastupidavuse tõstmine, uute hoonete, elamurajoonide, tööstusobjektide ja asustatud punktide ehitamine ja planeerimine vastavalt aatomikaitse nõuetele, raskemini teostatavate tuletõrje-profülaktiliste abinõude tarvituselevõtmine, mis kindlustaksid edukat võitlust massiliste tulekahjudega, linnade ja suurte rahvamajanduse objektide tehniline maskeerimine ja pimendamine, toiduainete, vee ja loomasööda kaitsmine, kollektiivsete kaitsevahendite (varjendite) ehitamine ja sisustamine ning muud üritused.

Teatavaid insener-tehnilisi üritusi ei ole võimalik aegsasti

läbi viia ja neid hakatakse teostama alles «Ohustatud olukorra» väljakuulutamisel. Nende hulka kuuluvad näiteks varjete ehitamine elanikkonna jaoks (kaitsepilud, muldonnid, galeriid jms.), teatud tulekaitseabinõude tarvituselevõtmine (puitkonstruktsioonide võõpamine tulekindlate segudega, puittarade, kuuride jne. lammutamine) jm.

Aatomikaitse **materiaal-tehniline kindlustamine** näeb ette insener-tehnilise sisustuse, individuaal-kaitsevahendite, spetsiaalmasinate, sidevahendite, dosimeetrilise aparatuuri vajalike varude loomist ja teenistuste, formeeringute ning elanikkonna varustamist kõige vajalikuga.

Tarvisminevad materiaal-tehnilised vahendid varutakse peamiselt rahu ajal vastavate organite poolt, kes kindlustavad ka nende nõuetekohase säilitamise. Materiaal-tehnilist kindlustamist ei saa aga täiesti lõpule viia aegsasti, sest seadeldiste, masinate, aparatuuri, side- ja luurevahendite jne. täiustamise protsess kulgeb katkematult. Seepärast võivad kõige täiuslikumad aatomikaitseks vajalikud materiaal-tehnilise varustuse liigid ilmuda alles sõjategevuse algamisel. Selle ürituse üksikasjaline selgitamine pole käesolevas raamatus otstarbekohane.

KÕ jõudude ja vahendite [1] valmisolekusse viimine ning elanikkonna hoiatamise organiseerimine on aatomikaitse abinõude hulgas üks tähtsamaid.

See abinõu haarab: KÕ formeeringute valmisolekusse viimist vastavalt KÕ signaalidele ja operatiivse valmisoleku eeskirjadele; elanikkonna hoiatamist KÕ signaalidega; kehtestatud käitumisreeglite järgimist elanikkonna poolt vastavalt KÕ signaalidele.

Kõigi KÕ jõudude ja vahendite kiire viimine valmisolekusse saavutatakse KÕ formeeringute süstemaatilise treeninguga ja väljaõppega. Viivitamine selle ürituse elluviimisega või aegsasti organiseeritud hoiatamissüsteemi puudumine (eriti ootamatu rünnaku puhul enne «Ohustatud olukorra» kehtestamist) võib põhjustada õigustamata ohvreid.

Tuletõrje-profülaktilistel abinõudel, mis rakendatakse «Ohustatud olukorra» kehtestamisel, on väga suur tähtsus süttimisohu vähendamisel ja puhkenud tulekahjudega

[1] KÕ vahenditeks on vastavad ehitised, tehnika ja muu varustus, mida kasutatakse elanikkonna kaitseks ja õhurünnaku tagajärgede likvideerimiseks. KÕ jõududeks on KÕ staapide, formeeringute ja asutuste kogu isikuline koosseis.

peetava võitluse kergendamisel. Need abinõud on massilised ja võetakse tarvitusele elanikkonna poolt. Nad jaotatakse kahte rühma: tulekahjude tekkimist raskendavate tingimuste loomisele suunatud abinõud ning abinõud, mis kergendavad tekkinud süttimiste ja tulekahjude likvideerimist.

Aatomirünnaku tagajärgede likvideerimine, arvestades tänapäeva aatomirelva kahjustava toime ulatust, kujutab endast kõige komplitseeritumat aatomikaitse üritust, mille elluviimiseks on vaja tunduvat jõukulu, vahendeid ja aega. Aatomirünnaku tagajärgede likvideerimine haarab põhiliselt mürgistatud piirkondade (kollete) luuret, tulekahjude lokaliseerimist ja kustutamist; päästmis- ja avarii-taastamistööde läbiviimist; territooriumi, transpordivahendite jm. degaseerimist, desaktiveerimist ja desinfitseerimist; korra- ja julgeoleku valvet kahjustusrajoonis (-koldes); inimeste kaitse organiseerimist radioaktiivsete ainete eest ja nende poolt saadud kiirituse määra kontrollimist; inimeste ja loomade sanitaarset töötlemist; normaalse elu taastamist aatomirünnaku alla sattunud asustatud punktis (objektil).

Aatomirünnaku tagajärgede likvideerimisel suunatakse kõik olemasolevad jõud ja vahendid peamiselt inimeste päästmisele (nende väljatoomine rusude alt, arstiabi osutamine, haavatute evakueerimine kahjustatud rajoonist). Päästetööd tehakse tavaliselt koos samaaegse tulekahjude kustutamisega, rusude eemaldamisega jne. Alles pärast päästetööde lõpetamist suunatakse KÕ formeeringud ja kogu töövõimeline elanikkond aatomirünnaku muude tagajärgede likvideerimise töödele.

Edasine materjali käsitlus kulgeb vastavalt eespool toodud põhiliste aatomikaitse ürituste liigitusele.

1. KÕ TEENISTUSTE, FORMEERINGUTE JA ELANIKKONNA ETTEVALMISTAMINE AATOMIKAITSEKS

KÕ teenistuste ja formeeringute organiseerimine lasub linna KÕ ülemal, kelle ülesandeid täidab linna täitevkomitee esimees. Tema juhendab kõiki KÕ üritusi oma tööaparaadi (staabi) ja linna teenistuste kaudu.

Rajoonideks jagatud linnades on rajoonide KÕ ülemateks rajoonide täitevkomiteede esimehed, kes alluvad linna KÕ ülemale. Objektide KÕ ülemate funktsioone täidavad ettevõtete direktorid. Vastavalt linnade või rajoonide KÕ ülemate juhistele viivad nad läbi ülelinnalisi KÕ üritusi.

KÕ teenistused luuakse töörahva saadikute nõukogude täitevkomiteede poolt linna õigeaegse ettevalmistamise eesmärgil kohalikuks õhukaitseks ja aatomi- ning muude massilise hävitamise vahendite rünnakute tagajärgede likvideerimiseks. Neid ülesandeid täidavad teadustamis- ja side-, korravalve- ja julgeoleku-, meditsiini-, tuletõrje-, transpordi-, avarii-tehnilised, kaubanduse ja toitlustamise, veterinaar-, pimendamis-, varjendite ja varjete, inimeste sanitaarse töötlemise ja riietuse degaseerimise (desaktiveerimise, desinfitseerimise), territooriumi ja ehitiste degaseerimise (desaktiveerimise ning desinfitseerimise) teenistused.

Vaatleme lühidalt nende teenistuste tööülesandeid.

Teadustamis- ja sideteenistus, mis organiseeritakse ainult linnades ja rajoonikeskustes sideasutuste baasil, hoiatab elanikkonda õigeaegselt õhurünnaku ohu eest.

Korravalve- ja julgeolekuteenistusel lasub ühiskondliku korra säilitamine «Ohustatud olukorra» kehtestamise hetkest peale ja õhurünnakute ajal. See teenistus organiseeritakse miilitsaorganite baasil.

Meditsiiniteenistus organiseeritakse tervishoiuministeeriumi asutuste baasil. Selle teenistuse põhiliseks ülesandeks on meditsiinilise abi andmine kannatadasaanutele; sama teenistus teostab ravi-evakuatsiooni ja epideemiatõrje üritusi ning rakendab karantiini- ja observatsiooniabinõusid bakterioloogilistes ründekolletes. Nende ülesannete täitmiseks valmistab meditsiiniteenistus ette spetsiaalseid meditsiiniformeeringuid. Peale selle valmistab ta koos Punase Risti Ühingute Liiduga ette sanitaarposte, kannatadasaanute otsimise ja väljakandmise malevaid ning otsimis-sorteerimisgruppe.

Tuletõrjeteenistus luuakse tuletõrjeorganite baasil linnade, asustatud punktide ja rahvamajanduse objektide tulekaitseks ettevalmistamiseks ning võitlemiseks tulekahjudega. Selle teenistuse põhilised ülesanded seisavad tuletõrje-profülaktiliste abinõude iseloomu ja mahu määramises, jõudude ja vahendite ettevalmistamises massiliste tulekahjude kustutamiseks, tulekahjude likvideerimise organiseerimises ja juhtimises. See teenistus luuakse ainult linnades ja rajoonikeskustes.

Transporditeenistus luuakse ainult linnades. Tema ülesandeks on tagada asutuste (lastesõimede, koolide, lastekodude jt.), töövõimetu elanikkonna ning õhurünnaku tagajärjel kannatadasaanute evakueerimist linnadest, KÕ for-

meeringute ja tehniliste vahendite vedu. Peale selle organiseerib see teenistus liiklusvahendite degaseerimist, desaktiveerimist ja desinfitseerimist.

Avarii-tehniline teenistus organiseeritakse kommunaalasutuste baasil. See teenistus võtab tarvitusele abinõud, mis suurendavad kommunaalvõrkude ja põhiliste ehitiste vastupidavust, valmistab ette oma formeeringud avariide kiireks lokaliseerimiseks kommunaalehitistes ja -võrkudes.

Kaubanduse ja toitlustamise teenistus tegeleb kannatadasaanud elanikkonna varustamisega toiduainete ja esmajärgulise tähtsusega tarbeesemetega, toiduaineid radioaktiivsete ainete (mürkainete või tõvestavate mikroobide) eest kaitsvate vahendite uurimise ja tarvituselevõtmisega.

Teenistuse ülesannete hulka kuulub toiduainete, esmajärgulise tähtsusega tarbeesemete, sisustuse, taara, kaubandusruumide ekspertiis mürgistuse tugevuse ja iseloomu kindlaksmääramiseks. Toiduainete või poolfabrikaatide mürgistumisel viib teenistus oma jõudude ja vahenditega läbi nende desaktiveerimise (degaseerimise, desinfitseerimise). See teenistus luuakse täitevkomiteede kaubandusosakondade baasil ainult linnades.

Veterinaarteenistus organiseeritakse põllumajandusministeeriumi organite baasil. Ta töötab välja kogu abinõude kompleksi loomade, loomasööda, vee ja loomakasvatussaaduste kaitseks massilise hävitamise vahendite eest. See teenistus luuakse ainult maarajoonides.

Pimendamisteenistus luuakse energiamajanduse baasil. Ta lahendab pimendamise läbiviimise, juhtimise ja organiseerimise küsimusi linnades, maarajoonides ja rahvamajanduse objektidel. See teenistus peab tagama ka ründerajoonis (-koldes) töötavate agregaatide varustamist elektrienergiaga.

Varjendite ja varjete teenistuse ülesandeks on kindlustada elanikkonnale varjendeid ja varjeid; koostada tehnilist dokumentatsiooni selleks sobivate keldriruumide kohandamiseks varjendite alla; võtta osa päästetöödest.

Inimeste sanitaarse töötlemise ja riietuse degaseerimise (desaktiveerimise, desinfitseerimise) **teenistus** organiseeritakse linnades kommunaalettevõtete ettevalmistamise eesmärgil KÕ ülesannete täitmiseks. See teenistus valmistab ette kaadrit inimeste sanitaarse töötlemise asutustele, kogub degaseerimiseks ja desaktiveerimiseks tarvisminevaid

vahendeid, teostab inimeste sanitaarset töötlemist ja riietuse degaseerimist (desaktiveerimist, desinfitseerimist).

Territooriumi ja ehitiste degaseerimise (desaktiveerimise, desinfitseerimise) **teenistus** tegeleb kommunaaltehnika kohandamise küsimustega maastiku ja ehitiste degaseerimiseks (desaktiveerimiseks, desinfitseerimiseks).

Õhurünnaku tagajärgede likvideerimiseks mobiliseeritakse kõik KÕ formeeringud: luuregrupid, päästekomandod ja -malevad, meditsiinilise esmaabi malevad, kannatadasaanute otsimise ja väljakandmise malevad, sanitaar- ja tuletõrjesalgad, veterinaarabi grupid, kohaliku õhukaitse grupid ja mõned teised formeeringud. Peale selle rakendatakse samaks otstarbeks ka KÕ eriüksusi ja Nõukogude armee väeosi.

Vajaduse korral võidakse moodustada linnades ka teisi teenistusi. Linnarajoonides moodustatakse omaette teadustamis- ja sideteenistus, korravalve- ja julgeolekuteenistus ning meditsiiniteenistus.

Objektiteenistused luuakse üldreeglina ettevõtete (organisatsioonide) osakondade ja tsehhide baasil. KÕ objektide põhiliste teenistuste hulka kuuluvad: teadustamis- ja sideteenistus, korravalve- ja julgeoleku-, meditsiini-, tuletõrje-, avarii-tehniline, pimendamis-, keemiakaitse- ning varjendite ja varjete teenistus.

Rajooni- ja objektiteenistuste ülesanded ja tegevuse iseloom on analoogilised linna vastavate teenistuste ülesannetega.

Selleks et oleks kindlustatud objektide valmisolek kohalikuks õhukaitseks ja tagatud õhurünnaku tagajärgede likvideerimine, organiseerivad objektiteenistused peale ettevalmistustööde ka KÕ erikomandosid, malevaid ja teisi formeeringuid.

Teadustamis- ja sideteenistus loob sidekomando, mis koosneb kahest lülist; neist üks on sidevahendite teenindamiseks komandopunktis, teine sideliinide taastamiseks.

Korravalve- ja julgeolekuteenistus organiseerib ja valmistab ette valve- ja julgeolekukomando, mis koosneb olenevalt territooriumi suurusest 2—5 lülist.

Meditsiiniteenistus organiseerib, arvestades tööliste ja teenistujate arvu objektil, meditsiinimalevaid või -komandosid. Maleva koosseisu võib kuuluda kuni 5 komandot.

Objekti tuletõrjeteenistus kasutab KÕ eesmärkidel koos-

seisulisi kaadriallüksusi või ametkondliku tuletõrje allüksusi ning vabatahtlikke tuletõrjesalku.

Avarii-tehniline teenistus loob vastavalt oma ülesannetele objektil avarii-päästemalevaid või -komandosid, mis on ette nähtud päästetööde läbiviimiseks, rusude kõrvaldamiseks ja avariide likvideerimiseks elektri-, veevarustuse ja kanalisatsioonivõrkudes.

Keemiakaitseteenistus formeerib degaseerimismaleva või -komando ning valmistab selle ette territooriumi, masinate ja liiklusvahendite degaseerimis- (desaktiveerimis-, desinfitseerimis-) tööde teostamiseks.

Varjendite ja varjete teenistus tegeleb varjete ehitamisega ja valmistab ette varjendite teenindamise lülisid. Lülide arv peab vastama varjendite ja varjete arvule.

Õppeasutustes, nagu juba tähendatud, organiseeritakse kannatadasaanute otsimise ja väljakandmise malevaid, sanitaarsalku ja muid formeeringuid.

Peale formeeringute, mis organiseeritakse teenistuste poolt linnades ja rahvamajanduse objektidel, organiseeritakse linnade ja töölisasulate elamutes, sovhoosides ja teistes põllumajanduslikes ettevõtetes KÕ massiformeeringuid — kohaliku õhukaitse gruppe (unitaarlülisid).

Kohaliku õhukaitse (KÕ) grupid alluvad objekti KÕ ülemale (majavalitsejale, asutuse juhatajale). KÕ gruppide isikulise koosseisu ettevalmistus viiakse läbi ALMAVÜ ja Punase Risti Ühingute Liidu kohalike komiteede kaudu, gruppide isikulise koosseisu väljaõpetamine toimub ALMAVÜ Õhukaitsekoolides ettevalmistatud juhtiva ja instruktorikoosseisu poolt.

Kuna KÕ grupid on massiformeeringud, mis haaravad laiu elanikkonna hulki, on vaja selgitada nende organisatsiooni küsimusi ja ülesandeid üksikasjalisemalt.

KÕ grupid moodustatakse majavalitsuste, sovhooside, remondi-tehnikajaamade ja teiste põllumajanduslike ettevõtete juurde, ametkondlikes majades aga majavalduste juurde. Kolhoosides luuakse KÕ grupid arvestusega üks grupp 500 elaniku kohta.

KÕ grupid täidavad järgmisi ülesandeid: valmistavad õigeaegselt ette objektid ja teevad teenindataval territooriumil aatomirünnaku tagajärgede likvideerimiseks vajalikke töid, abistavad tuletõrjeorganeid tuletõrje-profülaktiliste abinõude tarvituselevõtmisel tööstus- ja ühiskondlikes ruumides: hoiavad varjendid ja varjed korras, hoiatavad

elanikkonda, jälgivad pimendamis- ja käitumisreeglite täitmist vastavalt KÕ signaalidele; valvavad teenindatava territooriumi järele ja teatavad tekkivatest kahjustustest vastavale KÕ ülemale; annavad meditsiinilist esmaabi kannatadasaanud elanikkonnale; annavad veterinaaresmaabi kannatadasaanud loomadele (maal); valvavad riiklikku ja ühiskondlikku ning kodanike isiklikku vara.

Vastavalt püstitatud ülesannetele kuulub KÕ grupi koosseisu korravalve- ja vaatluslüli (6 inimest), tuletõrjelüli (7 inimest), keemiakaitselüli (7 inimest), avarii-päästelüli (6 inimest), kaks meditsiinilüli (kummaski 4 inimest), varjendilüli (5 inimest) ja maal veterinaarlüli (5 inimest). Kõik KÕ grupi lülid tegutsevad tihedas koostöös üksteisega.

Korravalve- ja vaatluslüli valvab korra järele territooriumil, kus töötab KÕ grupp, vajaduse korral aga organiseerib ka riikliku ja kodanike isikliku vara kaitset, mis on välja kantud põlevatest ja purustatud hoonetest.

Tuletõrjelüli rakendab tuletõrje-profülaktilisi abinõusid, päästab põlevatest hoonetest inimesi ja kustutab väiksemaid tulekahjukoldeid.

Keemiakaitselüli hoolitseb väiksemate mürgistuskollete piiristamise eest, juhib inimesi mürgistatud maa-aladelt välja ja töötab territooriumi degaseerimise (desaktiveerimise, desinfitseerimise) alal. Desaktiveerimist (degaseerimist) teostab see lüli nii iseseisvalt kui ka elanikkonna kaasabil (juhtudel, kui vaenlane kasutas aatomi-, keemilist või bakterioloogilist relva).

Avarii-päästelüli võtab osa inimeste päästmisest, kõrvaldab vigastusi veevarustusvõrgu, kanalisatsiooni- ja gaasitorustiku üksikutel lõikudel, kontrollib varjendite seisukorda, loob kontakti rusude alla jäänud varjendites olevate inimestega jne.

Meditsiinilüli otsib kannatadasaanuid, kannab need purustatud hoonetest välja, annab meditsiinilist esmaabi ja rakendab koos teiste KÕ formeeringutega ravi-evakuatsiooniabinõusid.

Varjendilüli on määratud varjendite ja varjete teenindamiseks.

Veterinaarlüli võtab tarvitusele veterinaar-profülaktilised ja ravi-evakuatsiooniabinõud ning viib läbi loomade täielikku veterinaarset töötlemist.

KÕ grupid varustatakse tabelikohase varustusega vasta-

valt normidele: linnade ja töölisasulate elamusektoris — majavalitsuste fondide arvel, ametkondlikes majades — vastavate ametkondade ja ettevõtete elamu-kommunaalosakondade kulul; kolhoosides, sovhoosides, remondi-tehnikajaamades ja muudes põllumajanduslikes ettevõtetes nende kulul.

KÕ formeeringute edukas tegevus on võimalik ainult kogu elanikkonna aktiivsel kaasabil. Seepärast on ALMAVÜ ja Punase Risti Ühingute Liidu poolt läbiviidaval elanikkonna õigeaegsel ettevalmistamisel aatomikaitseks väga suur tähtsus. ALMAVÜ algorganisatsioonid koos Punase Risti Ühingute Liidu organisatsioonidega moodustavad selleks ettevõtetes ja asutustes õhukaitse õpperinge (20—25 inimest). Õppetööd ringides juhivad ühiskondlikud instruktorid ja meditsiinipersonal. Ühiskondlikud instruktorid saavad ettevalmistuse ALMAVÜ õhukaitsekoolides.

Elanikkonnale õpetatakse õhukaitseringides, kuidas hoida oma kodu ja toimida aatomirünnaku ohu tingimustes ja aatomirünnaku ajal; kuidas anda esmaabi ja abistada ennast; kollektiivsete ja individuaalsete kaitsevahendite kasutamise reegleid; käitumisreegleid radioaktiivsete ainetega mürgistatud maastikul; riietuse, vara, elamu, territooriumi, masinate desaktiveerimise viise; töövõtteid lihtsamate avarii-tehniliste ja päästetööde läbiviimise abistamisel; tuletõrje-profülaktiliste abinõude rakendamist ja tulekahjukollete kustutamist lihtsamate tulekustutusvahenditega; pimendamist ja pimendamise reeglite täitmist jne.

2. INSENER-TEHNILISED ABINÕUD

Insener-tehnilised abinõud on suunatud purustuste mahu piiramisele, avariide vältimisele, elanikkonna kaitsmisele, päästetööde läbiviimist ja õhurünnaku tagajärgede likvideerimist hõlbustavate tingimuste loomisele.

Suurem osa aatomikaitse insener-tehnilisi üritusi nõuab palju jõudu, kulutusi ja aega. Seepärast viiakse nad ellu juba aegsasti (käesolevas raamatus vaadeldakse neid küsimusi kokkuvõtlikult).

Asustatud punktide ja tähtsate objektide kahjustamise määra saab tunduvalt vähendada nende hajutamisega suurel maa-alal. Sel teel välditakse paljude tähtsate objektide

üheaegset kahjustamist ja lihtsustatakse tegevust aatomirünnaku tagajärgede likvideerimisel. Näidatud abinõu on aga kõige kergemini rakendatav uuesti ehitatavates rajoonides ja objektidel.

Tulekahjude levimise tõkete ja rusudest vabade evakuatsiooniteede rajamiseks aatomirünnaku tagajärgede likvideerimisel luuakse asustatud punktides haljasalade vööndid (puiestikud, pargid).

Kannatadasaanute evakueerimiseks ründekoldest kohandatakse linna-, transpordi-, tehnoloogilised ja muud tunnelid, galeriid ja läbipääsud.

Pimendamine

Aatomikaitse muude insener-tehniliste abinõude hulgas nõuab üksikasjalisemat käsitlemist pimendamine, mille läbiviimisest võtab osa kogu linna ja objektide elanikkond. Asustatud punktide iseloomulikuks demaskeerivaks tunnuseks on valguskuma, mida võib täheldada suurte elektrifitseeritud tööstuslinnade kohal. Hea nähtavuse korral on suurte linnade valguskuma lennukilt nähtav kuni 100 km, keskmise nähtavuse korral kuni 50 km kauguselt. Seepärast on pimendamise ülesandeks likvideerida valgusorientiirid vaenlase lennuväele.

Pimendamiseks tuleb rakendada terve rida tehnilisi abinõusid; kõige mahukamad neist tuleb ellu viia juba aegsasti. Pimendamise õigeaegse tehnilise ettevalmistuse vajadus on tingitud sellest, et aatomirünnak võib toimuda ootamatult, «Ohustatud olukorra» kehtestamiseta, millal harilikult viiakse läbi pimendamine. Peale selle on tänapäeva aatomipommitajatel väga suur kiirus ja tegevusraadius, mis tunduvalt lühendab aatomilahingumoona märgi juurde toimetamise aega. Aatomirünnak võib järgneda kohe «Ohustatud olukorra» väljakuulutamisele. Neis tingimustes võib KÕ süsteemi tegevusserakendamiseks jääda vähe aega.

Pimendamisrežiim kehtestatakse kogu sõjategevuse perioodiks. Olenevalt kallaletungiohu suurusest võib pimendamine olla täielik või osaline. **Osaline** pimendamine kehtestatakse vööndis, kus kallaletungioht on väiksem; **täielik** pimendamine aga vööndis, kus aatomirünnaku võimalused on tõenäolisemad. Otsese rünnakuohu puhul lülitatakse

välja kogu välisvalgustus ja peatatakse linna transpordivahendite liiklus.

Pimendamine viiakse läbi kahel viisil: hariliku valgustuse väljalülitamise ja selle asemel maskeerimisvalgustuse sisseseadmise teel, kasutades väikese võimsusega lampe ja sügava kiirgusega armatuure, või hoone valgusavade katmise teel valgust mitteläbilaskvate materjalidega.

Hariliku valgustuse väljalülitamine ja asendamine maskeerimisvalgustusega toimub vaid «Ohustatud olukorra» kehtestamisel või ootamatu aatomirünnaku puhul. Valguskindlad kardinad, luugid ja kilbid valmistatakse aga juba aegsasti. Valgusavade katmine valgust mitteläbilaskvate materjalidega on elamute, ühiskondlike ja tööstushoonete pimendamise peamine viis. Tööstusruumide normaalse tuulutamise võimaldamiseks on valgusavade kinnikatmisel vaja ehitada tõmbelõõrid, valgust blokeerivad seadmed või žalusiid; seda kõike tuleb teha juba aegsasti.

Pimendamise läbiviimise raskus on tingitud asjaolust, et praegusel ajal on lennukid varustatud ülitundlike õise «nägemise» aparaatidega, mille abil on võimalik, eriti väikestes kõrgustes, avastada isegi maskeeritud võimsaid valgusallikaid, mis saadavad välja pimendamisseadmeid läbivat nähtamatut (infrapunast) kiirgust. Pimendamisel (valgustuse maskeerimine tänavatel, elamute kui ka ühiskondlike ja kaubandushoonete akende kinnikatmine pimeduse saabumisel jm.) on kõige efektiivsem selliste materjalide kasutamine, mis hästi neelavad mitte üksnes valguse nähtava osa, vaid ka nähtamatuid infrapunaseid (soojuslikke) kiiri (kilbid, luugid).

Tuleb arvestada ka seda, et akende riidest pimendamiskardinad (eriti mustavärvilised) võivad muutuda aatomiplahvatuse tingimustes tulekahjude allikaks. Seepärast tuleb pimendamiskardinaid ja teisi kaitseseadeldisi immutada erisegudes, mis tõstavad materjali tulekindlust. Kardinate ja muude kergestisüttivate materjalide tulekindluse tõstmiseks võib kasutada väävelhapu ja fosforhapu ammooniumi (amofosi) küllastatud vesilahuseid (neid aineid kasutatakse põlluväetisena). Fosforhapu ammooniumiga immutatud materjalid ei sütti võimsa soojusallika mõjutusel, vaid ainult sõestuvad; selle immutuse puuduseks on niiskusele mittevastupidavus.

Tööstuslike (kõrg-, martään- ja sulatusahjude, elektrikeevitustööde jne.) tulede maskeerimine on väga raskesti

läbiviidav ja mahukas töö, mis nõuab õigeaegset ettevalmistust. Mitmesugustel tootmisprotsessidel ilmuvat leeki ja sädemeid maskeeritakse pihustamis- ja kamberleegisummutajate abil. Tööstuslike tulede maskeerimiseks tuleb aknad ja muud avad katta pimendamisseadeldistega, kasutades selleks žalusiid või valguslabürinte ja teisi pimendamisvahendeid. Arvestades kaasaegsete soojuskiirguse avastamise vahendite olemasolu, tuleb pöörata erilist tähelepanu tugevasti kuumendatud tootmisseadmete välispindade temperatuuri alandamisele nende soojusliku (nähtamatu) kiirguse vähendamiseks. See tähtis abinõu eeldab tõsist tehnilist ettevalmistust.

Tehniline ettevalmistus linna-, raudtee- ja veetranspordi tulede maskeerimiseks peab olema teostatud rahu ajal, et seda saaks «Ohustatud olukorra» kehtestamisel töösse rakendada.

Veevarustusvõrgu ja sidesüsteemi töötamise kindlus, tulekahjuohu vähendamine, konstruktsioonide tugevdamine, nõuetele vastav pimendamise ettevalmistamine ja muud sellised abinõud tõstavad tunduvalt asustatud punktide ja objektide vastupanuvõimet aatomirünnakule.

Kollektiivsed kaitsevahendid

Elanikkonna aatomikaitse insener-tehniliste abinõude hulgas on kõige efektiivsemaks ning järelikult ka tähtsamaks ürituseks **varjendite ja varjete ettevalmistamine ja ehitamine.** Varjendid ehitatakse ja sisustatakse juba aegsasti, rahu ajal, varjed aga on mõeldud lühemaajaliseks kasutamiseks ja need ehitatakse alles pärast «Ohustatud olukorra» kehtestamist.

Kivi- ja puithooned varisevad võrdlemisi madalate rõhkude juures, mistõttu nad ei paku vajalikku kaitset harilike ründevahendite eest, seda enam veel aatomirelva eest.

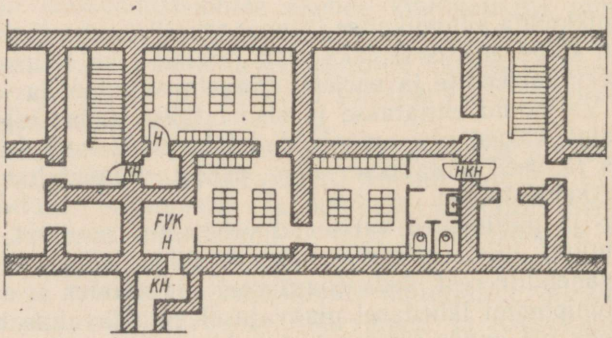
Aatomipommi lähedasel plahvatusel võib tavaline hoone puruneda või saada tugevaid vigastusi, selles viibivad inimesed aga saavad aatomiplahvatuse kahjustavatest teguritest ning lendavatest hoonete rusudest ja klaasikildudest raskeid vigastusi. Kõige kindlama kaitse tagavad aatomikaitse kollektiivsed vahendid — varjendid ja teised KÕ ehitised.

Varjendid peavad vastama kindlatele nõuetele, millest

peamisteks on: kaitsekindlus aatomiplahvatuse kõikide kahjustavate tegurite eest; elanikkonna pikaajalise varjendites viibimise võimaluste tagamine; evakueerimisteede olemasolu naaberhoonete varisemisel ja väljapääsude ummistumisel rusudega.

Neile nõuetele vastavad kõige enam spetsiaalselt ehitatud varjendid elanikkonna suurte gruppide varjamiseks. Head kaitseomadused on elu- ja ühiskondlike hoonete keldriruumidest ehitatud varjenditel. Need on kindlalt kaitstud kogu hoone konstruktsiooniga, mis võib tunduvalt nõrgendada löökiaine ja läbistava radiatsiooni toimet ning vältida inimeste kahjustusi valguskiirgusest ja radioaktiivsetest ainetest. Keldervarjendid on linnades ja ettevõtetes kõige levinumaks varjendiliigiks. Eriti sobivad varjendite väljaehitamiseks on tulekindlate, raudbetoon- või teraskarkassiga [1] hoonete all asetsevad keldrid. Keldervarjendi näidisplaan on toodud joonisel 61.

Löökiaine ja radioaktiivsete ainete sissetungimise vältimiseks keldriruumidesse, mis on kõlblikud varjenditena kasutamiseks, tuleb need aegsasti hermetiseerida. Selleks suletakse hoolikalt kõik praod, avad ja pilud (kütte- ja veevarustustorustike, elektrijuhtmete läbimiskohad). Erilist tähelepanu pööratakse varjendi sissepääsude hermetiseerimisele.

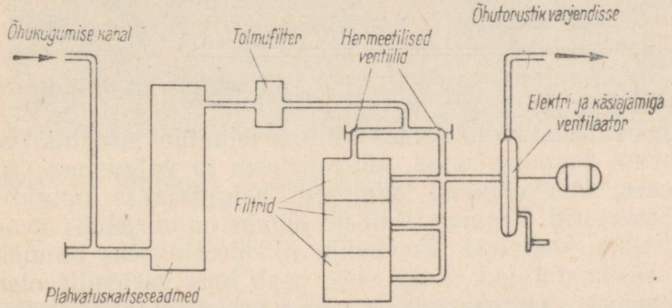


Joon. 61. Keldervarjendi näitlik plaan

[1] On näiteks teada, et aatomirünnakutel Jaapani linnadele ei varisenud sellised hooned isegi piirkondades, mis asusid plahvatuse epitsentri ümber.

Varjendite sissepääsudel ehitatakse tingimata eelesikud ja kahe uksega esikud. Esiku väline, hermeetiline uks kaitseb varjendit mürgistatud õhu ja lööklaine sissetungimise eest. Uksele monteeritud eriline kiil- või vintriiv tagab ukse vastupidavuse ülerõhule, mis mõjub lööklaine üleliikumisel. Sisemine uks on tavaliselt kergema ehitusega, sest ta on määratud ainult hermetiseerimiseks.

Varjendi korralikul hermetiseerimisel tekitab filterventilatsiooniseadeldise abil varjendisse antav õhk suletud uste ja päästeluukide korral teatava ülerõhu (võrreldes atmosfäärirõhuga). See ülerõhk — **vastusurve** — takistab mürgistatud õhu sattumist varjendisse.



Joon. 62. Filterventilatsioonisüsteemi põhimõtteline skeem

Varjendi tähtsaimaks osaks on filterventilatsioonisüsteem, mis varustab varjendis viibijaid puhta õhuga. Vaatleme lühidalt filterventilatsioonisüsteemi ehitust.

Õhu puhastamine radioaktiivsest ja tavalisest tolmust toimub filterventilatsiooniseadeldise tolmufiltrites. Varjendi filterventilatsioonisüsteemi põhimõtteline skeem on näidatud joonisel 62. Filterventilatsioonisüsteemi põhilisteks elementideks on õhukogumisseadmed, plahvatuskaitseseadeldised, tolmufiltrid, õhutorustik, hermeetilised ventiilid, filtrid (viimased lülitatakse sisse vajaduse korral puhastada õhku mürkainetest ja tõvestavatest mikroobidest), elektrikäsiventilaator. Õhukogumisseadmed paiknevad tavaliselt hoonetest teatavas kauguses, kohtades, kus ei ole kinnivarisemise ohtu. Õhutorustiku osa, mis algab õhukogumisseadmest ja läheb filtrite ja ventilaatori juurde, hermetiseeritakse hoolikalt, et mürgistatud õhk ei satuks varjendisse.

Lööklaine sissetungimise vältimiseks ehitatakse õhukogumiskanalitesse plahvatuskaitseseadeldised (lainesummutajad). Kõige levinenumad on kruuslainesummutajad, mis sisaldavad eneses 70—80 cm paksuse kruusakihi. Juhtudel, kui puudub keemiline oht, voolab väljast tulev õhk läbi lainesummutaja tolmufiltrisse. Kui õhk ja maastik on mürgistatud mürkainetega või nakatatud bakteriaalsete vahenditega, antakse varjendisse välist õhku alles pärast selle puhastamist filtrites. Selleks avatakse filtrite hermeetiline ventiil ja suletakse hermeetiline ventiil õhutorustikul. Vastavalt radioaktiivse tolmu hulga suurenemisele tolmufiltris (eriti ulatuslikuks võib selle tolmu kogunemine kujuneda maapealse plahvatuse puhul) muutub filtri lähedal viibimine ohtlikuks. Seetõttu paigutatakse tolmufilter eri ruumi.

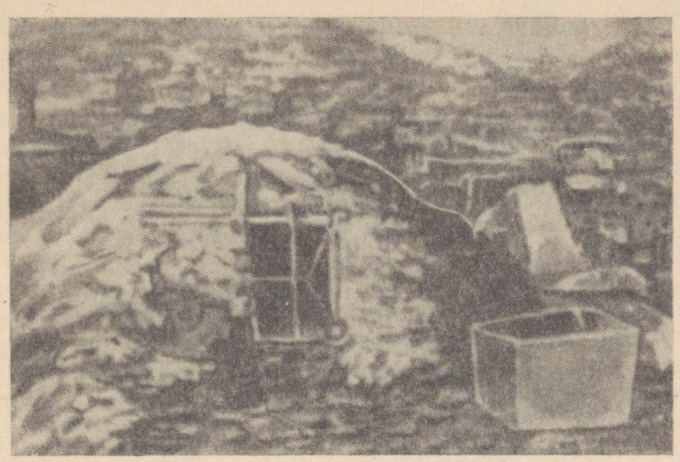
Filterventilatsiooniseadeldise ventilaator võib olla mootori- ja käsiajamiga; elektrivoolu katkemisel võimaldab see jätkata tööd käsitsi.

Igas varjendis on olemas sanitaartehniline sisustus (veevarustus, kanalisatsioon, küttesüsteem ja valgustus); ruumidesse, kus viibivad inimesed, paigutatakse pingid ja lamamisnarid. Kinnivarisemiste juhuks on varjendis avariitööriistade komplekt. Tulekahju likvideerimiseks pannakse üles käsikustutajad. Peale selle peab igas varjendis olema koduapteek, sanitaar-kanderaam ja teised esmaabi andmise vahendid, joogivee tagavara, avariivalgustus jne. Kinnivarisemise juhuks ehitatakse varjenditesse tagavaraväljapääsud ja avariikäigud, mille kaudu pääseb väljapoole hoone piire.

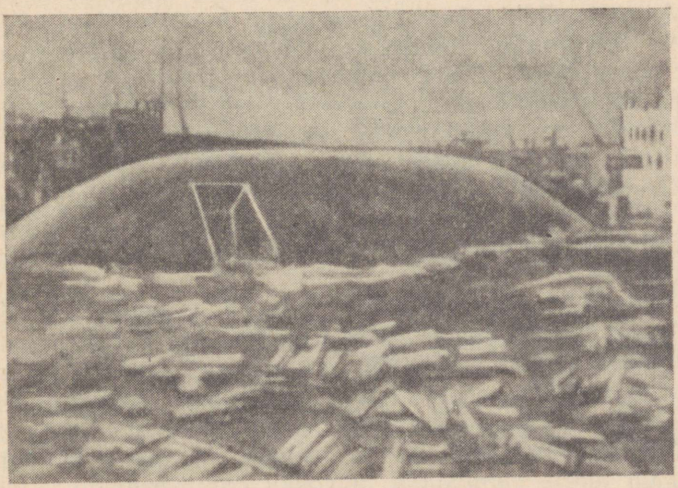
Keldervarjendite katted tugevdatakse vajaduse korral täiendavate talade ja tugisammastega või muul teel. Selliste varjendite katted on arvestatud lööklaine küllaltki suurte rõhkude ning koormuse talumiseks, mis võib tekkida peal asuva hoone seinte, vahelagede ja muude konstruktsioonielementide varisemisel varjendi kattele.

Peale keldriruumidesse ehitatavate varjendite võidakse ehitada ka eraldi paiknevaid varjendeid (väljaspool hooneid). Seda tüüpi varjend kaitseb inimesi täielikult läbistava radiatsiooni, radioaktiivse mürgistuse ja valguskiirguse eest.

Eraldi paiknevate varjendite ehitamisel on suure tähtsusega koha õige valik. Varjendid peavad paiknema suurtest majadeblokkidest ja hoonetest eemal, et vältida hoonete purunemisel varjendi kinnimattumist rusudega. Peale selle



Joon. 63. Hirošimas aatomiplahvatuse rajoonis säilinud puit-muldvarjend



Joon. 64. Nagasakis plahvatuse epitsentri rajoonis säilinud puit-muldvarjend

tuleb varjendite paigutamisel arvestada ka maastiku reljeefi.

Eraldi paiknevatel varjenditel võivad olla tellis- või betoonseinad; katted valatakse kas raudbetoonist või valmistatakse raudbetoonplaatidest. Niisugused varjendid, mille ehitamisel on arvesse võetud kõiki aatomikaitse nõudeid, kaitsevad kindlalt kõikide kahjustavate tegurite eest. Kaugustel üle 500 m plahvatuse epitsentrist ei saa nad isegi väliseid vigastusi. Suurim vastupidavus lööklaine purustavale toimele on seejuures varjenditel, mis paiknevad täielikult maa sees.

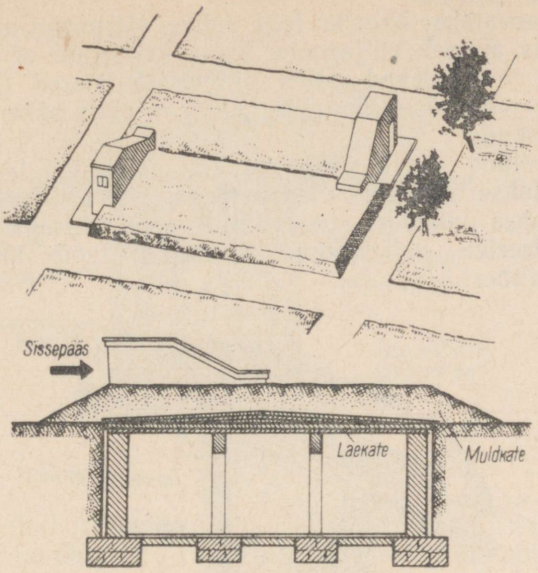
Lööklaine toimet taluvad võrdlemisi hästi ka need varjendid, mis ulatuvad osaliselt maapinnale. Joonistel 63 ja 64 on üldise purustuse taustal näidatud pärast aatomiplahvatust hästi säilinud väikesed puit-muldvarjendid (Hirošima ja Nagasaki linnas), mis ulatuvad osaliselt maapinnale. Joonisel 64 näidatud varjend asus plahvatuse epitsentri vahetus läheduses.

Uurimiste andmetel tehti kindlaks, et pärast aatomiplahvatusi Hirošimas ja Nagasakis säilis linnahoonete täieliku purustuse vööndis rohkem kui 50% kergeid muldonne, tugeva purustuse vööndis aga üle 75%.

Eraldi paiknevad varjendid, nii nagu hoonetes asuvad keldervarjendidki, hermetiseeritakse hoolikalt ja varustatakse filterventilatsioonisüsteemidega ning sanitaartehnilise sisustusega. Eraldi paiknevatel varjenditel on umbes sama kaitsevõime mis keldervarjenditelgi. Eriti head kaitseomadused on spetsiaalsetel maa-alustel (metroo-tüüpi) ehitistel, mis ületavad vastupanuvõimelt aatomiplahvatusele kõik muud tüüpi varjendid. Kelder- ja eraldi paiknevad varjendid võivad mahutada 100 kuni 150 inimest. Eraldi paikneva maasse kaevatud varjendi üldvaadet näeme joonisel 65.

Välisajakirjanduse andmeil leiavad viimasel ajal üha suuremat tunnustust teraskonstruktsiooniga varjendid, mis kujutavad endast seestpoolt spetsiaalselt sisustatud tsisterne (raudteetsisternide tüüpi) või terasrõngastest kokkumonteeritud, maasse kaevatud varjendeid. Seda tüüpi varjenditel on väga head kaitseomadused ja, mis eriti tähtis, neid on lihtne valmistada ja kokku monteerida.

Eespool kirjeldatud varjendite kõrval ehitatakse ka varjeid — **kaitsepilusid, muldonne, galeriisid.** Õigesti väljaehitatud varjete kaitseomadused on samuti küllaltki kõr-



Joon. 65. Eraldi paiknev varjend maa sees

ged. Nõuetekohaselt ehitatud muldonnid ja galeriid nõrgendavad lööklaine toimet, vähendavad mitmesajakordselt läbistava radiatsiooni toimet, kaitsevad täielikult valguskiirguse eest ja vähendavad järsult inimeste mürgistumise ulatust radioaktiivsete ainetega.

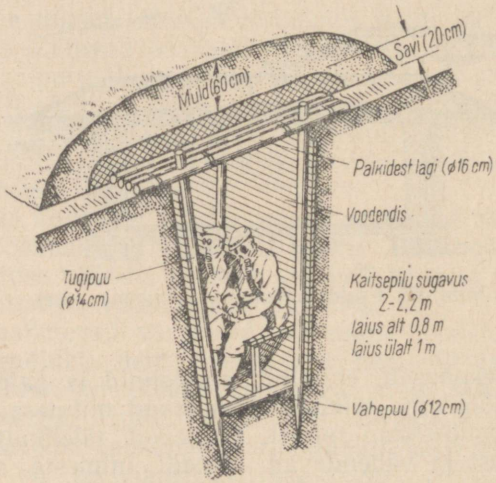
Kaitsepilude, muldonnide ja galeriide ehitamisel kasutatakse käepäraseid materjale, samuti aga ka standardseid kokkupandavaid raudbetoon- või puitdetaile. Varjed kaevatakse suurtest hoonetest eemale, lähima hoone vähemalt poole kõrguse kaugusele. Seetõttu ei jää varje lähima hoone varisemisel rusude alla ega saa vigastada.

Varjed on soovitav rajada hoonestamata aladele, puiestikesse, aedadesse, parkidesse, tasastele või veidi kõrgematele kohtadele. Varjete rajamine nõlvadel või teravalt esilekerkivatel kõrgendikel võib põhjustada lööklaine purustava toime suurenemist.

Kõige lihtsamini ja kiiremini ehitatav varje on **kaitsepilu** (joon. 66). Plaanis võib ta kujutada mitut sirgjoonelist lõiku, mis asetsevad üksteise suhtes täisnurga all. Kaitsepilud sisustatakse istepinkidega. Sissepääs kaitse-

pilusse kaevatakse kaeviku telje suhtes täisnurga all, sissepääsu uks avaneb väljapoole. Kuna kaitsepilu ei ole hermeetiline, siis peavad selles viibivad inimesed (aatomi-, keemilise- või bakterioloogilise rünnaku ajal) pähe panema gaasitorbikud.

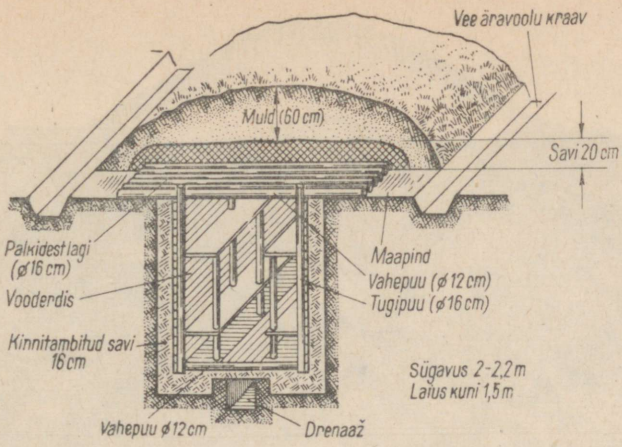
Kaitsepilude seinad vooderdatakse lattide või laudadega ja toestatakse tugede ja vahepuudega palkraamistiku näol. Kate tehakse palkidest, tugevdatud vooderdusega ja niiskust isoleeriva vahekihiga. Kaitsepilu võib mahutada 50—60 inimest.



Joon. 66. Kaitsepilu

Muldonnid (joon. 67) on ette nähtud inimeste pikemaajaliseks viibimiseks neis. Muldonni ehitamine, võrreldes kaitsepilu ehitamisega, on mõnevõrra töömahukam. Muldonnidesse ehitatakse küttekolded (talveks), esik ja narid lamamiseks. Muldonnides, kus on olemas esik, võivad olla lihtsamad filterventilatsiooniseadeldised. Uksi ja teisi muldonni konstruktsioonielemente võib hermetiseerida. Nõuded koha valiku suhtes muldonnide ehitamiseks on samad, mis kaitsepilude puhulgi. Muldonni mahutavus võib ulatuda 30—40 inimeseni.

Galeriid kujutavad endast maa-aluseid ehitisi, mis kaevatakse jõgede ja järvede või kuristike kallaste järsaku-



Joon. 67. Muldonn

tesse. Galeriide muldseinu saab kiiresti kindlustada standardsete raudbetoon-, raud- või puitelementide abil (raamplokid, lainelisest raudplekist või raudbetoonist elemendid). Galeriisid võib hermetiseerida. Nende laius on 1,3—1,5 m ning üldmahutavus 50—60 inimest. Sissepääs galeriisse tõuseb harilikult maapinnast kõrgemale; seepärast ehitatakse sissepääsu ette kaitsemüürid, mis moodustavad tuulekoja. Galeriide vastupidavust aatomiplahvatuse toimele illustreerib joonis 68, millel näeme säilinud galeriisid plahvatuse epitsentri läheduses, kus inimesed jäid kahjustamata.

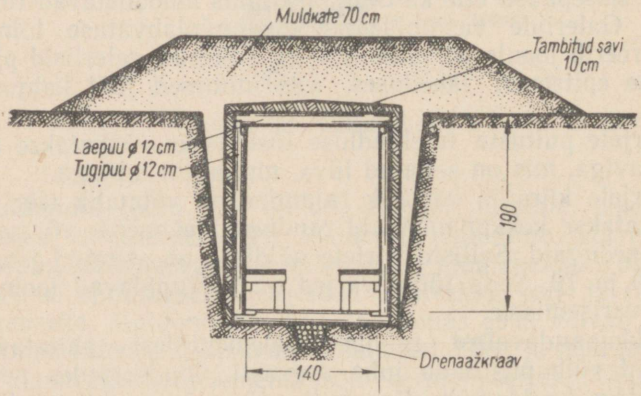
Varjete puituste tulekindluse tõstmiseks võõbatakse nad üle saviga, mis on segatud liiva, mulla või lubjaga.

Varjete kiire ja korralik rajamine on võimalik siis, kui kasutatakse kokkupandavaid raudbetoonelemente või raudbetoonrõngaid. Selliste varjete näidised on esitatud joonistel 69 ja 70. Seda tüüpi varjed on vastupidavad loomulikule varisemisele.

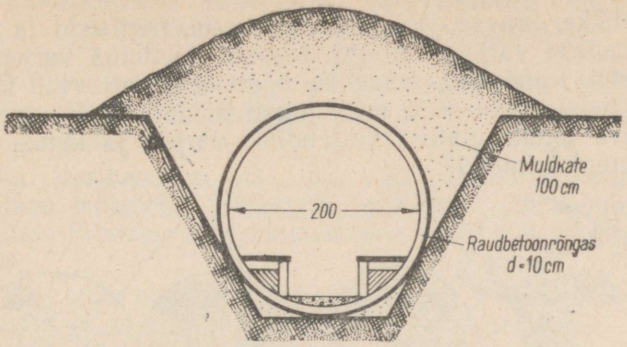
Kokkupandavatest raudbetoonelementidest ehitatavaid varjeid võib püstitada juba aegsasti, kindlustades nende vajalikku hooldamist. Kasutades tänapäeva ehituse tööstuslikke meetodeid, võib neid rajada kiire tempoga.

Nagu juba tähendati, ehitatakse varjed alles «Ohustatud olukorra» kehtestamisel, sest nende maksumus on kõrge ja enneaegsel ehitamisel muutuksid nad kiiresti kõlbma-

Joon. 68. Jaapanis plahvatuse epitsentri läheduses säilinud galeriid, mis kaitsesid inimesi



Joon. 69. Varje kokkupandavatest raudbetoonelementidest

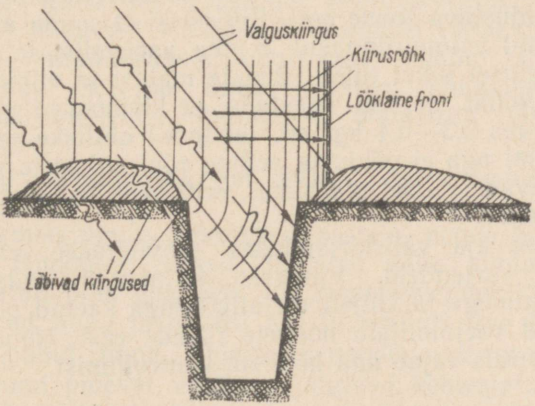


Joon. 70. Varje raudbetoonrõngastest

tuks. Varjete kaevamisega ja nende sisustamisega tegeleb elanikkond.

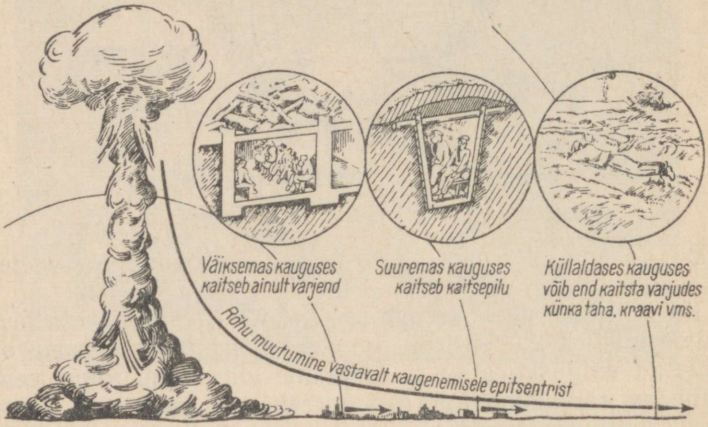
Ka harilikel, pealt katteta tranšeedel (joon. 71) on head kaitseomadused. Sellises tranšees varjunud inimene on kaitstud valguskiirguse ja lööklaine kiirusrõhu toime eest. Läbistav radiatsioon nõrgeneb tranšees tunduvalt. Tranšeede kaitseomadused pääsevad mõjule eriti siis, kui lööklaine liigub tranšee asetuse suhtes risti.

Kaitseks aatomiplahvatuse kahjustavate tegurite mõjutuse eest (peale radioaktiivse mürgistuse) võib kasutada hoonete keldreid, tugevdades enne nende konstruktsiooni,



Joon. 71. Tranšee kaitsetoime

kuristikke, kraave, nõgusid, muldvalle, rentsleid ja muid looduslikke varjeid. Kõigil eespool loetletud varjenditel, varjetel, tranšeedel, maastiku nõgudel on erinevad kaitseomadused. Joonisel 72 on kujukalt näidatud lööklaine kahjustava toime ulatus varjendile, varjele ja künka taha varjunud inimesele.



Lööklaine rõhu muutumine vastavalt kaugenemisele epitsentrist

Joon. 72. Ehitiste ja maastiku kaitseomadused

Varjendite ja varjete iseloomustamisel peab tähendama, et nendesse varjudes on inimene kindlalt kaitstud aatomirelva kahjustava toime eest. Ent siiski ei suuda alati kogu elanikkond aatomirünnakul minna varjenditesse ja varjetesse. Sellisel juhul tuleb lahkuda majast ja viibida parem lagedal kohal. Ei tohi unustada, et kivihooned purunevad rõhu juures 0,3—0,4 kg/cm^2, tekitades ohtlikke varisemisi, samal ajal aga ei põhjusta selline rõhk inimeste vigastusi, kes viibivad lahtisel maastikul, eriti veel, kui nad on heitnud pikali.

Viimase aja väliskirjanduses soovitatakse valmistada toatüüpi varjendeid. Viimased kujutavad endast pealt terasplaatidega ja küljelt metallvõrguga kaetud puure, mis kaitsevad varjulolijaid hoonete rusude eest. Nende soovituste tõhusus vajab aga hoolikat kontrollimist.

3. ELANIKKONNA HOIATAMINE ÕHURÜNNAKU OHUST JA KÕ SÜSTEEMI VIIMINE VALMISOLEKUSSE

KÕ formeeringute tegevus ja elanikkonna käitumise reeglid vaenlase õhurünnaku ootel ja rünnaku ajal määratakse kindlaks erimäärustega ja KÕ signaalidega.

Riigi territooriumi osal, mis võib sattuda lähemal ajal vaenlase lennuväe, juhitavate mürskude või kaugelaskerakettide rünnaku alla, kuulutatakse välja «Ohustatud olukord».

«Ohustatud olukorra» kehtestamisega viiakse asustatud punktide ja objektide KÕ süsteem valmisolekusse. Sellel perioodil rakendatakse linnades, töölisasulates ja teistes asustatud punktides, samuti aga ka ettevõtetes, asutustes, õppeasutustes terve rida täiendavaid abinõusid: valmistatakse varjendid ette inimeste vastuvõtuks, viiakse läbi pimendamine ning tuletõrje-profülaktika jne.

Viiakse täielikku valmisolekusse kõik teadustamisvahendid, telefon, raadioside; kõikidel objektidel organiseeritakse ööpäevane KÕ valvekord.

Komplekteeritakse lõplikult kõikide KÕ formeeringute ja allüksuste isikuline koosseis; see saab kätte ettenähtud tabelikohase varustuse, seab selle kasutamiskorda ja kaevab endale varjed.

Kui vaenlase kallaletungivahendid avastatakse asustatud punkti või objekti lähistel, s. o. kujuneb otsene õhurünnaku oht, antakse signaal «Õhualarm». See signaal antakse kõikide heli tekitavate vahendite (elektrisireenid, vedurite viled jm.) undavate viledega 2—3 minuti vältel ning kuulutatakse raadiotranslatsioonivõrgu kaudu sõnadega: «Tähelepanu! Räägib linna kohaliku õhukaitse staap. Kodanikud, on välja kuulutatud õhualarm! Õhualarm! Õhualarm!»

Signaal «Õhualarm» on ühtlasi aatomirünnaku ohu signaaliks.

KÕ formeeringute isikuline koosseis, nende hulgas ka kohaliku õhukaitse grupid, ilmuvad selle signaali järel viivitamatult oma postidele või kogunemispunktidesse.

Vastavad linna ja objekti KÕ luureallüksused korraldavad sel puhul linna, objekti ja nende naabruses oleva territooriumi pidevat vaatlust, jälgivad kehtestatud käitumisreeglite täitmist, kõrvaldavad korratusi pimendamise

alal (öösiti). Ülejäänud KÕ formeeringud on valmisolekus.

KÕ gruppide (unitaarlülide) vaatluspostid organiseerivad oma objektide territooriumidel vaatlusi ja kannavad vaatlustulemustest ette KÕ grupi ülemale või linna (rajooni) KÕ vaatluspostile, millega nad on ühenduses.

KÕ gruppide tuletõrje- ja keemiakaitselülid seavad valmisolekusse tulekustutus- ja kaitsevahendid. Lülid ise viibivad varjetes või varjendis, olles valmis ülesannete täitmiseks.

Varjendilülid peavad lüli komandöri (ühtlasi varjendi komandant) juhtimisel varjendites korda ning jälgivad elanikkonna ühtlase paigutuse järele.

Signaal «Keemiline rünnak» antakse asustatud punkti või objekti territooriumil radioaktiivsete ainete (mürkainete või bakteriaalsete vahendite) avastamisel. Olenevalt mürgistatud territooriumi suurusest võib see signaal olla **kohalik** või **ülelinnaline.** Kui radioaktiivseid aineid, mürkaineid või tõvestavaid mikroobe avastatakse üksikute vaatluspostide poolt või mitme posti poolt korraga, annavad nad signaali «Keemiline rünnak» sagedaste löökidega rööpmetükkide, gongide või muude helisevate esemete pihta. Seda signaali nimetatakse **kohalikuks,** sest ta hoiatab ainult territooriumi selle osa elanikke, mis sattus mürgistuse alla. Radioaktiivsete ründeainete, mürkainete ja bakteriaalsete vahendite massilise kasutamise tingimustes või radioaktiivsete ainete tunduval sadestumisel aatomiplahvatuse pilvest asustatud punkti suurele territooriumile annavad KÕ organid signaali «Keemiline rünnak» raadiotranslatsioonivõrgu kaudu sõnadega: «Kodanikud! Keemiline rünnak!»

Samaaegselt dubleeritakse seda signaali kogu linna territooriumil helisignaalidega. Seda signaali nimetatakse **ülelinnaliseks.**

Signaaliks «Keemiline rünnak» tuleb lugeda ka aatomipommi plahvatust.

Signaaliga «Keemiline rünnak» panevad kõik KÕ formeeringute ja KÕ gruppide võitlejad, kes viibivad hermetiseerimata varjendites ja varjetes, kiiresti gaasitorbikud pähe ja kasutavad teisi individuaalseid keemiakaitsevahendeid. Samal ajal võtavad individuaalsed kaitsevahendid kasutusele ka need võitlejad, kes viibivad signaali «Keemiline rünnak» andmise momendil vaatluspostidel.

Ootamatu rünnaku korral (enne «Ohustatud olukorra» kehtestamist) koguneb KÕ formeeringute isikuline koosseis viivitamatult oma kogunemispunktidesse, paneb välja vajalikud postid, KÕ formeeringutele jagatakse kiiresti välja ettenähtud tabelivarustus ja individuaalsed keemiakaitsevahendid, luuakse side jne. Osa varjendeid või varjeid võib ootamatu rünnaku korral osutuda puudulikult ettevalmistatuks KÕ formeeringute äramahutamiseks. Seepärast võib sel juhul ära kasutada keldriruume, tunneleid ja teisi varjeid.

Niipea kui õhurünnaku otsene oht on möödunud, annavad KÕ organid signaali «Õhualarmi lõpp» («Keemilise rünnaku lõpp»). See signaal antakse edasi sõnadega: «Kodanikud! Õhurünnaku oht on möödunud! Õhualarmi lõpp!» (see teadaanne antakse edasi väljaspool piirkonda, mis on kahjustatud aatomiplahvatusest, või piirkonda, mis on mürgistatud radioaktiivsete ainetega).

Õhualarmi lõpp tähendab seda, et elanikkond võib väljuda varjendeist ja varjeist, et asustatud punktis (objektil) jätkub tavaline elu vastavalt «Ohustatud olukorra» perioodiks kehtestatud reeglitele.

KÕ formeeringud, kes pole seotud ründerajoonides (-kolletes) rünnaku tagajärgede likvideerimisega, võivad KÕ ülema või formeeringu komandöri loal pöörduda tavalise töö juurde või suunduda puhkama. KÕ gruppide varjendilülid jäävad oma kohtadele; nad koristavad ja desinfitseerivad varjendid ning valmistavad nad ette järgmiseks elanikkonna vastuvõtuks.

Elanikkonna tegevus ja käitumise reeglid vastavalt KÕ signaalidele. Massilise hävitamise relv (aatomi-, keemiline, bakterioloogiline ja rakettrelv) on mõeldud eelkõige inimeste suurte hulkade hävitamiseks. Kannatadasaanute hulga tunduvaks vähendamiseks nii ründerajoonis (-koldes) kui ka väljaspool seda peavad inimesed toimima õigesti ja rangelt järgima käitumisreegleid. Õigesti toimimiseks ja käitumiseks peab elanikkond tundma kõiki KÕ hoiatussignaale, teadma, kuidas käituda nimetatud signaalide puhul, oskama õigesti kasutada kaitsevahendeid ja tarvitusele võtma lihtsamad abinõud õhurünnaku tagajärgede likvideerimiseks. Kõik see vähendab aatomi-, keemilisest ja bakterioloogilisest relvast kahjustumise tõenäosust.

Vaatleme elanikkonna peamisi käitumisreegleid KÕ signaalide puhul.

«Ohustatud olukorra» kehtestamisel lastakse välja spetsiaalsed «Elanikkonna käitumise reeglid». Need paljundatakse trükis ja tehakse teatavaks raadio teel.

Nende reeglite kohaselt peab kogu elanikkond **«Ohustatud olukorra» kehtestamisel** võtma osa varjendite ettevalmistamisest ja varjete ehitamisest ning võtma tarvitusele abinõud pimendamise läbiviimiseks. Elanikkond peab varuma endale (majavalitsuste, töökoha kaudu) individuaalsed keemiakaitsevahendid ja hoidma need alati enda juures. Samal ajal peab kogu töövõimeline elanikkond koos KÕ gruppidega viima läbi terve rea ennetavaid üritusi, mis on suunatud aatomirelva kahjustava mõju vähendamisele.

Tähtsaimaks ennetavaks ürituseks on tuletõrje-profülaktika, mis viiakse läbi tuletõrjelülide juhtimisel. («Ohustatud olukorra» kehtestamisel läbiviidavaid tuletõrje-profülaktilisi töid selgitatakse alljärgnevas.)

«Ohustatud olukorra» kehtestamisel tuleb vabastada pööningud kõrvalistest esemetest. Sulgeda (kuid mitte lukustada) pööningu uksed. Korteritest eemaldatakse kõik põlevmaterjalid (petrooleum, bensiin jm.). Elanikud kontrollivad raadiotranslatsioonivõrgu töötamist ja hoiavad valjuhääldajad pidevalt sisselülitatuna, et oleks alati võimalik kuulda KÕ signaale ja korraldusi.

Ühes sellega võtab elanikkond tarvitusele abinõud mürgistumise vältimiseks radioaktiivsete (mürk- või bakteriaalsete) ainetega. Väiksemad kodused tarbeesemed, riided, jalanõud jne. asetatakse kappidesse või kastidesse, pehme mööbel kaetakse katetega.

Erilist tähelepanu tuleb pöörata vee ja toiduainete kaitsmisele radioaktiivsete ainete eest. Toiduained on soovitav mähkida tihedasse pergamentpaberisse, tsellofaani või mitmekordselt kokkumurtud harilikku paberisse. Joogivett säilitada tihedalt suletud nõudes (karahvinides, termospudelites, plekknõudes jm.). Sissepakitud toiduained ja nõudesse valatud vesi asetada külmutuskappi, harilikku kappi või kasti.

«Ohustatud olukorra» kehtestamisel tuleb kõik need toimingud läbi viia mitte ainult linnades, vaid ka linna lähistel ja maal.

Maarajoonidele on eriti ohtlik vee, teravilja ja looma-

sööda mürgistumine. Seepärast peab siin tarvitusele võtma erilised abinõud, mis väldivad mürgistumise võimalusi. Katuste all hoitav vili koondatakse aitadesse või kinnistesse laoruumidesse; kui viimased ei ole hermeetilised, kaetakse vili veel presendiga. Korraldatakse pidev vaatlus loomade jootmiskohtade ja karjamaade järele; kaevud ning muud veeallikad varustatakse kaantega ja muude kaitseseadmetega.

Signaali puhul «Õhualarm» lahkub kogu elanikkond oma elamutest ja suundub neile kättenäidatud varjenditesse ja varjetesse, võttes kaasa ooteasendisse viidud gaasitorbikud ja muud individuaal-keemiakaitsevahendid. Inimesed, kes viibisid signaali «Õhualarm» ajal kodus, peavad võtma endaga kaasa juba aegsasti valmispandud joogivee ja toiduainete tagavara, dokumendid ning suunduma lähimasse varjendisse või varjesse. Enne korterist lahkumist tuleb välja lülitada elektri-soojendusseadmed, sulgeda gaas ja kustutada küdevad ahjud. **Ei tohi mingil juhul jääda koju või tänavale.**

Inimesed, kes viibisid signaali «Õhualarm» ajal avalikes kohtades (kaupluses, kinos, teatris), peavad viivitamatult sealt lahkuma ja varjuma administratsiooni, KÕ või miilitsapostide juhendamisel lähimas varjendis või varjes.

Signaaliga «Õhualarm» katkestavad trammid, autobussid, trollibussid viivitamatult liikluse. Transpordivahendi peatumisel lahkuvad reisijad rahulikult sellest ja suunduvad lähimasse varjendisse või varjesse. Varjendi sees peavad kõik varjulolijad täitma varjendite kasutamise reegleid ja valvepostide juhendeid. Haigestumise esimeste tunnuste ilmumisel peab viivitamatult pöörduma medpunkti või KÕ valveposti poole.

Töölised, teenistujad ja kolhoosnikud, kes viibisid signaali «Õhualarm» ajal tööl, toimivad vastavalt eriinstruktsioonidele, mis kehtestati objektil «Ohustatud olukorra» väljakuulutamisel, ning vastavalt ettevõtete ja asutuste administratsiooni juhenditele. Õppetöö õppeasutustes katkestatakse, õpilased aga varjuvad neile määratud varjenditesse.

On tõenäoline, et isegi teadustamisteenistuse eeskujulikul organiseerimisel jääb teatud osa elanikkonnast aatomirünnaku hetkel mitmesugustel põhjustel ruumidesse, tänavatele, hoovidesse jm. Aatomiplahvatusel väljapoole varjendeid jäänud inimesed peavad tarvitusele võtma enese-

kaitseabinõud, toimides mitmesugustel juhtudel vastavalt kujunenud olukorrale.

Kui inimene nägi plahvatuse välgatust kodus viibides, tuleb viivitamatult peituda seina varju, et vältida vigastusi aknast tungivast valguskiirgusest või klaasikildudest ja mitmesugustest lööklaine mõjul suure kiirusega lendavatest esemetest.

Inimene, kes nägi plahvatuse eredat välgatust õuel viibides, peab kiiresti asuma lähimasse (2—3 sammu) varjesse — peituma kraavi, vastupidava, madala kiviaia, künka jms. varju. Kui läheduses varjet ei ole, **pole vaja kuskile joosta.** Tuleb kiiresti maha heita (näoga vastu maad) ja püüda võimalust mööda katta riietuse või mantliga kinni kõik paljad kehaosad. Jäädа sellisesse asendisse liikumatult 15 sekundiks, kuni lõpeb läbistava radiatsiooni intensiivne toime ja möödub lööklaine.

Signaaliga **«Keemiline rünnak»** jääb elanikkond, kes viibib keemiakaitse nõuetele vastavates hermeetilistes varjendites ja varjetes, oma kohale. Inimeste edasine viibimine sellistes varjendites sõltub varjendi paiknemise piirkonnas kujunenud olukorrast. Elanikud, kes jäid mitmesugustel põhjustel väljapoole varjeid või viibivad keemiakaitseks kohandamata varjetes, panevad signaali «Keemiline rünnak» korral viivitamatult pähe gaasitorbikud ja kasutavad olemasolevaid nahakaitsevahendeid.

Ootamatu rünnaku puhul (ilma «Ohustatud olukorra» kehtestamiseta) peab elanikkond käituma vastavalt käitumisreeglitele, mis on välja töötatud juba rahu ajal ja on selgitatud brošüüris «Meelespea elanikkonnale kaitseks aatomi-, keemilise ja bakterioloogilise relva eest».

Signaali «Õhualarmi lõpp» järel lahkub elanikkond varjenditest ja varjetest, algab uuesti jalakäijate, linna transpordivahendite liiklus. Kui varjend asub ründekolde territooriumil, siis lahkuvad inimesed varjendist ainult KÕ organite loal. Varjendist väljumine vastava korralduseta on lubatav ainult varjendi vigastada saamisel ja tulekahju või uputuse ohu puhul.[1]

Aatomirünnaku ohu tingimustes on väga tähtis säilitada

[1] Radioaktiivsete ainetega mürgistatud piirkonnas käitumise reeglid on toodud edaspidises.

distsipliini ja korda, rangelt täita KÕ postide nõudmisi ja elanikkonna jaoks kehtestatud käitumisreegleid. Igasugune kehtestatud reeglite rikkumine ja KÕ postide nõuete mittetäitmine võib tuua kaasa raskeid tagajärgi.

4. TULETÕRJE-PROFÜLAKTILISED ABINÕUD

Täienduseks tulekaitseabinõudele, mida rakendati juba aegsasti, viiakse «Ohustatud olukorra» kehtestamisel peamiselt elanikkonna jõududega läbi terve rida tuletõrje-profülaktilisi üritusi.

Tuletõrje-profülaktilised üritused viiakse läbi selleks, et vähendada tulekahjude tekkimise võimalust aatomiplahvatuse valguskiirguse mõjul või sekundaarsetest põhjustest (hoonete ja ehitiste purunemised lööklaine toime tagajärjel), nende tekkimisel aga tagada tulekollete likvideerimist.

«Ohustatud olukorra» kehtestamisel läbiviidavad tuletõrjeüritused jagatakse kahte rühma. Esimesse rühma kuuluvad üritused, mis taotlevad tulekahjukollete tekkimise raskendamist, teise rühma aga üritused, mis kergendavad tekkinud süttimiste ja tulekahjude likvideerimist.

Vaatleme esiteks esimese rühma üritusi. Kõigepealt kuulub nende hulka pööningute, trepikodade ja varjendiruumide vabastamine igasugusest risust, mis, olles heaks tuleroaks, raskendab peale selle veel ka tulekahju kustutamist.

Peamiseks ohuks aatomiplahvatustel on hoone sees asuvate materjalide süttimine. Jutt on esmajoones neist hoonetest, mis säilivad pärast lööklaine toimet, s. t. hoonetest, mis asuvad aatomiplahvatuse epitsentrist võrdlemisi kaugel.

Sel juhul sõltub tulekahju tekkimise oht ruumide valgusavade suurusest. Seepärast tuleb võtta tarvitusele abinõud, et kõik kergestisüttivad materjalid (paber, riideesemed jm.) asuksid ohustatud tsoonist[1] võimalikult kaugemal. Poleeri-

[1] Antud juhul on vaatluse all toa ruumala, mis võib sattuda aatomiplahvatuse valguskiirguse mõju alla. Sellist ruumala nimetatakse ohustatud tsooniks.

tud puitpindade süttimine ei saa esile kutsuda püsivat tulekahju, järelikult tuleb eemaldada ainult polsterdatud ja pehme mööbel.

Et vältida tulekahjude tekkimist ruumide sees, tuleb tõkestada tee valguskiirgusele. Seda saavutatakse aknaavade sulgemise teel tulekindlast materjalist kilpidega, milleks võib kasutada igasuguseid valguskiirgust mitteläbilaskvaid katteid (puitkilpe, luuke, eesriideid). Ülesanne seisab selles, et need valguskindlad tõkked ei muutuks tulekahju tekkimise põhjuseks. Selle vältimiseks, nagu juba näidati, tuleb eesriided immutada tulekindlates segudes, kilbid ja luugid aga värvida valgeks. Pimendamiseks kasutatavaid puuvillaseid kardinaid ja eesriideid võib töödelda amofosi vesilahustega, boorhappe ja booraksi lahustega ning muude tulekindlate segudega.

Aatomiplahvatuse lööklaine võib aknakatted purustada või maha kiskuda, kuid selleks ajaks on valguskiirguse efektiivne toime juba järsult vähenenud ega tekita siseruumidele mingit kahju.

Esemete või konstruktsioonide süttimise võimalust hoonete sees vähendab ka aknaklaaside valgendamine valge värvi või lubjaga. Ruumidesse tungiva valgusenergia hulk väheneb sel juhul umbes viiekordselt. Valgendada tuleb kaks korda, akna välimisel küljel. Valgendussegu koostis on järgmine: kustutamata lubi, rasv, vesi, vahekorras 10:1:30.

«Ohustatud olukorra» kehtestamisel tuleb elamutest, tsehhidest, ladudest ja muudest ruumidest kõrvaldada kergestisüttivad materjalid või, kui seda pole võimalik teha, siis hoida neid ainult minimaalses koguses. Pööningutel tuleb tuleohtlik täide isoleerida 5 cm paksuse liiva- või 10 cm paksuse šlakikihiga. Kui aga pööningu vahelagi on nõrk ega kannata täiendavat koormust, siis asendatakse tuleohtlik täide liiva- või šlakikihiga.

«Ohustatud olukorra» perioodil tuleb pööninguruumide uksed sulgeda kergesti avatavate lukkudega (riividega). Tagavaraväljapääsud majakorrustelt trepikodadesse ja redelid statsionaarsetele välisplatvormidele peavad olema ette valmistatud takistamatuks kasutamiseks. Sissepääsudele trepikodadesse pannakse välja suunanäitajad pööninguruumidesse. Katusele pääsemiseks pannakse välja teisaldatavad või statsionaarsed tuletõrjeredelid.

Kaitseks valguskiirguse (või süüteainete) toime eest

võõbatakse või värvitakse hoonete ja ehitiste puitkonstruktsioonid tulekindlate segudega.

Tulekindlate segude valmistamiseks käepärastest materjalidest kasutatakse savi, liiva, lupja, tsementi, vesiklaasi, kipsi, šlakki. Tulekindla võõba vastupidavuse tõstmiseks tuleb puitkonstruktsiooni pind puhastada eelnevalt porist ja tolmust, eemaldada varem pealekantud värv, pahteldada kinni praod ja pilud ühenduskohtades. Pahteldamiseks on soovitav kasutada savi ja liiva segu (2 mahuosa liiva ja 1 mahuosa savi), mis on lahustatud vees kiti tiheduseni.

Lihtsaimate tulekindlate võõpade aluseks on toorsavi. Tulekindlate värvide aluseks on liivast puhastatud ja maalrivärvi tiheduseni vees lahustatud savi.

Käepäraste tulekaitsematerjalide kõrval võib kasutada lubi-, superfosfaat- ja fosfokipsvõõpasid. Lubivõõp koosneb 62% kustutatud lubjast, 32% veest ja 6% keedusoolast. Superfosfaatvõõp koosneb 65% superfosfaadist ja 35% veest, fosfokipsvõõp 65% fosfokipsist ja 35% veest. Puidu 1 m^2 pinnale kulub umbes 2 kg võõpa (võõbakihi paksusel 3—5 mm).

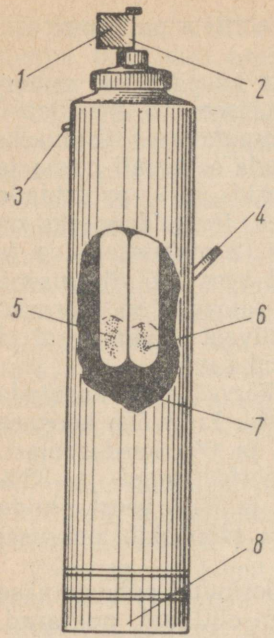
Elamute hoovid ja ettevõtete territooriumid puhastatakse põlevmaterjalidest. Tulekahju suhtes ohtlikud puittarad, kuurid, räästad lammutatakse (lammutamine võib toimuda ka tulekaitsekujade suurendamise eesmärgil).

Tuletõrje side-, signaliseerimis- ja hoiatamisvahendid tuleb hoida alatises valmisolekus.

Profülaktiliste ürituste teise rühma, mis kergendavad tekkinud süttimis- ja tulekahjukollete likvideerimist, kuulub majavalduste varustamine vajaliku hulga tulekustutusvahenditega ja tuletõrjevarustusega. Tulekustutusvahendite hulgas on kõige enam levinud käsitulekustutajad.

Käsitulekustutaja on alatiselt kasutamisvalmis abinõu algavate ning veel mitte levinud tulekahjude kustutamiseks. Tulekustutaja kuulub keemilise toimega aparaatide hulka. Niipea kui tulekustutaja on tegevusse pandud, paiskub sellest vahujuga, tuldkustutav vedelik või pulber, mis tulekustutaja oskuslikul käsitsemisel võib vaatamata võrdlemisi lühikesele kestusele olla tunduva tuldkustutava toimega.

Eristatakse kaht liiki kodumaise päritoluga keemilisi vaht-käsitulekustutajaid — tulekustutaja ОП-1 («Bogatõr» nr. 1) ja ОП-3 («Bogatõr» nr. 3). Tulekustutajat ОП-1 kasutatakse peamiselt süttinud tahkete ainete kustutami-



Joon. 73. Tulekustutaja ОП-3:
1 — kaitse; *2* — löökraud; *3* — pihusti; *4* — ülemine käepide; *5* — väävelhapu alumiinium; *6* — väävelhape; *7* — kere; *8* — alumine käepide.

seks, kuid teda võib kasutada ka väiksema hulga kergestisüttivate vedelike kustutamiseks. Tulekustutaja ОП-3 (joon. 73) on ette nähtud kergestisüttivate vedelike kustutamiseks.

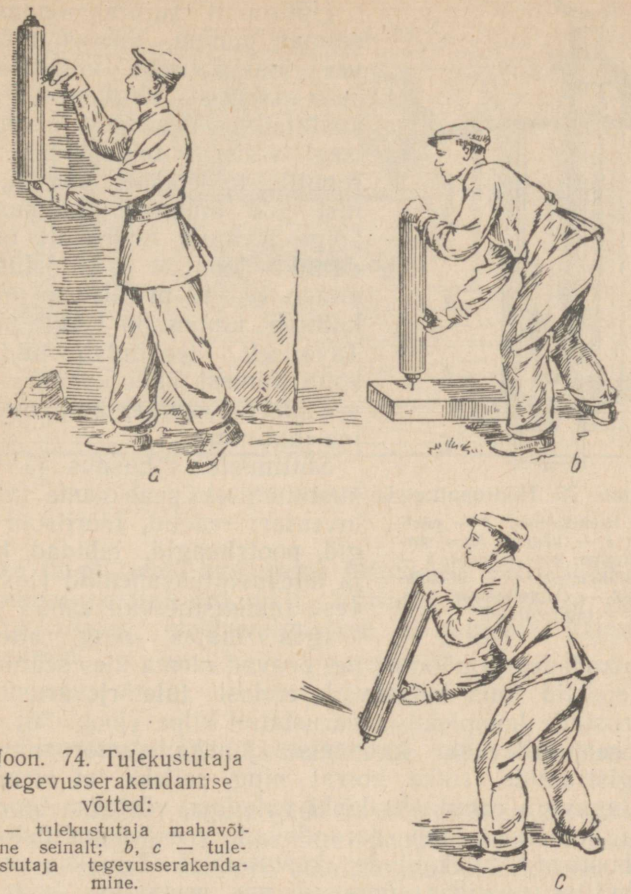
On olemas ka eriotstarbeks ettenähtud tulekustutajaid.

Praegu on laialdaselt levinud tulekustutaja ОП-3, mis ei erine põhimõttelt tulekustutajast ОП-1.

Olenevalt aastaajast laaditakse tulekustutajad suve- või raskestikülmuvate talvelaengutega.

Tulekustutaja tegevussepanemiseks tuleb ta naela otsast maha võtta, haarata parema käega kinni ülemisest, vasakuga aga alumisest käepidemest (joon. 74, *a*). Seejärel pööratakse tulekustutaja löökrauaga allapoole ja lüüakse vastu põrandat või mingit kõva eset nii, et löökraud tungiks tulekustutaja keresse ja purustaks klaasampullid (joon. 74, *b*). Purustatud ampullist voolab hape leelislahusesse ja astub sellega keemilisse reaktsiooni. Reaktsiooni tagajärjel moodustub süsihappegaas ja tihe (väävelhapu alumiiniumi segu tõttu) vaht. Tõustes vedeliku pinnale, avaldab süsihappegaas vedelikule rõhku; selle tagajärjel tekib 6—7 m pikkune vahujuga, mis suunatakse tulekoldesse (joon. 74, *c*). Tulekustutaja töötamise aeg on 1,5 min. Tuleb meeles pidada, et vedeliku väljapaiskumine toimub süsihappegaasi toimel, mis tekib vahetpidamatult keemilise reaktsiooni käigus. Seepärast peab tulekustutajat kogu töötamise ajal hoidma pihustiga allapoole, vastasel korral hakkab gaas väljuma vedeliku pinnale tõusmata ja vahu väljapaiskumine on puudulik. Korras tulekustutaja võib anda vahtu hulgal, mis ületab leelislahuse mahu 5—6-kordselt.

Vahu tuldkustutav omadus seisab selles, et ta katab

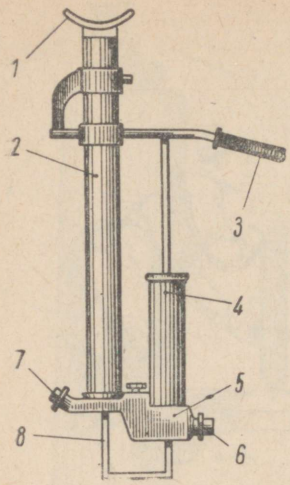


Joon. 74. Tulekustutaja tegevusserakendamise võtted:
a — tulekustutaja mahavõtmine seinalt; *b*, *c* — tulekustutaja tegevusserakendamine.

põleva pinna ja isoleerib selle õhuhapnikust. Peale selle niisutab ja jahutab vaht põlevat pinda, mis samuti soodustab tulekolde kustumist. Kergestisüttivad vedelikud on hõlpsasti kustutatavad seetõttu, et tulekustutajast väljapaisatav vaht tõuseb põleva pinna peale ja isoleerib selle õhuhapnikust.

Tulekustutajaid täidavad, laadivad ja teenindavad vastavad spetsialistid.

Tulekustutajate kõrval kasutatakse laialdaselt hüdropulte.



Joon. 75. Hüdropult:
1 — kaenlaalune; *2* — püsttoru; *3* — käepide koos survekangiga; *4* — silinder, *5* — ventiilikamber; *6* — imemisava; *7* — väljaviskeava; *8* — tugijalgraud.

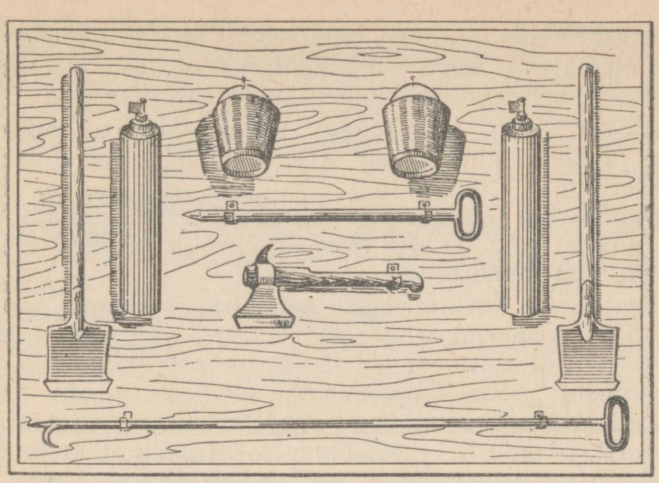
Hüdropult kujutab endast lihtsaimat pumpa, mis on määratud vee joakujuliseks väljapaiskamiseks mahutist. Hüdropuldiga võib kustutada väiksemaid sisemisi ja isegi väliseid tulekahjusid. Hüdropulti toidetakse aamist, tünnist või ämbrist. Lihtsaim ja kõige levinum hüdropult on näidatud joonisel 75. Hüdropult annab 10—12 m pikkuse joa ning kulutab umbes 30 l vett minutis. Tavaliselt teenindab hüdropulti kolm inimest, kelle kohustuseks on vee juurdetoomine, pumpamine ja joa juhtimine.

Süttimiste tõhusaks ja kiireks kustutamiseks peab olema tuletõrjeinventar: redelid, tööriistad (kangid, pootshaagid, labidad, kirved) ja tulekustutusvahendid (liiv, tuhk, vesi, tuldkustutavad vahud jm.).

Igas majas ning ettevõttes, trepikodades ja pööningutel peavad olema üles seatud tuletõrjepostid, mis kujutavad endast tuletõrjevarustuse ja tööriistade komplektiga varustatud kilpe (joon. 76).

Vee juurdevoolu katkemise juhuks veetorustiku sisemagistraalide rikke korral ning selleks, et olemasolev veetagavara rahuldaks kõiki vajadusi, võetakse tarvitusele rida abinõusid, mis parandavad veevarustussüsteemi ja hõlbustavad tulekahjude kustutamist. Luuakse veevarud mahutites, vaatides, tünnides, mis asetatakse korteritesse ja pööningutele. Talvel tuleb veemahuteid hoida köetavates ruumides või täita külmumiskindlate lahustega, mille valmistamiseks võib kasutada kloorkaltsiumi, magneesiumi ja muid soolasid. Näiteks 35 kg kloorkaltsiumi lahustamisel 10 ämbris vees külmub vesi temperatuuril —25°C. Kui selliseid lahuseid ei saa valmistada, tuleb tünnid, kastid ja muud mahutid täita lumega või raiutud jääga. Lumega või jääga täitmise eel tehakse mahuti põhja 10 cm paksune liivapadi.

«Ohustatud olukorra» kehtestamisel peab iga kodanik korterist või teenistusruumist lahkumisel kustutama tule



Joon. 76. Tuletõrjekilp

ahjudes ja pliitides, kustutama priimused, petrooleumi- ja petrooleum-gaasipliidid, välja lülitama elektri- ja gaasisoojendusriistad, elektrivalgustuse ja sulgema välimised aknaraamid.

5. AATOMIRÜNNAKU TAGAJÄRGEDE LIKVIDEERIMINE

Aatomirünnaku tagajärgede likvideerimise all mõistetakse KÕ jõudude ja vahendite poolt teatud töödekompleksi täitmist, mis koosneb elanikkonna päästmisest, tulekahjude ja purustuste likvideerimisest, peavarjuta jäänud elanikkonna varustamisest kõige vajalikuga, rünnaku alla sattunud linnades, rajoonides ja objektidel normaalse elu taastamisest (viimast ei viida läbi KÕ jõudude ja vahenditega) jms.

Plahvatustoimelise aatomirelva iseloomulikuks iseärasuseks on laialdaste ründerajoonide tekkimine. Inimeste massilised kahjustused, hoonete ja ehitiste purustused, suurte tulekahjukollete tekkimine ning intensiivne maastiku mürgistumine loovad rünnaku tagajärgede likvideerimisel tõsiseid raskusi, nõuavad suuri jõupingutusi ja rohkearvuliselt vahendeid ning kõigi tööde täpset organi-

seerimist. Aatomirünnaku tagajärgede kiireks likvideerimiseks on vaja ka kogu aatomikaitseks aegsasti ettevalmistatud elanikkonna distsiplineeritust ja ennastsalgavust.

Aatomirünnaku tagajärgede likvideerimise organiseerimine ja läbiviimine lasub KÕ staapidel, teenistustel ja formeeringutel (sealhulgas ka KÕ gruppidel). Kuid aatomirünnaku tagajärgede likvideerimistööde maht võib olla niivõrd suur, et KÕ formeeringud ja üksused elanikkonna abita toime ei tule.

Tagajärgede likvideerimisel aatomiründerajoonis on oma spetsiifiline iseloom ja see töö koosneb järgmistest põhiüritustest: ründerajooni või -kolde luurest; pääste- ja avariitehniliste tööde läbiviimisest; viivitamatu abi osutamisest kannatadasaanutele ja nende evakueerimisest ründerajoonist (-koldest); tulekahjude lokaliseerimisest ja kustutamisest; inimeste kaitsmisest radioaktiivsete ainete eest ja saadud kiiritusannuse kontrollimisest; korra- ja julgeoleku valvest; desaktiveerimistööde ja sanitaarse töötlemise läbiviimisest; kannatadasaanud elanikkonna majutamisest ja varustamisest kõige hädavajalikuga; linna (rajooni) normaalse tegevuse taastamisest.

Tähtsuse ja täitmise tähtaegade järgi jagatakse üritused esmajärgulisteks (vältimatuteks) ja teisejärgulisteks.

Esmajärguliste hulka kuuluvad üritused, mis on seotud inimeste päästmisega ja neile meditsiinilise esmaabi andmisega. Siia kuuluvad: ründerajoonide (-kollete) luure; kannatadasaanutele edasilükkamatu abi andmine ja nende evakueerimine ründerajoonist (-koldest); inimeste päästmine (kinnivarisenud varjendite varustamine värske õhuga, inimeste väljatoomine rusude alt jne.) ning neile meditsiinilise esmaabi andmine; tulekahjude lokaliseerimine ja kustutamine (esmajärjekorras seal, kus tulekahjud ähvardavad inimelu või segavad KÕ formeeringute tegevust); teede puhastamine, varisemiste levimise piiramine, varisemisohu kõrvaldamine, avariide lokaliseerimine ja likvideerimine kommunaalvõrkudes, milleta päästetööde läbiviimine on võimatu; desaktiveerimistööde teostamine, mis on seotud teede puhastamisega, päästetöödega, tulekahjude kustutamisega, ning territooriumi, liiklusvahendite ja muude elanikkonnale ohtlike objektide desaktiveerimine; ründerajoonis töötava mürgistatud elanikkonna ja KÕ formeeringute isikulise koosseisu sanitaarne töötlemine.

Teisejärguliste ürituste hulka kuuluvad: peavarjuta jäänud elanikkonna majutamine ja varustamine hädavajalikuga; teisejärguliste desaktiveerimistööde teostamine; ajutiste avarii-taastamistööde tegemine; aatomirünnaku alla sattunud linna normaalse tegevuse taastamine (ründerajooni koristamine ja sellest evakueerimine, side, elamufondi jm. taastamine jne.).

Aatomirünnaku tagajärgede likvideerimise kõigi ürituste edukas täitmine sõltub suurel määral KÕ üksuste ja formeeringute tihedast koostööst, initsiatiivist, võitlejate vastastikuse asendamise võimalustest.

Koostöö küsimus omandab erilise tähtsuse siis, kui ründerajoonis töötab korraga mitu allüksust erinevatel erialadel, samuti aga ka objektide formeeringute ja KÕ gruppide ühisel töötamisel linna- (rajooni-) teenistuste formeeringutega, kaasatõmmatud väeosadega ja elanikkonnaga.

Näiteks peab avarii-tehniliste formeeringute (allüksuste) isikuline koosseis mitte ainult kõrvaldama rususid, vaid ka osutama meditsiinilist abi kannatadasaanutele, likvideerima süttimisi, võtma vajaduse korral koos tuletõrjeformeeringutega osa tulekahjude kustutamisest jne. Tuletõrjeformeeringud peavad omakorda aitama täita avariitehniliste, meditsiini- ja teiste allüksuste töid.

Peamised päästetööd ja nende teostamist tagavad üritused viiakse läbi KÕ formeeringute ja väeosade poolt, kelle vahel luuakse samuti koostöö. Peamine osa koostöö organiseerimisel kõikide allüksuste ja elanikkonna vahel kuulub sektorite ja piirkondade ülematele (kahjustatud rajoonid jagatakse sektoriteks ja piirkondadeks). Neil on õigus teha otsuseid tööde kõige otstarbekohasema läbiviimise korra ja mitmesuguste allüksuste ratsionaalse ärakasutamise ning koostöö kohta. Sektori ülem organiseerib oma sektoris radioaktiivse pilve liikumise, kiirguse nivoo ja tuule suuna vaatlust. Päästetööde organiseerimisel viib sektori ülem eeskätt läbi oma sektori luure, määrab ära evakueerimisteed, astub ühendusse kõrgemal seisva staabiga.

Ründerajooni (-kolde) luure

KÕ luure linna, rajooni, objekti territooriumil organiseeritakse vastavate KÕ staapide poolt eesmärgiga saada usaldatavaid andmeid ründerajoonis (-koldes) kujunenud

olukorra kohta. Luureandmete alusel saab KÕ ülem õhurünnaku tagajärgede likvideerimisel teha õige otsuse edasilükkamatute tööde organiseerimiseks ja läbiviimiseks. Samuti esitab luure andmeid kahjustuse koha, laadi ning ulatuse kohta. Need andmed hangitakse ründerajooni (-kolde) **üldluure** poolt. Päästetööde edukaks läbiviimiseks peavad KÕ formeeringute komandöridel peale selle olema üksikasjalised andmed ühe või teise objekti kahjustuste laadist ja ulatusest (varjendite purustatud sissepääsudest, rusuummistuste ulatusest jne.), tulekahjude levimisest, territooriumi mürgistuse iseloomust, maastiku mürgistuse iseloomust ja ulatusest. See on vajalik eelseisvate tööde mahu ja iseloomu selgitamiseks. Need andmed hangitakse ründerajooni (-kolde) **eriluure** poolt.

Üldiselt täidab luure järgmisi ülesandeid: määrab ära aatomirünnaku tagajärjel tekkinud purustuste piirid; avastab rusude alla jäänud varjendites ja varjetes olevaid inimesi, teeb kindlaks nende ehitiste purustuse iseloomu ja määrab ära esmajärguliste tööde mahu, avastab tulekahjukoldeid ja määrab ära nende lokaliseerimise ning kustutamise võimalused; teeb kindlaks teed ja marsruudid elanikkonna väljaviimiseks ja evakueerimiseks ning KÕ formeeringute tegutsemiseks esmajärguliste tööde läbiviimisel; selgitab radioaktiivsete ainetega mürgistatud piirkonnad, mis tekkisid plahvatustoimelise aatomirelva ja radioaktiivsete ründeainete rakendamise tagajärjel; viib mürgistatud piirkondades läbi radiatsiooniluure ja hoiatab õigeaegselt elanikkonda võimalikust kahjustumise ohust.

Üldluure viiakse läbi erivaatluspostide, KÕ staapide luuregruppide, lennuväe jne. poolt. Aatomiplahvatuse läbi kahjustatud rajooni ja kahjustuse ulatuse kiireks ja täpseks määramiseks kasutatakse tsiviillennuväe abil tehtud aerofotosid.

Linna territooriumi vaatluseks eraldatakse luuregruppide koosseisust vaatluspostid. Iga post koosneb harilikult kahest-kolmest inimesest. Linna territooriumi vaatlust alustatakse «Ohustatud olukorra» kehtestamisest ja see toimub katkestamatult. Vaatlejad peavad õppima tundma neile usaldatud territooriumi, hästi tundma orientiire, tänavate asetust; oskama töötada radiatsiooniluure aparaatidega.

Andmed pimendamise seisukorrast ja tekkinud ründerа-

joonidest (-kolletest) esitavad vaatlejad luuregrupi ülemale.

Viimane üldistab need ja annab edasi linna (rajooni) KÕ staapi, kelle korraldusel suunduvad ründerajooni (-koldesse) luuregrupi koosseisust eraldatud luurepiilkonnad. Luurepiilkond koosneb harilikult kahest keemikust-dosimetristist ja ühest luurajast. Eesliikuvad keemikud-dosimetristid tagavad luurepiilkonna tegevuse mürgistatud rajooni (kolde) tingimustes.

KÕ staapide poolt väljasaadetavad luurepiilkonnad teostavad luuret ründekolde perifeeriast keskme poole igast suunast ning tegutsevad koostöös aatomirünnaku tagajärgede likvideerimiseks väljasaadetud KÕ formeeringute luurepiilkondadega. Luurepiilkonnad liiguvad mööda laiu tänavaid, puiestikke jne. Luurepiilkonnad esitavad luureandmed luuregruppide ülematele, need üldistavad saadud andmed ja esitavad KÕ staabi juhatusele.

Eriluure koosneb inseneri-, tuletõrje-, radiatsiooni- ja muudest luureliikidest. Eriluure teatab täpsustatud andmed ründekollete kohta, mille kohta on saadud teateid üldluurelt; määrab täpsemalt ära purustuste, tulekahjukollete iseloomu või mürgistuse astme; täpsustab hoonete rusude alla jäänud või kinnivarisenud varjendites olevate inimeste arvu; teeb kindlaks parimad teed kannatadasaanutele ligipääsemiseks ja nende evakueerimiseks, samuti aga ka päästetööde läbiviimiseks, tulekahjude lokaliseerimiseks ja kustutamiseks vajaliku jõudude ning vahendite hulga. Eriluure viiakse läbi KÕ allüksuste ja luuregruppide poolt üheaegselt üldluurega või selle järel.

Inseneri- või tuletõrjeluure läbiviimise meetodid peaaegu ei erine neist luuremeetodeist, mida kasutatakse tavaliste ründevahendite rakendamisel vaenlase poolt. Seetõttu käsitletakse neid siin vaid selles osas, mis on seotud avarii-tehniliste ja tuletõrjetööde läbiviimisega. Aatomirünnaku tingimustes aga erineb spetsiifiliste iseärasuste poolest radiatsiooniluure.

Radiatsiooniluure organiseeritakse radioaktiivse mürgistuse tugevuse ja liigi selgitamiseks, mürgistatud maa-alade suuruse kindlaksmääramiseks, nende piiride ja läbipääsude tähistamiseks ja radiatsiooni muutumiste jälgimiseks mürgistuspiirkondades.

Sellele vastavalt viivad luure läbi KÕ allüksustest ja

KÕ staabi luuregruppidest väljasaadetavad vaatluspostid ja dosimeetrilised piilkonnad.

Nagu juba tähendatud, pannakse vaatluspostid välja üldluure poolt ja varustatakse dosimeetriliste aparaatide ning signaali andmise vahenditega vaenlase keemilise rünnaku eest hoiatamiseks. Üldvaatluse kõrval viivadki need postid läbi ka radiatsioonivaatlust.

Vaatlejatel on järgmised dosimeetrilised aparaadid: indikaatorid, röntgenomeetrid, individuaalsed dosimeetrid (igal vaatlejal) ja keemiakaitsevahendid.

Dosimeetriliste piilkondade koosseisu määratakse kaks kuni viis luurajat-dosimetristi. Piilkond varustatakse indikaatorite, röntgenomeetrite, individuaalsete dosimeetrite (igal luurajal) ja keemiakaitsevahenditega, piiristamistähistega ning seadeldisega vee, pinnase jm. proovide võtmiseks.

Luure käigus ja selle lõpetamisel kannavad piilkondade vanemad luuregrupi ülemale või allüksuse komandörile ette mürgistuskohtadest ja radiatsiooni nivoost, möödapääsuteede olemasolust või soodsamatest suundadest läbipääsude tegemiseks mürgistatud piirkondades.

Radiatsiooniluureks kasutatakse indikaatoreid ja röntgenomeetreid. Vaatleme lühidalt mõningaid aparaate ja nendega mõõtmise viise.

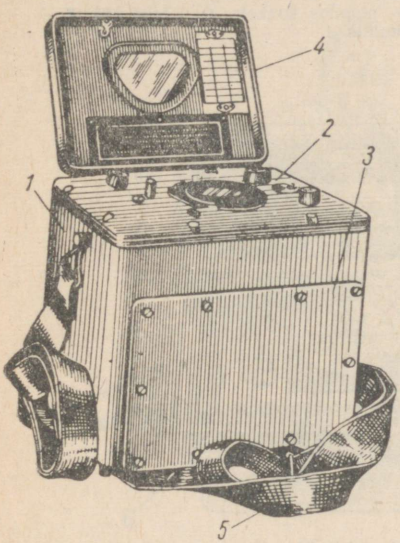
Röntgenomeetrid on nähtud ette kiirguste nivoo mõõtmiseks maastikul.

Avatud puldiga röntgenomeetri üldvaadet näeme joonisel 77. Röntgenomeetri käsitsemise juhis on toodud kaane siseküljel.

Kiirguse nivoo mõõtmiseks hoitakse röntgenomeeter rinnal, 0,7—0,8 m kõrgusel mürgistatud pinnast. Röntgenomeetri asend mõõtmistel jalapiilkonna poolt on näidatud joonisel 78 (röntgenomeetri madalama asendi korral on tema näidud teatud määral kõrgendatud). Kastist väljatõstetud röntgenomeetrit kantakse seljal või kätel.

Kui gammakiirguse annuste võimsust mõõdetakse autolt või mingilt muult masinalt, siis on aparaadi näidud teatud määral madalamad gammakiirguse nõrgenemise tõttu masina põhja ja seinte läbimisel. Aparaadi näitude täpsustamiseks tuleb kindlaks määrata gammakiirguse nõrgendamise määr masina põhja ja seinte poolt. Selleks tehakse mürgistatud maastikul kaks mõõtmist: esimene mõõtmine masina sees, samal kohal, kus aparaadiga haka-

takse töötama; teine väljaspool masinat, umbes samal tasemel mis masinaski. Teise mõõtmise suhe esimesse annab parandusteguri, millega tuleb aparaadi masinas saadud näidud iga kord korrutada. Kui mõõtmisi tuleb teha ainult masinast, siis on otstarbekohane määrata parandus üks kord, radiatsiooniluure alguses, suhteliselt väikese kiirgusega piirkonnas.

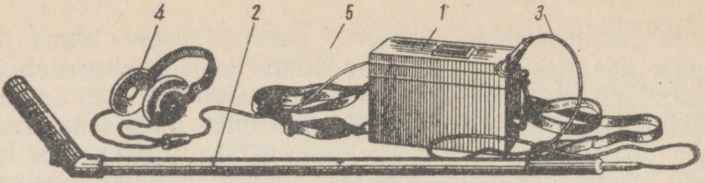


Joon. 77. Röntgenomeeter:
1 — kest; *2* — ülemine paneel; *3* — toiteallikate ruumi kaas; *4* — puldi kaas; *5* — kanderihmad

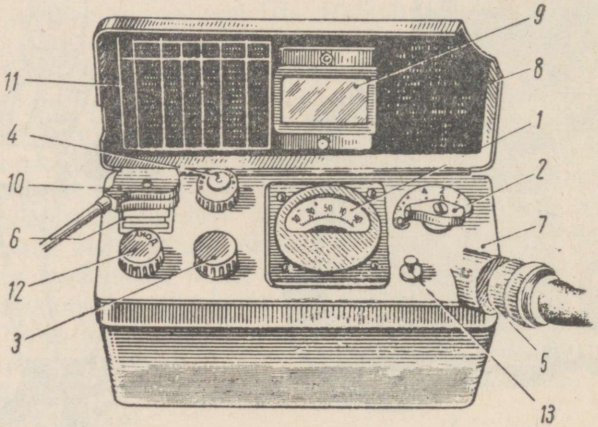
Joon. 78. Kiirguse nivoo mõõtmine röntgenomeetriga

Beeta- ja gammakiirguse omavahelise suhte kindlakstegemiseks maastikul ja beetakiirguse annuste võimsuse hindamiseks tuleb jälgida aparaadi näitusid suletud ja avatud põhjakaanega. Aparaadi näitude suurenemine avatud kaanega viitab beetakiirguse olemasolule. Näitude vahe avatud ja suletud kaane puhul, korrutatuna kümnega, annab beetakiirguse annuse ligikaudse võimsuse. Masinalt neid mõõtmisi teha ei saa, sest masina põhi ja seinad neelavad beetakiirguse täielikult.

Beeta-gamma-radiomeetrid. Aparaat on ette nähtud ob-



Joon. 79. Radiomeetri komplekti üldvaade:
1 — aparaadi pult; *2* — sond; *3* — painduv kaabel; *4* — telefonid; *5* — kanderihmad



Joon. 80. Radiomeetri puldi ülemine paneel:
1 — mikroampermeeter; *2* — peaümberlüliti; *3* — kütteregulaatori (reostaadi) nupp; *4* — nupp «Nulliregulaator» survenupuga «Pinge taandamine»; *5* — lahtivõetav ühenduskahvel sondi kaabli sisselülitamiseks; *6* — silt; *7* — ülemine paneel; *8* — ülestõstetav kaas; *9* — aken; *10* — pesa kahvli sisselülitamiseks; *11* — gradueerimistabel; *12* — anoodpinge regulaatori nupp; *13* — survenupp mikroampermeetri skaala valgustuse väljalülitamiseks

jektide pindade, toiduainete, loomasööda, vee ja õhu mürgistustugevuse kindlaksmääramiseks beeta- ja gamma-aktiivsete ainetega. Beeta-gamma-radiomeetri üldvaade ja avatud puldiga aparaat on näidatud joonistel 79 ja 80.

Inimeste, riietuse, tehnika jm. mürgistustugevust saab radiomeetri abil kindlaks määrata vaid väljaspool mürgistatud piirkonda. Mõõtmisel asetatakse radiomeetri pult rinnale. Radiomeetri sondi otsik lähendatakse mürgistatud

pinnale nii, et ta oleks pinnast 0,5—3 cm kaugusel (joon. 81). Lähemal mõõtmisel võivad radioaktiivsed ained sattuda sondi otsikusse. Otsiku suurem kaugus mõõdetavast pinnast annab vähendatud näitusid.

Vee mürgistustugevuse määramiseks tuleb võtta veeallikast proov, tuua see mürgistuspiirkonnast välja ja, asetanud radiomeetri sondi veemahutisse, määrata ära vee mür-

Joon. 81. Esemete pealispinna mürgistustugevuse määramine radiomeetriga

gistustugevus. Näitude keskmise saamiseks tuleb sond asetada mahuti mitmesugusesse sügavusse ja erinevatesse kohtadesse. Mõõtmise ajal asub radiomeetri pult rinnal.

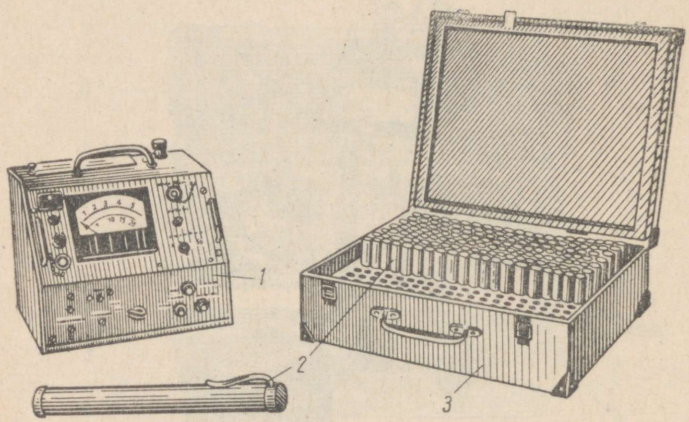
Inimeste mürgistuse tugevuse ja iseloomu kindlaksmääramiseks tõstetakse sondi otsik inimese pea kohale ja viiakse siis piki keha jalgade juurde. Masinate, trammide ja muude objektide uurimist alustatakse samuti ülemistelt osadelt. Pindade kohad, kus mürgistustugevus on lubatavast suurem, märgitakse ära, et oleks võimalik hoolikalt läbi viia nende desaktiveerimist.

Objektide, veekogude, toiduainete ja mitmesuguse vara mürgistustugevuse kindlaksmääramiseks mürgistusrajooni-

des, kus gammakiirguse nivoo ei võimalda vahetut mõõtmist radiomeetriga, võetakse proove ja äratõmbeid.

Igasugused mürgistatud aladelt võetud proovid asetatakse vastavasse taarasse. Äratõmbed objektide pindadelt võetakse vatist, marlist, kaltsudest jne. valmistatud tampoonide abil.

Individuaalse kontrolli komplektid. Gammakiirtega kiirituse individuaalannuse määramine toimub individuaal-ionisatsioonikambrite abil, mida harilikult kantakse ülikonna taskus (seetõttu nimetatakse neid ka taskuskantavaiks).



Joon. 82. Individuaalse kontrolli komplekti üldvaade:
1 — laadimis-mõõtmispult; *2* — individuaalsed ionisatsioonikambrid; *3* — kast

Ionisatsioonikambri üldvaade on näidatud joonisel 82. Ionisatsioonikambrite laadimine ja laengu kaotuse suurus radioaktiivse kiirguse mõjul määratakse kindlaks laadimis-mõõtmispuldil [1] (vt. joon. 82).

Komplekti kuulub 200 põhilist ja 20 tagavara-individuaal-ionisatsioonikambrit ning laadimis-mõõtmispult. Puldi tööks ettevalmistamise kord on antud puldi kerel.

Kambri laadimiseks asetatakse see puldi pesasse «Laadimine», avades enne seda eboniitkaane. Kamber laadub silmapilkselt, eboniitkaas tuleb seejärel asetada kohale,

[1] Kambrile saab anda laengu, mis võimaldab mõõta annuseid 0 kuni 5 või 0 kuni 50 r.

kamber aga kinnitada rinnataskule. Pärast kiiritust võetakse kambrilt kaas uuesti ära, asetatakse kamber puldi pesasse «Mõõtmine» ja arvutatakse skaala järgi annuse suurus, jälgides ühtlasi, et ümberlüliti oleks nõutud asendis.

Annuse suurus loetakse elektrimõõteriista skaalalt vahetult röntgenites.

Radiatsiooniluure organiseerimine ja läbiviimine. Radiatsiooni pidevat vaatlust alustavad postid signaali «Õhualarm» andmise hetkest ja see viiakse läbi mürgistuse perioodilise kontrollimise teel kindlaksmääratud postil ja ümberkaudsel maastikul.

Lennukite ülelennul ja lennupommide lõhkemisel kontrollivad postid maastikku väljaspool järjekorda radioaktiivsete ründeainete rakendamise võimaluste kindlakstegemiseks. Pärast aatomiplahvatusi kontrollivad luure vaatluspostid alatasa mürgistust oma rajoonides, jälgivad radioaktiivseid aineid edasikandva pilve liikumist.

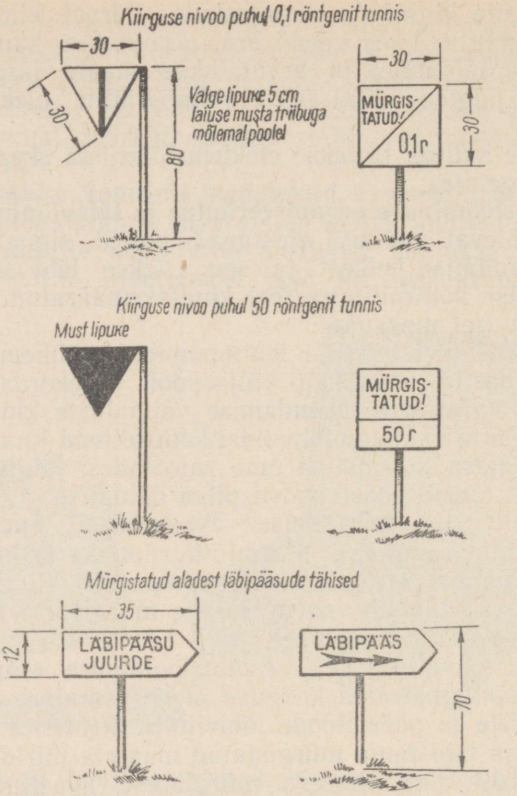
Radioaktiivse mürgistuse avastamisel annab posti vanemvaatleja signaali «Keemiline rünnak» ja kannab sellest ette oma vahetule ülemale; üheaegselt kiirguse nivoo mõõtmisega tähistab vanemvaatleja mürgistuse piirid oma posti tegevustsooni ulatuses.

Aatomiplahvatusel peab radiatsiooniluure esmajärjekorras kindlaks määrama kiirguse nivoo esmajärguliste avarii-tehniliste ja päästetööde läbiviimise kohtades ning täpsustama ja tähistama mürgistatud maa-ala piirid (kiirguse nivooga 0,1 r/h), tugeva mürgistuse avastamisel aga tähistama mürgistuspiirkonnad ning eritähiste abil (joon. 83) näitama ära läbikäikude kohad. Selleks saadetakse ründepiirkonda dosimeetrilised piilkonnad.

Olenevalt mürgistuse ja purustuse iseloomust ja ulatusest võivad luuret teostada mitmed jala- või motoriseeritud piilkonnad.

Jalapiilkonnad võivad luuret teostada kiirusega kuni 2—3 km/h. Ründepiirkondade sees, kus kiirguse nivoo on üle 30 r/h, teostavad jalapiilkonnad luuret ainult äärmise vajaduse korral. Luure teostamine kiirendatud tempoga, maastikul, kus kiirguse nivoo ületab lubatavaid norme, toimub maastikumasinate abil.

Dosimeetriline piilkond teostab luuret järgmiselt. Liikudes ettenähtud suunas, lülitavad dosimetristid perioodiliselt sisse aparaadid ning mõõdavad kiirguse nivood, fikseerivad



Joon. 83. Hoiatusmärgid radioaktiivsete ainetega mürgistatud maa-alade tähistamiseks

kohti, kus toimus mõõtmine, ja panevad mürgistatud kohtades välja tähised. Avastanud mürgistamata kohad, mida võib kasutada läbipääsudena, tähistavad dosimetristid need vastavate tähistega ja teevad vajalikke märkmeid. Peale selle võtavad nad õhu-, pinnase- ja veeproove. Pinnase- ja veeproovid ning ehitiste või objektide pindadelt võetud äratõmbed kuuluvad mõõtmisele väljaspool mürgistatud piirkonda või suunamisele edasi erilaboratooriumidesse.

Dosimeetriliste aparaatidega varustatakse ka koos avarii-tehniliste allüksustega tegutsevaid piilkondi. Plahvatuse piirkonnas kiirgusolukorda selgitavate avarii-tehniliste all-

üksuste dosimetristide andmete alusel määratakse kindlaks kõigi vajalike tööde läbiviimise viisid ja töövõtted. Dosimeetrilised piilkonnad, kes tegutsevad käsikäes avarii-tehniliste allüksustega, selgitavad mürgistuse olemasolu ja tugevuse allüksuse töökohas, määravad ära mürgistatud piirkonnas töötamise aja ja jälgivad, et isikuline koosseis järgiks ohutus- ja kaitsereegleid.

Andmed kiirgusolukorrast ründerajoonis ning radioaktiivse pilve liikumise suunast antakse edasi KÕ staabi luuregrupi ülemale virgatsite ja sidevahendite kaudu. KÕ staabi luuregrupi ülem üldistab saadud andmed ja esitab need linna, rajooni või objekti KÕ staabi juhatusele.

Pääste- ja avarii-tehnilised tööd

Esmajärgulised pääste- ja avarii-tehnilised tööd viiakse läbi kohe pärast aatomirünnakut. Nende tööde organiseerimine, nagu juba tähendatud, lasub vastavatel KÕ staapidel. Avarii-tehnilised allüksused tegutsevad tihedas koostöös teiste KÕ allüksustega (meditsiini-, tuletõrjeallüksustega, KÕ gruppidega jne.). Nende allüksuste ülesannete hulka kuulub edasilükkamatute pääste- ja avarii-tehniliste tööde kiire läbiviimine, millele tõmmatakse kaasa kõik KÕ formeeringud, sealhulgas ka KÕ grupid ja kogu töövõimeline elanikkond.

Nagu juba öeldud, on avarii-tehniliste allüksuste esmajärguliseks ülesandeks inimeste päästmine purustatud majadest, varjenditest ja varjetest, meditsiinilise esmaabi andmine kannatadasaanutele, kinnivarisenud varjendite avastamine ja avamine ning inimeste evakueerimine nendest, teede puhastamine rusudest jm.

Inimeste kiireks ja edukaks väljatoomiseks kinnivarisenud ja purustatud varjenditest, varjetest ja majadest on vaja läbi viia **inseneriline luure.** See luure selgitab kõige paremad juurdepääsud kinnivarisenud sissepääsudele ja avarii-päästeluukidele; otsustab, mil viisil korraldada rusude eemaldamist; määrab ära evakueerimiseks vajalike teede rusudest puhastamise viisid ja suunad ning kinnivarisenud varjendite avamise viisid. Rusuummistuste, purustatud varjendite ja varjete inseneriline luure organiseeritakse pääste- ja avarii-tehniliste allüksuste poolt ja see peab eelnema nende põhiisele tööle.

Avarii-tehniliste allüksuste töö iseärasuseks on see, et nad alustavad oma tegevust otsekohe pärast plahvatust, kui maastiku ja objektide mürgistustugevus võib olla kõrge. Allüksuste töö neis tingimustes osutub väga komplitseerituks seoses vajadusega organiseerida pidev vahetustega tegevus.

Samaaegselt toimub vigastatud hoonete ja neid ümbritseva territooriumi inseneriline luure ja kohtade selgitamine, kus võivad asuda kannatadasaanud. Ülevaatuse käigus tuleb erilist tähelepanu pöörata purustatud hoonete säilinud osadele ja selgitada, kas need ei ole varisemisohtlikud, ning vajaduse korral võtta tarvitusele vastavad abinõud (piiristada või kiskuda varisemisohtlikud hoone osad maha). Samaaegselt tehakse kindlaks kommunaalvõrgu purustuste iseloom. Kõigepealt selgitatakse siin piirkonnad, mis ähvardavad varjendite püsimiskindlust või võivad esile kutsuda päästetavate inimeste elu ohustavate tulekahjude tekkimist.

Päästetööde läbiviimisel peab allüksuste isikuline koosseis järgima kehtestatud ohutusreegleid; töötamisel mürgistatud maa-aladel kinni pidama ettevaatus- ja kaitsereeglitest; mitte puudutama elektrijuhtmeid; olema ettevaatlik töötamisel mittetäielikult varisenud hoonete juures.

Päästetööd organiseeritakse kõigepealt hoonetes ja varjendites, mida ähvardab tulekahjuoht, uputus või varisemine. Seejärel alustatakse töid inimeste päästmiseks varjendeist, mis on täielikult või osaliselt jäänud varisenud hoonete rusude alla. Enne kui alustada inimeste evakueerimist kinnivarisenud varjenditest, tuleb luua nendega side ja tagada värske õhu andmine varjendisse. Sel eesmärgil tehakse suruõhuhaamrite, puuride jm. abil kanalid varjendi kõige sobivamates kohtades, kanali ümbrus puhastatakse väljastpoolt radioaktiivsetest ainetest.

Väljapääsud rusuummistustest kaevatakse vastavalt inseneerilise luure andmetele kõige sobivamates kohtades, mis nõuavad minimaalset jõu- ja ajakulu. Enne kui asuda väljapääsukaevikute kaevamisele, tuleb ummistunud varjendid üle vaadata ja määrata ära kõige paremad juurdepääsukohad neisse naaberkeldritest, lähedal asuvatest termofikatsiooni- ja kanalisatsiooniliinidest jm. Väljapääsude kaevamiseks kasutatakse buldoosereid, ekskavaatoreid, autokraanasid, skreepereid ja teisi mehhanisme.

Inimeste päästmiseks osaliselt purustatud maapealsetest ehitistest tuleb ära kasutada naaberruume. Inimeste alla-

toomiseks ülemistelt korrustelt, kui trepikojad on purustatud, kasutatakse tuletõrje- ja muid redeleid. Rusudega ummistatud ruumidest päästetakse inimesi käikude tegemise teel rusudesse. Rusuhunnikuid pealt lahti kaevata pole soovitav, sest kaevamise käigus võivad nad vajuda ja raskendada kannatadasaanute seisukorda. Peale selle nõuab pealt lahtikaevamine enamikul juhtudel tunduvalt rohkem aega kui tunnelite kaevamine. Kõige parem on teha käigud varisenud puitkonstruktsioonidesse, sest varisemise tõenäosus on sel juhul väikseim. Kui varisenud hoone osad on pudevatest või õrnadest materjalidest, tuleb käigud hoolikalt toestada. Rusude alla jäänud inimeste päästmisel tuleb püüda vabastada esmajärjekorras pea ja siis vähehaaval keha ning jalad.

Üheaegselt päästetöödega viiakse läbi teede ja juurdepääsude puhastamine rusudest, millega luuakse avarii-tehniliste, tuletõrje-, meditsiini- ja teiste allüksuste ning masinate juurdepääs purustatud hoonetele ja kinnivarisenud varjenditele. Peale selle võimaldab teede puhastamine kannatadasaanute ja kogu elanikkonna kiiret evakuatsiooni ründekoldest. Kõigepealt luuakse masinate jaoks kas- või ühepoolne läbisõit. Selleks on küllaldane 3—3,5 m laiune läbipääs.

Kui maa-ala, millel toimuvad päästetööd, on mürgistatud mürk- ja radioaktiivsete ainetega või nakatatud tõvestavate mikroobide ja toksiinidega, siis kuulub maa-ala eelnevalt degaseerimisele, desaktiveerimisele või desinfitseerimisele.

Juhtudel, kui päästetööde piirkonnas avastatakse hoonete varisemisohtlikke elemente, kindlustatakse need tugipostidega jms., vajaduse korral aga langetatakse vabale maa-alale.

Üheaegselt inimeste päästmisega viivad avarii-tehnilised allüksused läbi edasilükkamatud tööd tehniliste avariide likvideerimiseks veevarustus-, elektri-, gaasi- ja teistes kommunaalvõrkudes, mis ohustavad elanikkonna elu või segavad KÕ formeeringute tööd. See hoiab ära purustuste levimise ohu ja väldib täiendavate ründekollete tekkimist.

Viivitamatult tuleb kõrvaldada rikked ja sulgeda vigastatud hoonetes veevarustuse võrk vastavalt insenerilise luure andmetele; nende tööde kiire teostamine vähendab võrgus surve alanemise tõenäosust ning väldib keldrite ja varjendite uputuse võimalusi. Suuremate vigastuste puhul talvel tuleb majavõrk välja lülitada ja lasta sellest

vesi välja. Praod torudes suletakse ajutiste plaastritega, mähkides vigastatud kohad kummiga, isoleerpaelaga või plekiga, mis kinnitatakse tihedalt kohale klambrite abil.

Küttesüsteemide avariide korral või aknaavade tunduval purunemisel tühjendatakse korterites kõik sanitaarsõlme seadmed kinnikülmumise vältimiseks veest. Küttevõrgu vigastatud osa lülitatakse välja ventiilide ja kraanide sulgemise teel. Terved torud, mis asetsevad purustatud ja mitteköetavas hooneosas, soojustatakse vildiga või muude soojust isoleerivate materjalidega.

Gaasivõrgu vigastada saamisel lülitatakse kõigepealt välja vigastatud lõik. Gaasivõrkude vigastuste rajoon piiratakse avarii-tehniliste allüksuste koosseisust eraldatud postidega. Lahtise tule kasutamine on neis piirkondades keelatud.

Samaaegselt vaadatakse üle kõik ruumid; gaasi avastamisel nendes viiakse inimesed viivitamatult välja.

Gaasivõrkude remont-taastamistöö teevad täies ulatuses ainult KÕ avarii-tehnilised allüksused; allüksuste isikuline koosseis on kohustatud kasutama isoleerivaid hapnikuseadeldisi.

KÕ grupi avarii-päästelüli põhiülesandeks on päästetööde läbiviimine ja kannatadasaanute abistamine. Linna (rajooni) KÕ avarii-päästeallüksuste kohalejõudmisel kannab lüli komandör ülemale ette kahjustuste iseloomust ning tegutseb edasi juba tema juhendite kohaselt.

KÕ grupi avarii-päästelüli võimalused on väga piiratud. Ta saab lahti kaevata varjendite (varjete) sissepääsude, tagavara-päästeluukide väiksemaid rusuummistusi, tuua neist välja kannatadasaanuid, puhastada rusudest varjendite õhukogumisseadmete väiksemaid ummistusi õhu juurdepääsu võimaldamiseks, abistada KÕ formeeringuid läbipääsude ja läbikäikude tegemisel KÕ jõudude ja vahendite sissepääsuks ründepiirkonda, kõrvaldada väiksemaid vigastusi elamute kommunaalvõrkudes.

Tööde läbiviimiseks jagatakse lüli toimkondadesse, mille koosseisu kuulub kaks-kolm inimest. Toimkondadele antakse ülesanded: mida, millal ja millises järjekorras tuleb teha.

Üheaegselt inimeste päästmise ja purustuste levimise piiramisega suunatakse avarii-tehnilised allüksused edasilükkamatute tööde tegemisele, mis tagavad KÕ transpordivahenditele läbipääsu.

Suure tähtsusega on ka need tööd, mis teostatakse elanikkonna enda jõul elamute väiksemate vigastuste kõrvaldamiseks (akende sulgemine ja klaasimine, aknaraamide, uste, katuste parandamine, veetorustiku väiksemate rikete kõrvaldamine jm.). Need ajutised taastamistööd tehakse pärast pääste- ja esmajärguliste avarii-tehniliste tööde lõpetamist. Kütte-, veevarustus- ja kanalisatsioonisüsteemide kinnikülmumise vältimiseks talvel on väga suur tähtsus akende sulgemisel, kasutades selleks otstarbeks madratseid, vineeri, õlitatud paberit vms.

Purustatud välisuksed tuleb asendada laudadest kokkulöödud ajutiste ustega. Olenevalt katuse purunemise iseloomust tuleb see katta kas täielikult või osaliselt tõrvapapiga, katuseplekiga jne. Katuse suuremate vigastuste või täieliku purustuse korral tehakse ajutine katus sindlitest või tõrvapapist. Vigastatud betoon-trepiastmed asendatakse vajaduse korral ajutiste laudadest astmetega.

Hoonete ja kommunaalvõrkude väiksemate vigastuste õigeaegne kõrvaldamine elanikkonna enda poolt piirab suurel määral sekundaarsete purustuste arvu.

Edasilükkamatu abi andmine kannatadasaanutele ja evakueerimine ründerajoonist. Ründerajoonide tekkimisel aatomiplahvatuste tagajärjel rakendatakse kannatadasaanute otsimiseks, neile meditsiinilise esmaabi andmiseks ja ründerajoonist väljakandmiseks tööle kõik KÕ formeeringud ja kogu töövõimeline elanikkond. Peamine osa nende tööde teostamisel kuulub aga ikkagi vahetult KÕ formeeringutele.

KÕ meditsiiniliste formeeringute põhilised ülesanded aatomirünnaku tagajärgede likvideerimise perioodil on järgmised: edasilükkamatu meditsiinilise esmaabi andmine kannatadasaanutele; kannatadasaanute õigeaegne väljatoomine ja -viimine ründepiirkonnast; kannatadasaanute meditsiiniline sorteerimine ja evakueerimine; kvalifitseeritud spetsiaalse meditsiinilise abi andmine mürgistatuile, nende paigutamine haiglatesse ja ravimine; kannatadasaanute dosimeetriline kontrollimine ja radioaktiivsete ainetega mürgistatud inimeste osaline ning täielik sanitaarne töötlemine; kannatadasaanute riiete ja jalanõude desaktiveerimine; radioaktiivsete ainetega mürgistatud vee ja toiduainete mürgistustugevuse kontrollimine; epideemiatõrje profülaktiliste abinõude rakendamine; sanitaar-

kontrolli teostamine varjendites (varjetes) ja inimeste kogunemiskohtades.

KÕ meditsiiniliste formeeringute ründerajooni kohalejõudmiseni täidavad neid ülesandeid oma piirkondades KÕ gruppide meditsiinilülid ja sanitaarpostid. Kannatadasaanute otsimisega ja neile edasilükkamatu abi andmisega tegelevad vahetult KÕ gruppide meditsiinilülid, sanitaarsalgad, otsimis-sorteerimisgrupid ja kannatadasaanute otsimise ja väljakandmise malevad.

Mainitud meditsiinilised allüksused tegutsevad tihedas kontaktis KÕ pääste-, tuletõrje- ja avarii-tehniliste allüksustega. Pärast edasilükkamatu abi andmist kannatadasaanutele võtavad meditsiinilised allüksused ja formeeringud tarvitusele abinõud kannatadasaanute evakueerimiseks kogumispunktidesse ja lähimatesse meditsiiniasutustesse (statsionaarsetesse ja KÕ formeeringute poolt asutatavatesse). Kannatadasaanute kogumispunktid organiseeritakse ründekolde läheduses. Suvel nad paigutatakse eriruumidesse ja vabasse loodusesse, talvel aga säilinud hoonetesse, millele on vaba juurdepääs. Kannatadasaanute kogumispunktid paiknevad alati **väljaspool mürgistatud maa-ala** (tuulepoolsest küljest).

Arvestades seda, et aatomiplahvatustega kaasneb maastiku mürgistumine, antakse plahvatuspiirkonnas ainult kõige kiireiseloomulisemat abi (gaasitorbikute pähepanek, arteriaalse verejooksu sulgemine jne.). Kvalifitseeritud meditsiinilist abi võib vajalikus ulatuses anda ainult mürgistamata maa-alal.

Meditsiinilise abi andmise ruumidena kasutatakse säilinud hooneid ja ehitisi ründerajooni läheduses. Siia rajatakse meditsiinipunktid; siinsamas toimub kannatadasaanute sorteerimine ja siin organiseeritakse nende evakueerimist.

Kõik raviinstantsid tagavad vajaduse korral sanitaarset töötlemist.

Tulekahjude lokaliseerimine ja kustutamine

Plahvatustoimelise aatomirelva läbi kujunenud ründerajooni iseloomustavad mitte üksnes suured inimkaotused, asustatud punktide (objektide) tõsised purustused ja nende radioaktiivne mürgistumine, vaid sellele on iseloomulik ka

massiliste tulekahjude tekkimine. Tekkivad tulekahjud võivad põhjustada täiendavaid purustusi ja ohvreid elanikkonna hulgas. Seepärast suunatakse tuletõrjeformeeringute pingutused tulekahjukollete likvideerimisel kõigepealt tule lokaliseerimisele. Peab arvesse võtma, et olukord aatomiründerajoonis tulekahjude lokaliseerimisel ja kustutamisel muutub võrdlemisi keerukaks radioaktiivse mürgistuse, veevarustusvõrkude ja kunstlike veevarustusallikate purunemise, sidevahendite hävimise ja teede ummistuse tagajärjel. Kõik see raskendab vajalike jõudude töölerakendamist ja tuletõrjeluure läbiviimist. Selline olukord nõuab KÕ formeeringute isikuliselt koosseisult suuri jõupingutusi.

Kohe pärast aatomiplahvatust tulevad tuletõrjeformeeringud varjetest välja ning liiguvad ründerajooni poole (jätkuva rünnaku tingimustes liiguvad formeeringud ründerajooni hajutatult). Enne kui asuda tulekahjude kustutamisele ja lokaliseerimisele, organiseerivad tuletõrjeformeeringud **tuletõrjeluure.** Tuletõrjeluure selgitab olukorra ründerajoonis, teeb kindlaks tulekahjude kohad ja ulatuse, määrab ära nende levimise suuna ja juurdepääsuteed tulekahjukolletele.

Olukorra selgitamise järel suunatakse ründerajooni kõik tuletõrjeteenistuse jõud. Tuletõrjeallüksuste peamised jõupingutused suunatakse inimeste päästmisele põlevatest varjenditest ja hoonetest; samaaegselt toimuvad tööd tulekahjude levimise piiramiseks. Kõikide tööde juures kasutavad tuletõrjeallüksused **vajadust mööda** individuaalseid kaitsevahendeid ja suitsuvastaseid isoleerivaid aparaate. Tuletõrjeallüksuste tegevuse ohutus kindlustatakse radiatsiooniluurega ja dosimeetrilise kontrolliga. Kõik tulekahjude likvideerimise ja kustutamise tööd tehakse koostöös pääste-, meditsiini- ja avarii-tehniliste allüksustega.

Aatomirelva rakendamine Jaapanis näitas, et tuletõrjetööde ulatus on äärmiselt laiaulatuslik ja mitmekesine. Tuletõrjeallüksustel tuleb tegelda tulekahjukolletega, mis tekivad keldrites, garaažides, väljaspool hooneid, kuid peamiselt siiski nende sisemuses. Tuletõrjetööde läbiviimise tingimuste mitmekesisus ei võimalda anda mingisuguseid kindlaid soovitusi. Neis keerukais laustulekahjude tingimustes on otsustav tähtsus tuletõrjeallüksuste ja KÕ gruppide tuletõrjelülide tegutsemisvilumusel ja ennastsalgavusel ning nende juhtimisel tegutseva kogu elanikkonna laialdasel abil.

Tuleb arvestada ka tõsiseid raskusi, mis võivad tekkida seoses veevarustusega. Vesi on põhiline tulekustutusvahend. Suurte tulekahjukollete tekkimisel võib aga juhtuda, et veevarustusvõrk ei suuda anda vajalikul hulgal vett, sest veevarustussüsteemi purustused aatomiplahvatuse rajoonis on alati seotud rohke vee äravooluga. Kindlaks vee kohaletoimetamise allikaks ründerajooni on jõed, järved, tiigid, mis paiknevad isegi suuremates kaugustes. Neil juhtudel tuleb tuletõrjeallüksustel organiseerida vee kohaletoomist tuletõrjeautode ja -tsisternide abil.

Kõik see kinnitab tõsise ja õigeaegse insenerilise ja materiaal-tehnilise ettevalmistuse vajadust, mida teeb KÕ tuletõrjeteenistus juba rahu ajal ja «Ohustatud olukorra» kehtestamisel.

Kohalik elanikkond ja KÕ gruppide tuletõrjelülid peavad juba enne tuletõrjeallüksuste kohalejõudmist kasutama rohkearvuliste tulekahjukollete likvideerimiseks kõiki olemasolevaid tulekustutusvahendeid. Tuleb meeles pidada, et tekkimise momendil ei ole tulekahjukolded suured ja elanikkonna kiire tegutsemine võib ähvardava õnnetuse ära hoida (tulekahjukolded võivad tekkida suures kauguses — 3 kuni 5 km ja kaugemalgi aatomiplahvatuse paigast, seal, kus purustused plahvatustest on väikesed).

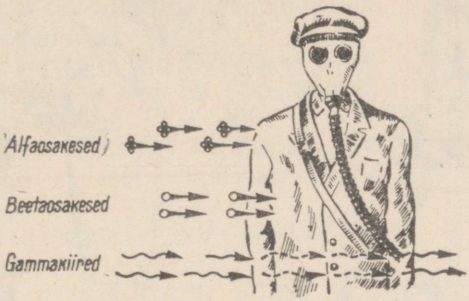
Tuletõrjetööde lõpetamisel suunatakse kogu mürgistatud piirkondades töötanud tuletõrjeallüksuste ning KÕ gruppide tuletõrjelülide isikuline koosseis ja elanikkond sanitaarsele töötlemisele ja riiete ning rakmete desaktiveerimisele.

Kaitse radioaktiivsete ainete eest ja dosimeetriline kontroll

KÕ formeeringute ja allüksuste, sealhulgas ka KÕ gruppide ja elanikkonna töötamisel aatomiplahvatuse rajoonis või radioaktiivsete ründeainetega mürgistatud maa-aladel tuleb kasutada individuaalseid kaitsevahendeid: gaasitorbikuid, respiraatoreid, keepe ja kaitseülikondi. Need vahendid kaitsevad inimesi radioaktiivsete ainete sattumise eest organismi või nahale. Individuaalsed kaitsevahendid väldivad täielikult kiiritust alfaosakestega ja osaliselt ka beetakiirguse toimet. Teatud kaitset annab neil juhtudel teatavasti ka tavaline riietus (joon. 84). Gammakiirte toimet organis-

mile ei suuda aga nõrgendada ei riietus ega keemiakaitsevahendid. Ainus kaitseabinõu nende eest on kiiritusaja võimalik lühendamine.

Hingamisorganite, näo ja silmade kaitseks peab kasutama gaasitorbikuid, prillidega respiraatoreid või äärmisel juhul vati-marlimähiseid, niiskeid käterätte ja muid hädapäraseid vahendeid. Gaasitorbikud ja respiraatorid puhastavad sissehingatava õhu radioaktiivseist osakestest, mis

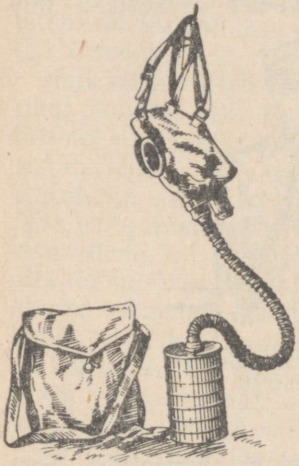


Joon. 84. Alfa-, beeta- ja gammakiirguse läbitungimisvõime riietusest

setivad gaasitorbiku kurna filtreerivatel elementidel. Seejuures ei tarvitse karta filtreerivatele elementidele settivate radioaktiivsete ainete kogunemist. Filtreerunud radioaktiivsete ainete summaarne kogus ei ole välise kiirituse seisukohast ohtlik isegi õhu tugeval mürgistumisel. Teatud määral toimub õhu puhastus radioaktiivsetest ainetest ka hingamisel läbi vati-marlimähise või niiske riide.

Kõige levinum hingamisorganite ja näo kaitsmise vahend radioaktiivsete ainete eest on **gaasitorbik ГП-4y** (elanikkonna gaasitorbik, 4. viimistletud tüüp). Gaasitorbik ГП-4y (joon. 85) on gaasitorbiku ГП-4 viimistletud mudel. Sõjaaegsetes tingimustes võivad laialdast kasutamist leida ka sõjaväe-gaasitorbikud.

Nahakaitsevahendid. Mürgistatud rajoonides liikumisel või töötamisel kasutatakse keha kaitseks radioaktiivsete ainete eest spetsiaalseid nahakaitsevahendeid. Nende hulka kuuluvad: kummeeritud kaitseülikond (kuub ja püksid), puuvillane kiivrialune, kummikindad ja -saapad, kummeeritud või värnitsaga immutatud sukad, keep, põlled või kitlid. Isoleeriv kaitseriietus on näidatud joonisel 86.



Joon. 85. Gaasitorbik ГП-4y

Joon. 86. Isoleeriva kaitseriietuse komplekt

Olenevalt sooritatava töö iseloomust kasutavad KÕ eriformeeringud mitmesuguseid nahakaitsevahendite komplekte. Mürgistatud maastikul töötades või mürgistatud pinnaga kokkupuutumisel kasutatakse näiteks komplekti, mis koosneb kaitseülikonnast (kuub pükstega), kummisaabastest, kinnastest ja kiivrialusest. See komplekt «kaitseasendis» on näidatud joonisel 87.

Ülalkirjeldatud kaitseülikonna kasutamisel on inimene täielikult isoleeritud väliskeskkonnast, mille tagajärjel katkeb organismi loomulik soojus- ja õhuvahetus. See olukord piirab sellises riietuses viibimise aega, eriti suvel. Seda tüüpi kaitseülikonnas viibimise kergendamiseks ja töötamise aja pikendamiseks on soovitav tõmmata kaitseülikonna peale niisked, valged tunked, nn. ekraneeriv ülikond.

Kaitsepõllesid kummeeritud või värnitsaga immutatud riidest kasutatakse mürgistatud riietuse ja mitmesu-

guste esemete degaseerimisel ja desaktiveerimisel (tingimusel, et mürgistumise võimalused tilkvedelate mürkainete aurudega on välditud).

Kaitsekeep (spetsiaalsest paberist või muudest kaitsvatest materjalidest) on määratud kaitseks tilkvedelate mürkainete eest ja riiete ning katmata kehaosade kaitseks mürgistumise eest radioaktiivsete ainetega, tõvestavate mikroobidega ja toksiinidega, mida levitatakse lennukitelt.

Kaitsesukad valmistatakse kummeeritud riidest ja nad on ette nähtud jalgade kaitsmiseks.

Kaitsekindaid (kummist või kummeeritud riidest) kasutatakse käte kaitsmiseks.

Kummisaapaid kasutatakse jalgade kaitsmiseks.

Joon. 87. Isoleeriva kaitseriietuse komplekt kaitseasendis

Kaitseks radioaktiivsete ainete eest võib kasutada ka hädapäraseid (mittetabelikohaseid) kaitsevahendeid — respiraatoreid, prille ja hästi tihedast puuvillasest riidest valmistatud tunkesid. Need vahendid on küllalt efektiivsed, luues inimestele palju kergemaid töötamistingimusi. Tihe riie väldib radioaktiivsete ainete sattumist nahale. Respiraatorid puhastavad sissehingatava õhu radioaktiivsetest ainetest. Hermetiseeriva raamiga prillid kaitsevad kindlalt silmade limaskesti radioaktiivsete ainete eest. Kummisaabaste või kinnaste puudumisel võib mürgistatud rajoonis töötamisel kasutada ka puldanist sukki ja tihedast puuvillasest riidest kindaid. Joonisel 88 on näidatud mõned mittetabelikohased kaitsevahendid — prillidega respiraator ja tihedast puuvillasest riidest ülikond (kindad ja saapad on tabelikohased).

Muude individuaalsete kaitsevahenditena võib aatomirelva rakendamise tingimustes kasutada kummeeritud keepe, valgeid keepe, mis on ette nähtud kaitseks valguskiirguse eest, jm. Hädapäraste vahenditena käte ja jalgade kaitseks radioaktiivsete ainete eest võib kasutada roguskit, kotiriiet ja muid materjale.

KÕ formeeringute ja allüksuste, KÕ gruppide isikuline

koosseis ja elanikkond, kes tõmmatakse kaasa töötamiseks mürgistatud rajoonis, peavad gammakiirte kahjuliku toime vältimiseks (vaatamata kaitseriietuse olemasolule) viibima seal piiratud aja. Et tegevus mürgistatud rajoonis ei katkeks, organiseeritakse seal vahetustega töö. Sel juhul toimub allüksuste vahetus olenevalt lubatavast kiiritusannusest. Isikulise koosseisu kiirituse või mürgistumise tugevust kontrollitakse dosimeetriliste aparaatide abil. **Dosimeetriline kontroll** organiseeritakse selleks, et kaitsta mürgistatud rajoonis töötavaid inimesi kiirituse eest üle lubatud normi ja et õigeaegselt kindlaks määrata inimeste, nende riietuse ja masinate radioaktiivsete ainetega mürgistumise ohtlik tugevus.

Joon. 88. Mitteta-belikohased individuaalsed kaitsevahendid radioaktiivsete ainete eest

Dosimeetriline kontroll võib olla grupiline ja individuaalne.

Kiirituse grupikontroll toimub juhul, kui allüksus täidab ülesannet umbes ühesugustes tingimustes ja isikuline koosseis võib saada umbes ühe ja sama annuse. Sel juhul antakse mõnele inimesele välja individuaalsed kambrid ja nende näitude järgi määratakse ära kogu isikulise koosseisu keskmine kiiritusannus. Selliste kambrite puudumisel võib keskmise kiiritusannuse määrata röntgenomeetriga, märkides üles allüksuse töötamise aja mürgistatud rajoonis.

Individuaalne kiirituskontroll määrab ära allüksuse või grupi iga liikme kiiritusannuse neil juhtudel, kui isikulise koosseisu töötamistingimused ei ole ühesugused.

Radioaktiivse mürgistuse kontroll võimaldab kindlaks määrata mürgistustugevuse. Sellest olenevalt otsustatakse inimeste sanitaarse töötlemise või masinate, varustuse, riietuse jm. desaktiveerimise vajaduse küsimus. Selline kontroll toimub radiomeetri abil väljaspool mürgistatud rajooni. Mürgistatud rajoonis ei saa mõõtmisi teha kõrge fooni olemasolu tõttu teistelt mürgistatud objektidelt.

Allüksuste komandörid ja KÕ gruppide ülemad on kohustatud jälgima, et mürgistatud maastikul töötava isikulise koosseisu poolt saadud kiiritusannused ei ületaks lubatavat

ülemmäära. Nad organiseerivad ka oma allüksuste töötamist vahetustes. Vahetustega töötamine teeb aatomirünnaku tagajärgede likvideerimise organiseerimise küll märksa keerukamaks, kuid seda tuleb rakendada igasugustes tingimustes, sest süstemaatiline kiiritusnormide ületamine võib põhjustada kiiritushaiguse tekkimist. Ründerajoonist väljaviidud isikuline koosseis tuleb suunata tööle mürgistamata maa-alale.

Elanikkonna käitumise reeglid radioaktiivsete ainetega mürgistatud rajoonis. Pärast aatomirünnakut peab elanikkond **nii kiiresti kui võimalik lahkuma mürgistatud rajoonist.** See ei tähenda, et tuleb paanikat tekitades joosta. Asi on selles, et inimene võib teatud aja (mürgistustugevusest olenevalt) viibida mürgistatud territooriumil välise kiirituse mõju all, ilma et see organismi eriliselt kahjustaks.

Hermetiseeritud varjendites ja varjetes viibivad inimesed ei satu üldse radioaktiivse kiirguse mõju alla.

Mürgistatud rajoonist võib väljuda ainult KÕ formeeringute poolt määratud suunas ja nende poolt näidatud liikumismarsruutidel. Kui KÕ formeeringud alustasid mürgistatud rajoonist väljumise hetkel tegevust, siis peab liikuma tehtud läbipääsudes, orienteerudes eritähiste ja KÕ postide juhendite järgi. Kui läbipääse ei ole veel tehtud ja tähised puuduvad, **tuleb liikuda väiksemate purustuste suunas.**

Igal juhul peab liikumine olema suunatud plahvatuse keskmest ründerajooni välispiiride poole. Sellest reeglist juhindudes tuleb pöörata tähelepanu tuule suunale. Kui inimesed viibivad plahvatuskeskme suhtes allatuult, siis on liikumine piirkonna välispiiride poole selles suunas mõnikord ohtlik, sest võidakse sattuda radioaktiivse pilve poolt mürgistatud tsooni. Sel juhul on soovitav liikuda tuulega risti või sellele vastusuunas. Peab meeles pidama, et radioaktiivsete ainetega segatud tolm, mida tõstavad üles liikuvad inimesed või masinad, sadestub inimestele ja mürgistab neid.

Liikudes mürgistatud maa-alal, peab kasutama gaasitorbikuid ja keepe. Kui puuduvad tabelikohased keemiakaitsevahendid, kasutatakse ära hädapärased individuaalsed kaitsevahendid: respiraatorid, vati-marlimähised, tiheda riide tükid, käterätid vms.

Inimese naha ja keha kaitseks võib kasutada peakattega riidest keepe, vihmamantleid, veekindlaid palituid, kõrvikmütse, jalga peab panema saapad, botikud, kalossid, kätte

sõrm- või labakindad. Et tolm ei satuks pükste alla, tuleb need alt paeltega kinni siduda. Naistel on soovitav tõmmata jalga suusatamis- või treeningpüksid. Peakatte (kapuutsi) puudumisel tuleb katta pea ja kael riidetükiga või käterätiga. **Mürgistatud rajoonis ei tohi istuda maha, suitsetada, juua ega ära võtta kaitsevahendeid.**

Pärast rajoonist väljumist tuleb **viivitamatult eemaldada** katmata kehaosadele või riietele sadestunud radioaktiivsed ained. Seejärel suunatakse kõik radioaktiivse mürgistuse rajoonist väljunud inimesed kontroll-jaotuspunktidesse. Neid punkte organiseerivad KÕ organid mürgistatud rajooni läheduses mürgistamata territooriumil.

Kui kontroll-jaotuspunktis teostatud dosimeetrilise kontrolli tagajärjel selgub, et mürgistustugevus ületab lubatud norme, suunatakse inimesed sanitaarsele töötlemisele ja riietuse desaktiveerimisele. Riietuse osalist desaktiveerimist teostab elanikkond eriplatsidel ise. See operatsioon viiakse läbi ainult **pähepandud gaasitorbikus** (vati-marlimähise kasutamisel). Pärast riietuse desaktiveerimist desaktiveeritakse gaasitorbik ja muud tabelikohased ja hädapärased individuaalsed kaitsevahendid (vati-marlimähised hävitatakse). Seejärel suunatakse inimesed sanitaarsele töötlemisele.

Desaktiveerimine ja sanitaarne töötlemine

Desaktiveerimiseks nimetatakse abinõude kompleksi, mis on suunatud radioaktiivsete ainetega mürgistatud riiete, jalanõude, ehitiste, maastiku, masinate ja vee, toiduainete ning loomasööda mürgistustugevuse alandamisele lubatud normideni.

On teada, et mürgistustugevus loomuliku radioaktiivse lagunemise tagajärjel aja jooksul pikkamööda väheneb. Selleks on aga sageli vaja küllaltki pikka aega. Kui näiteks mürgistus, mis tekkis radioaktiivsete ainete sadestumisest maastikule, moodustab aatomiplahvatusel 10 miljonit lagunemist 1 cm^2 kohta minutis, siis alaneb see lubatud piirini (200 000 lagunemist 1 cm^2 minutis) alles 3—4 päeva pärast, radioaktiivsete ründeainete rakendamisel aga 200 päeva möödumisel (kui arvestada radioaktiivsete ründeainete keskmiseks poolestusperioodiks üks kuu). Need andmed näitavad, et ainete loomulikul lagunemisel mürgistuse nõrgenemist lubatud piirideni lühikese aja jooksul ei toimu.

Seepärast tuleb mürgistuse vähendamiseks või täielikuks hävitamiseks eemaldada radioaktiivsed ained mürgistatud pindadelt.

Radioaktiivset lagunemist kiirendada või aeglustada ei ole praegu veel võimalik. Aatomiplahvatuse radioaktiivseid saadusi ja radioaktiivseid ründeaineid saab mürgistatud objektide pindadelt eemaldada ainult mehaanilisel teel. Desaktiveerimise meetoditega ei ole võimalik hävitada indutseeritud radioaktiivsust, sest viimase vähenemine võib toimuda ainult moodustunud radioaktiivsete isotoopide loomuliku lagunemise tagajärjel.

Sadestuvad tolmukujulised radioaktiivsed ained katavad peamiselt esemete pealispindu. Siia ei kuulu vedelate radioaktiivsete ründeainete rakendamise juhud, kus radioaktiivne vedelik võib imbuda poorsetesse materjalidesse, samuti juhud, kus radioaktiivsed ained satuvad veevarustusallikatesse.

Radioaktiivsed ained võivad lihtsalt sadestuda objektide pindadele, sattudes seejuures pooridesse või pragudesse. Peale selle võivad nad kindlalt ühineda objektide pindade aatomite või molekulidega (eriti vedelad radioaktiivsed ründeained).

Otsustades rakendada üht või teist desaktiveerimisviisi, peab arvestama mitte ainult maastiku või objekti iseloomu ja mürgistuse tugevust, vaid ka aine ühinemise iseloomu mürgistatud pinnaga.

Desaktiveerimist võib läbi viia kahel viisil: **füüsikalisel ja füüsikalis-keemilisel meetodil.** Füüsikaline (mehaaniline) desaktiveerimise meetod põhineb radioaktiivsete (tavaliselt tolmukujuliste) ainete lihtsal eemaldamisel (mürgistatud pindade pesemine, hõõrumine, riiete kloppimine, pealmise pinnasekihi mahalõikamine ja eemaldamine jne.). Füüsikalis-keemiline meetod põhineb samuti radioaktiivsete ainete eemaldamisel, kusjuures seda kergendab radioaktiivsete isotoopide keemiline mõjutamine. Praegusel ajal on välja töötatud kolm üksteisest erinevat füüsikalis-keemilise desaktiveerimise meetodit: **kolloidkeemiline, sorptsioonkeemiline ja elektrokeemiline meetod.**

Kolloidkeemiline desaktiveerimine põhineb pesemislahuste kasutamisel. Suure niisutusvõimega pesemislahused võivad tungida töödeldava pinna peenimatesse pragudesse ja radioaktiivsust kandvate osakeste pooridesse. See nõrgestab radioaktiivsete terakeste sidet pinnaga ja purustab

nad kolloidsete osakeste mõõtmeteni. Neis tingimustes on küllaldane desaktiveeritava pinna nõrk mehaaniline mõjutamine, et radioaktiivsed osakesed kaotaksid lõplikult ühenduse pinnaga ja siirduksid pesemislahusesse ja vahtu.

Sorptsioonkeemiline meetod põhineb peamiselt radioaktiivsete isotoopide omadusel ühineda (sorbeeruda) amorfsetel setetel. See kindlustab enamikul juhtudel radioaktiivsete ainete küllaltki täieliku eemaldamise desaktiveeritavalt pinnalt.

Elektrokeemiline meetod põhineb radioaktiivsete ainete omadusel võtta osa lahusega kokkupuutuvate metallpindade elektrilise ümberlaadimisega seoses olevatest protsessidest. Metallide asetamisel lahusesse tekib nende lahusega kokkupuute piiril potentsiaalihüpe. Seejuures võib metalli pind, olenevalt lahuse keemilisest koosseisust, omandada nii positiivse kui ka negatiivse laengu. Positiivse laengu mõjul näiteks kogunevad (sorbeeruvad) radioaktiivsed ained pinnale. Pinna ümberlaadimise järel (asetades metalli teise vastavasse lahusesse) võib viia kogunenud ained negatiivse laengu mõjul lahusesse. Rida selliseid üksteisele järgnevaid operatsioone võimaldab peaaegu täielikult puhastada metalli mürgistatud pinna.

Kõikidest loetletud desaktiveerimise füüsikalis-keemilistest meetoditest on laialdasemalt levinud kolloidkeemiline meetod, kui kõige lihtsam ja odavam. Kitsamail eesmärkidel rakendatakse sorptsioonkeemilist ja elektrokeemilist meetodit, eriti pindade desaktiveerimisel, mis on mürgistatud keemiliselt pinnaga küllalt kindlalt seostuvate vedelate radioaktiivsete ründeainetega. Mürgistatud pinnaga nõrgalt seotud ainete eemaldamiseks tuleb rakendada füüsikalisi meetodeid. Mürgistatud pinnaga kindlalt seotud radioaktiivsete saaduste eemaldamiseks on otstarbekohane rakendada füüsikalis-keemilisi desaktiveerimise meetodeid.

Tegevusmehhanismi poolest ei ole füüsikalis-keemilistel desaktiveerimismeetoditel midagi ühist degaseerimisega, mida kasutatakse mürkainetega mürgistatud maastiku mürkärastamiseks. Desaktiveerimine keemilisel meetodil on seotud põhiliselt radioaktiivsete ainete lahustamisega, nende astumisega reaktsiooni desaktiveerimisvedelikega või nendega teatud ühendite tekitamisega. Kõik need protsessid kergendavad radioaktiivsete ainete eemaldamist mürgistatud pindadelt; seejuures ainete eneste radioaktiivsus ei vähene sugugi. Degaseerimisprotsessid aga on seotud

mürkainete lagunemise ja neutraliseerimisega, mille tagajärjel nende olemus muutub ja nad kaotavad oma kahjustavad omadused.

Radioaktiivsete ainete tõhusamaks eemaldamiseks võib füüsikalisi ja füüsikalis-keemilisi desaktiveerimisviise kombineerida. Objektide desaktiveerimiseks aatomiründerajoonides või -kolletes leiavad ilmselt kõige laiemat rakendamist füüsikalised desaktiveerimismeetodid kui kõige kättesaadavamad ja odavamad, mis ei nõua eriliste desaktiveerimisvedelike kasutamist.

Olenevalt radioaktiivsete ainete eemaldamise ulatusest võib desaktiveerimine olla **täielik või osaline.**

Mürgistatud maastiku või objekti täielikul desaktiveerimisel eemaldatakse radioaktiivsed ained nendelt kõikjal kuni lubatava määrani.

Tänapäeval tuntud täieliku desaktiveerimise meetodid nõuavad õige palju tööd, rohkesti desaktiveerimismaterjale, mitmesuguseid vahendeid ja aega. Seepärast tuleb täielik desaktiveerimine läbi viia **teises järjekorras,** pärast päästetööde ja tulekahjude kustutamise lõpetamist.

Täieliku desaktiveerimise viivad läbi KÕ eriallüksused, kellel on vastav materiaal-tehniline baas. Vajaduse korral võib nendele töödele kaasa tõmmata linna või objekti töövõimelise elanikkonna.

Osaline desaktiveerimine näeb ette radioaktiivsete ainete mittetäielikku eemaldamist ning seda rakendatakse sageli ajutise abinõuna, et võimaldada käsilolevate tööde jätkamist. Osalist desaktiveerimist võib läbi viia üheaegselt pääste- ja avarii-tehniliste töödega ning tulekahjude kustutamisega.

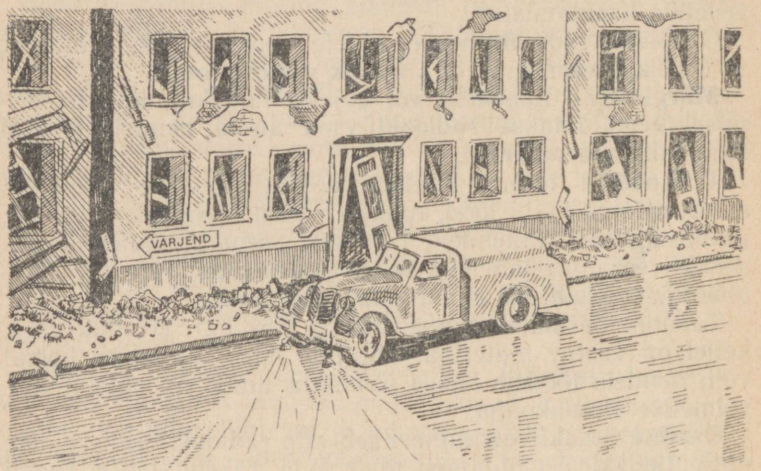
Esimeses järjekorras desaktiveeritakse maa-alad, mida on tarvis kasutada inimeste päästmisel ründerajoonis (kannatadasaanute väljaviimiseks või väljakandmiseks vajalikud läbikäigud ja platsid, elanikkonnale ohtlikud alad, magistraalteed, läbisõiduteed ja läbikäigud, toiduainete- ja materjaliladude territooriumid jm.).

Teises järjekorras desaktiveeritakse hoonete ja ehitiste välispinnad; **kolmandas järjekorras** — siseruumid, kodused tarbeesemed, sisustus jm.

Täieliku desaktiveerimise vajaduse üle tuleb otsustada igal juhul eraldi, arvestades kõiki tähtsamaid tegureid ja iseärasusi, mis iseloomustavad antud maa-ala (objekti) tähtsust, ning alles pärast hoolikat dosimeetrilist uurimist.

Mitmel juhul võib ära kasutada loomuliku desaktiveerumise protsessi, mis kulgeb radioaktiivse lagunemise arvel (eriti rajoonides, mis on mürgistatud aatomiplahvatusel sadestunud radioaktiivsete ainetega), radioaktiivsete ainete tuuldumisel ja ärauhtmisel sademete poolt.

Territooriumil läbiviidavate desaktiveerimistööde tähtajad sõltuvad olemasolevate jõudude ja vahendite hulgast, valitud desaktiveerimisviisidest, maa-alade mürgistuse ulatusest



Joon. 89. Tänava desaktiveerimine pesemise teel tänavakastmise masina abil

ja suurusest. Õhus plahvatustel näiteks, kus maa-ala mürgistustugevus ja mürgistatud pindala suurus on võrdlemisi väikesed, on ka desaktiveerimistööde maht väiksem ning nõuab järelikult vähe aega. Vastupidine olukord kujuneb maapealsetel plahvatustel, mis kutsuvad esile tugeva mürgistuse suurtel maa-aladel.

Väikese mürgistuse korral võib tänavate ja hoovide kõvale sillutisele sadestunud radioaktiivse tolmu kuiva ilmaga eemaldada tänavapuhastamise masinate abil või pühkida ära käsitsi luudadega. Radioaktiivse tolmu pühkimisel käsitsi peab meeles pidama, et tolm mürgistab ülestõusmisel õhu.

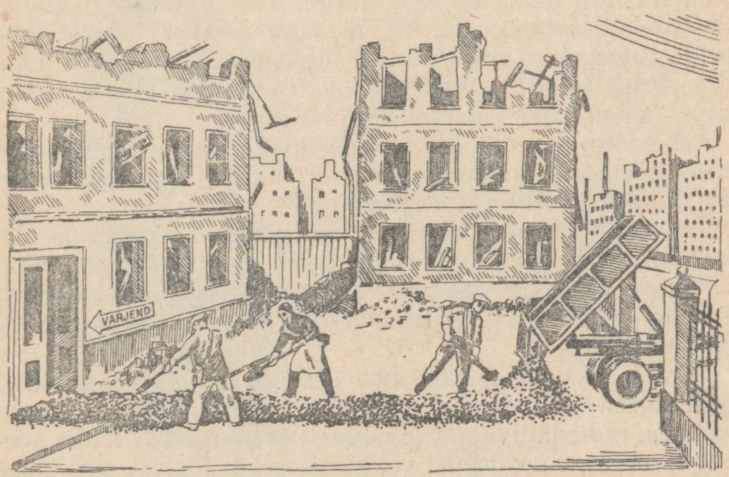
Enne kui alustada õuede desaktiveerimist, tuleb sealt ära

vedada praht ja rusutükid selleks ettenähtud kohtadesse, täites seejuures ohutusreegleid. Häid tulemusi annab tänavate, teede ja õuede desaktiveerimine pesemise teel veega; selleks võib kasutada kastmis-pesemis- ja muid masinaid (joon. 89). Sel juhul tuleb silmas pidada, et vesi voolaks rentslitesse ja valguks sealt kohtadesse, kus see ei kutsuks esile inimeste ja loomade kahjustamist.

Kui tänavad, teed ja hoovid (eriti seal, kus puudub kõva kate) on väga tugevasti mürgistatud, võib katta mürgistatud kohad mürgistamata pudenevate materjalidega — mullaga, liivaga vms.; kattekihi paksus peab seejuures olema vähemalt 8—10 cm (joon. 90). Lühikesi läbikäike võib katta laudadega (joon. 91).

Selle desaktiveerimisviisi peamiseks puuduseks on suur tööjõu ja transpordivahendite tarvidus. Seepärast desaktiveeritakse nimetatud viisil võrdlemisi väikesi maa-alasid (sõidutee osad, läbikäigud, tänavad).

Maastiku desaktiveerimise üheks võimalikuks viisiks on pinnase pealmiste, mürgistatud kihtide mahalõikamine ja eemaldamine ning pealmiste pinnasekihtide mahalõikamine ja ümberpööramine (ümberkündmine 15—20 cm sügavuselt). See viis on rakendatav tugeva pinnapealse mürgistusega maa-aladel, kus puudub kõva kate. Pinnase mahalõikamise ja ümberkündmise meetodil ei desaktiveerita



Joon. 90. Läbipääsu desaktiveerimine mullaga katmise teel

Joon. 91. Läbipääsu tegemine laudadega

maastikku õhus plahvatuse epitsentri rajoonis, sest mulla pinnapealne mürgistus ei ole sel juhul suur ning peale selle on pinnase alumised kihid mürgistatud neutronite voo toimest. Kui pinnase pealmise kihi mürgistus on tähtsusetu, indutseeritud aktiivsus aga kõrge, siis pinnase pealmise kihi mahalõikamine 10—20 cm sügavuselt võib esile tuua hulga tugevamini mürgistatud sügavamaid kihte. Sel juhul võib desaktiveeritava ala radioaktiivsuse oodatava alanemise asemel täheldada selle suurenemist.

Pealmiste pinnasekihtide mahalõikamise või ümberkündmise meetod on kõige efektiivsem siis, kui vaenlane kasutas radioaktiivseid ründeaineid.

Desaktiveerimise kiire tempo mürgistatud maa-alade ülepuistamise või pealmiste mürgistatud pinnasekihtide mahalõikamise meetodil tagatakse autotranspordi, buldooserite, skreeperite, greiderite ja muude mehhaniseeritud vahendite rakendamisega.

Parkide, aedade ja puiestike desaktiveerimisel on omad iseärasused ja see viiakse läbi kindla korra järgi. Algul pestakse radioaktiivne tolm puudelt ja põõsastelt maha veejoaga veevarustusvõrgust või pumbaseadeldistest, pühitakse see ära ning kaevatakse siis puude vahel olev maapind

20 cm sügavuselt läbi. Talvel veetakse mürgistatud lumi autodel ära selleks eraldatud lume mahapaneku kohtadesse.

Maastiku desaktiveerimise kvaliteedi üle võib otsustada ainult dosimeetrilise kontrolli (pinna mürgistustugevuse mõõtmise) tagajärgede põhjal.

Eluruumide, tööstushoonete ja ehitiste ning neis asuvate esemete desaktiveerimisega saavutatakse nende normaalse kasutamise võimalus ja hoitakse ära inimeste mürgistumine radioaktiivsete ainetega.

Hoonete ja ehitiste välispinnad desaktiveeritakse pesemise teel joatorudest tavalise tuletõrjetehnika või pumbaseadeldiste kasutamisel; töötlemine toimub ülalt allapoole. Tuletõrjetehnikat võib kasutada ainult äärmistel juhtudel ja üksnes sel tingimusel, kui puuduvad tulekahjukolded või kui kustutustööd on juba lõpetatud.

Kui siseruumide mürgistustugevus lubatavaid norme ei ületa, võib desaktiveerimine ära jääda. Kui seinad, aknad ja uksed ruumide sees on vigastamata, siis radioaktiivsed ained üldreeglina puuduvad.

Desaktiveerimisel korterites tuleb kanda kõik kodused tarbeesemed mürgistamata või desaktiveeritud platsi-

Joon. 92. Mürgistatud riietuse kloppimine

dele. Siseruume on soovitav desaktiveerida radioaktiivse tolmu eemaldamise teel neist harjade, tolmuimejate ja niiskete lappide abil. Esiteks töödeldakse lagesid ja seinu, seejärel põrandaid.

Hoonete ja esemete mürgistustugevuse ja teostatud desaktiveerimise kvaliteedi teevad kindlaks dosimetristid.

Riideid desaktiveeritakse kloppimise, raputamise (joon. 92 ja 93) ja harjadega ning tolmuimejatega puhastamise teel. Kui rakendatud abinõud ei ole küllaldased ja avastatakse radioaktiivne mürgistus, mis ületab lubatavaid norme, tuleb riided pesta mehaanilistes pesemismasinates (kodustes tingimustes) või siis mehaanilistes pesumajades.

Riietest ja pehmest mööblist tuleb tolm kloppida eluruumidest kaugemal.

Mööbel ja muud kodused tarbeesemed tuleb üle hõõruda niiskete lappidega või pesta seebiveega. Sööginõud ja kummitooted pestakse kuumas seebi-sooda lahuses, loputatakse seejärel mitu korda vees ja kuivatatakse.

Desaktiveerimise tõhusust kontrollivad sel juhul radiomeetritega varustatud dosimetristid. Kui selgub, et teatud esemete desaktiveerimine ei andnud soovitud tulemusi, tuleb need esemed isoleerida ja oodata, kuni toimub radioaktiivsuse loomulik alanemine, või siis äärmisel juhul hävitada nad (kaevata maasse, põletada ahjudes või lõkkel, tuhk aga kaevata maasse). Tugevasti mürgistatud esemete põletamisel tuleb olla ettevaatlik, sest suits ja tuhk võivad olla radioaktiivsuse kandjaiks.

Kõikide desaktiveerimistööde teostamisel tuleb rangelt kinni pidada ohutusreeglitest ja inimeste kaitsmise nõudeist. Ei tohi unustada, et radioaktiivse tolmu sissehingamine või sattumine nahale võib põhjustada tõsiseid vigastusi. Seepärast tuleb tugevasti mürgistatud maa-ala desaktiveerimisel tingimata kasutada individuaalseid kaitsevahendeid (respiraatoreid koos prillidega, gaasitorbikuid, kaitseülikondi, kindaid, sukki). Ruumide, riietuse ja koduste tarbeesemete desaktiveerimisel tuleb samuti kasutada gaasitorbikut, põlle, kummikindaid ja sukki või siis hädapäraseid kaitsevahendeid. Kõik desaktiveerimisel kasutatud materjalid tuleb kaevata maasse vähemalt poolteise meetri sügavusse selleks eraldatud kohtades. Tolmuimejatest eemaldatud tolm kaevatakse samuti maasse. Desaktiveerimisel kasutatud tolmuimejad, harjad ja muud abinõud. pestakse hoolikalt puhtaks.

Joon. 93. Mürgistatud riietuse raputamine

Mürgistatud kohtades on kategooriliselt keelatud juua, süüa. On keelatud endalt maha võtta individuaalseid kaitsevahendeid. Töötempo peab olema maksimaalne, et võimalikult vähendada radioaktiivse kiirituse summaarset aega.

Toiduained ja loomasööt võivad mürgistuda aatomirelva mõjutsoonis nii radioaktiivse tolmu ja vedelate radioaktiivsete ründeainete läbi kui ka neutronite voo toime tagajärjel (indutseeritud radioaktiivsus). Radioaktiivsete ainetega mürgistumise tugevus oleneb peamiselt taara, ladude, kappide jne., kus toiduaineid ja loomasööta hoitakse, kaitseomadustest.

Taara kaitseomadused sõltuvad omakorda materjalist, millest ta on valmistatud. Näiteks korras metall- ja klaastaara kaitseb toiduaineid kindlalt nii tolmukujuliste kui ka vedelate radioaktiivsete ainetega mürgistumise eest. Heade kaitseomadustega on ka kartong- ja vineerkastid, tihedast riidest kotid, pakkimispaber, jõupaberist kotid. Õhuke kotiriie ja eriti rogusk kindlat kaitset ei anna.

Sattudes toiduainetele või loomasöödale, tungivad radioaktiivsed ained neisse teatud sügavusele (leivas kuni 3 mm, tangainetes kuni 20 mm). Aktiveerumise tugevus neutronite voo toimest oleneb peamiselt toiduainetes oleva keedusoola hulgast. Toiduainete indutseeritud aktiivsus alaneb

kiiresti, sest keedusoola molekuli kuuluva naatriumi poolestusperiood on umbes 15 tundi.

Soovitatavad toiduainete ja loomasööda desaktiveerimise viisid põhinevad toiduainete mürgistatud osa (harilikult pinnapealse) eraldamisel mürgistamata osast. Radioaktiivsete ainete eemaldamist alustatakse tavaliselt taara desaktiveerimisest, milles asuvad toiduained. Taara desaktiveerimise järel määratakse kindlaks taara sisu mürgistumise tugevus. Kui selgub, et toiduaine on mürgistatud üle lubatud normide, desaktiveeritakse ka see. Seejuures desaktiveerimise viis valitakse sõltuvalt taarast ja mürgistuse iseloomust ning tugevusest. Võib kasutada üht kolmest järgmisest viisist: a) toiduaine, loomasööda ümberasetamine mürgistatud taarast mürgistamata taarasse; b) toiduaine mürgistatud kihi eemaldamine; c) üksikute toiduaineliikide pesemine veega.

Toiduainete ümberasetamist mürgistatud taarast mürgistamata taarasse teostatakse vaid sel juhul, kui taara on mürgistatud üle lubatud määra. Taara vahetamise teel desaktiveeritakse tavaliselt pudenevaid toiduaineid ja kottides ning kastides hoitavat loomasööta. Et vältida seejuures radioaktiivse tolmu sattumist pudenevatesse toiduainetesse, niisutatakse kergelt koti pealispinda.

Pealmise, mürgistatud kihi eemaldamise teel desaktiveeritakse tavaliselt tahkeid rasvaineid, aedvilja, leiba jm. Mürgistatud kiht (kuni 3 mm) eemaldatakse noaga. Aedvili desaktiveerimisel esiteks pestakse ja seejärel kooritakse. Palju raskemini on desaktiveeritav värske liha ja kala, sest neisse tungivad radioaktiivsed ained sügavamale (kuni 4 mm).

Mürgistatud kihi eemaldamise teel võib desaktiveerida heinu, õlgi jm.

Toiduainete (näiteks kartulite) desaktiveerimist pealmise, mürgistatud kihi eemaldamise teel teostatakse mõnikord kombinatsioonis pesemisega. Pesemise teel on soovitav desaktiveerida hermeetilist ja kõva taarat (tünnid, kastid, konservipurgid jm.). Seejuures ei tohi vesi mingil juhul sattuda taara sisse.

Toiduainete või loomasööda massilise mürgistumise korral ladudes või baasides võetakse proovid mürgistumise iseloomu ja tugevuse määramiseks. Otsus desaktiveerimise korra, koha ja viiside kohta tehakse sel juhul KÕ vastava teenistuse poolt laboratoorsete analüüside alusel.

Eeltoodust selgub, et desaktiveerimine on väga töömahukas protsess ja annab mõnikord mitteküllaldase efekti. Seoses sellega on eriti tähtis võtta «Ohustatud olukorra» kehtestamisel tarvitusele kõik võimalikud abinõud toiduainete ja loomasööda kindlaks kaitsmiseks.

Aatomirelva mõjutsoonis asuvaid toiduaineid on keelatud kasutada ilma spetsiaalse kontrollita.

Mürgistatud toiduaineid, mille desaktiveerimine ei anna tulemusi, võib suunata ladudesse tagasi ja teatud säilitusaja möödumisel (pärast desaktiveerumist loomuliku radioaktiivse lagunemise tagajärjel) võivad nad muutuda jälle tarvitamiskõlblikuks.

Vee desaktiveerimist suure asustatud punkti tingimustes teostatakse tsentraliseeritult, juba aegsasti veepuhastuskeskustes ettevalmistatud vahendite abil. Seepärast neid küsimusi käesolevas raamatus üksikasjaliselt ei käsitleta.

Üle lubatud normi mürgistatud vett kaevudest ja veekogudest võtta ei tohi. Sellistele veeallikatele pannakse välja erilised keelutähised. Vee kasutamine mürgistatud allikatest on lubatud vaid erandjuhtudel, kaevu ja vee hoolika desaktiveerimise tingimusel (selline olukord võib kujuneda seal, kus on tunda suurt veepuudust).

Kaevu desaktiveerimisel pestakse kõigepealt hoolikalt selle siseseinad ja kaevurake ning pumbatakse seejärel vesi välja. Vee väljavoolu koht tehakse kaevust 15—20 m eemal. Kaevu põhjast eemaldatakse mürgistatud pinnasekiht; maa-ala kaevust 15—20 m raadiuses ja juurdepääsuteed sellele desaktiveeritakse enne ja pärast kaevu puhastamist.

Kaevu desaktiveerivad isikud peavad kasutama kummipõllesid, -saapaid ja -kindaid. Gaasitorbik tuleb pähe panna sel juhul, kui on võimalik mürgistatud tilkade laialipritsimine. Kaevu šahti desaktiveeritakse gaasitorbikute, kaitseülikondade, kummisaabaste ja kinnaste kasutamisel.

Sanitaarseks töötlemiseks nimetatakse radioaktiivsete ainete eemaldamist inimese kehalt. See võib olla **osaline** või **täielik.**

Osalisel sanitaarsel töötlemisel eemaldatakse radioaktiivsed ained peamiselt keha katmata kohtadelt; tavaliselt koos sellega viiakse läbi ka riietuse ja rakmete osaline desaktiveerimine. Mürgistatud piirkonnast väljuv elanikkond ning KÕ formeeringud ja allüksused viivad riietuse osalise desaktiveerimise ja osalise sanitaarse tööt-

lemise läbi iseseisvalt. Nad puhastavad sel eesmärgil jalanõud ja raputavad riideid, pesevad või hõõruvad üle katmata kehaosad.

Täielikku sanitaarset töötlemise ja vastavalt riietuse, jalanõude, pesu ja rakmete täieliku desaktiveerimise teevad läbi ainult need isikud, kellel riietuse või katmata kehaosade radioaktiivne mürgistus osutub pärast osalist sanitaarset töötlemist lubatavatest normidest kõrgemaks. Inimeste täielik sanitaarne töötlemine, mis seisab kogu keha pesemises kuuma vee ja seebiga (duši all või kappadest), ning riietuse täielik desaktiveerimine viiakse läbi KÕ spetsiaalehitistes.

Mürgistatud piirkondadest väljunud inimesed suunatakse kontroll-jaotuspunktidesse, kus nad teevad läbi dosimeetrilise kontrolli. Radioaktiivsete ainetega mürgistatud füüsiliselt terved inimesed peavad iseseisvalt läbi viima osalise sanitaarse töötlemise ja oma riiete desaktiveerimise; seejärel suunduvad nad statsionaarsetesse pesemispunktidesse või pesemis-desaktiveerimispunktidesse, kus teevad teeninduva personali kontrolli all läbi täieliku sanitaarse töötlemise ja riiete täieliku desaktiveerimise. Teed statsionaarsetesse pesemispunktidesse ja muudesse punktidesse tähistatakse ära eriliste tähistega (suunanäitajatega) või pealkirjadega majadel ja ehitistel.

Elanikkonna ja KÕ formeeringute isikulise koosseisu täielik sanitaarne töötlemine kui ka nende riietuse täielik desaktiveerimine toimub ka transpordivahendite desaktiveerimise jaamades, riietuse desaktiveerimise jaamades ja pesemis-desaktiveerimispunktides, mis on varustatud vajalike statsionaarsete ja liikuvate tehniliste vahenditega (statsionaarsete ja liikuvate duššidega jms.).

Pärast täielikku sanitaarset töötlemist ja riietuse ning rakmete desaktiveerimist toimub dosimeetriline kontroll, mille andmete põhjal hinnatakse tarvituselevõetud abinõude tõhusust. Kui täielik sanitaarne töötlemine vajalikku efekti ei andnud, korratakse kõiki operatsioone.

Desaktiveerimistööde organiseerimine. Desaktiveerimistöödeks rakendatakse järgmised jõud ja vahendid: väeosade keemiakaitseallüksused ja KÕ formeeringud; KÕ gruppide keemiakaitselülid; kommunaalmajanduse baasil moodustatud keemiakaitse degaseerimisformeeringud; KÕ keemialaboratooriumid; riietuse degaseerimise jaamad; transpordivahendite degaseerimise jaamad; ehitusorgani-

satsioonide isikuline koosseis ja tehnika; teatud liiki ehitus-, põllumajandus- ja kommunaalmasinad. Vajaduse korral võidakse kaasa tõmmata ka töövõimeline elanikkond.

KÕ keemiakaitse degaseerimisformeeringud ja allüksused täidavad järgmisi põhilisi ülesandeid: viivad läbi desaktiveerimistööd, mis on vajalikud esmajärguliste päästе- ja avarii-tehniliste tööde kindlustamiseks; juhivad välja elanikkonna ja annavad abi kannatadasaanutele; desaktiveerivad territooriumi, hooned, ehitised, seadmed; organiseerivad ja teenindavad (koos meditsiiniliste allüksustega) pesemis-desaktiveerimispunkte; desaktiveerivad liiklusvahendid.

Kõige massilisemateks formeeringuteks on KÕ gruppide keemiakaitselülid. Nad viivad elanikkonna abiga läbi desaktiveerimise, rajavad mürgistatud maastikul läbikäigud ja teevad teisi väikesemahulisi desaktiveerimistöid.

Läbikäigud elanikkonna väljaviimiseks tehakse 1 m laiused, masinate läbisõiduks 4—6 m laiused. Rajanud läbikäigud, juhivad KÕ gruppide keemiakaitselülid koos KÕ formeeringutega elanikkonna mürgistatud piirkondadest välja.

Esmajärguliste desaktiveerimistööde lõpetamisel suunatakse kõik desaktiveerimise formeeringute, KÕ gruppide ja elanikkonna jõud ja vahendid (muude tähtsamate tööde puudumisel) teises ja kolmandas järjekorras teostatavate desaktiveerimistööde läbiviimisele. Desaktiveerimistöid organiseerib, korraldab koostööd teiste formeeringutega, peab formeeringu isikulise koosseisu kiirituskontrolli arvestust ja valvab vajalike vahendite ning materjalidega varustamise järele formeeringu (allüksuse) komandör isiklikult.

Peale tööde lõpetamist viiakse kõik jõud ja vahendid mürgistuskoldest (-rajoonist) välja, viiakse läbi kõikide vahendite desaktiveerimine ja isikulise koosseisu sanitaarne töötlemine, valmistutakse järgnevate ülesannete täitmiseks.

Desaktiveerimistöid ja inimeste sanitaarset töötlemist teostatakse aatomirünnaku tagajärgede likvideerimise lõpuetapil.

Korra ja julgeoleku valve

Aatomikaitse kõikide ürituste hulgas on küllaltki suur tähtsus korra- ja julgeoleku valvel, mille aegsasti organiseerib vastav KÕ teenistus. Korravalve- ja julgeolekuteenistus kontrollib kehtivate käitumisreeglite täitmist elanik-

konna poolt ja toimimist vastavalt KÕ signaalidele; tagab nõutavat avalikku korda ja isikliku ning riikliku vara valvet ründerajoonis (-koldes). Selle ülesande täitmine lasub põhiliselt miilitsaorganitel, KÕ korra- ja julgeolekuformeeringutel ning KÕ gruppide korravalve- ja vaatluslülidel. Korra ja julgeoleku valveks võidakse kaasa tõmmata spetsiaalseid elanikkonna hulgast moodustatud gruppe, vajaduse korral aga ka väeosi.

Korra ja julgeoleku valve täidab järgmisi põhilisi ülesandeid: nõutava korra säilitamine linna ja objektide territooriumil ja kehtestatud käitumisreeglite täitmise kontrollimine; töövõimetu elanikkonna evakuatsiooni kindlustamine; isikliku ja riikliku vara valve; ründerajooni ümberpiiramine ja liikluse reguleerimine selles; KÕ formeeringute (eeskätt päästetöid teostavate) abistamine.

Aegsasti organiseeritud korravalve- ja julgeolekuteenistus hakkab tegutsema «Ohustatud olukorra» kehtestamisel. Kõigepealt kogutakse kokku teenistusse määratud isikuline koosseis ja seatakse sisse ööpäevane korrapidamine.

Eriti tähtsaid ülesandeid täidab korravalve- ja julgeolekuteenistus pärast signaali «Õhualarm» väljakuulutamist ja aatomirünnaku tagajärgede likvideerimise perioodil. Signaali «Õhualarm» väljakuulutamisel suundub elanikkond varjenditesse ja varjetesse. Sel hetkel võib täheldada inimeste suuremaid kogunemisi, võivad kujuneda elanikkonna liiklust desorganiseerivad ummikud. Organiseerimatuse vältimiseks suunavad korravalve- ja julgeolekuteenistuse postid inimeste voolu varjenditesse ja varjetesse ning reguleerivad inimeste liikumist.

Pärast aatomirünnakut linnale või objektile saavad allüksused ja formeeringud ülesande ründerajooni ümberpiiramiseks. Selleks pannakse välja vastavad toimkonnad, kes piiravad inimeste sissepääsu kahjustatud rajooni. Samad toimkonnad juhivad elanikkonna kahjustatud rajoonist välja, valvavad isiklikku ja riiklikku vara, säilitavad korda. Ründerajooni lähistel pannakse välja liiklusvahendite ja inimeste liiklemise reguleerimise postid. Väljapandud postid ning osa korravalve ja julgeoleku allüksusi ning formeeringuid võtab esmajärjekorras osa inimeste päästmisega seotud pääste- ja avarii-tehnilistest töödest.

Aatomirünnaku tagajärgede likvideerimise raskendamiseks võib vaenlane rakendada ründerajoonis keemilist

ja bakterioloogilist relva või radioaktiivseid ründeaineid. Sel korral varustatakse kogu korravalve ning julgeoleku allüksuste ja formeeringute isikuline koosseis vajalike individuaalsete keemiakaitsevahenditega, individuaalsete ionisatsioonikambritega ning keemilise ja radiatsiooniluure seadeldiste ja aparaatidega.

Normaalse elutegevuse taastamine kahjustatud rajoonis

Aatomirünnaku tagajärgede likvideerimise lõpuetapil viiakse kahjustatud rajoonis läbi üritusi normaalse elu taastamiseks. Töömahukuse tõttu sooritatakse need tööd KÕ jõude ja vahendeid kaasa tõmbamata.

Sel perioodil teostatavate põhiliste tööde hulka kuuluvad: kahjustatud rajooni täielik desaktiveerimine, eriti maa-aladel, kus hakatakse tegema esmajärgulisi taastamistöid; kommunaalmajanduse ja sideliinide taastamine; tänavate puhastamine rusudest; linna liiklusvahendite liikluse normaliseerimine; kergeid ja keskmisi vigastusi saanud elamufondi ja hoonete taastamine; rusuummistuste lahtiajamine ja piiristamine tugevasti purustatud hoonetega maa-aladel.

Kõik loetletud tööd on väga mahukad ja nõuavad rohkesti vahendeid ja aega. Need tööd teostatakse peamiselt linna ehitusorganisatsioonide poolt rajooni täitevkomitee juhtimisel. Taastamistööde kiirendamiseks võidakse kaasa tõmmata naaberlinnade jõude ja vahendeid.

*

Tuumarelva iseloomustab võimas kahjustav toime. Tuumarelva rakendamine vaenlase poolt võib põhjustada asustatud punktide ja rahvamajanduse objektide tõsiseid purustusi ning kutsuda esile inimeste massilisi raskeid kahjustusi. Kuid ka tuumarelva vastu on tänapäeval olemas kindlad abinõud ja kaitsevahendid, mis teevad selle relva kahjustava toime minimaalseks.

Ei tohi unustada, et laastavad purustused ja kümnete tuhandete inimeste hukkumine Jaapani linnades oli aatomirünnaku ootamatuse, aatomirelva omaduste täieliku mittetundmise ning aatomikaitse organiseerimatuse ja aatomikaitsevahendite puudumise tagajärg.

Aatomikaitse täpne organiseerimine, KÕ poolt läbiviidavate ürituste kõrvalekaldumatu täitmine, tuumarelva kahjustavate omaduste ja selle eest kaitsmise viiside tundmine, distsipliin ja organiseeritus, — need on tingimused, mis garanteerivad liigsete ohvrite ja purustuste vältimist tuumarelva rakendamise korral vaenlase poolt.

SISUKORD.

Sissejuhatus 3

Esimene peatükk

Aatomirelva füüsikalis-tehnilised alused

1. Aatomi ja selle tuuma ehitus 5
2. Radioaktiivsus 10
3. Aatomituumade jagunemise ja sünteesi reaktsioon . . . 14
4. Aatomimaterjalide saamise tööstuslikud viisid 20

Teine peatükk

Aatomirelva üldiseloomustus

1. Plahvatustoimelise aatomirelva põhimõtteline ehitus . . . 28
2. Aatomirelva kasutamise vahendid ja viisid 34
3. Aatomiplahvatuse iseloomustus 48

Kolmas peatükk

Aatomiplahvatuse lööklaine

1. Lööklainete füüsikalised omadused 56
2. Aatomiplahvatuse lööklaine iseloomustus 58
3. Aatomiplahvatuse lööklaine toime mitmesugustele objektidele ja kaitse põhimõtted 64

Neljas peatükk

Valguskiirgus

1. Aatomiplahvatuse valguskiirguse iseloomustus 74
2. Valguskiirguse soojuslik toime ja kaitse põhimõtted . . . 81

Viies peatükk

Läbistav radiatsioon

1. Läbistava radiatsiooni iseloomustus 85
2. Kaitse põhimõtted läbistava radiatsiooni puhul 88

Kuues peatükk

Maastiku radioaktiivne mürgistumine

1. Mürgistuse liigid ja allikad 91
2. Maastiku radioaktiivse mürgistuse iseloom ja kaitse põhimõtted 93
3. Radioaktiivsed ründeained 98
4. Dosimeetriliste aparaatide ehitus ja töötamispõhimõte . . 102

Seitsmes peatükk

Aatomirelva kahjustav toime

1. Aatomirelva toime inimestele ja loomadele 110
2. Aatomiplahvatuse toime hoonetele ja ehitistele 119

Kaheksas peatükk

Aatomikaitse

1. KÖ teenistuste, formeeringute ja elanikkonna ettevalmistamine aatomikaitseks 138
2. Insener-tehnilised abinõud 144
   Pimendamine 145
   Kollektiivsed kaitsevahendid 147
3. Elanikkonna hoiatamine õhurünnaku ohust ja KÖ süsteemi viimine valmisolekusse 159
4. Tuletõrje-profülaktilised abinõud 165
5. Aatomirünnaku tagajärgede likvideerimine 171
   Ründerajooni (-kolde) luure 173
   Pääste- ja avarii-tehnilised tööd 183
   Tulekahjude lokaliseerimine ja kustutamine 188
   Kaitse radioaktiivsete ainete eest ja dosimeetriline kontroll 190
   Desaktiveerimine ja sanitaarne töötlemine 196
   Korra ja julgeoleku valve 209
   Normaalse elutegevuse taastamine kahjustatud rajoonis 211

Михаил Михайлович Гвоздев,
Владимир Авенирович Яковкин

АТОМНОЕ ОРУЖИЕ И ПРОТИВОАТОМНАЯ ЗАЩИТА

На эстонском языке

Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярнуское шоссе, 10

*

Toimetaja A. Korba

Kunstiline toimetaja R. Tungla

Tehniline toimetaja I. Vahtre

Korrektorid M. Juske ja H. Peel

Ladumisele antud 5. IX 1959. Trükkimisele antud 8. XII 1959. Paber 54×84, 1/16. Trükipoognaid 13,5. Formaadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 11,07. Arvutuspoognaid 11,67. Trükiarv 7000. Tellimise nr. 2728. Hans Heidemanni nim. trükikoda, Tartu, Ülikooli 17/19.

Hind rbl. 4.50

1—18

Rbl. 4.50

A-2285

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00376805 0