

A-9925  
MAJOR J. MÄE

# SUURTÜKIASJANDUS

I OSA

## SUURTÜKIVÄE MATERJALOSA ALUSEID

LÖHKEAINED  
SISEBALLISTIKA  
LASKEMOON  
MATERJALOSA

KAITSEVÄGEDE STAABI VI OSAKONNA VÄLJAANNE  
TALLINN, 1936



MAJOR J. MÄE

# SUURTÜKIASJANDUS

I OSA

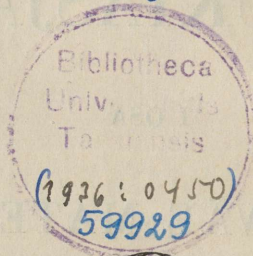
## SUURTÜKIVÄE MATERJALOSA ALUSEID

LÕHKEAINED  
SISEBALLISTIKA  
LASKEMOON  
MATERJALOSA

32969

KAITSEVÄGEDE STAABI VI OSAKONNA VÄLJAANNE  
TALLINN, 1936

2



A-9925

# SISUKORD.

Essõna . . . . .	Lk.	1
Sissejuhatus.		
1. Suurtükiasjanduse aine . . . . .		3
2. Tulirelva üldine iseloomustus . . . . .		4

## ESIMENE JAGU.

### Üldameid lõhkeainetest.

#### I peatükk.

##### Lõhkeainete üldine iseloomustus ja liigitus.

1. Põlemine, plahvatus ja detonatsioon . . . . .	8
2. Lõhkeainete mõiste ja üldine iseloomustus	
a) Lõhkeainete tundlikkus . . . . .	10
b) Lõhkeainete püsivus . . . . .	11
c) Detonatsioonikiirus . . . . .	11
d) Lõhkeainete lagunemisprotsess . . . . .	12
e) Lõhkeainete purustusjõud . . . . .	12
3. Lõhkeainete liigitus . . . . .	14

#### II peatükk.

##### Pihustavad ja purustavad lõhkeained.

1. Lõhkeained, mida kasutatakse purustuslaengutena ja granaatide, pommide ja miinide lõhkelaengutena	
a) Püroksüliin (nitrotselluloos ehk lõhkepuuvill) . . . . .	15
b) Nitroglütseriin . . . . .	19
c) Dünamiidid . . . . .	21
d) Meliniit (trinitrofenool ehk pikriinhape) . . . . .	22

	Lk.
e) Trotüül (trinitrotoluool) . . . . .	24
f) Ammoniumsalpeetri lõhkeained . . . . .	26
2. Lõhkeained, mida kasutatakse detonaatoritena	
a) Tetrüül (tetranitrometüülaniliin) . . . . .	28
b) Paukelavhõbe Hg (CNO) <sub>2</sub> . . . . .	28
c) Asiidid ehk lämmastik-vesinikhape (N <sub>3</sub> H) soolad . . . . .	29
3. Detoneerimis- ja süütevahendid . . . . .	30
4. Detonatsiooni ülekandumine õhus . . . . .	31

### III peatükk.

#### Viskavad lõhkeained ehk rohud.

1. Üldised omadused . . . . .	33
2. Must rohi . . . . .	33
3. Suitsuta rohud . . . . .	36

## TEINE JAGU.

### Siseballistika.

#### IV peatükk.

<b>Siseballistika aine</b> . . . . .	42
--------------------------------------	----

#### V peatükk.

#### Rohu põlemisseadused.

1. Rohu süütumine . . . . .	44
2. Rohu leekumine . . . . .	45
3. Rohu põlemine	
a) Rohugaaside tekkimise seadus . . . . .	46
b) Rohu põlemiskiirus . . . . .	48
c) Rohu põlemise kestus . . . . .	52
d) Rohu põlemise progressiivsus . . . . .	54

#### VI peatükk.

#### Rohugaaside surve ja mürsu liikumine suurtükiraua õones.

1. Rohugaaside surve mürsu põhjale . . . . .	56
2. Rohugaaside töö	
a) Rohugaaside kasulik töö . . . . .	59

	Lk.
b) Rohugaaside kasuliku töö koefitsient . . . . .	61
c) Rohugaaside kahjulik töö . . . . .	62
3. Mürsu liikumiskiirus suurtükiraua õones . . . . .	63
4. Kiiresti põleva ja aeglaselt põleva rohu gaaside surve kurvid ja mürsu vastavate liikumiskiiruste kurvid . . . . .	65
5. Rohu ja tulirelva sobivus . . . . .	66

## VII peatükk.

### Rohugaaside surve ja mürsu algkiiruse olenevus laadimistingimustest.

1. Laadimistihedus . . . . .	68
2. Viskelaengu kaal . . . . .	69
3. Mürsu kaal . . . . .	69
4. Rohu terade jämedus . . . . .	70
5. Viskelaengu temperatuur . . . . .	71
6. Suurtükiraua õone pikkus . . . . .	71
7. Kaliiber . . . . .	71
8. Sarnased suurtükid . . . . .	73

## VIII peatükk.

### Rohugaaside surve, mürsu algkiiruse ja hüppenurga praktiline mõõtmine.

1. Rohugaaside surve mõõtmine . . . . .	75
2. Mürsu algkiiruse mõõtmine . . . . .	76
3. Hüppenurga mõõtmine . . . . .	79

## KOLMAS JAGU.

### Laskemoon.

#### IX peatükk.

##### Viskelaengud.

1. Rohi . . . . .	80
2. Rohukotid ja laengukestad (hülsid) . . . . .	81
3. Sütikud . . . . .	82

## X peatükk.

### Mürsud.

	Lk.
1. Üldaluseid . . . . .	83
2. Mürsu ehituse põhijooni . . . . .	84
3. Granaadi ehitus . . . . .	87
4. Šrapnelli ehitus . . . . .	88
5. Gaasimürsud . . . . .	90
6. Erimürsud . . . . .	91

## XI peatükk.

### Süütajad.

1. Üldaluseid . . . . .	93
2. Lööksüütajad . . . . .	94
3. Lendsüütajad . . . . .	99

## XII peatükk.

### Laskemoona ja lõhkeainete hooldamine.

1. Laskemoonalaod . . . . .	104
2. Laskemoonadade asukoht, hooned ja julgeolek . . . . .	104
3. Laskemoonadade ümbrus, ruumide valgustamine ja signaalkellad . . . . .	106
4. Ladude tuulutamine . . . . .	106
5. Tuleõnnetuste ärahoidmine . . . . .	107
6. Üldine kord laskemoonadades ja ladude tööruumides . . . . .	107
7. Laskemoona ja lõhkeainete liigitelu ohtlikkuse järgi ja nende liikide kooshoidmise tingimused ladudes . . . . .	108
8. Lõhkeainete püsivuse kontrollimine . . . . .	111
9. Lastud kuid lõhkemata mürskude hävitamine . . . . .	111

## NELJAS JAGU.

### Suurtüki materjalosa.

## XIII peatükk.

### Suurtükiraud.

1. Aimeid metalli tugevusest . . . . .	
a) Metallide deformatsioon ja elastsus . . . . .	113
b) Venitamine . . . . .	114

	Lk.
c) Surumine . . . . .	116
d) Üheaegselt ja üksteisega ristsuunas mõjuvate venitamise ja surve doformatsioon . . . . .	116
e) Metalli elastsuse piiri kunstlik tõstmine . . . . .	116
f) Kasutatavate metallide tugevuse iseloomustus . . . . .	117
2. Suurtükiraua vastupanu rohugaaside survele	
a) Rohugaaside surve mõju suurtükiraua seintele . . . . .	117
b) Lihtraua vastupanu . . . . .	120
c) Kõvendatud raua vastupanu . . . . .	121
3. Suurtükiraudade kõvendamine	
a) Kõvendamise põhimõtted . . . . .	122
b) Kõvendamise viisid . . . . .	123
4. Suurtükiraua õõne ehitus	
a) Laengupesa . . . . .	126
b) Ühendav koonus . . . . .	127
c) Vintsoonteosa . . . . .	128
5. Lukud	
a) Suurtükilukkude ülesanded ja liigitus . . . . .	132
b) Kannlukud . . . . .	133
c) Kiillukud . . . . .	135
d) Ekstsentrilised lukud . . . . .	136
e) Luku mehhanismid . . . . .	136
f) Obtüraatorid . . . . .	138

## XIV p e a t ü k k.

### Lafett.

1. Nõutavaid omadusi . . . . .	140
2. Lasu mõju lafetile	
a) Rohugaaside surve mõju suurtükirauale . . . . .	141
b) Lasu mõju kõvale lafetile . . . . .	142
3. Hüdrauliline kompressor ja paigaletõmbaja	
a) Hüdraulilise kompressori ehituse ja tegevuse põhijooni . . . . .	147
b) Hüdraulilise kompressori üksikud osad . . . . .	150
c) Paigaletõmbajad . . . . .	152
4. Elastsed lafetid	
a) Nõuded laskekiiruse ja stabiilsuse alal . . . . .	155
b) Elastse lafetiga suurtüki üldine ehitus . . . . .	157
5. Horisontaal-laskevälid	
a) Pöördemehhanismid . . . . .	158
b) Suunasihitamise abinõud . . . . .	162

6. Vertikaal-laskeväli	Lk.
a) Suurtükiraua tagasijooks . . . . .	164
b) Tõstemehhanismid . . . . .	167
c) Tõstesihtimise abinõud . . . . .	169
7. Suurtüki võimsus ja liikuvus	
a) Võimsus . . . . .	171
b) Liikuvus . . . . .	172
c) Suurtükivankrid . . . . .	174

## XV peatükk.

### Suurtüki materjalosa korrashoid. Materjalosa hävitamine.

1. Suurtükiraua õone kulumine ja vasetumine	
a) Kulumise tunnused, põhjused ja tagajärjed . . . . .	174
b) Kulumise takistamine . . . . .	176
c) Vasetumine . . . . .	177
2. Juhuslikud ja hooletusest tekkivad suurtükiraua rikked	
a) Rooste . . . . .	178
b) Suurtükiraua õone mehaanilised vigastused . . . . .	179
3. Suurtüki hooldamise üldreeglid . . . . .	180
4. Suurtüki materjalosa hävitamine . . . . .	182

## L I S A D.

1. Lõhkeainete tabel . . . . .	184
2. Suitsuta rohtude koosseis . . . . .	185
3. Andmeid laskemoona veo kohta . . . . .	186
4. Meie väljasuurtükkide materjalosa omadusi . . . . .	187
5. N.-Vene väljasuurtükkide materjalosa omadusi . . . . .	188
6. Moodsate väljasuurtükkide materjalosa omadusi . . . . .	190

## *Eessõna.*

*Meie suurtükiväe laskemoon ja materjalosa on mitmekesine oma konstruktsioonilt ja liikidelt. Nende ehituse ja liigituse teoreetiliste aluste tundmine kergendab märksa mitmesuguste laske-  
moona- ja suurtükiliikide praktilist tundmaõppimist.*

*Käesoleva raamatu ülesandeks on valgustada lõhkeainete, siseballistika, suurtüki laskemoona ja suurtüki materjalosa põhiküsimusi üldiselt Sõjakooli kavade ulatuses.*

*Aine käsitusviisi valikul on peetud silmas, et käesolev raamat oleks kohane ülalnimetatud alade tundmaõppimiseks ka neile ohvitseridele, kes ei kuulu suurtükiväkke.*



# Sissejuhatus.

## 1. Suurtükiasjanduse aine.

**Relvaks** ehk sõjariistaks nimetatakse niisugust võitlusvahendit, millega võitleja võib hävitada vastase elavjõudu ja tema igasuguseid võitlus- ja kaitsevahendeid. Relva, mille abil võitleja võib hävitada vastast või tema relva vahenditult, olles vastasega rind rinna vastu, nimetatakse **löögirelvaks**. Nii nui, sõjakirves, puss, mõök, piik, tääk on löögirelvad. Relva, mille abil võitleja võib tabada vastast eemalt, nimetatakse **viskerelvaks**. Näiteks kivi, nool, oda kuul, mürsk, pomm, käsigranaat, sõjagaas on viskerelvad.

Viskerelva juurde peavad kuuluma veel:

**jõuallikas**, mille abil oleks võimalik heita relv vastase pihta; sellisteks jõuallikaiks võivad olla inimese musklijõud, elastsed vahendid (juus ja kõõlus), raskustung, rohuugaaside surve, elektrienergia jm.

**viskevahend**, millega oleks võimalik ära kasutada soovitud viisil (suund ja kaugus) jõuallika energiat viskerelva heitmiseks; viskevahendiks võivad olla inimese käsi, vibu, ballist<sup>1)</sup>, katapult<sup>1)</sup>, arbalett<sup>2)</sup>, suurtükk, puss, püstol, kuulipilduja jms.

Seega iga viskerelva tegevuseks peab olema kolm peamist elementi:

- viskerelv puhtal kujul, millega vahenditult hävitatakse vastase elavjõud ja abinõud;
- heitejõu-allikas, mis annab viskerelvale lennuhoo;
- viskevahend, mis heidab viskerelva vajalikus suunas.

Tehnika arengust olenevalt viskerelvad on arenenud alata ja arenevad praegugi väga kiires tempos.

<sup>1)</sup> Viskeriistad, millega vanasti heideti suuri kive vastase pihta. Nime- tus „ballist“ on tekkinud kreeka sõnast „ballo“, s.o. viskan.

<sup>2)</sup> Vibu, millele pandi laad külge.

Järsu pöörde viskerelvade arengus tõi musta rohu tarvituselevõtmise alates XIV sajandist. Kivi ja noole asemel kasutatakse nüüd kuule, käsigranaate ja igasuguseid mürske; juukse ja kõõluse asemel — rohugaase. Vanasti heideti viskerelvi umbes 100 m kaugusele, nüüd lastakse suurtükist juba umb. 100 km kaugusele. Vibu ja arbaleti asemel kasutatakse nüüd püssi, püstolit ja kuulipildujat, kuna ballist ja katapult on asendatud suurtükkidega.

Relvi, mille heitejõu-allikaks on rohugaasid, nimetatakse **tulirelvadeks**. Olenevalt sellest kas tulirelvaga töötab üks võitleja või mitu, jaotatakse neid relvi **individuaal-** või **kollektiivrelvadeks**. Püss, püstol ja käsigranaat on individuaalrelvad, kuna kuulipilduja, miinipilduja ja suurtükk on kollektiivrelvad.

**Suurtükiasjandus käsitleb tulirelvade ehitust, nende omadusi ja kasutamist.** Käesoleva töö eesmärgiks on välja-suurtükiväe laskemoona ja materjalosa ehituse ning omaduste lühikene teoreetiline käsitlemine suurtükiväe ohvitseridele vajalikkude teadmiste piirides.

## 2. Tulirelva üldine iseloomustus.

Iga tulirelva juurde kuuluvad järgmised peaosad:

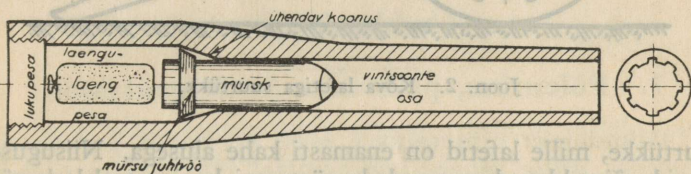
- **mürsk** või kuul (relv puhtal kujul);
- **viskelaeng** (heitejõu-allikas — rohi);
- **laskeriist** (suurtükk, püss jne., mis omakorda jaguneb kahte peaosaks: raud ühes lukuga ja alus ehk lafett).

**Mürsk** on kõvast metallist, silindrikujuline ja esiosas<sup>1)</sup> kooniline keha, mis heidetakse välja laskeriistast selleks, et ta jõudes vastase juurde teeks ära ettenähtud hävitustöö. Tabatava märgi tugevusele, iseloomule ja selle märgi hävitamisviisile vastavalt on mürskude ehitus ja täidis mitmesugune. Mürske täidetakse lõhkeainega, kuulidega, sõjagaasiga, süüteainega, valgustusainega, propagandakirjandusega jms.

**Viskelaeng** koosneb teatavast rohkvaantumist, mis pärast asetamist laskeriista laengukambrisse ja süütamist annab kiiresti suure hulga gaase. Need gaasid oma survega heidavad välja mürsu laskeriista rauast ja annavad mürsule teatava lennuhoo.

1) Modernmürsud on ka oma tagaosas koonilise pinnaga.

**Laskeriista raud** (vt. joon. 1) kujutab terastoru, mille seinad on urviosas (päraosas) tugevamad. Rauaõõs on silindrikujuline. Vanasti oli laskeriista raua urviosa kinnine, mistõttu laadimine toimus raua suudmeosa kaudu. Praegu laetakse suudmeosa kaudu ainult miinipildujaid, kuna teisi laskeriistu laetakse urviosast. Lasu momendil laskeriista rauaõõnes tekib suur gaaside surve, mispärast raua seinad peavad olema küllalt tugevad. Iga lasu järele raud põrkab tagasi; see nähe on rohugaaside paratamatu ja kahjulik tegevus. Automaat- ja poolautomaatlaskeriistade juures rohugaaside surve raua urviosa kasutatakse ära selleks, et panna tegevusse laadimis- ja laskemehhanismid.



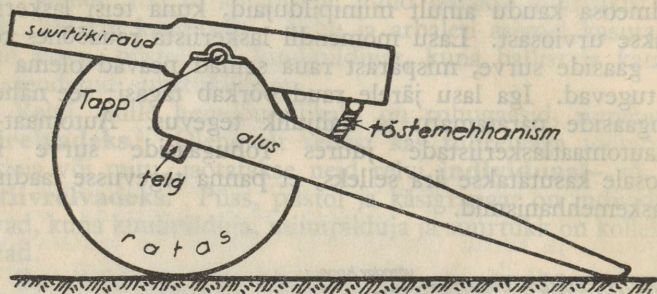
Joon. 1.

Selleks, et laskeriistaga oleks hõlpus töötada, s. o. sihtida, laadida, lasta ja liikuda, asetatakse selle raud erilisele alusele, mida nimetatakse **lafetiks**. Lafett koosneb mitmesugustest osadest ja mehhanismidest. Meie suurtükkidel on kas kõvad või elastsed lafettid.

Kõva lafett (vt. joon. 2) on vanasüsteemilistel suurtükkidel. Laskmisel sellelt lafettilt kannatab rohugaaside tõuke mõju all kogu suurtüki süsteem; seepärast lafett peab olema väga tugev ja ühtlasi ka raske. Peale selle iga lasu järele kogu süsteem jookseb tagasi, mispärast uueks lasuks igakord peab uuesti paigale veeretama kogu raske süsteemi. Seepärast kõvade lafettidega suurtükkide laskekiirus on väike.

Elastne lafett (vt. joon. 3). Praegusaja suurtükkidel on asetatud raua ja lafeti vahele elastne mehhanism (pidur), mida nimetatakse **kompessoriks**. Kompessor ja temaga ühenduses olev **paigaletõmbaja** vähendavad rohugaaside survest tekkinud tõuke mõju lafetile. Tagasi jookseb ainult suurtükiraud. Elastne lafett püsib laskmise ajal paigal ja seega laskekiirus on suurem ja töötamine suurtükiga palju kergem.

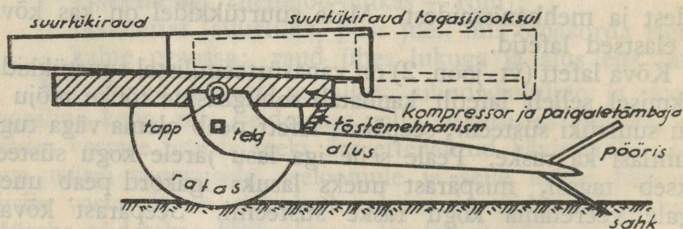
Meie suurtükide lafetid on ühe alusega (sabaga), seepärast nende horisontaal- ja vertikaal-laskevälgi ei ole kuigi suur. Nüüd ehitatakse suuremates välisriikides uusi välja-



Joon. 2. Kõva lafetiga suurtükk.

suurtükke, mille lafetid on enamasti kahe alusega. Niisugused lafetid võimaldavad suurendada süsteemi horisontaal-laskevälja kuni  $360^\circ$  ja vertikaal-laskevälja kuni  $85^\circ$ .

Taktika nõuab väljasuurtüki süsteemilt suurt võimsust ja liikuvust. Kuid peaaegu kõik need tegurid, mis suurendavad süsteemi võimsust, teevad selle süsteemi ja laskemoona ras-



Joon. 3. Elastse lafetiga suurtükk.

kemaks, vähendades seega suurtüki liikuvust. On võimatu ehitada niisugust suurtükki, mis oleks korraga suure võimsusega ja liikuvusega. Seepärast suurtüki materjalosa oma võimsuse ja liikuvuse poolest peab olema mitmet liiki. Meie liigitame oma suurtükke kergekahuriteks ja -haubitsateks ja raskekahu-



Esimene jagu.

## Üldaimmeid lõhkeainetest.

### I peatükk.

## LÕHKEAINETE ÜLDINE ISELOOMUSTUS JA LIIGITUS.

### 1. Põlemine, plahvatus ja detonatsioon.

Põlemiseks nimetatakse aine keemilist lagunemisprotsessi, mille juures lagunemisel tekkivad elemendid ühinevad hapnikuga peamiselt gaasaineteks, nagu süsihape ( $\text{CO}_2$ ), süsihappend ( $\text{CO}$ ) jm. Põletusaine lagunemisprotsess teostub ainult hapniku ( $\text{O}$ ) juuresolekul ja seda kiiremini, mida suurem on hapniku juurdevool. Harilik puu põleb ainult siis, kui on olemas väljastpoolt õhuhapniku juurdevool. Kui aga imbutada sama puu kaalisalpeetri ( $\text{KNO}_3$ ) lahuses, siis ta põleb ka kinnises ruumis ilma õhuhapniku juurdevooluta, sest kaalisalpeetris on palju hapnikku, mis eraldub kergesti ning võimaldab puu põlemist. Ühtlasi võib tähele panna, et puu lagunemisprotsess viimasel juhul teostub palju kiiremini ja sellest saadud suure hulga gaasainete surve tõttu kinnise ruumi seinad võivad isegi puruneda. Põlemisel põletusaine lagunemisprotsess levib edasi niivõrd aeglaselt (kuni mõni meeter sekundis), et on võimalik jälgida seda protsessi palja silmaga.

Kui aine lagunemisprotsess teostub suure kiirusega (mõnisada meetrit sekundis) ja selle juures tekib suur hulk kõrge temperatuuriga gaase, mis püüavad suure jõuga laiali valguda, siis nimetatakse seda lagunemisprotsessi plahvatuseks. Näiteks, kui asetame kaanega kaetud metallnõusse teatava hulga musta rohtu ja süütame selle, siis see

põleb ära silmapilkselt ja tekkinud gaasid paiskavad nõult kaane. Plahvatava aine lagunemine teostub kasvava kiirusega, mille maksimaalne piir on igal ainel isesugune.

Kui asetame samasse metallnõusse teatava hulga niisugust ainet, mille lagunemisprotsess võib teostuda väga suure kiirusega (näit. dünaamiit — 6000 meetrit sekundis), siis selle aine lagunemisel tekkinud gaasid purustavad nõu põhja (vt. joon. 4) oma äärmiselt suure survega, ja enne kui nad suudavad laiali valguda ja nõult kaant ära lükata.



Musta rohu plahvatus.



Dünaamiidi detonatsioon.

Joon. 4.

Kui aine lagunemisprotsess teostub sellele ainele omase maksimaalse kiirusega (400 kuni 8000 meetrit sekundis) ja tekitab suur hulk väga kõrge temperatuuriga gaase, mis lagunemise hetkel on peaaegu samas mahus kui aine maht enne lagunemist ja avaldavad keskkonnale väga suurt survet, siis nimetatakse seda lagunemisprotsessi **detonatsiooniks**.

Seega põlemine, plahvatus ja detonatsioon on kõik protsessid, mille kestel aine laguneb peamiselt gaasaineteks. Vahe on ainult lagunemiskiiruses, mis kõigub mõnest mm/sek. kuni mitmetuhande m/sek. Üks ja sama aine võib erinevates tingimustes kas põleda, plahvatada või detoneeruda. Näiteks suitsuta rohi põleb lahtises õhus nagu harilik puupilbas, kuna aga sama rohi kinnises ruumis (näit. tulirelva laengukambris) ja vastavalt süüdatuna võib plahvatada või detoneeruda.

## 2. Lõhkeainete mõiste ja üldine iseloomustus.

(vt. lisa nr. 1)

Lõhkeaineteks nimetatakse aineid, mis teatavates soodsates tingimustes lagunevad (põlevad) suure kiirusega peamiselt kõrge temperatuuriga gaasaineteks; koos lõhkeaine lagunemisprotsessiga tekivad ka valguse ja

**kõla** efektid. Lõhkeaine plahvatusel tekkinud, suure surve all olevad gaasid omavad väga tugevat purustusjõudu (lõhkejõudu). Lõhkeainete suur purustusjõud ongi nende tähtsaimaks ja praktiliselt väga kasulikuks omaduseks.

Lõhkeainete definitsioonist nähtub, et **lõhkeained lagunevad teatavates, selleks soodsates tingimustes**. See-pärast igaüks, kel on tegemist lõhkeainetega, peab põhjalikult tundma tingimusi, mis on soodsad või ebasoodsad ühe või teise lõhkeaine plahvatamiseks (detoneerimiseks). Tundes põhjalikult lõhkeainete plahvatustingimusi, saab neid tööle rakendada vajaduse kohaselt ja ühtlasi ka ära hoida juhuslikke plahvatusi, mis võivad tekkida kergesti, sest lõhkeained on tundlikud välistele ärritustele, nagu kuumus, löök, põrutus, surve, hõõrumine ja leek. Juba väikesed ärritused võivad esile kutsuda lõhkeaines lagunemisprotsessi, mille tulemusena saadud uued ained on juba püsivas olekus.

#### *a) Lõhkeainete tundlikkus.*

**Lõhkeaine tundlikkuseks nimetatakse tema omadust plahvatada suurema või vähema välise ärrituse mõjul.** Iga lõhkeaine tundlikkus välisele ärritusele võib olla isesugune. Ka mitmesugused teised tegurid võivad muuta lõhkeaine tundlikkust ühe või teise välise ärrituse suhtes. Mõned lõhkeained on tundlikumad kuumutamise, teised hoobi või hõõrumise vastu jne. Peaaegu kõik lõhkeained plahvatavad, kui neid järsku kuumutada kuni 200—300°C. Aeglasel kuumutamisel mõni lõhkeaine võib enne plahvatamist laguneda ja seega muuta oma koosseisu, nii et ei tekigi plahvatust. Lõhkeaine tundlikkust hoobi vastu hinnatakse selle järele, kui kõrgelt 2 kg kaalupomm peab kukkuma lõhkeainele, et tekiks plahvatus. Üldiselt võib öelda, et lõhkeaine tundlikkus väheneb, kui suurendada tema tihedust, ja vastupidi. Samuti väheneb lõhkeaine tundlikkus, kui temale juurde lisada mõnda teist tuimemat ainet või vett. Näiteks püroksüliini ja paukelavhõbedat hoitakse niiskena ja nitroglütseriini ühenduses teiste ainetega (dünaamidid), et muuta neid tuimemaks. Aineid, mida lisatakse lõhkeainele tema tundlikkuse vähendamiseks, nimetatakse **flegmatisaatoreiks**. Lisas nr. 1 on toodud lõhkeainete süüte-temperatuurid ja nende tundlikkuse määrad hoobi ja hõõrumise vastu.

## b) Lõhkeainete püsivus.

**Lõhkeaine püsivuseks** ehk **stabiiliteediks** nimetatakse tema omadust alal hoida kauemat aega oma keemilist ja füüsilist olekut. Teiste sõnadega, lõhkeaine püsivuse all tuleb mõista tema võimet vastu panna aja, ilmastiku ja teistele mõjudele, ilma et laguneks või muudaks oma koosseisu ja omadusi. Eriti kahjulikud lõhkeaine püsivusele on igasugused happed, mis juhuslikult võivad jääda lõhkeainesse tema valmistamisel. Lõhkeainete püsivust katsetatakse kuumutamisel tärglis-joodkaaliumi- või lakmuspaberi abil, kiirustades kuumutamisega teatud temperatuurini lõhkeaine lagunemisprotsessi ja tehes kindlaks lagunemise algmomendi paberi värvi muutumise abil. Näit. hea püroksüliini kuumutamisel kuni 105°C sinine lakmuspaber muutub punaseks 8 tunni jooksul, kuna 110°C juures juba 4 tunni jooksul jne.

## c) Detonatsioonikiirus.

Lõhkeainete definitsioonist nähtub, et **lõhkeained lagunevad suure kiirusega**. Lõhkeaine lagunemiskiiruse all mõistame lagunemisprotsessi levimiskiirust aine ühest osast teise. Põlemise ja plahvatuse korral lõhkeaine lagunemisprotsess tekib soojuse tõusmisest kuni süütemperatuurini lõhkeaine teatud kihis (osas), kust lagunemine levib laiali kihist kihini kasvava kiirusega. Igal lõhkeainel see kiirus on peamiselt temperatuurist ja rõhumisest ning on nendega võrdeline. Detoneerumisel on lõhkeaine lagunemisprotsessi kiirus maksimaalne ja konstantne ühe ja sama tiheduse ja ühesuguste detonatsioonitingimuste juures. Seega lõhkeainete plahvatuskiirusi tuleb vaadelda kui muutuvaid vahepealseid lagunemisprotsessi kiirusi, mille maksimaalseks piiriks on detonatsioonikiirus. Detonatsioonikiirus on lõhkeaine liigist ja detonatsioonitingimustest. Näiteks musta rohu detonatsioonikiirus on umbes 400 m/sek., kuna pauksüldil ta on 7800 m/sek.; trotüül põleb lahtises õhus harilikult tahmase leegiga, kuna aga mürsu sees ta detoneerub paukelavhõbe-kapsli ja tetrüüldetonaatori abil umbes 7000 m/sek. kiirusega. Enamiku lõhkeainete detonatsioonikiirus suureneb ühes nende tiheduse suurenemisega. Detonatsioonikiirus suureneb veel lõhkeainelaengu läbilõikepinna ja laengut ümbritseva keskkonna tugevuse suurenemisel. Lõhkeainete detonatsioonikiirused on toodud lisa nr. 1.

#### d) Lõhkeainete lagunemisprotsess.

Lõhkeainete definitsioonist selgus, et **lõhkeainete lagunemisproduktideks on peamiselt gaasained**. Mõnel juhul ja mõnest lõhkeainest tekivad veel ka kõvad ja vedelad ained. Lõhkeaine plahvatuses tekkinud gaasained koosnevad harilikult **süsihapest** ( $\text{CO}_2$ ), **süsihapendist** ( $\text{CO}$ ), **lämmastikust**, **vesinikust**, **veest** või **veeaurust**; mõnikord tekib veel väike osa **metaani** ( $\text{CH}_4$ ). Lõhkeainete kasulik töö oleneb plahvatusel tekkinud gaasainete hulgest ja plahvatus-temperatuurist, kuna aga kõvad ja vedelad ained avaldavad kahjulikku mõju, sest nad ei võta osa gaaside kasulikust tööst, vaid tekitavad tulirelva rauas mustust, tahma ja suitsu.

Kui lõhkeaine lagunemisprotsess tekitab ainult selliseid gaasaineid, mis on hapnikuga täielikult küllastatud (näit.  $\text{CO}_2$ ), siis niisugust lagunemisprotsessi nimetatakse **täieliseks põlemiseks**. Näiteks nitroglütseriini põlemine on täieline, sest ta annab ainult süsihapet, mistõttu niisugune plahvatus ei anna leeki ega suitsu. Kui aga lõhkeaine lagunemisprotsess tekitab niisuguseid hapnikuühendeid, mis võivad veel edasi põleda, ja ühtlasi ka kõvu aineid (suits), siis niisugust lagunemisprotsessi nimetatakse **mittetäieliseks põlemiseks**. Näiteks meliniidi, püroksüliini ja musta rohu põlemine on mittetäieline, sest need lõhkeained annavad  $\text{CO}$ ,  $\text{H}$ ,  $\text{C}$  jne., mis tekitavad leeki ja suitsu.

Kui mingisugusel põhjusel lõhkeaine lagunemisprotsessis ainult osa lõhkeainest laguneb keemiliselt, kuna ülejäänud osa valgub laiali, siis niisugust lagunemisprotsessi nimetatakse **mittetäieliseks plahvatuseks**.

#### e) Lõhkeainete purustusjõud.

Lõhkeaine plahvatusel tekkivad gaasid omavad väga kõrget temperatuuri. Lõhkeaine plahvatustemperatuuriks nimetatakse temperatuuri, mis tekib lõhkeaine lagunemisproduktides detonatsiooni momendil. Näiteks mustal rohul on plahvatustemperatuur  $+2380^\circ\text{C}$ , nitroglütseriinil  $+4250^\circ\text{C}$  jne. Mida kõrgem on lõhkeaine plahvatustemperatuur, seda suurem on gaaside surve ja purustusjõud, kui kõik teised tingimused on ühesugused.

Lõhkeaine plahvatuses tekkinud gaasainete hulk oleneb lõhkeaine liigist, kaalust ja plahvatuse iseloomust. Näiteks

1 kg musta rohu gaasimaht ( $V_0$ ) liitrites ( $0^\circ\text{C}$  ja 760 mm rõhumi-  
mise juures) on 280, kuna nitroglütseriini gaasimaht on 715 liit-  
rit. Mida suurem on lõhkeaine gaasimaht seda suurem on  
tema kasulik tegevus või purustusjõud, kui kõik teised tingi-  
mused on ühesugused. Lõhkeainete plahvatustemperatuur  
ja gaasimaht on toodud lisas nr. 1.

**Lõhkeaine plahvatusel tekkinud gaasainete purustus-  
jõu suurust iseloomustab muu seas nende maksimaalne  
surve (P), mida võidakse määrata, kui on teada lõhkeaine  
plahvatustemperatuur (T) ja gaasimaht ( $V_0$ ).**

Boyle-Mariotte'i ja Gay-Lussac'i seaduse järgi gaaside  
surve ja mahu suhtuvust iseloomustab järgmine valem:

$$PV = P_0V_0 \left(1 + \frac{T}{273}\right),$$

milles P on lõhkeaine plahvatusest saadud gaasihulga surve  
atmosfäärides, V — lõhkeaine plahvatusest saadud gaasihulga  
maht liitrites,  $P_0$  — normaalne surve, mis = 1,033 kg ühe  $\text{cm}^2$   
peale (üks atmosfäär),  $V_0$  — 1 kg lõhkeaine gaasimaht liitrites  
 $0^\circ\text{C}$  ja 760 mm surve juures ja T — lõhkeaine plahvatus-  
temperatuur C järgi.

Sellest valemist leiame, et lõhkeaine plahvatusest tekkinud  
gaaside maksimaalne surve on

$$P = \frac{P_0V_0 \left(1 + \frac{T}{273}\right)}{V}.$$

Valemi ülemine osa  $F = P_0V_0 \left(1 + \frac{T}{273}\right)$  iseloomustab ühe  
kg lõhkeaine **purustusjõudu** ehk potentsiaalset energiat  
mahus, mis võrdub ühele liitrile.

**Näide.** Musta rohu purustusjõud on

$$F = 280 \left(1 + \frac{2380}{273}\right) = 2725 \text{ atm.} = 2815 \text{ kg/cm}^2.$$

Nitroglütseriini purustusjõud on

$$F = 715 \left(1 + \frac{4250}{273}\right) = 11\,846 \text{ atm.} = 12\,236 \text{ kg/cm}^2.$$

Seega nitroglütseriini purustusjõud on umbes neli korda suurem  
kui mustal rohul.

**Plahvatusemomendil lõhkeaine keemiline energia  
muutub soojusenergiaks ja see omakorda mehaanili-  
seks energiak. Kui on teada lõhkeaine ühe kg plahvatus-  
soojuse hulk kg-kalooriates ja soojuse mehaaniline ekvi-**

**valents** ( $= 427 \text{ kg/m}$ ), siis võib määrata selle lõhkeaine ühe kg maksimaalse teoreetilise tööhulga ehk **potentsiaali** (**U**).

**Näide.** Musta rohu plahvatussoojus  $Q = 665 \text{ kg-kal}$ .

$U = 427 \text{ kg/m} \times 665 = 283\,955 \text{ kg/m}$ .

Nitroglütseriini plahvatussoojus  $Q = 1\,455 \text{ kg-kal}$ .

$U = 427 \text{ kg/m} \times 1\,455 = 621\,285 \text{ kg/m}$ .

Seega nitroglütseriini potentsiaal on enam kui kaks korda suurem kui mustal rohol.

Lõhkeaine praktiline tööhulk on alati vähem kui teoreetiline, sest lõhkeaine kasutamisel osa gaaside tööst ja plahvatussoojusest läheb alati kaduma.

Kõigest eespooltoodust näeme, et lõhkeained, omades suurt purustusjõudu, võivad plahvatusel äärmiselt lühikese ajaga ära teha väga suure tööhulga. Näiteks: 1 kg musta rohu tööhulk 0,01 sek. vältel on sama suur kui 10 inimese tööhulk 1 tunni jooksul; 1 kg dünaamiti teeb ära 0,00002 sek. vältel 300 miljoni H.P. töö. See lõhkeainete omadus annab neile suure tähtsuse nii sõjaasjanduses kui ka töönduses.

### 3. Lõhkeainete liigitus.

Lõhkeaineid võib liigitada nende füüsilise olundi, keemilise koosseisu, lagunemiskiiruse, tegevuse iseloomu ja kasutamiseviisi järele järgmiselt:

**Füüsilise olundi** järele lõhkeaineid võidakse liigitada kolme gruppi:

- gaasained, — näiteks paukgaas ( $O + 2H$ );
- vedelad, — näiteks nitroglütseriin;
- kõvad — suurem osa lõhkeainetest; sel kujul nad on otstarbekohaseimad kasutamiseks.

**Keemilise koosseisu** poolest võib lõhkeaineid liigitada viide gruppi:

- lõhkeainete segud — must rohi jms.;
- lämmastikhappe eetrisoolad — püroksüliin, nitroglütseriin jms.;
- aromaatsed nitroühendised — meliniit, trotüül, tetrüül jms.;
- paukhappe soolad — näit. paukelavhõbe;
- süsinikuta lõhkeained — asiidid.

**Lagunemiskiiruse, tegevuse iseloomu ja kasutamise viisi** järele võib kõiki lõhkeaineid jagada kolme gruppi: pihustavad, purustavad ja viskavad.

**Pihustavad (brisantsed) ehk löök-lõhkeained** on niisugused, mille detonatsioonikiirus on umb. 5000 kuni 8000 m/sek. Pihustavaid lõhkeaineid kasutatakse sõjaasjanduses purustuslaengutena, granaatide, pommide ja miinide lõhkelaengutena ja detonaatoritena.

**Purustavad (fugassmõjuga) lõhkeained** on niisugused, mille detonatsioonikiirus on umb. 3000—5000 m/sek. Purustavaid lõhkeaineid kasutatakse sõjaasjanduses peamiselt purustustöödel siselaenguteks ja maa-alusteks laenguteks.

**Viskavad lõhkeained** ehk rohud on niisugused, mille lagunemiskiirus on 300 kuni 3000 m/sek. Neid lõhkeaineid kasutatakse sõjaasjanduses peamiselt viskelaengutena.

## II peatükk.

### PIHUSTAVAD JA PURUSTAVAD LÕHKEAINED.

#### 1. Lõhkeained, mida kasutatakse purustuslaengutena ja granaatide, pommide ja miinide lõhkelaengutena.

Need lõhkeained peavad vastama järgmistele nõuetele:

- olema sedavõrd tuimad, et nad oleksid ohutud hulgalisel valmistamisel ja kasutamisel;
- kindlasti detoneeruma;
- omama suurt purustusjõudu;
- olema püsivad kauaaegsel seismisel.

Tuntumad ja laialdasemalt kasutatavad neist lõhkeainetest on **püroksüliin, dünamiidid, meliniit, trotüül ja ammooniumsalpeetri lõhkeained.**

##### a) *Püroksüliin (Nitrotselluloos ehk lõhkepuuvill).*

**Ajaloolised andmed.** 1833. a. prantsuse keemik Braconnot leidis, et lämmastikhape mõjub tärglisele, puukoele ja teistele süsivesinikkudest saadud ainetele nii, et need süütu-

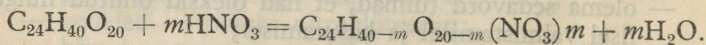
vad kergesti pärast kuivatamist ja põledes lagunevad peamiselt gaasaineteks. Mõttele kasutada neid aineid lõhkeainena tuli esimesena saksa professor Schönbein 1845. a. Ta nitreeris lämmastik- ja väävelhappe seguga puuvilla ja leiutas seega püroksüliini, mille ta nimetas „Schiessbaumwolle“. Kohe pärast seda asuti Saksamaal, Austrias ja Inglismaal püroksüliini valmistamisele. Eialgu tekkisid selle aine valmistamisel ja kasutamisel plahvatused, sest ei osatud veel saadud ainest täiesti välja pesta happeid, mis olid lagunemisreaktsiooni tekitajaks. 1865. aastaks austria kindral Lenk ja inglise keemik Abel leiutasid puuvilla nitreerimiseks otstarbekohasema viisi, mis võimaldas peaaegu täiesti eraldada nitreeritud puuvillast kahjulikud happed ja seega muuta ta püsivaks lõhkeaineks.

**Püroksüliini valmistamine.** Kaasajal püroksüliini valmistamisprotsess teostub üldjoontes järgmiselt.

Toorainena kasutatav puuvill<sup>1)</sup> puhastatakse enne nitreerimist rasvadest ja teistest kõrvalainetest ja kuivatatakse.

Puhastatud ja kuivatatud puuvill nitreeritakse lämmastik- happe ( $\text{HNO}_3$ ) ja väävelhappe ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) segus. Seejuures lämmastikhappe grupp  $\text{NO}_2$  asendab tselluloosis  $\text{H}$ , kuna väävelhappe ülesanne on imbutada enesesse reaktsiooni ajal tekkivat vett selleks, et reaktsioon teostuks kiiremini. Mida rohkem on hapete segus lämmastikhapet, seda rohkem  $\text{NO}_2$  gruppe asendab  $\text{H}$ , seda suurem on lämmastiku % saadud püroksüliinis ja seda suurem on selle purustusjõud.

Püroksüliini valmistamise keemiline reaktsioon väljendub järgmises üldvõrrandis:



Saadud aine pestakse, et eraldada happeid.

Pestud puuvilla kiud lõigatakse peeneks ja pestakse veel mitu korda vees ja lehelistes, et lõplikult välja pesta puuvilla kiudude torukestesse jäänud happed.

<sup>1)</sup> Puuvilla harilik koosseis on järgmine:

tselluloosi	91,35%
vett	7,00%
teisi aineid	1,65%

Tselluloosi molekulaarne kaal ei ole teada. Protsentuaalselt on selle keemiline valem ( $\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$ )<sub>n</sub>. Prantsuse keemik Vieille võttis  $n = 4$ ; siis on tselluloosi valem  $\text{C}_{24}\text{H}_{40}\text{O}_{20}$  ehk  $\text{C}_{24}\text{H}_{28}\text{O}_8(\text{OH})_{12}$ .

Saadud mass pressitakse laenguteks, mida kasutatakse purustustöödel või pakitakse kastidesse ja saadetakse rohu-  
tehastesse.

Vanasti, kui püroksüliini kasutati ka mürskude täitmiseks, pressiti teda mürsu sisemisele mahule vastava läbimõõduga ja kõrgusega kettaiks, millistega täideti mürske.

**Püroksüliini koosseis.** Praktikas tuntakse peamiselt kahte liiki püroksüliini:

**laskepuuvill**, mis sisaldab üle 12% lämmastikku ja lahustub eeteralkoholides vähesel määral;

**kolloodiumpuuvill**, mis sisaldab 12% ja vähem lämmastikku ja lahustub eeteralkoholides.

Alljärgnev tabel näitab püroksüliini keemilist koosseisu vastavalt tema nitreerimise ulatusele.

$C_{24}H_{28}O_8(NO_3)_{12}$ — umb. 14% N	} Laskepuuvill ei lahustu või on raskesti lahustatav piirituse ja eetri segus. Omab suuremat purustusjõudu. Kolloodiumpuuvill lahustub piirituse ja eetri segus. Omab vähemat purustusjõudu.
$C_{24}H_{29}O_9(NO_3)_{11}$ — umb. 13% N	
$C_{24}H_{30}O_{10}(NO_3)_{10}$ — umb. 13% N	
$C_{24}H_{31}O_{11}(NO_3)_9$ — umb. 12% N	
$C_{24}H_{32}O_{12}(NO_3)_8$ — umb. 11% N	
$C_{24}H_{36}O_{16}(NO_3)_4$ — umb. 7% N	

**Püroksüliini omadused.** Püroksüliin on väliselt väga sarnane puuvillale, kuigi on vähe karedam ja omab mõnikord helekollakat värvingut. Ta on maitseta, lõhnata ja kaunis vastupidav niiskusele, võib sisaldada 1—30% vett. Seistes kaua vees ja kuivades pärast seda, ta ei muuda oma omadusi.

**Niiske püroksüliin** sisaldab umbes 5—30% vett. Ta on täiesti tuim ja ohutu. Seepärast suuremat hulka püroksüliini hoitakse alati niiskena. Niiske püroksüliin vajab detoneerimiseks peale paukelavhõbe-kapsli veel kuivast püroksüliinist detonaatorit.

**Kuiv püroksüliin** sisaldab 1—3% niiskust; ta on tundlik ja võib plahvatada mettallasjaga antud hoobist ja paukelavhõbe-kapslist. Seepärast kuivana hoitakse püroksüliini ainult vähemal hulgal. Mureda püroksüliini tihedus on 0,2—0,3, kuna pressitud püroksüliini tihedus võib olla 1—1,4. Püroksüliin kuulub mittetäielise põlemisega lõhkeainete hulka, sest tema lagunemisreaktsioonis tekib CO ja ühtlasi ka vesinik.

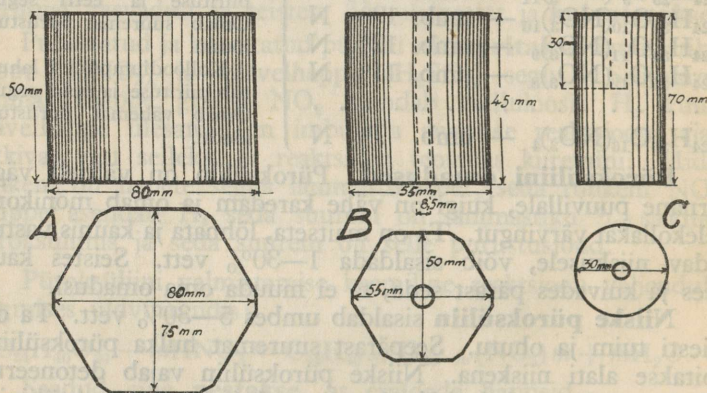
**Püroksüliini kasutamine.** Püroksüliini kasutatakse puhalt kujul purustuslaengutena. Varemalt täideti niiske püroksü-

liiniga ka mürske (kuiv püroksüliin plahvataks saadud tõukest lasu momendil). Püroksüliini kasutamine mürskudes on praktiliselt väga tülikas, kuna seejuures mürsu lõhkelaengutes peab olema kindel % niiskust.

Purustuslaengutena tarvitatakse joon. 5 näidatud püroksüliinipakukesi.

**Suur prismaline pakuke** (joon. 5, A) kaalub 250 g,  
**väike prismaline pakuke** (joon. 5, B) — 120 g ja  
**silindriline pakuke** (joon. 5, C) — 60 g.

**Detonaatorpakukesed** sisaldavad ainult 1—3% niiskust ja on asetatud plekk-kestadesse ning varustatud kapslipesaga. Neil on sama kuju ja mõõted nagu eelmistel. Kestal on plekkpidemed kaane kinnitamiseks, kaane küljes vasktraadikesed süüteseadete kinnitamiseks. Kesta külgede ja kaane servade vahel olev õnar on täidetud vahakitiga.



Joon. 5.

Suurtükiväelased kasutavad purustuslaenguid peamiselt lõhkemata mürskude purustamiseks. 76 mm granaadi purustamiseks jätkub 120 g väikesest pakukesest kuivast püroksüliinist, kuna 107 mm granaadi purustamiseks tuleb juurde lisada veel üks samasugune pakuke niisket püroksüliini; 152 mm granaadi purustamiseks läheb 3—4 suurt pakukest; 200 mm mürsu jaoks — 5 suurt jne.

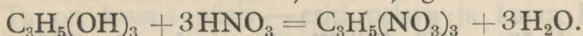
Püroksüliini kasutatakse veel suitsuta rohu valmistamiseks.

## b) Nitroglütseriin.

**Ajaloolised andmed.** Nitroglütseriini leiutas 1847. a. itaalia keemik Sobrero. See leiutus jäi kauemat aega praktiliselt kasutamata ja oli laboratoorsete katsete aineks. Ainult 1863. a. rootsi inseneril Alfred Nobel'il läks korda kiiresti ja võrdlemisi ohutul viisil valmistada nitroglütseriini suuremal hulgal; ühtlasi ta leiutas ka otstarbekohase viisi nitroglütseriini plahvatamiseks. Pärast seda Nobel asutas nitroglütseriini valmistamise tehaseid Rootsis ja Saksamaal. Neist tehastest hakati eksportima seda lõhkeainet Inglismaale ja Ameerikasse. Kuid sellele järgnenud mitmed suuremad juhuslikud plahvatused kutsusid esile üldise arvamuse, et nitroglütseriini on üldse võimatu praktiliselt kasutada.

Ainult Nobel ise ei kaotanud usku nitroglütseriini kasutamise võimalustesse ja selgitas, et kõik õnnetused, mis sündisid selle lõhkeaine valmistamisel, veol ja kasutamisel, on tekkinud ettevaatamatusest. Ta näitas katsetel, et nitroglütseriin ei ole sugugi kardetavam kui must rohi, ja ühtlasi otsis abinõusid ja võimalusi nitroglütseriini kasutamiseks ohutumates tingimustes. Ta leiutas võimaluse kasutada nitroglütseriini imbutatuna kõvadesse poorsetesse ainetesse ehk nn. **dünamiitide** kujul. Dünamiidid osutusid tuumemateks ja praktiliselt paremini kasutatavateks lõhkeaineteks. Nimelt 1867. a. Nobel leidis, et **kiiselguur**<sup>1)</sup> võib endasse imbutada nitroglütseriini enda kolmekordses kaalus ja moodustada plastilise massi, mis on küllalt tuim ja plahvatades omab suurt purustusjõudu. Dünamiidi leiutamiseega Alfred Nobel andis nitroglütseriinile praktilise tähtsuse nii töönduses kui sõjaasjanduses ja pani aluse selle lõhkeaine laialdaseks kasutamiseks.

**Nitroglütseriini valmistamine.** Nitroglütseriini saamise keemiline reaktsioon väljendub järgmises üldvõrrandis:



Nitroglütseriini valmistamine puhtal kujul ja suuremas kvantumis on kaunis raske, tülikas ja ohtlik protsess, mis jaguneb üldjoontes järgmistesse faasidesse (vt. joon. 6).

**Glütseriini nitreerimine.** Glütseriin segatakse lämmastik- ja vävelhappe seguga, kusjuures tekkiv nitroglütseriin tõu-

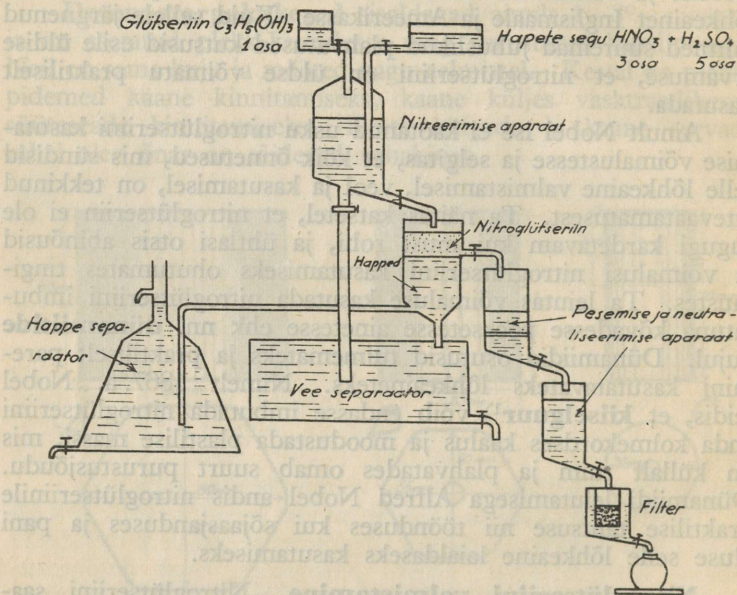
<sup>1)</sup> Kiiselguur ehk ränihüb on liivataoline valge mass, mis koosneb torutaolisist terakesist.

seb peale ja eraldub hapete segust. Glütseriini nitreerimise juures peab silmas pidama, et nitreerimise aparaadis temperatuur oleks alaline ega tõuseks üle  $+28^{\circ}\text{C}$ , sest juba  $+32^{\circ}\text{C}$  juures nitroglütseriin hakkab lagunema ning ühes sellega temperatuur hakkab kiiresti tõusma ja võib tekkida plahvatus.

**Nitroglütseriini lahutamine hapete segust.**

**Nitroglütseriini pesemine**, et täiesti eraldada happeid.

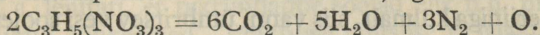
**Nitroglütseriini filtreerimine**, et eraldada temast vesi ja juhuslikud kõrvalained.



Joon. 6. Nitroglütseriini valmistamise skeem.

**Nitroglütseriini füüsilised omadused.** Puhas nitroglütseriin on õlitaoline, värvitu ja lõhnata mürgine vedelik. Mõnikord ta on kollakat värvi, millise annavad talle kõrvalained või glütseriin. Nitroglütseriin on raskesti lahustatav vees, kuid lahustub alkoholides, eetrites ja atsetoonis. Ta hangub umbes  $+10^{\circ}\text{C}$  juures ja omab tiheduse 1,73; hangunult muutub valgeteks pikkadeks kristallideks. Kristalliseerunud nitroglütseriin on tuimem kui vedel.

**Keemilised omadused.** Nitroglütseriin plahvatab haamri löögist, lõhkekapli detonatsioonist ja kiirel kuumutamisel kuni  $+180^{\circ}$  C. Süüdatult lahtises õhus ta põleb plahvatamata seni, kuni temperatuur pole tõusnud plahvatustemperatuurini. Plahvatades kinnises ruumis, ta tekitab tugeva surve, sest omab kõrget plahvatustemperatuuri ja annab palju gaase. Nitroglütseriini plahvatusreaktsioon on järgmine:



Valemist on näha, et nitroglütseriini plahvatusreaktsioonil on **täielise põlemise** iseloom ja ta tekitab hapnikku isegi ülejäägis.

**Nitroglütseriini kasutamine.** Nitroglütseriin kui vedel ja väga tundlik lõhkeaine ei leia kasutamist puhtal kujul. Teda kasutatakse purustuslaengutena dünaamiitide näol ja suitsuta rohtude valmistamiseks.

### *c) Dünaamiidid.*

Dünaamiitideks nimetatakse lõhkeaineid, milles nitroglütseriin on segatud mõne teise ainega, mis muudab saadud segu niivõrd tuimaks, et seda võib praktiliselt kasutada purustuslaengutena.

Dünaamiite on väga mitmet liiki olenevalt aineist, mida kasutatakse nitroglütseriini sidumiseks. Vastavalt sellele, kas ühendaja aine on plahvatusreaktsioonis aktiivne või passiivne, jaotatakse dünaamiite kahte liiki:

dünaamiitideks passiivse ühendajaga ja dünaamiitideks aktiivse ühendajaga.

**Passiivse ühendajaga dünaamiidina** on tuntud kiiselguurdünaamiit, sest kiiselguur ei võta osa plahvatusreaktsioonist, vaid on ainult nitroglütseriini sisaldajaks ehk kestaks. Kiiselguurdünaamiit on hallikaspruuni või punast värvi plastiline aine. Ta on kaunis püsiv — eriti palava ja kuiva kliimaga maades. Külma ja niiske kliimaga maades ta ei ole kohane kasutamiseks, sest külmumisel puhas nitroglütseriin eraldub siduvast ainest.

**Aktiivse ühendajaga dünaamiitide** hulka kuuluvad pauksült ja želatiindünaamiidid. Pauksüldi koosseisus on 92—93% nitroglütseriini ja 7—8% kolloodiumpuuvilla.

Želatiindünaamiitide koosseisus on peale nitroglütseriini ja kolloodiumpuuvilla veel ka teisi aineid, nagu aroomaatseid

nitroühendeid, puujahu ja naatrium- või kaaliumsalpeetrit. Olenevalt nitroglütseriini % ja teistest ainetest želatiindünamiite on mitmet liiki. Nitroglütseriini on neis dünamiitides 20—65%.

**Dünamiitide valmistamiseks** kasutatakse vaskvanni, mis ümbritsetud läbivoolava veega. Nitroglütseriin valatakse külma vanni ja lisatakse juurde kolloidumpuuvill ja teised dünamiidi koosseisu kuuluvad ained. Neid aineid segatakse nitroglütseriiniga külmalt, siis vanni ümbritsev vesi soojendatakse kuni  $+65^{\circ}\text{C}$  ja lastakse vanni kaetult seista mitu tundi. Saadud plastilisest ainet valmistatakse pärast segamist dünamiidipakukesed, mis mähitakse pergamentpaberisse ja laotakse seestpoolt kummriidega vooderdatud puukasti.

Vene sõjaväes kasutati lennupommide täitmiseks veel nn. **sõjaväe dünamiiti**, mille koosseisus oli 95,2% pauksüliit, 4% kamprit ja 0,8% vaseliini.

**Dünamiitide omadused.** Igal dünamiidi liigil on isegune süütemperatuur: nitroglütseriinil  $200\text{—}205^{\circ}\text{C}$ , guurdünamiidil  $195\text{—}200^{\circ}\text{C}$ , pauksüldil  $202\text{—}208^{\circ}\text{C}$  ja želatiindünamiidil  $180\text{—}190^{\circ}\text{C}$ .

Samuti on igal dünamiidil isegune tundlikkus hoobi vastu. Guurdünamiit plahvatab 2 kg raskuse kukkum. 5 cm kõrguselt, pauksüliit „ „ „ „ 10 cm „ „ želatiindünamiit „ „ „ „ 12 cm „ „

Dünamiidi detoneerimiseks on vaja 0,5—1,5 g paukelavhõbe- või tetrüülkapslit.

Dünamiitide tihedus on: guurdünamiidil 1,63—1,67 või isegi 1,8, pauksüldil 1,63 ja želatiindünamiidil 1,5—1,66.

Dünamiidid omavad suurt purustusjõudu. Neid peab hoidma külmumise eest, mis teostub  $+4^{\circ}$  kuni  $+12^{\circ}\text{C}$  juures. Külmumine osalt raskendab nende detoneerimist. Külmunud dünamiitpadrunitega peab olema ettevaatlik.

#### *d) Meliniit (trinitrofenool ehk pikriinhape).*

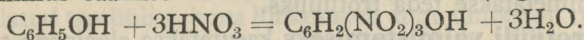
**Ajaloolised andmed.** Varemalt kasutati granaatide, pommide ja miinide lõhkealaengutena algul musta rohtu, pärast püroksüliini. Kuna musta rohu purustusjõud on võrdlemisi nõrk ja püroksüliin ei ole ka täiesti kohane, eriti suurtüki granaatide täitmiseks, siis hakati otsima ja katsetama selleks kohasemaid lõhkeaineid. Üheks seesuguseks lõhkeaineiks osutus meliniit. Seda ainet nimetatakse ka pikriinhapeks, sest ta

on happe iseloomuga ja omab kibedat maiku. Pikriinhape oli valmistatud ja tuntud juba XVIII sajandi lõpul. Aga kaua aega ei tuntud selle aine koosseisu ja lõhkeomadusi, mistõttu teda kasutati ainult värvitööstuses. 1843. a. Laurent esimesena valmistas pikriinhapet fenoolist ehk karboolhapest ( $C_6H_5OH$ ) nitreerimise teel ja ühtlasi tegi kindlaks ta koosseisu.

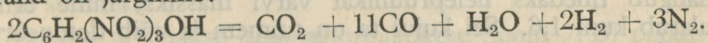
Pikriinhapet hakati kasutama sõjaajanduses pärast seda, kui 1869. a. leiutati, et pikriinhappe soolad ehk n.n. **pikraadid** on tundlikud lõhkeained. Praktilise tähtsuse ja laialdase kasutamise sai pikriinhape alles siis, kui 1886. a. prantsuse insener Turpin leiutas, et pikriinhape lahustatud või pressitud kujul on tuimem ja suurema purustusjõuga lõhkeaine kui püroksüliin. Sellest ajast algas kõikjal pikriinhappe laialdane kasutamine peamiselt suurtüki granaatide lõhkelaenguteks, milleks ta osutus tol ajal kohaseimaks. Pikriinhape on tuntud igas riigis isesuguse nimetuse all. Näiteks Prantsusmaal, Venemaal ja meil — meliniidina, Inglismaal nimetatakse teda lyddit, Jaapanis — šimoose jne.

**Valmistamine ja koosseis.** Sulatatud karboolhape segatakse kange väävelhappega. Saadud segu valatakse lämmastikhappesse. Nitreerimisnõusse koguv pulberjas aine pestakse ja kuivatatakse. Sel viisil saadud meliniit koosneb helekollast värvi kristallikestest.

Meliniidi saamise reaktsiooni võrrand on järgmine:



**Omadused.** Pulberja meliniidi tihedus on umbes 1,0. Ta sulamistemperatuur on  $+122,5^\circ C$ . Kiirel kuumutamisel kuni  $+300^\circ C$  kinnises ruumis meliniit plahvatab, kuna lahtises õhus põleb hariliku tahmase leegiga. Sulatatud meliniidi tihedus on 1,69, siis ta on palju tuimem ja seepärast ka kohasem granaatide täitmiseks. Pressitud pulberja meliniidi tihedus on 1,4, siis ta on ka võrdlemisi tuim. Niiskus ja juurdelisatud vaseliin (flegmatisaator) võivad veelgi vähendada meliniidi tundlikkust. Vastava detonaatori (pulberjas meliniit või kuiv püroksüliin või tetrüül) detoneerimisel paukelavhõbe-kapsliga meliniit detoneerub suure purustusjõuga. Tema lagunemisprotsessi üldine võrrand on järgmine:



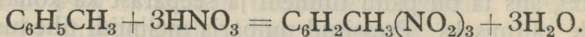
Sellest võrrandist nähtub, et meliniidi põlemine on mitte-täieline, sest plahvatusest tekkinud ainete hulgas on CO ja H.

Meliniit omab happe iseloomu ja pikaaegsel kokkupuutumisel metallidega annab ühendeid (pikraate), mis on väga tundlikud lõhkeained. Seepärast granaatide, pommide ja miinide täitmisel meliniidiga peab nende sisemisi pindu isoleerima ainega, mis ei anna pikraate (inglistina, alumiinium, lakk jne.). See asjaolu teeb keerukaks meliniidi kasutamise granaatide lõhkelaenguna ja seepärast praegusel ajal kasutatakse seks otstarbeks peamiselt trotüüli, mis ei astu ühendusse metallidega ja on peaaegu samasuguste lõhkeomadustega kui meliniit. Meliniiti kasutatakse ka purustuslaengutena ja 2. järgu detonaatorina (vt. lk. 27).

### e) Trotüül (*Trinitrotoluool*).

Trotüül võeti tarvitusele sõjaasjanduses 1900. aastal. Tal on peaaegu samasugune purustusjõud kui meliniidil, kuid ta valmistamine on palju lihtsam ja odavam. Peale selle ta on väga püsiv ja tuim lõhkeaine. Seepärast trotüül on otstarbekohasem lõhkeaine nii granaatide, miinide ja pommide täitmiseks kui ka purustuslaenguteks. Maailmasõja ajal täideti granaate veel ka meliniidiga, sest suure laskemoonakulu tõttu tuli ära kasutada kõik olemasolevad ained. Trotüüli valmistati esimesena Saksamaal, siis Itaalias, Venemaal jne. Ta on tuntud mitme nimetuse all, nagu trotüül, trinool, triliit, troliit jne. Meil nimetatakse teda trotüüliks.

**Trotüüli valmistamiseks** kasutatakse alginena **toluoli** ( $C_6H_5CH_3$ ), mida nitreeritakse lämmastik- ja väävelhappe abil. Toluoli nitreerimine teostub kolmes astmes. Esmalt saadakse mononitrotoluool, siis dinitrotoluool ja lõpuks trinitrotoluool. Valmistamise reaktsiooni võrrand on üldjoontes järgmine:



Sellisel saadud trotüül on kõva aine, mis koosneb helekollakat värvi rombikujulistest kristallikestest. Pulberja trotüüli erikaal on umbes 1,0. Kokkupressimisel 1000 atmosfääri rõhumise all tema tihedust võib tõsta kuni 1,5. Pulberja trotüüli sulamistemperatuur on  $+81,5^\circ C$ . Sulatatud trotüül hangub tihedaks helepruunikat värvi massiks, mille erikaal ulatub kuni 1,6. Sel kujul ta on tuimem ja võib detoneeruda ainult pulberjast trotüülist või tetrüülist detonaatori ja paukelavhõbe-kapsli abil. Pulberjas trotüül detoneerub paukelav-

hõbe-kapslist. Süüdatult lahtises õhus trotüül põleb hariliku tahmase leegiga, kuid kiirel kuumutamisel  $+242^{\circ}\text{C}$  kuni  $300^{\circ}\text{C}$  plahvatab. Trotüüli lagunemisprotsessil saadud ained ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}$  ja  $\text{N}$ ) on peaaegu samasugused kui meliniidil. Seepärast trotüüli põlemine on mittetäieline.

**Kasutamine.** Kuna trotüül on püsiv, tuim ja suure purustusjõuga lõhkeaine, siis ta on eriti kohane srt. granaatide, käsigranaatide, pommide ja miinide täitmiseks, samuti kasutatakse teda purustuslaengutena. Granaate täidetakse nii presitud kui sulatatud trotüüliga. Väikese tundlikkuse tõttu trotüül on eriti kohane lõhkelaenguks kaugelaskjate suurtükkide granaatides, kus suurte viskelaengute plahvatuses tekkivad tugevajõulised tõuked nõuavad äärmiselt tuima lõhkeainetäidist mürskudes. Kuna trotüül ei anna tundlikke ühendeid metallidega, siis laskemoona täitmine selle lõhkeainega on lihtis ja odav toiming.

Kaitseväe tarveteks trotüüli valmistatakse **silindriliste** või **prismaliste** pakukeste näol; nii esimesed kui viimased jagunevad **harilikeks** ja **detonaatorpakukesteks**.

Harilikud silindrilised pakukesed on valmistatud valatud trotüülist, pakitud üksikult vahapaberisse ja üle parafinitud. Nende pikkus on 70 mm, läbimõõt 30 mm ja kaal 75 g.

Silindrilised detonaatorpakukesed (joon.7, A) on valmistatud valatud trotüülist, kuna lõhkekapsli augu ümber on trotüüli ja tetrüüli segu. Iga pakuke on asetatud plekk-kesta, mis värvitud kaitsevärviliseks. Lõhkekapsli augu äärele on joodetud 2 punasest vasest traati süüteseadise kinnitamiseks. Pakukese pikkus on 72 mm, läbimõõt 31 mm ja kaal 75 g.

Harilikud prismalised pakukesed, mis koosseisult on samasugused kui silindrilised, jagunevad väikesteks ja suurteks.

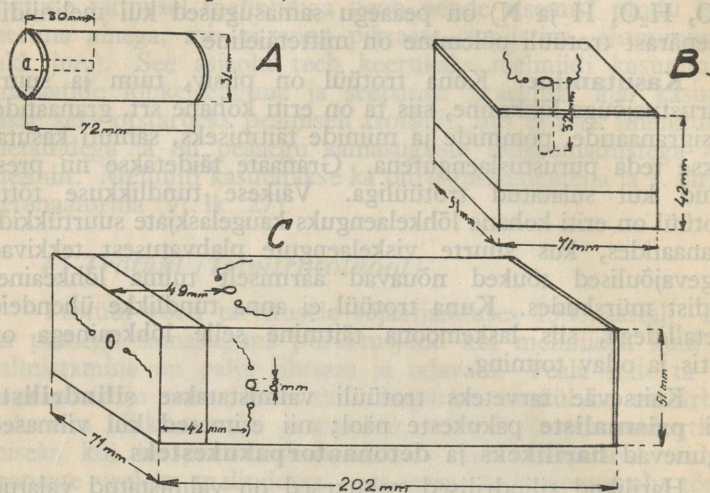
Väikese prismalise pakukese pikkus on 70 mm, laius 50 mm, kõrgus 40 mm ja kaal 200 g.

Suure prismalise pakukese pikkus on 200 mm, laius 70 mm, kõrgus 50 mm ja kaal 1 kg.

Prismalised detonaatorpakukesed jagunevad samuti väikesteks ja suurteks.

Väikese prismalise detonaatorpakukese (joon. 7, B) pikkus on 71 mm, laius 51 mm, kõrgus 42 mm ja kaal 200 g. Pakukesel on 1 auk lõhkekapsli jaoks.

Suure prismalise detonaatorpakukese (joon. 7, C) pikkus on 202 mm, laius 71 mm, kõrgus 51 mm ja kaal 1 kg. Pakukesel on 3 auku lõhkekapslite jaoks.



Joon. 7.

Detonaatorpakukeste detoneerimiseks kasutatakse pauklavhõbe- või tetrüülkapsleid nr. 8 või asiitkapsleid mitte alla nr. 10 (vt. lk. 29 ja 30).

#### f) Ammooniumsalpeetri lõhkeained.

Ammooniumsalpeetri lõhkeaineteks nimetatakse neid lõhkeaineid, mis sisaldavad peaaugina ammooniumsalpeetrit ( $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ). Nad on pulberjad ja väga hügrokoopilised. Neid peab hoidma kuivas kohas. Käsitsemisel nad on ohutud. Neist lõhkeainest on meil kasutamisel amatool, šneideriit ja ammonaalid.

**Amatooli** koosseisus on umbes võrdsetes osades ammooniumsalpeetrit ja trotüüli. **Šneideriidi** koosseisus on üle 80% ammooniumsalpeetrit, ülejäänud osa koosneb dinitronaftaliinist ja trotüülist. **Ammonaalid** on ammooniumsalpeetri lõhkeained, millele on juurde lisatud plahvatustemperatuuri tõstmiseks alumiiniumi. Inglise ammonaali koosseisus on 66% ammooniumsalpeetrit, 17% alumiiniumi, 14% trotüüli ja 3% puusütt.

## 2. Lõhkeained, mida kasutatakse detonaatoritena.

Detonaatoriteks nimetatakse lõhkeaineid, mille abil teostatakse teise lõhkeaine detoneerimist. Seepärast detonaatoritena kasutatavad lõhkeained peavad vastama järgmistele nõuetele:

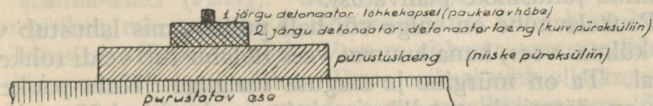
- olema ohutud kasutamisel;
- olema tundlikud, s. o. kergesti detoneeruma hoobist, pigistamisest, hõõrumisest, kuumutamisest või lõhkekapsli detonatsioonist;
- omama detoneerimiseks vajalikul hulgal võimalikult väikest kaalu ja mahtu;
- peavad olema püsivad.

Detonaatoritena kasutatakse kuiva püroksüliini, pulberjast meliniiti, pulberjast trotüüli, tetrüüli, paukelavhõbedat ja asiite.

Hoobi abil põhjustatud paukelavhõbe-lõhkekapsli detoneerumine võib omakorda esile kutsuda kuiva püroksüliini laengu detonatsiooni. Kuid paukelavhõbe-lõhkekapsli detonatsioon ei suuda tekitada niiske püroksüliini või pressitud või sulatatud trotüüli detonatsiooni. Niiske püroksüliini, meliniidi, trotüüli ja teiste tuimade lõhkeainete detonatsiooniks on vaja veel vahepealset detonaatorlaengut, s. o. detonatsiooniedasiandjat (vt. joon. 8). Peale selle iga tuima lõhkeaine detonatsiooniks peab olema vastavast lõhkeainest detonaator, mis kõige paremini ja kindlasti kutsub esile detonatsiooni. Seega detonaatoreid tuleb jagada kahte järgmisse gruppi:

1. järgu detonaatorid, mis on äärmiselt tundlikud ja süütuvad kergest hoobist, hõõrumisest, kuumutamisest jne.; siia kuuluvad **paukelavhõbe** ja **asiidid**;

2. järgu detonaatorid, mis detoneeruvad kergesti 1. järgu detonaatori detonatsioonist ja seega kutsuvad esile enesest tuimema lõhkeaine detonatsiooni; siia kuuluvad **kuiv püroksüliin**, **pulberjas meliniit**, **pulberjas trotüül** ja **tetrüül**.



Joon. 8.

### a) Tetrüül (*Tetranitrometüulaniliin*).

Tetrüül leiutati Hollandis käesoleva sajandi algul. See lõhkeaine kuulub keemiliselt samasse gruppi kui meliniit ja trotüül, kuid on purustusjõu poolest neist võimsam. Meliniidi, trotüüli ja tetrüüli purustusjõu vahekord on 18:15:25. Tetrüüli valmistatakse dimetüulaniliini nitreerimise teel lämmastik- ja väävelhappega ja kristalliseeritakse atsetoonis. Tema keemiline valem on  $C_6H_2NCH_3(NO_2)_4$ .

Puhas tetrüül on helekollane pulber, mis sulab  $+128^{\circ}C$  juures. Leegist või kuumutamisel ta süütub  $+194^{\circ}C$  ja  $+205^{\circ}C$  vahel, põledes plahvatuseta. Sulatatult ta laguneb, seepärast teda võib kasutada suuremas tiheduses ainult pressitult. Pressitud tetrüüli tihedus võib olla kuni 1,7. Ta on tundlikum hoobile ja hõõrumisele kui meliniit ja trotüül, kuid tuimem kui kuiv püroksüülin. Plahvatab 0,5 g paukelavhõbe-lõhkekaplist. Tetrüül on püsiv, suure purustusjõuga ja võrdlemisi tundlik lõhkeaine. Seepärast teda kasutatakse 2. järgu detonaatorina süütajais, lõhkekapleis, süütekapsleis, lõhkenööri ja mujal.

### b) Paukelavhõbe $Hg(CNO)_2$ .

Paukelavhõbeda leiutas inglise keemik Howard 1799. a. Seda ainet tarvitati juba kauemat aega 1. järgu detonaatorina, kuigi veel ei tuntud tema keemilist koosseisu. Paukelavhõbeda keemiline valem ja molekulaarne kaal tehti kindlaks alles 1894. a. Paukelavhõbeda valmistamiseks kasutatakse elavhõbedat, lämmastikhapet ja piiritust. Üks kaaluosa (umbes 400 g) elavhõbedat lahustatakse lämmastikhappe 8,4—11 kaaluosas. Saadud lahus valatakse piiritusse, mida võetakse kuni 10 kaaluosa. Valmistamise reaktsioon kestab umbes  $\frac{1}{2}$  tundi ja on kaunis tormiline; reaktsiooni lõpuks nõu põhjas eraldub paukelavhõbe kristallidena. Saadud aine filtreeritakse läbi linasest riidest filtri ja pestakse puhta veega, et eraldada happed. Puhast paukelavhõbedat hoitakse alati niiskena või isegi vee sees, et vältida juhuslikke plahvatusi.

Paukelavhõbe on valge või hall pulber, mis lahustub väga vähe külmas vees, kuna kuumas vees ta lahustub veidi rohkemal määral. Ta on mürgine ja magusa maiguga. Kuiv paukelavhõbe on äärmiselt tundlik isegi kerge hoobi, hõõrumise ja leegi suhtes. Aeglasel kuumutamisel kuni  $+60^{\circ}C$  ta laguneb

ilma plahvatuseta, kuid kergest hoobist, hõõrumisest, leegist, sädemest või järsust kuumutamisest  $+160$  kuni  $+190^{\circ}\text{C}$  ta detoneerub. Paukelavhõbeda lagunemisreaktsioon on järgmine:  $\text{HgC}_2\text{N}_2\text{O}_2 = \text{Hg} + 2\text{CO} + \text{N}_2$ .

Paukelavhõbedat võib pressida tiheduseni 4,4; sellisena ta on küll vähe tuimem, kuid äärmiselt tugeva purustusjõuga lõhkeaine. Lõhkekapslites on paukelavhõbeda tihedus alla 3,0.

Niiske paukelavhõbe on palju tuimem. Sisaldades 5% niiskust, ta detoneerub juba halvasti; 10% veesisalduse juures ta põleb õhus detoneerumata; 30% veesisalduse juures ta ei põle ega detoneeru. Ka õlid, rasvad ja parafiin teevad paukelavhõbeda tuimemaks. Kokkupuutumisel metallidega (vask ja raud) niiske paukelavhõbe laguneb, seepärast paukelavhõbe-kapslid lakitakse seest.

Paukelavhõbedat tarvitatakse puhtal kujul ainult lõhkekapslites, milliseid kasutatakse püroksüliini, dünamiidi, meliini, trotüüli ja teiste lõhkeainete detoneerimiseks. Koos teiste ainetega teda kasutatakse süütekapslites (sütikutes). Süütekapslite valmistamisel paukelavhõbedale lisatakse juurde aineid, mis pikendavad leeki ja vähendavad detonatsioonikiirust selleks, et viskelaengud süütuksid hõlpsamini ja süütekapsel ei purustaks laengu kesta. Näiteks vene vintpüüsi padruni süütekapsli koosseisus on 25% paukelavhõbedat ( $\text{HgC}_2\text{N}_2\text{O}_2$ ), 50% kaaliumkloriidi ( $\text{KClO}_3$ ) ja 25% väävelantimooni ( $\text{Sb}_2\text{S}_3$ ).

Suurtükide viskelaengute süütekapsleist tekkiva leegi pikendamiseks vähendatakse paukelavhõbeda % veel rohkem ja suurendatakse teiste ainete %. Näiteks Cordiit-rohu süütamiseks tarvitatakse süütekapsleid, mis sisaldavad 15% paukelavhõbedat, 35% kaaliumkloriidi, 45% väävelantimooni, 5% väävlit ja jahutolmu.

### c) Asiidid ehk lämmastik-vesinikhape ( $\text{N}_3\text{H}$ ) soolad.

On tuntud seatina- ja hõbeasiidid. Need lõhkeained on leiutatud 1890. a. Praktikas kasutatakse 1. järgu detonaatorina seatina-asiiti ( $\text{PbN}_6$ ). See on valge, veidi roosakas ja läikiv pulber, mis peaaegu ei lahustu külmas vees, kuna keevas vees lahustub vähesel määral. Vees ta ei kaota oma tundlikkust ega lõhkeomadusi ja ei niisku. Tema erikaal võib olla kuni 4,8; tiheduse suurenemine ei muuda tema tundlikkust ega lõhkeomadusi. Tema plahvustemperatuur on üle  $+300^{\circ}\text{C}$ .

Asiidid on vähemal määral tundlikud hoobi, hõõrumise ja kuumutamise suhtes kui paukelavhõbe, kuid nende purustusjõud on palju suurem. Näiteks 1 grammi pressitud tetrüüli plahvatamiseks on vaja 0,6 g paukelavhõbedat või 0,02 g seatina-asiiti.

### 3. Detoneerimis- ja süütevahendid.

**Lõhkekapslid.** Purustuslaengute detoneerimisel tarvatakse 1. järgu detonaatorina lõhkekapsleid, mis sisaldavad:

- paukelavhõbedat, mis on segatud kaaliumkloraadiga ja muude lisaainetega (paukelavhõbe-kapslid);
- pulberjat trotüüli ja selle detoneerimiseks paukelavhõbedat (trotüülkapslid);
- tetrüüli ja selle detoneerimiseks paukelavhõbedat (tetrüülkapslid);
- tetrüüli ja selle detoneerimiseks seatina-asiiti (asiitkapslid).

Asiitkapslite kestad on alumiiniumist, kuna teiste kapslite kestad on vasest. Lõhkekapslites paukelavhõbe või asiit on kaetud metall-lehekesega, mille keskel on ümmargune auguke.

Lõhkekapslite detoneerimisvõime märgitakse numbritega, kusjuures suuremanumbrilisel kapslil on suurem võime. Kaitseväs tarvitatakse harilikult kapsleid nr.nr. 8 ja 10. Tetrüülkapsli nr. 8 pikkus on 43,7 mm, läbimõõt — 6,9 mm ja kaal — 3,7 g; kapsel sisaldab 1 g tetrüüli ja 0,5 g paukelavhõbedat.

Lõhkekapsli kestaks on seest lakitud metalltoru, mis on ühest otsast kinnine, teisest — lahtine. Tetrüül või pulberjas trotüül pressitakse kapsli kesta põhja ja selle peale asetatakse paukelavhõbe, mis kaetakse vasklehekesega. See augukesega vaskleheke kaitseb paukelavhõbedat väliste ärrituste eest ja suurendab lõhkeaine mõju. Kesta ülemine osa on tühi süütenööri asetamiseks. Enne tarvitamist see osa on täidetud saepuruga.

Paukelavhõbe-kapslid kardavad niiskust, asiitkapslid ei karda seda. Kapslid hoitakse plekist karpides, 100 tk. karbis. Kapsleid tuleb käsitseda väga ettevaatlikult, neid ei tohi kraapida seest- ega väljastpoolt.

**Süütenöörid.** Süütenööre on kahte liiki: aeglaselt- ja kiirpõlevad. Süütenöörid süütavad kapsli oma leegiga.

**Aeglaselt põlev** süütenöör koosneb musta rohu südamikust ja kestast. Südamikku on asetatud 1—3 salpeetriga imbutatud puuvillaniiti, et nöör põleks katkestamatult. Südamikku ümbritsev kest koosneb kolmest kanepiniitide mähisest, keskmine mähis on imbutatud asfaldiga või guttapertsiga, väline mähis on pigistatud. Selle süütenööri põlemiskiirus on õhus umbes 1 cm/sek. ja vee all umbes 2 cm/sek. Aeglaselt põleva süütenööri kokkuhoidmiseks võib tarvitada salpeetrilahuga imbutatud süütetahti, mis seotakse süütenööri otsa. Süütetahi hõõgumiskiirus tuulevarjus on umbes 0,5 cm/min.

**Kiirpõleval** süütenööril on südamikus musta rohu asemel mitmesuguste kiirpõlevate ainete segu. Nende süütenööride põlemiskiirus on 30 kuni 300 m/sek. Neid kasutatakse mitme laengu süütamiseks korraga.

Ühendamiseks lõhkekapliga lõigatakse süütenööri ots ristlõikega maha ja asetatakse temale kapsel. Pärast seda kapsli lahtine ots pigistatakse kinni ja kapsel ühes nööriotsaga asetatakse detonaatorpakukese kapsliauku. Nööri teine ots lõigatakse süütamiseks poolviltu maha.

**Lõhkenööril** ehk detoneerival süütenööril on südamikuks detoneeruv aine, mis on ümbritsetud niidist põimitud veekindla mähisega või paigutatud painduvasse metallkesta. Nööri detonatsioonikiirus on ligi 6000 m/sek. Detoneeruvat süütenööri kasutatakse mitme laengu üheaegseks detoneerimiseks.

#### 4. Detonatsiooni ülekandumine õhus.

Maksvate tõekspidamiste kohaselt detonatsiooni levimine lõhkeaines teostub lainete näol, mis oma iseloomu poolest on peaaegu sarnased helilainetele. Prantsuse teadlase Berthelot' teooria järele detonatsiooni levimine lõhkeaines teostub järgmiselt. Kui lõhkeaine kihi pihta antakse tugev hoop, mis tekitatud kas haamri löögiga või paukelavhõbe-kapsli detonatsioonist, siis lõhkeaine selles kihis tekib väga kiiresti suur soojus, mis kutsub esile kihi kiire lagunemise. Seega detonatsioonilaine all tuleks mõista kolme järgmist nähet, mis tekivad järjekorras üksteise järele:

- mehaaniline hoop;
- hoobi elavjõu muutumine soojuseks;
- lõhkeaine kihi kiire lagunemine soojuse mõjul.

Lõhkeaine algkihi lagunemisest tekkinud gaaside hoop kandub edasi järgmisele kihile, mistõttu selles tekivad samasugused nähted nagu esimeses jne. Niiviisi detonatsioon on detonatsioonilaine levimine lõhkeaine kihist kihti äärmiselt suure kiirusega.

Praktilised kogemused näitavad, et detonatsioon võib levida mitte ainult lõhkeaine keskkonnas, vaid teatud kaugustel ta kandub üle ühest lõhkeaine kihist teisele ka õhu ja teiste keskkondade kaudu. Detonatsiooni ülekandumine ühest lõhkeainest teise läbi teissuguse keskkonna oleneb vahepealse keskkonna iseloomust, lõhkeaine hulgast ja laengute kaugusest üksteisest. Seejuures vahetult detoneeritud või **alglangu** detoneerimisest vabanenud mehaaniline energia kandub üle seda laengut ümbritsevale keskkonnale (õhk, vesi, maa jne.), mille lähem kiht surutakse kõvasti kokku; lähema kihi surutis kandub edasi järgmisele jne. seni, kuni surve jõuab detoneeritava või **järglangu** juurde ja detoneerib selle.

Uurimused näitavad, et detonatsiooni ülekandumis- ehk surveaine liikumise energia on pöördvõrdeline kahe laengu vahel oleva kaugusega ja otsevõrdeline lõhkeaine hulgaga. Peale selle surveaine liikumise energia ja detonatsiooni ülekandumisvõime olenevad veel lõhkeaine iseloomust.

Lõhkeaineladude ja -tehaste ohtliku ümbruskonna määramiseks kasutatakse valemit

$$R = K \sqrt{P},$$

milles R on ohtlik kaugus, millel võib toimuda detonatsiooni ülekandumine õhus, P — lõhkeaine kaal kg ja K — arvtegur, mis oleneb lõhkeaine liigist, keskkonnast jms. K suurus on 5 kuni 10.

Õhk on soodsaim keskkond detonatsiooni ülekandumiseks, teised keskkonnad (kivid, maa, vesi) on selleks vähem soodsad. Seepärast granaadi kehas olev või kasti pakitud lõhkeaine on vähem tundlik kui lahtine.

Purustustöödel kasutatakse detonatsiooni ülekandumist õhus mitme laengu detoneerimiseks korraga.

Üle 5000 m/sek. detonatsioonikiirusega lõhkeainete detonatsiooni ülekandumiskaugused õhus (kui ei ole laengute vahel ülekandmist takistavaid esemeid) on:

200 g laengul — kuni 0,3 m,

1 kg laengul — kuni 1,0 m.

## VISKAVAD LÕHKEAINED EHK ROHUD.

### 1. Üldised omadused.

- Viskavad lõhkeained peavad vastama järgmistele nõuetele:
- olema ohutud valmistamisel, hoidmisel, veol ja kasutamisel;
  - hõlpsasti plahvatama viskelaengu süütamisel;
  - olema stabiilsed pika-ajalisel hoidmisel;
  - omama võrdlemisi aeglast põlemiskiirust;
  - võimaldama määrata vajalist põlemiskiirust ja -kestust;
  - põlema ühtlaselt, et saada igas viskelaengus ühtlast rohugaaside survet ja mürskude algkiirust;
  - peavad täiesti ära põlema ja andma vähima leegi ja kõla.

Kaasajal kasutatakse sõjaasjanduses viskelaengutena ainult suitsuta rohte; varemalt kasutati selleks otstarbeks musta rohtu.

### 2. Must rohi.

**Ajaloolised andmed.** Must rohi on vanim lõhkeaine, mida kasutati ja kasutatakse mõneks otstarbeks veel praegugi nii sõjaväes kui ka tööstuses. Kauemat aega arvati, et musta rohu on esimesena valmistanud munk Berthold Schwartz, kuid viimased ajaloolised uurimused räägivad selle vastu. On tõenäone, et mustale rohule sarnanev lõhkeaine oli tarvitusel Hiinas palju aega enne seda, kui must rohi võeti tarvitusele Euroopas. Ka vanad kreeklased tarvitasid süüteainet, mille koosseisus oli väävlit. Siiski on enam-vähem tõenäone, et must rohi võeti tarvitusele tulirelvades XIII sajandi lõpul. Sellest ajast saadik must rohi oli umbes 500 aasta jooksul ainsamaks lõhkeaineiks, mida tundis inimsugu ja mida tarvitati mitmesugusteks otstarbeteks, nagu laskerohuna laskmisel tuli relvadest, purustuslaengutena purustustöödel ja granaatide, pommid ja miinide lõhkelaenguna. Ainult XIX s. teisel poolel prantsuse pürotehnik Vieille'il õnnestus valmistada püroksüülinist suitsuta rohtu, mille ballistilised omadused olid palju paremad kui mustal rohil. Sellest ajast saadik must rohi kui viskav lõhkeaine on kaotanud oma tähtsuse. Sõjaväes kasutatakse

musta rohtu praegu peamiselt paukpadruneis, praktikamürskude täitmiseks, suitsuta rohu süütelaenguna ja šrapnelli lõhkelanguna.

**Musta rohu valmistamiseks** tarvitatakse puusütt, mida saadakse puu utmisel; 270°C juures saadakse pruuni sütt, kuna 380°—430° temperatuuri juures — musta sütt. Pruun süsi süütub kergemini kui must süsi. Salpeetritest tarvitatakse kaalisalpeetrit, mis on vähem tundlik niiskuse suhtes. Looduslik väävel pole puhas ja seda peab enne tarvitamist puhastama.

Musta rohu valmistamine teostub üldjoontes järgmiselt:

— algained jahvatatakse eraldi põhjalikult läbi ja siis segatakse üksteisega;

— saadud segu jahvatatakse uuesti pronkskuulidega anumais ja pärast seda segatakse veel kord puukuulikes-tega anumais;

— järgnevalt segu niisutatakse veidi ja jahvatatakse veel kord rohuveskis; seejuures salpeetriosad liituvad tihedasti väävli ja söega;

— saadud rohumass pressitakse hüdrauliliste presside abil ja pärast seda purustatakse teradeks, millised kivistatakse ja poleeritakse. Poleeritud rohi on vähem hügrokoopne. Pressitud mustast rohust prisma-, kera- ja kettakujuliste laengute saamiseks kasutatakse automaatseid aurupresse.

**Musta rohu koosseis.** Harilik sõjaväes tarvitusel olev must rohi on salpeetri, väävli ja söe mehaaniline segu, mille koosseis on kaalu poolest keskmiselt järgmine: kaalisalpeetrit ( $\text{KNO}_3$ ) 75%, väävli 10% ja sütt 15%.

See ainete protsentuaalne koosseis on juba vanast ajast püsinud ilma suurema muutuseta. Ainult väikesi kõikumisi tuleb ette olenevalt rohu sortidest ja otstarbest. Allpooltoodud tabel näitab mõne riigi sõjaväes valmistatud musta rohu koosseise.

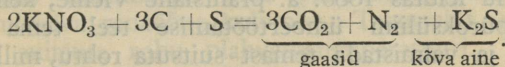
Riik	Salpeetrit	Väävli	Sütt
Prantsusmaa	75%	12,5%	12,5%
suurtükirohi . . . . .	75%	12,5%	12,5%
püssirohi . . . . .	77%	8%	15%
Saksamaa . . . . .	74%	10%	16%
P. A. Ü . . . . .	76%	10%	14%
Inglismaa, Vene, Itaalia, Rootsi ja Türgi . . . . .	75%	10%	15%

**Salpeeter** on aine, mille koosseisus on palju **hapnikku**, mis eraldub kergesti soojendamisel. Seega salpeeter võimaldab segu põlemist ka kinnises ruumis.

**Süsi** on **põletusaine**, mis plahvatusel ühineb kergesti hapnikuga ja annab hulga kõrge temperatuuriga gaase.

**Väävel** on **ühendajaks** aineks söele ja salpeetritele, andes rohu teradele vajaliku tugevuse. Ta teeb rohu vastupidavamaks niiskusele ja hõlbustab rohu süütamist ja põlemist ning tõstab plahvatustemperatuuri, kuid suurendab plahvatusel tekkivate kõvade ainete protsenti. Väavli protsendi muutmisega muutuvad ka rohu ballistilised omadused. Salpeetri % suurendamine ja söe % vähendamine suurendab rohu põlemiskiirust.

**Musta rohu omadused.** Must rohi võib kergesti plahvatada nõrgast välisest ärritusest. Musta rohu plahvatusreaktsioon on kaunis keerukas. Üldjoontes võiks seda ette kujutada järgmiselt:



Peale selle plahvatusel tekib süsihapend (CO), millest olenevalt must rohi on mittetäielise põlemisega lõhkeaine, ja kaalisulfaat (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), mis tekitab suitsu.

Must rohi on tundlik niiskuse vastu ja niiskumisel muutub kõlbmatuks. Plahvatusel ainult 40—45% musta rohu laengust muutub gaasideks. Lahtises õhus musta rohu rada põleb kiirusega umbes 3 m/sek. Musta rohu detonatsioonikiirus on umbes 300—400 m/sek.

Võrreldes suitsuta rohtudega mustal rohul on rohkesti **puudusi**, millest tähtsaimad on järgmised:

- ainult pool temast muutub gaasideks, mis annavad kasulikku tööd;
- ta kardab niiskust, seepärast tema hoidmine on tülikas;
- ta annab suitsu, mis on taktikaliselt halb ja mustab tulirelva õõnt;
- tal on nõrgemad ballistilised omadused kui suitsuta rohul — võrdse rohugaaside surve saavutamiseks peab võtma musta rohtu kaalu poolest peaaegu kolm korda rohkem kui suitsuta rohtu;
- ta on tundlik keemiliste ja mehaaniliste ärrituste suhtes, mistõttu tema hoidmine ja kasutamine on ohtlik ja tülikas.

- Vene sõjaväes tarvitati järgmisi musta rohu liike:
- sõjaväepüssidele (peeneteraline) — terade läbimõõt 2—5 punkti;
  - väljasuurtükkidele — terade läbimõõt kuni 1 cm; vanasti kasutati seda rohtu siledaõoneliste suurtükkide viskelaengu rohuna, praegu — mürskude täitmiseks;
  - ranna- ja kindlusesuurtükkide rohtu kuueta huliste prismade kujul, mille pikkus oli 24 mm ja paksus 32 mm; iga prisma sees oli 7 kanalit.

### 3. Suitsuta rohud.

**Ajaloolised andmed.** Arvesse võttes musta rohu negatiivseid omadusi, püüti leiutada niisugust viskavat lõhkeainet, millest oleks kõrvaldatud musta rohu puudused. Uue sobivama rohu leiutas 1885. a. prantslane Vieille, kellel õnnestus muuta püroksüliini ümbertöötamise teel tema plahvatusomadusi ja valmistada temast suitsuta rohtu, millist praegusaajal kasutatakse ka suurimate kaliibritega suurtükkides viskava lõhkeainena.

Vieille valmistas kollooidumpuuvillast (lahustuvast püroksüliinist) püroksüliinrohu, mis andis katsetel 640 m/sek. algkiiruse, kusjuures rohugaaside surve ei ületanud 2400 kg cm<sup>2</sup> peale. Katsed õnnestusid sedavõrd, et juba 1886. a. prantslased võtsid tarvitusele selle rohu oma püsside jaoks ja asutasid kolm suitsuta rohu tehast.

Vieille valmistas suitsuta rohu püroksüliini **želatiinimise teel**, mille tõttu rohule võis anda vajaliku tiheduse ja kuju. Želatiinimise teel võib reguleerida püroksüliini lagunemiskiirust nii, et korraga ei teki suurt rohugaaside survet laskeriista õõnes, vaid rohi laguneb algul oma süütamiskohas ja siis see protsess levib läbi kogu aine võrdlemisi aeglase kiirusega.

Vieille leiutas laienes mõne aasta jooksul kogu Euroopas. Püroksüliinist valmistati mitmesuguseid suitsuta rohte, mille koosseisu kuulusid püroksüliin ja nitroglütseriin. Üldiselt 1890—1892. a. oli suitsuta rohu valmistamine kogu Euroopas juba kindlal alusel ja musta rohu tarvitamine ja tähtsus sõjaasjanduses vähenes samm-sammult.

**Suitsuta rohtude valmistamine** põhjeneb püroksüliini ja nitroglütseriini omadusel sulada teatavais lahustajais ning

seega moodustada plastilise massi (želatiini), mille detonatsioonikiirus ja purustusjõud on märksa vähemad ning millele võib anda mitmekesist suurust ja kuju (tera-, leht-, riba-, nõör-, toru-, rõngas-, kuup-, plaatkuju jne.). Suitsuta rohu terade suurus ja kuju määravad rohu põlemiskiiruse. Peale selle suitsuta rohu olund on nii ühtlane ja tugev, et terad kogu põlemise kestel ei muuda oma kuju gaaside survega, seega on ka põlemine ühtlasem.

Želatiinitud püroksüliin ja nitroglütseriin põlevad pikaldasemalt kui algained ja on palju tuimemad ning vähem ohtlikud tarvitamisel.

Suitsuta rohtude püsivuse tõstmiseks lisatakse neile juurde lisaaineid, mida nimetatakse **stabilisaatoreiks**, nagu kamper, tsentraliit, difenüülamiin, vaseliin jms.

Peale selle suitsuta rohtudele lisatakse juurde niisuguseid lisaaineid, mis vähendavad rohu plahvatustemperatuuri, et ära hoida tulirelva rauaõõne kulumist. Tsentraliit ja vaseliin vähendavad suitsuta rohu plahvatustemperatuuri.

Vastavalt oma keemilisele koosseisule suitsuta rohud jagunevad **püroksüliin-** ja **nitroglütseriinrohtudeks**.

Meie kaitsevæes tarvitatakse neid mõlemaid.

Prantsusmaa, Venemaa, Belgia ja P.-A. Ühendriigid tarvitavad peamiselt püroksüliinrohte, kuna Inglismaa ja Itaalia — nitroglütseriinrohte.

Saksamaa, Austria, Jaapan, Rootsi jt. tarvitavad püsside ja väiksemakaliibriliste suurtükkide jaoks püroksüliinrohte, kuna suuremate suurtükkide jaoks nitroglütseriinrohte.

Suitsuta rohtude valmistamiseks tarvitatakse nii laskepuuvilla kui ka kolloodiumpuuvilla.

**Püroksüliinrohtude valmistamine ja koosseis.** Püroksüliinrohtusid valmistatakse juba varemalt kirjeldatud püroksüliinidest. Rohu peamassi moodustab lahustamatu püroksüliin ehk laskepuuvill ( $C_{24}H_{29}O_9(NO_3)_{11}$ ), millele lisatakse juurde 15—40% lahustuvat püroksüliini ehk kolloodiumpuuvilla ( $C_{24}H_{31}O_{11}(NO_3)_9$ ). Lahustuva püroksüliini olemasolu mõjub tunduvalt laskerohu ballistilistele omadusile, vähendades rohu põlemiskiirust ja purustusjõudu. Muutes suitsuta rohu koosseisus ühe või teise püroksüliiniliigi %, võib valmistada kohaseimaid rohuliike vastava tulirelva jaoks. Näiteks vintpüsside

(kiiremini põleva) rohu jaoks on kolloodiumpuuvilla % väiksem, kuna suurtükide (aeglasemalt põleva) rohu jaoks on kolloodiumpuuvilla % suurem.

Teiseks abinõuks rohu ballistiliste omaduste muutmiseks on roheterade ja -lintide paksuse ja suuruse muutmine, sest ühes terade suurenemisega muutub aeglasemaks ka rohu põlemiskiirus.

Püroksüline segatakse rohu liigile vastavas koosseisus, mille järgi algab püroksüliinide **želatiinimine**. Želatiinimisaineiks on piirituse ja eetri segu. Lahustuv püroksüliin lahustub piirituse ja eetri segus ja moodustab kleepuva želatiinitaolise massi (kolloodium), mille juurde segatakse lahustamatut püroksüliini. Selle tagajärjel saadakse paks ja ühtlane, füüsiliselt homogeenne mass. Mõnikord tarvitatakse želatiinimisainena ka äädikaetrit<sup>1)</sup> või atsetooni<sup>2)</sup>, mis lahustavad igasuguseid püroksüliine. Pärast seda želatiinitud püroksüliinide mass pressitakse lintideks, tablettideks või torudeks (makaronid) — suurtükirohu jaoks, või lindid lõigatakse peeneks — püssirohu jaoks. Selles seisukorras nad kuivatatakse, et eraldada lahustajaid, ja proovitakse nende püsivust.

Hea rohi peab olema füüsiliselt homogeenne ja ühtlast värvi (kollakas kuni tume pruun, mõnikord ka must); terade pind ja sisemus peab olema ühtlane ja puhas. Terade suurus ja paksus peab olema täiesti ühesugune; terad ja lindid peavad olema küllalt elastsed. Rohu püsivuse tõstmiseks lisatakse temale juurde niisuguseid aineid (stabilisaatoreid), mis pidurdavad tema lagunemist. Stabilisaatoreina kasutatakse praegu kõige rohkem difenüülamiini<sup>3)</sup>. Püroksüliinrohtude koosseis on antud lisas nr. 2.

**Püroksüliinrohtude kasulikkudeks omadusteks** on plahvatusgaaside suur maht (Vo) ja asjaolu, et nad nitroglütseriinrohtudest madalama plahvatustemperatuuri tõttu ei kuluta nii ruttu rauaöösi.

Nende **kahjulikud omadused** on järgmised:

— rohugaaside potentsiaalne energia on väiksem kui nitroglütseriinrohtudel, seepärast peab võtma suuremad laengud;

1)  $\text{CH}_3\text{COO.C}_2\text{H}_5$ .

2)  $\text{CO}(\text{CH}_3)_2$ .

3)  $\text{NH}(\text{C}_6\text{H}_5)_2$ .

— võrreldes nitroglütseriinrohtudega suurem hügrokoop-  
sus;

— hapnikuvaesus, mistõttu plahvatusel tekib mürkgaase  
(CO), milline asjaolu tekitab järeltule suurtükiraudades.

### **Nitroglütseriinrohtude valmistamine ja koosseis.**

Nitroglütseriinrohtusid valmistatakse nitroglütseriinist, püroksü-  
liinist ja veel mingisugusest lisandist, n.n. „**stabilisaatorist**“,  
mille ülesandeks on anda rohule suuremat püsivust. Nitro-  
glütseriinrohtude hulka kuuluvad ballistiit ja kordiit.

**Ballistiit** on koostatud Alfred Nobel'i poolt ja sisaldab  
50% nitroglütseriini ja 50% kolloodiumpuuvilla, milledele  
stabilisaatorina on juurde lisatud 1—2% difenüülamiini.

Selle rohu valmistamiseks võetakse 6—8 kaaluosa nitro-  
glütseriini ja segatakse see (+6° C kuni +8° C juures) ühe  
kaaluosa kolloodiumpuuvillaga. Saadud segu pressitakse, et  
eraldada nitroglütseriini ülejääk, siis segu kuumutatakse +60°  
kuni +90° C; seejuures nitroglütseriin lahustab kolloodium-  
puuvilla ja saadakse ühtlane želatiinitaoline mass. See mass  
pressitakse ja lõigatakse teradeks, andes seejuures teradele  
soovitud kuju ja suuruse.

Ballistiidi valmistamisel želatiinimisaineiks on nitroglütse-  
riin. Ballistiiti kasutatakse peamiselt Saksamaal, Itaalias,  
Austrias ja meil.

**Kordiit** on koostatud inglise keemiku Abel'i poolt (Kor-  
diit Mark I). Ta sisaldab 37% püroksüliini (12,5% lämmas-  
tikku, lahustatavus 10—12%), 58% nitroglütseriini ja 5%  
vaseliini. Kordiidi valmistamisel püroksüliini lahustamine  
nitroglütseriinis teostub atsetooni abil, kusjuures mõlemad  
lõhkeained lahustuvad atsetoonis ja moodustavad paksu pruuni  
taigna. Sellest taignast valmistatakse tarvilise kujuga rohu-  
teri, milliseid kuivatatakse atsetooni eraldamiseks. Kuna  
kordiidis nitroglütseriini % on väga suur, siis kordiidi plahvatus-  
temperatuur on väga kõrge (2800°), mistõttu tulirelvade raua-  
õõned kuluvad ruttu. Selle puuduse kõrvaldamiseks inglased  
vähendasid nitroglütseriini % kuni 25—30%. **Kordiit M. D.**  
sisaldab 30% nitroglütseriini ja **R.D.B.** — 25%. Nitroglütse-  
riinrohtude koosseise on toodud lisas nr. 2.

**Nitroglütseriinrohtude kasulikud omadused** on järg-  
mised:

— hapnikurikkus — seetõttu järeltule oht on väiksem;

— kõrge plahvatustemperatuur, mis suurendab rohu potentsiaalset energiat ja võimaldub vähendada viskelaengu kaalu;

— aine keemilist lagunemist võib ära tunda sellest, et toorsiidist rohu kott muutub kollaseks.

**Kahjulikud omadused:** — kõrge plahvatustemperatuur, mis kulutab kiiresti rauaöösi; — nitroglütseriini väljahigistumine madala õhutemperatuuri juures.

**Suitsuta rohtude füüsilised omadused.** Väiselt kõik suitsuta rohud sarnanevad sarvullusega. Püroksüliinrohud on värvilt tumekollased, pruunid või hallid; nitroglütseriinrohtude värv vaheldub helekollasest kuni tumepruunini. Suitsuta rohud harilikult on **kõvad** ja **elastsed**; ainult kordiit on nii pehme, et teda võib löigata noaga. Suitsuta rohtude keskmine erikaal on umbes 1,6, gravimeetriline tihedus umbes 0,7.

Suitsuta rohi ei karda niiskust, sest vee ja niiskuse mõjul tema koosseis ei muutu. Vees ta imeb endasse niiskust ainult kuni 3%. Niiskunud rohu võib muuta kuivatamise teel kõlblikuks, kuigi ta seejuures muudab oma ballistilisi omadusi.

Kõrge temperatuur ja järsud temperatuuri muutused mõjuvad halvasti suitsuta rohtudele. Mõlemal juhtumil tekib rohu lahustaja auramine ja ühes sellega väheneb rohu keemiline stabiilsus (püsivus). Temperatuuril alla 20° C suitsuta rohi hoidub hästi alal. Tõuseb aga temperatuur sellest 5° võrra kõrgemale, siis lagunemiskiirus suureneb kahekordselt. Ka temperatuuri kõikumised niiskuse olemasolul kutsuvad esile rohu lagunemise.

**Suitsuta rohtude keemilised omadused.** Püroksüliinrohus on peale püroksüliinide veel teatav % želatiinimisainet ja niiskust. Kui eraldada need želatiinimisained, siis rohi muutub jälle muredaks algaineks (püroksüliin).

Suitsuta rohtude kauaaegne hoidmine näitab, et neis olev lahustaja võib ajajooksul ära aurata. See ei ole soovitav, sest rohi võib seega muuta oma ballistilisi omadusi. Suitsuta rohtude koosseisu muutmiseks vältimiseks pikaajalisel seismisel peab neid hermeetiliselt pakkima.

**Suitsuta rohtude põlemine.** Suitsuta rohud on raskesti süüdatavad süütekapsli abil. Raske süütumise korral tuleb täiendada suitsuta rohtude viskelaenguid mustast rohust süütelaenguga. Üldiselt nitroglütseriinrohud süütuvad pare-

mini. Plahvatusel kõik suitsuta rohud lagunevad täielikult gaasaineteks. Lagunemise aineteks on  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  ja vähe  $\text{CH}_4$ . Seepärast laskmise juures ei teki mustust tulirelva õones.

Suitsuta rohtude potentsiaalne energia on umbes 3 korda suurem kui mustal rohul. Nii 5 kg kordiiidi energia on ekvivalentne 21,8 kg musta rohu energiaga. Seepärast ühe ja sama energia saavutamiseks suitsuta rohu laeng peab olema  $2\frac{1}{2}$ —3 korda vähem musta rohu omast. Suitsuta rohud oma kõrge plahvatustemperatuuri tõttu põhjustavad tulirelva rauaõõne kulumist ja koos õhuniiskusega tekitavad rauaõõnde roostet.

### **Suitsuta rohtude positiivsed omadused on:**

- aeglane põlemine, mis võimaldab tarvitada suuremaid viskelaenguid ja pikemaid tulirelva raudu;
- umbes kolm korda suurem potentsiaalne energia kui mustal rohul;
- võimalus valmistada neist mitmekesise kujuga ja suurusega rohuteri, mistõttu saavutatakse vajalikud ballistilised omadused (põlemiskiirus, millest oleneb rohu-gaaside surve ja algkiirus);
- nad annavad vähe suitsu, mis on tähtis taktikaliselt relva kasutamisel;
- pärast laskmist jääb neist raua õõnde vähe jäänuseid;
- nende tarvitamisel on võimalik kasutada metallkesti (hülsse);
- nad ei karda niiskust ja neid võib kasutada ka pärast märgumist.

### **Suitsuta rohtude negatiivsed omadused on järgmised:**

- nende kõrge plahvatustemperatuur, mis soodustab rauaõõne kulumist;
- raske süüdatatus — viskelaengutele tuleb süütamiseks juurde lisada musta rohu süütelaeng;
- tundlikkus kõrgemate temperatuuride vastu, mille tagajärjel tekib isesüttimine;
- nad on võrdlemisi kallid.

Teine jagu.

## Siseballistika.

IV peatükk.

### SISEBALLISTIKA AINE.

**Ballistika on õppeaine, mis käsitleb visatud kehade (mürsud, kuulid) liikumise küsimusi.** Sõna „ballistika“ on pärit kreeka keele sõnast „ballein“ — viskama.

Esimesi teaduslikke uurimusi ballistika küsimuste alal tegi Nicolas Tartaglia. Tema kirjutas kaks teost: „Uuest teadusest“ (1537. a.) ja „Igasugused küsimused ja leiutised“ (1546. a.). Esimeses neist autor uuris mürskude lendu, teises selgitas mürskude liikumise teooriat, rohugaaside tegevust, suurtükkide sihtipanemist jne. Sama autor koostas kirjelduse kvadrandi tarvitamisest ja tõestas, et suurimat laskekaugust saavutatakse laskmisel  $45^\circ$  tõstenurga all. Tema konstateeris esimesena avalikult, et visatud keha lendjoon on kogu oma pikkusel kõver. Umbes 100 a. hiljem tõestati, et keha liikumine õhuta ruumis on parabool. Veel 100 aastat hiljem Newton esimesena uuris õhktakistuse mõju keha liikumisele ja leidis, et see on otsevõrdeline keha liikumiskiiruse ruuduga. Pikeruguste pöörlevate mürskude liikumist uuris esimesena tuntud itaalia suurtükiväelane krahv Saint-Roberto (1860. a.).

Mürsk liigub algul tulirelva rauaõones ja pärast õhus. Mürsu liikumistingimused tulirelva rauaõones ja õhus on isesugused. Seepärast ballistika jaotatakse sise- ja välisballistikaks.

Siseballistika käsitleb mürsu liikumist rohugaaside otsesel mõjul ja kõiki nähteid, mis tekivad tulirelva rauaõones ühenduses viskelaengu rohu plahvatusega.

Siseballistika ala lõpeb mürsu liikumise sel momendil, millal kaob rohugaaside otsene mõju mürsule. See mõju lõpeb pea-aegu kohe pärast mürsu väljumist tulirelva raua suudmest. Sellest tingitult võib öelda, et **siseballistika käsitleb nähteid, mis tekivad lasu ajal tulirelva rauaõones.**

**Välisballistika käsitleb mürsu liikumist pärast rohugaaside otsese mõju lõppemist.** Piirjoon sise- ja välisballistika alade vahel on mõne meetri kaugusel tulirelva raua suudmest. Küsimuse lihtsustamiseks oletame, et see piirjoon ühtub tulirelva raua suudmega.

Siseballistikas uuritakse järgmisi tähtsamaid küsimusi:

- rohu põlemise seadusi (pürostaatika);
- rohugaaside survet mürsule, tulirelva rauaõone seintele ja urviosale (pürodünaamika);
- rohugaaside surve ja mürsu algkiiruse olenevust laskmise tingimustest.

Kuna nende küsimuste uurimise teostamine lasu momendil on väga keerukas, siis lihtsustatakse ülesannet sel viisil, et esmalt uuritakse nähet olenevalt ainult üksikuist tingimustest. Pärast järkjärgult arvestatakse järjest suurema arvu tingimuste mõju nähtele. Näiteks rohu põlemise katsetamist ei toimetata tulirelva rauaõones lasu hetkel, vaid tehakse seda esmalt muutmatu mahus. Selleks plahvatatakse katsetatavaid rohtusid n.n. manomeetrilistes pommides, kus võib ära määrata teatud kaaluosa rohu põlemise seadusi. Kui katsetega on kindlaks määratud rohu põlemisseadused, minnakse üle rohugaaside surve ja mürsu algkiiruse määramisele tulirelva rauaõones, kus rohugaaside maht on alatasa muutuv mürsu liikumise tõttu jne.

Uurides rohugaaside survet tulirelva rauaõone seintele, võib määrata vajaliku raua tugevuse, silmas pidades tulirelva raua metalli elastsus- ja vastupanuteooriaid. Teades rohugaaside surve suurust raua urviosale, võib ära määrata lafeti vajaliku tugevuse. Kui on selgitatud rohugaaside surve mürsu põhjale, võib määrata iga suurtüki süsteemi jaoks kõige kasulikud ja sobivad rohuliigid, mürsud ja laadimistingimused, mis annavad vajaliku algkiiruse ja laskekauguse.

**Seega siseballistika on rakendusaineks suurtükkide laskemoona ja materjalosa alal.**

## ROHU PÕLEMISSEADUSED.

Rohu lagunemisprotsessi plahvatusel nimetatakse harilikult rohu põlemiseks. Rohu põlemisprotsessi juures eraldatakse kolme järgmist momenti (faasi):

- **süütumine** ehk põlemisprotsessi tekkimine rohu mingisuguses osas;
- **leekumine** ehk süütumisest tekkinud leegi (kuumade gaaside) laialivalgumine rohuterade pinnal;
- **põlemine** ehk leegi järkjärgune edasitungimine rohuterade sisemusse.

### 1. Rohu süütumine.

Lõhkeainete teooriast on teada, et igal lõhkeainel on oma kindel süütetemperatuur, mis kõigub umbes 200—300° C vahel. Musta rohu süütamiseks on vaja kiiresti kuumutada tema mingisugune osa kuni 270—320° C. Kui aga sama rohtu kuumutada aeglaselt, siis 120° juures tema koosseisus olev väävel hakkab sulama ja aurab ära. Seepärast musta rohu aeglane kuumutamine tekitab aine lagunemise algaineteks ilma plahvatuseta. Püroksüliinrohu süütetemperatuur on 170—200° C; see rohi süütub ka aeglasel kuumutamisel.

Ühe ja sama rohuliigi süütetemperatuur on muutuv. Ta oleneb rohu koosseisust, niiskuse %-st, terade kujust jms. Vähema niiskuse %-ga, nurgelisema ja krobelisema pinnaga rohuterade süütetemperatuur on madalam kui suurema niiskuse protsendiga ja siledama pinnalistel rohuteradel. Madalama temperatuuri juures tuleleek libiseb kergesti üle siledapinnaliste rohuterade pinna ja ei suuda kuumutada neid süütetemperatuurini. Peeneteraline rohi süütub kiiremini, sest väikesi teri leek ümbritseb paremini. Kuigi suitsuta rohu süütetemperatuur on madalam kui mustal rohul, siiski must rohi on kergemini süüdatav. Suitsuta rohu raske süütumine on tingitud rohuterade tihedast ehitusest, terade siledast pinnast ja võrdlemisi suurest niiskuse %. Eriti raskelt on süüdatav lindikujuline suitsuta rohi siis, kui linnid on asetatud piki laengu-

kambri telge. Seepärast leegi suurendamiseks suitsuta rohu viskelaengu süütekapslitele (kruvitongidele) või viskelaengutele lisatakse juurde mustast rohust süütelauenguid.

Juhtumit, kus viskelaengu süütamisel ei teki plahvatust, nimetatakse **tõrkeks**. Juhtumit, kus viskelaengu süütamisel tema plahvatus tekib hiljaksjäämisega, nimetatakse **viitlasuks** (**viitplahvatuseks**). Nii tõrge kui viitlask on soovimatud nähted. Tõrked vähendavad laskekiirust, sest luku laske mehhanismi mitmekordne tõmbamine või süütekapslite vahetamine võtab aega. Viitlasu korral võivad ette tulla õnnetused laskjatega, kui viskelaeng süütub, ja plahvatab pärast luku avamist. Õnnetuste vältimiseks suurtükilukud on varustatud kaitsemehhanismidega. Viimased takistavad luku avamist enne lasku ja tõrke puhul, kuni ei ole möödunud aeg, mille kestel viskelaeng võiks veel tekitada juhuslikku plahvatust.

## 2. Rohu leekumine.

Leekumisel on suur praktiline tähtsus rohu otstarbekohase põlemise seisukohalt, sest ainult üleni leekunud rohu põlemine toimub ühtlaselt ja ainult sel juhul on tagatud ühtlane gaaside tekkimine.

**Rohu leekumiskiiruseks nimetatakse kiirust, millega leek tungib edasi mööda rohuterade pinda, süüdates selle.** Rohu leekumiskiirus oleneb rohu liigist ja plahvatus-tingimusest. Näiteks: suitsuta rohu lint lahtises õhus ei leeku üleni, vaid põleb nagu paber või puulaast; püroksüülinrohu leekumis- ja põlemiskiirus lahtises õhus on võrdsed ja nimelt umbes 1 mm/sek.; must rohi leekub lahtises õhus palju kiiremini (1—3 m/sek.) kui suitsuta rohi.

Katsed näitavad, et musta rohu leekumiskiirus tõuseb järsult, kui vähegi tõsta rohugaaside survet. Näiteks musta rohu katmise korral kas või õhukese paberiga leekumiskiirus suureneb umbes kaks korda. Laengukambris, kus rohugaaside surve tõuseb kiiresti, musta rohu leekumine toimub silmapilkselt. Seetõttu ei tule ette viitlaskusid musta rohu viskelaengutega, kui need ei ole niisked.

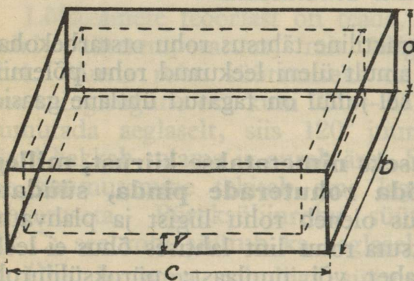
Kuna suitsuta rohud ei süütu ega ei leeku nii hästi kui must rohi, siis tõrgete ja viitlaskude vältimiseks lisatakse suitsuta rohu viskelaengutele mustast rohust väikesi süüte-

laenguid. Need süütelauengud tekitavad laengukambris kiiresti 10—20 atm. surve, mistõttu kuumad gaasid tungivad intensiivsemalt suitsuta rohu terakeste vahele ja seega põhjustavad nende kindla leekumise. Rohugaaside surve on tähtsaimaks teguriks, mis kiiresti suurendab rohu leekumiskiirust, ja seepärast võib kindlasti oletada, et laengukambris (üldse kinnises ruumis) viskelaengu leekumine on momentaanne.

### 3. Rohu põlemine.

#### a) Rohugaaside tekkimise seadus.

Põlemine on kuumade gaaside edasitungimine rohu sisse-  
 musse ehk gaaside tekkimisprotsessi arenemine rohuterade  
 sisemuses. Katsed näitavad, et pärast suitsuta rohtude süütumist ja leegi laialivalgumist üle aine kogu pinna, kuumad



Joon. 9.

gaasid hakkavad edasi tungima aine sisemusse. Seejuures rohuterad põlevad igast küljest ühtlaselt, s. o. põlemisprotsess toimub kontsentriliste kihtide kaupa<sup>1)</sup>. Seetõttu teatava aja (näiteks 0,0001 sek.) vältel leek tungib ainesse igast küljest ühesugusele sügavusele  $v$ , kui aine on ühtlane oma ehituse ja koosseisu poolest. Kui kõik rohutera joonmõõdud vähenevad põlemisel ühe ja sama pikkuse  $2v$  võrra, siis rohutera kuju kujuneks ajavahemiku  $t$  möödumisel niisuguseks, nagu näidatud joonisel 9 katkendiliste joontega. Ajavahemiku  $t$  vältel põleb ära niipalju rohutera ainet, kuipalju seda mahub pidevate ja katkendiliste joontega tähendatud pindade vahele.

Kui rohutera maht enne põlemist on  $abc$ , siis 0,0001 sek. pärast see maht  $= (a-2v).(b-2v).(c-2v)$ . Seepärast rohutera

<sup>1)</sup> Suitsuta rohud põlevad alati kontsentriliste (paralleelsete) kihtide kaupa. Must rohi võib sel viisil põleda ainult suure tiheduse (1,8) juures.

äräpölenud osa maht  $= abc - (a-2v).(b-2v).(c-2v) = abc - abc + (2ab + 2bc + 2ac)v - (4a + 4b + 4c)v^2 + 8v^3$ .

Kuna  $v$  on tegelikult väga väike suurus (1 mm/sek. põlemiskiiruse juures vähem kui 0,0001 mm), siis  $v^2$  ja  $v^3$  on veel vähemad suurused, mille korrutisi kui väga väikesi, võrreldult valemite teiste liikmetega, võib jätta ära, ilma et sellest tekiks suuremat viga.

Selle oletuse juures oleks rohutera äräpölenud osa maht võrdne

$$2v(ab + bc + ac).$$

**Näide.** Kui suitsuta rohu lindi mõõdet oleksid  $a = 2,2$  mm,  $b = 35$  mm ja  $c = 235$  mm, siis  $abc = 18\,095$  mm<sup>3</sup>;  $2v(ab + bc + ac) = 1,7044$  mm<sup>3</sup>; (teised suurused valemis oleksid  $1089,10 \cdot 10^{-8}$  ehk  $0,00001089$  mm<sup>3</sup> ja  $8,10 \cdot 10^{-12}$  ehk  $0,000000000008$  mm<sup>3</sup>).

Rohutera äräpölenud osa kaal  $K = (2ab + 2bc + 2ac)ve$ , milles  $e$  on rohu erikaal.

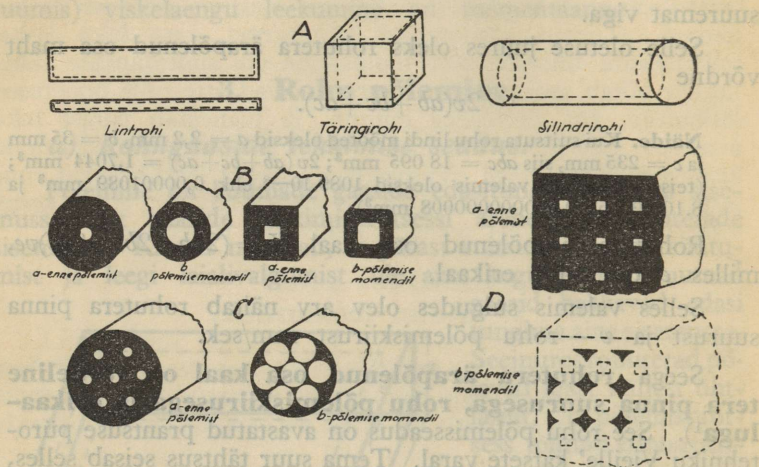
Selles valemis sulgudes olev arv näitab rohutera pinna suurust ja  $v$  — rohu põlemiskiirust mm/sek.

Seega rohutera äräpölenud osa kaal on võrdeline tera pinna suurusega, rohu põlemiskiirusega ja erikaaluga<sup>1)</sup>. See rohu põlemisseadus on avastatud prantsuse pürotehniku Vieille' katsete varal. Tema suur tähtsus seisab selles, et ta võimaldab reguleerida rohutera mõõdete muutmise teel teatava aja vältel äräpöleva rohu kvantumit ning gaaside tekkimist suurtükiraua õõnes lasu momendil.

Peab veel märkima, et rohutera pinna suurus võib põlemise kestusel alatasa väheneda, nagu seda näeme täringi-, tableti-, silindri-, niidi- ja vähemal määral lindikujulise tera juures (joon. 10, A). Niisugust rohtu nimetatakse **regressiivseks rohuks**. Rohtusid, mille terade pind jääb põlemise kestusel ühesuuruseks, nimetatakse **jääva põlemispinnaga rohtudeks**, nende hulka kuuluvad toru-(makaroni-)kujuliste teradega rohud (joon. 10, B). Rohtusid, mille terade põlemispind suureneb põlemise kestusel, nimetatakse **progressiivseteks rohtudeks**, nende hulka kuulub ameerika rohi (joon. 10, C), mille terad on silindrikujulised ja 7—19 kanaliga. Progressiivsete rohtude hulka kuulu-

<sup>1)</sup> Seejuures tuleb oletada, et rohu leekumine toimus silmapilkselt ja et kõik rohuterad on ühesugused. Seepärast kõik, mis on öeldud üksiku rohutera kohta, on maksev ka kogu rohule.

vad ka Kisnemski rohud (joon. 10, D), mille terad on prisma-  
kujulised ja mille sees on ruudukujulise ristlõikega kanalid.  
Ideaalseiks progressiivseiks rohtudeks oleksid nn. **soomustatud**  
**rohud**, mille terade välispind oleks kaitstud põlemise eest nii,  
et tera põleks ainult seestpoolt.



Joon. 10.

### b) Rohu põlemiskiirus.

**Rohu põlemiskiiruseks** nimetatakse rohu põlemis-  
protsessi levimiskiirust rohterade sisse. Kui  
rohterade suurus on ühesugune, siis nende põlemiskiirus on  
ühtlasi ka rohu põlemiskiiruseks. Rohu põlemiskiirusele mõju-  
vad mitmesugused tegurid, milledest tähtsaimad on rohu koos-  
seis, rohu tihedus, laadimistihedus, rohugaaside surve, viske-  
laengu temperatuur, niiskus, rohutera suurus ja kuju.

**Rohu koosseis.** Mida suurem on suitsuta rohus laskepui-  
villa %, seda suuremaks tõuseb rohu põlemiskiirus. Eespool  
on selgitatud, et rohu põlemiskiirust võib muuta, kui rohule  
juurde lisada teisi aineid. Näiteks musta rohu põlemiskiirust  
suurendatakse salpeetri protsendi suurendamisega või söe prot-  
sendi vähendamisega.

**Rohu tihedus on rohu üksiku tera (aine) erikaal.** Näiteks musta rohu tihedus on 1,2 ja suitsuta rohtudel —1,6—1,7. Mida suurem on rohu terade tihedus, seda raskemalt pääsevad kuumad gaasid terade sisemusse ja seepärast on ka aeglasem rohu põlemiskiirus. Katsed on tõestanud, et **mida suurem on rohu tihedus, seda aeglasem on tema põlemiskiirus.**

**Laadimistihedus.** Laadimistiheduseks nimetatakse viskelaengu kaalu ja laengukambri mahuga võrduva vee kaalu suhet.

Laadimistihedus  $\Delta = \frac{K}{Ve}$ , milles  $K$  on viskelaengu kaal grammides,  $V$  — laengukambri maht  $\text{cm}^3$  ja  $e$  — vee erikaal ( $e = 1$ ).

Näiteks, kui suitsuta rohu viskelaengu kaal  $K = 800$  g ja laengukambri maht  $V = 4000 \text{ cm}^3$ , siis laadimistihedus

$$\Delta = \frac{800}{4000 \cdot 1} = 0,2.$$

Seega laengukambri iga mahuühiku ( $\text{cm}^3$ ) peale tuleb 0,2 rohu kaaluühikut (g). Kui laengukamber on tühi, siis  $\Delta = 0$ . Maksimaalne laadimistihedus võrdub rohu gravimeetrilise tihedusega.

**Rohu gravimeetriliseks tiheduseks nimetatakse rohu kaalu ja selle rohu mahuga võrduva veemahu kaalu suhet.**

Gravimeetriline tihedus  $\Delta' = \frac{K}{V'e}$ , milles  $V'$  on rohumahut.

Seega rohu gravimeetriline tihedus on viskelaengu erikaal, mis oleneb üksikute rohuterade või aine tihedusest, terade suurusest, kujust ja nende liituvuse tihedusest laengus. Näiteks musta rohu gravimeetriline tihedus võib ulatuda kuni 1,0 ja suitsuta rohtudel kuni 0,5—0,7. Gravimeetriline tihedus on alati väiksem rohutera tihedusest, sest rohuterade liitmisel laenguks jääb alati nende vahele teatav tühi ruum. Kui laengukamber on täidetud rohuga, siis  $\Delta = \Delta'$ , sest  $V = V'$ .

**Näide.** Kui laengukambri ja viskelaengu mahud  $V$  ja  $V'$  on  $4000 \text{ cm}^3$  ja rohu kaal  $K = 2400$  g, siis selle rohu maksimaalne laadimistihedus, s. o. gravimeetriline tihedus  $\Delta' = \frac{2400}{4000} = 0,6$ . Kui aga sama rohtu võtta mitte 2400 g, vaid 800 g, siis laadimistihedus  $\Delta = 0,2$ . Kuna iga rohu gravimeetriline tihedus on alaline (käsoleval juhul 0,6), siis 800 g kaaluva rohuga võiks täita ainult ühe kolmandiku laengukambrit.

Tegelikult ühegi rohu laadimistihedus ei või ulatuda tema gravimeetrilise tiheduseni, s.o. ühegi tulirelva laengukambrit ei või täiesti täita rohuga. Kui täita laengukamber kuni gravi-meetrilise tiheduseni, siis rohugaaside surve tõuseb nii suureks, et ükski raud ei kannata seda välja, vaid paisub või puruneb.

Katsete varal on kindlaks tehtud, et **rohu põlemiskiirus kasvab ühes laadimistiheduse suurenemisega**. Seejuures põlemiskiirus kasvab kiiremini kui laadimistihedus ja nimelt seda kiiremini, mida suurem on rohu põlemiskiirus.

**Rohugaaside surve.** Rohu põlemisel tekkivad kuumad rohugaasid on elastsed ja avaldavad survet igas suunas. See-pärast kuumade gaaside osakesed tungivad kasvava intensiivsusega rohuterade sisemusse ja kuumutavad ikka rohkem rohu-terade ainet, seega soodustades põlemisprotsessi kiirust. Järe-likult **rohu põlemiskiirus suureneb ühes rohugaaside surve tõusuga**.

Arvestuste ja katsete varal on kindlaks tehtud, et **rohu põlemiskiirus kasvab aeglasemalt kui rohugaaside surve**. Näiteks kui rohugaaside surve tõuseb kahekordseks, siis põle-miskiirus tõuseb ainult umbes poolteisekordseks. Rohu põle-miskiiruse olenevust rohugaaside survest võib iseloomustada järgmise valemiga:

$v = AP^a$ , milles A on antud rohu liigile vastav arvtegur, P — rohugaaside surve atmosfäärides ja a — astmenäitaja, mis on alati vähem kui üks.

Püroksüliinrohtudel  $v = 0,75 P^{0,5}$ . See valem on maksev ainult sellise laadimistiheduse juures, mis ei ületa 0,5, sest suurema laadimistiheduse juures suitsuta rohi detoneerub<sup>1)</sup>.

Alljärgnev tabel näitab püroksüliinrohtude põlemiskiirusi olenevalt rohugaaside survest.

Surve P (atmos- fäärides)	1	500	1000	1500	2000	2500	3000
Põlemiskiirus v (cm/sek.)	0,08	5,0	7,5	10,0	12,0	13,5	15,0

<sup>1)</sup> Mustal rohul A = 0,5.

**Viskelaengu temperatuur.** Mida kõrgem on viskelaengu temperatuur, seda väiksemad on soojuse kulu, mis läheb rohuterade kuumutamiseks, ja rohu püsivus. Seega temperatuuri tõus kiirendab rohu lagunemisprotsessi. Seepärast — **mida suurem on viskelaengu temperatuur, seda suurem on rohu põlemiskiirus.**

**Niiskus.** Mida suurem on niiskuse % rohus, seda aeglasem on rohu põlemiskiirus. See on sellest, et niiske rohu põlemisprotsessis osa soojusest kulub niiskuse aurustamiseks.

**Rohutera pinna suurus.** Rohugaaside tekkimiseaduse põhjal on teada, et teatava ajavahemiku vältel ärapõlenud rohuaine kvantum on terade pinna suurus. Seepärast rohu põlemisel tekkinud rohugaaside kvantum ja ka nende surve olenevad terade pinna suurusest. Kui aga rohugaaside surve on olenev rohutera pinna suurus, siis ka **rohu põlemiskiirus on rohuterade pinna suurus.**

Võtame ühest ja samast rohust, mille terad on sarnased oma kujult, kaks viskelaengut, mis kaalult on võrdsed, kuid rohuterad neis erinevad kaalult ja suuruselt. Oletame, et esimeses viskelaengus rohuterade arv on  $n$  ja teises —  $2n$ , siis teise viskelaengu rohi on väiksemate teradega ja mõlema viskelaengu rohuterade kaalu suhe oleks

$$\frac{P_1}{P_2} = 2.$$

Kuna rohuterade kaalud on võrdelised nende mahtudega mis omakorda on võrdelised nende joonmõõdetega ( $a$ ) kolmandas astmes, siis

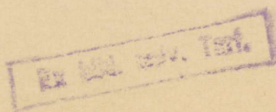
$$\frac{a_1^3 e}{2} = a_2^3 e, \text{ kust, } a_2 = a_1 \sqrt[3]{1/2}, \text{ milles}$$

$e$  on rohutera tihedus.

Rohuterade pinnad on võrdelised nende joonmõõdetega teises astmes, seega rohuterade pindade kohta on maksvad võrrandid:

$$s_1 = a_1^2 \text{ ja } s_2 = a_2^2 = a_1^2 \sqrt{(1/2)^2}.$$

Esimese viskelaengu rohuterade kogupind  $S_1 = ns_1 = na_1^2$  ja



teisel —  $S_2 = 2ns_2 = 2na_2^2 = 2na_1^2 V^{(1/2)^2} = na_1^2 V^{\frac{3}{4}} = na_1^2 V^{\frac{3}{2}} = ns_1 V^{\frac{3}{2}}$ , s. o.  $S_1 < S_2$  ehk esimese viskelaengu rohuterade kogupind on väiksem teise viskelaengu rohuterade kogupinnast  $V^{\frac{3}{2}} = 1,26$  korda.

Tähendab, kui rohu põlemiskiirused mõlemas laengus on võrdsed, siis põlemisprotsessi algul teise viskelaengu peenematerialine rohi tekitab rohkem gaase. Seega peenematerialise rohu põlemisprotsessi algul tekib suurem rohugaaside surve, mis omakorda suurendab rohu põlemiskiirust. Järelikult **peenematerialisel rohul on põlemiskiirus suurem kui jämedamaterialisel rohul.**

**Rohu tera kuju.** Kuna võrdse kaaluga kuid erineva kujuga rohuterade pind on erinev, peab eespooltoodust järeldama, et **rohu põlemiskiirus oleneb ka rohutera kujust.**

**Kokkuvõte ja järeldusi.** Rohu põlemiskiirus oleneb: rohu koosseisust, rohugaaside survest, rohutera (aine) tihedusest, viskelaengu temperatuurist ja niiskusest.

Rohugaaside surve omakorda oleneb laadimistihedusest, rohu gravimeetrisest tihedusest, rohuterade suurusest ja kujust. Seepärast ka need tegurid mõjuvad rohu põlemiskiirusele.

Tegureist, mis muudavad rohu põlemiskiirust, ei saa kõiki ära kasutada põlemiskiiruse reguleerimiseks. Näiteks laadimistihedus ja osalt ka rohugaaside surve on tingitud tulirelva rauaõõne ehitusest. Teatud tulirelva süsteemi jaoks vajaliku põlemiskiirusega rohu valmistamisel saab muuta ainult rohu koosseisu ja tihedust, terade suurust ja kuju. Rohu gravimeetriseline tihedus oleneb rohuterade kujust ja suurusest; viskelaengu temperatuur oleneb ilmastikust.

### c) Rohu põlemise kestus.

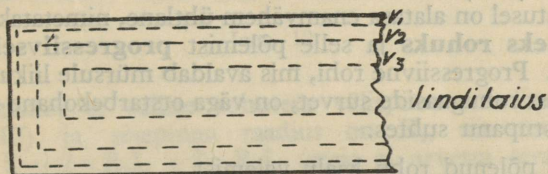
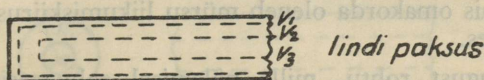
Kui rohu plahvatusel tekkinud rohugaaside survel mürsk hakkab suurtükiraua õõnes edasi liikuma, siis ühtlasi ka laengukambri maht hakkab suurenema.

Kui rohi põleks ära enne mürsu liikumise algust, siis edaspidi rohugaasid suruksid mürsu põhjale ainult oma elastsuse mõjul. Sel juhul rohugaasid tekitaksid esialgu väga suure surve,

mis aga hakkaks vähenema ühes mürsu edasiliikumisega, sest rohugaaside juurdevoolu enam ei ole ja laengukambri maht alatasa suureneb. Seepärast kiiresti põleva rohu gaasid töötaksid ebaühtlaselt.

Kui rohu põlemiskiirus oleks võrdlemisi aeglane, millest tingitult ka tema põlemiskestus oleks pikem, siis rohugaaside töö oleks enamvähem ühtlane, sest ühes mürsu edasiliikumisega suureneb laengukambri maht ja aeglase rohugaaside tekkimise tõttu kasvab ühtlasi ka gaaside hulk ja nende surve.

Kui rohi põleks väga aeglaselt, siis ta ei jõuaks täielikult ära põleda enne mürsu väljalendamist suurtükiraua suudmest;



Joon. 11.

sel juhul ei oleks mingisugust kasu mürsu väljalennu hetkeks põlemata jäänud rohust. Järelikult rohi peab ära põlema enne kui mürsk lendab välja suurtükiraua suudmest.

Viskelaengu põlemise kestus on võrdne rohu terade põlemiskestusega; see omakorda oleneb rohu põlemiskiirusest, terade suurusest ja kujust.

Uurides rohutera põlemist, näeme, et ühepikkuste ajavahe-  
mikkude vältel rohuterade ärapõlenud kihtide sügavus üha suu-  
reneb ( $V_1/V_2/V_3$ ), sest ühes tekkinud gaaside surve suurene-  
misega suureneb ka põlemiskiirus. Ühtlasi võime öelda, et  
rohu põlemiskestus oleneb rohutera vähimast mõõtest  
(joon. 11). **Seega rohu põlemiskestus oleneb tema põle-  
miskiirusest ja rohutera vähimast joonmõõtest (paksu-  
sest).**

#### d) Rohu põlemise progressiivsus.

Võrdlemisi aeglaselt põlevast rohest koosneva viskelaengu plahvatusel osa sellest rohest põleb ära enne mürsu liikumise algust. Selle osa põlemisest tekkinud gaaside surve on laengukambri väikese mahu tõttu küllalt suur, et panna mürsu liikuma. Alates mürsu liikumise alguse momendist rohugaaside maht järjest suureneb, kuigi esialgu aeglaselt. **Rohu põlemiskiirus peaks olema niisugune, et rohugaaside kogu tekkimise kestel mürsule rõhuks enamvähem üks ja sama surve vaatamata sellele, et laenukambri maht alatasa suureneb.** Selle tingimuse täitmiseks peab viskelaengus ära põlenud rohu kvantum alatasa suurenema vastavalt laengukambri mahu suurenemisele, mis omakorda oleneb mürsu liikumiskiirusest suurtükiraua õõnes.

Niisugust rohtu, mille põlemisel rohugaaside tekkimine kasvab järjest ja nende surve suurtükiraua õõnes mürsu liikumise kestusel on alatasa enamvähem ühtlane, nimetatakse **progressiivseks rohuks** ja selle põlemist **progressiivseks põlemiseks**. Progressiivne rohi, mis avaldab mürsule liikumise vältel ühtlast rohugaaside survet, on väga otstarbekohane suurtükiraua vastupanu suhtes.

Ära põlenud rohu kaalu valemist

$$K = (2ab + 2bc + 2ac)v$$

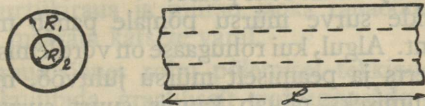
on näha, et selle kaalu järk-järgulist suurenemist põlemisprotsessi kestusel võib saavutada järgmiselt:

- kui teatud ajaühiku vältel ärapõlenud kihi paksus alatasa suureneb ja terapind on alati ühesugune, teiste sõnadega — kui rohu põlemiskiirus järjest suureneb;
- kui alalise põlemiskiirusega rohuteri pind suureneb põlemise kestusel järk-järgult;
- mõlema nimetatud tingimuse kombinatsiooni korral, s.o. kui ühes rohu põlemiskiiruse suurenemisega suureneb ühtlasi ka rohuteri pind.

Kui rohuterade pind  $S = 2ab + 2bc + 2ac$  jääb alaliseks kogu põlemise kestusel, siis põlemiskiirus suureneb gaaside surve suurenemise tõttu. Sellele tingimusele vastab kõige rohkem lindikujuline rohuteri. Näiteks võtame 76 v. C П rohu

lindi, mille mõõted on:  $a = 1$  mm,  $b = 20$  mm ja  $c = 300$  mm. Selle lindi pind  $S = 2 \times 1 \times 20 + 2 \times 20 \times 300 + 2 \times 1 \times 300 = 40 + 12\,000 + 600 = 12\,640$  mm<sup>2</sup>. Kui leek süveneb 0,5 mm sügavusse, siis lint põleb ära, kuigi oma laiuse ja pikkuse poolest ta oleks võinud veel edasi põleda. Põlemise lõpul on juba äärmiselt õhukese lindi pinna suurus veel  $2 \times 19 \times 299 = 11\,362$  mm<sup>2</sup>, mis on umbes 90% endisest lindi pinnast. Seepärast lintrohi vastab teataval määral progressiivse rohu nõuetele.

**Torukujulistel** rohuteradel (makaronid) nende pind jääb peaaegu alaliseks kogu põlemise kestusel.



Joon. 12.

Oletame, et sellise rohutera välispinna raadius on  $R_1$  (joon. 12) ja sisepinna raadius on  $R_2$ , siis tera pinna suurus  $S = 2\pi R_1 L + 2\pi R_2 L$  (meie ei arvesta terade otspindu kui väikesi võrreldes tera külgpindadega). Kui rohust põleb ära  $t$  sek. jooksul kiht, mille paksus on  $v$ , siis  $S_t = 2\pi (R_1 - v) (L - 2v) + 2\pi (R_2 + v) (L - 2v)$ ; seejuures  $v$  maksimaalne suurus oleks  $\frac{R_1 - R_2}{2}$ . Võttes  $L - 2v = L$  leiame,

$$\text{et } S_t = 2\pi (R_1 - v)L + 2\pi (R_2 + v)L.$$

Võrreldes kahte pinda  $S$  ja  $S_t$ , näeme, et need on kogu põlemisprotsessi kestel võrdsed, sest tera välispinna raadius  $R_1$  väheneb ja sisepinna raadius  $R_2$  suureneb ühe ja sama pikkuse  $v$  võrra.

Seega neil torukujulistel rohtudel, mille pikkus võrreldes seinte paksusega on kaunis suur, terade põlemispind jääb kogu aja peaaegu ühesuguseks.

Tableti-, silindri- ja täringikujuliste rohtude põlemispind vähenevad põlemise kestusel märksa, seepärast need rohud kooluvad regressiivsete rohtude hulka.

## ROHUGAASIDE SURVE JA MÜRSU LIIKUMINE SUURTÜKIRAUA ÕONES.

### 1. Rohugaaside surve<sup>1)</sup> mürsu põhjale.

Kui viskelaengu süütamisel laengukambris algab rohu põlemisprotsess, siis rohugaasid kogunevad laengukambri täitmata ruumi ja oma elastsuse tõttu suruvad laengukambri kõigile pindadele, s.o. mürsu põhjale, laengukambri seintele ja põhjale (luku esipinnale) ning rohuterade pinnale. Rohugaaside surve tõuseb sel määral, kuidas rohi põleb.

Rohugaaside surve mürsu põhjale paneb mürsu liikuma mööda rauaõõnt. Algul, kui rohugaase on võrdlemisi vähe, mürsu paigalseisu inerts ja peamiselt mürsu juhtvöö, mis raua vintsoontesse lõikumiseks nõuab kaunis suurt survet, takistavad mürsu edasinihkumist. Seepärast mürsk võib alata liikumist alles siis, kui rohugaaside surve ületab mürsu paigalseisu inertsit ja juhtvöö vastupanu. Nii siis kuni mürsu liikumise alguseni viskelaengu rohu põlemine toimub rohugaaside järkjärgult suureneva surve all. Seepärast suureneb järkjärgult ka rohu põlemiskiirus, mistõttu suureneb kiiresti rohu põlemisest tekkiv rohugaaside hulk ja surve. Lõpuks rohugaaside surve ületab mürsu paigalseisu inertsit ja juhtvöö vastupanu ning mürsk hakkab liikuma mööda suurtükiraua õõnt. Katsed näitavad, et suurtükiraua õõnes oleva mürsu liikumapanemiseks tarviline rohugaaside surve (mürsu forsseerimise surve) suurus  $P_0$  peab olema vastavalt juhtvöö ehitusele, mürsu kaalule, vintsoonte ehitusele jms. umbes 200—500 atm<sup>2)</sup>.

Mürsu esialgne liikumine suurtükiraua õõnes on võrdlemisi aeglane, sest rohugaaside surve on veel väike; seetõttu mürsu liikumise kiirendused, mis on võrdelised rohugaaside survega, on ka väikesed. Mürsu esialgse aeglase liikumise tõttu suureneb samuti aeglaselt rohu põlemisest tekkinud gaaside maht (kambrimaht suureneb aeglaselt). Seevastu aga kasvab väga

<sup>1)</sup> Rohugaaside surve all, mille tähendamise tähega „P“, tuleb mõista survet mürsu põhipinna ühele cm<sup>2</sup>. Rohugaaside surve tungi mürsu põhja kogupinnale tähistame tähega „F“.

<sup>2)</sup> 76 v. jaoks loetakse  $P_0 = 350 \text{ kg/cm}^2$ .

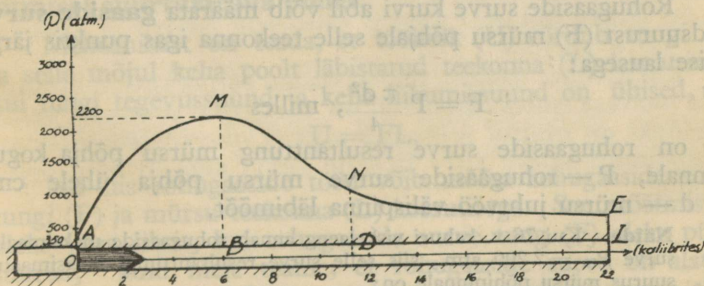
kiiresti peaaegu ühes ja samas võrdlemisi väikeses mahus rohu põlemisest järjest juurdetekkivate gaaside surve.

Rohugaaside surve kiire tõus suurendab sellega võrdelist mürsu liikumiskiirust. Kuid mürsu liikumiskiiruse suurenemise tõttu suureneb kiiremini ka rohugaaside ruumi (laengukambri) maht. Rohugaaside ruumi kiirema suurenemise tõttu saabub kord hetk, millal, vaatamata rohu põlemiskiiruse suurenemisele, alatas suurenev rohugaaside hulk siiski ei suuda edaspidi alal hoida **saadud maksimaalset survet**. Sellest hetkest alates rohugaaside surve hakkab järjest alanema, esialgu kaunis kiiresti, pärast aeglasemalt, kuni mürsk lendab välja rauasuudmest.

Antud viskelaengu plahvatusest saadavat rohugaaside survet antud suurtükiraua ja mürsu jaoks rauaõõne igas punktis võib kindlaks määrata katsete varal.

Suurtükiraua õõnes rohu põlemisel tekkinud rohugaaside survet võib kujutada graafiliselt **rohugaaside surve kurvi** abil (vt. joon. 13). See kurv ehitatakse katsete varal katselisel teel saadud andmeil. Ta näitab rohugaaside maksimaalset survet olenevalt mürsu põhja asendist rauaõõnes. Sellest surve muutusest tingitult määratakse tulirelva raua seinte paksus ja tugevus.

Rohugaaside surve katsetamiseks rauaõõnes puuritakse raua seintesse augud teatud kaugusel üksteisest ja asetatakse aukudesse erilised rohugaaside surve mõõtmise aparaadid — **krešerid**. Katsete abil leitud rohugaaside surved ja neile vastavad mürsu põhja asendid kujutatakse koordinaadistikul. Ühendades rohugaaside survet kujutavad ordinaatide tipud sileda



Joon. 13.

kõverjoonega, saadakse antud tulirelva, viskelaengu ja mürsu jaoks rohugaaside surve kurv (vt. joon. 13).

Kurvi koordinaadistiku horisontaalteljeks on suurtükiraua õone telg, millel on tähendatud mürsu (täpsamalt — mürsu põhja) teekonna pikkus ( $L$ ) kaliibrites; vertikaalteljel, mis läbis- tab nullpunkti (mürsupõhja liikumise algpunkt), on tähendatud rohugaaside surve ( $P$ ) mürsu põhjale atmosfäärides.

Joonisel 13 kujutatud rohugaaside surve kurvi AMNE ordi- naadid OA, BM, DN ja LE näitavad surve suurust  $P$  mürsu põhjapinna ühiku ( $\text{cm}^2$ ) peale neil momentidel, millal mürsu põhi asetseb oma liikumisteel punktides O, B, D ja L. Käes- olev rohugaaside surve kurv näitab veel, et mürsk hakkas liikuma siis, kui rohugaaside surve oli 350 atm.; rohugaaside maksimaalne surve  $P_m = 2\,200$  atm. ja maksimaalse surve momendil mürsk oli 6 kaliibri kaugusel oma liikumise algpunk- tist 0; mürsu väljalennu momendil suurtükirauast rohu- gaaside surve oli 600 atm.; mürsu teekonna pikkus suurtükiraua õones oli 22 kaliibrit.

$P_m$  suurus ja asukoht olenevad peamiselt rohu liigist ja laadimistihedusest. **Suurema põlemiskiirusega ja suure- ma laadimistihedusega rohtude kasutamisel on rohu- gaaside maksimaalne surve suurem ja lähemal suurtüki- raua urviosale; väiksema põlemiskiirusega ja väiksema laadimistihedusega rohtude kasutamisel rohugaaside maksimaalne surve on väiksem ja kaugemal suurtüki- raua urviosast.** Meie laengutel ja suurtükkides  $P_m$  suurus ulatub kuni 2 500 atm. ja selle asukoht on 4 kuni 10 kaliibri kaugusel mürsu liikumise algpunktist; rohugaaside surve suurtükiraua suudme juures ulatub 200—600 atm.

Rohugaaside surve kurvi abil võib määrata **gaaside surve** üldsuurust ( $F$ ) mürsu põhjale selle teekonna igas punktis järg- mise lausega:

$$F = P \frac{\pi d^2}{4}, \text{ milles}$$

$F$  on rohugaaside surve resultanttõug mürsu põhja kogu- pinnale,  $P$  — rohugaaside surve mürsu põhja ühele  $\text{cm}^2$  ja  $d$  — mürsu juhtvöö välispinna läbimõõt.

**Näide.** Kui 76 v. kahuri viskelaeng annab rohugaaside maksimaalse surve  $P_m = 2\,200$  atm., siis selle surve resultanttõungi maksimaalne suurus mürsu põhjapinnale on:

$$F_m = 2\,200 \frac{3,14(76,2)^2}{4} = 100\,000 \text{ kg (umbkaudu).}$$

## 2. Rohugaaside töö.

Maksimaalset tööhulka, mida võib anda viskelaengu rohi, pole võimalik täielikult ära kasutada mürsu väljalaskmiseks suurtükirauast. Suur hulk energiat läheb asjatult kaotsi soojuse näol raua jne. soojendamiseks, osa rohugaase voolab välja luku ja mürsu pilude vahelt. Suurem osa gaase surub raua seintele ja lukule. Mürsu põhjale surub viskelaengu plahvatuses tekkinud gaasidest vaid väiksem osa. See rohugaaside üldise tööhulga väiksem osa on rohugaaside kasulik töö, kuna nende üldise töö suurem osa on kahjulik järgmistel põhjustel:

- rohugaaside surve lukule (raua urviosale) nõuab tugevat luku ehitust ja kutsub esile raua tugeva tagasitõuke, mis nõuab lafeti tugevat ehitust, kompressorit ja paigaldatombajat;
- rohugaaside surve rauaõõne seintele kutsub neis esile ajutisi ja alalisi deformatsioone, mis on kahjulikud laskmise täpsusele; peale selle rohugaaside surve rauaõõne seintele sunnib kasutama tugevaid suurtükiraua.

Kõik need asjaolud teevad laskeriista oma ehituse poolest keerukamaks ning ühtlasi ka raskemaks.

### a) Rohugaaside kasulik töö.

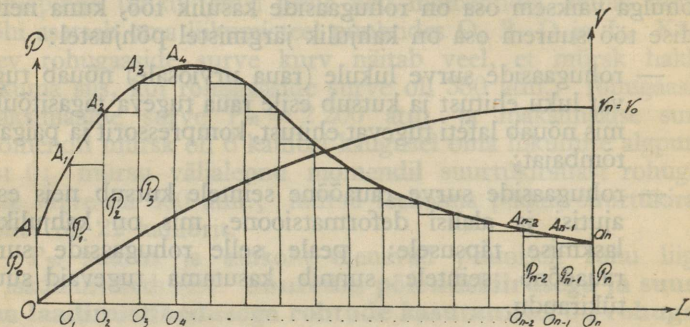
Rohugaaside kasulikuks tööks nimetatakse tööd, mida rohugaasid teevad, surudes mürsu põhjale selle liikumisel suurtükiraua õõnes.

Mehaanikast on teada, et tööhulk (U) võrdub tungi (F) ja selle mõjul keha poolt läbistatud teekonna (L) korrutisega, kui tungi tegevussuund ja keha liikumissuund on ühised, s.o.

$$U = FL.$$

Nii siis rohugaaside tööd võib mõõta rohugaaside surve tungi (F) ja mürsu teekonna (L) korrutisega. See mõõtmisviis oleks väga lihtis, kui rohugaaside surve tung (F) oleks püsiv suurus; kuid meie teame, et rohugaaside surve on alatasa muutuv suurus. Selgitame rohugaaside muutuva surve tööd graafiliselt rohugaaside surve kurvi abil (vt. joon. 14).

Jaotame mürsu liikumise teekonna rauaõõnes  $00_n$  lõpmata väikesteks ja võrdseteks osadeks  $00_1 = 0_1 0_2 = \dots = 0_{n-2} 0_{n-1} = 0_{n-1} 0_n$  ja oletame, et igas teekonna osas rohugaaside surve mürsu põhjale on püsiv ja võrdub vastavalt  $P_0, P_1, P_2, \dots, P_{n-1}$  ja  $P_n$ . Kui korrutame üksikult kõik saadud mürsu teekonna osade pikkused neile vastavate rohugaaside surve suurustega, siis saadud korrutised  $P_0 \times (00_1), P_1 \times (0_1 0_2) \dots P_n \times (0_{n-1} 0_n)$  on rohugaaside tööhulk, mille rohugaasid toodavad vastavas teekonna osas<sup>1)</sup>.



Joon. 14.

Seega rohugaaside tööhulk mürsu liikumise kestel rauaõõnes on võrdne saadud korrutiste summaga, mis omakorda on joon. 14 näidatud nelinurksete pindade summa. Kui nelinurkade arv  $n$  muutub lõpmata suureks, siis see pindade summa võrdub pinnaga, mille joonpiirideks on mürsu teekonna pikkus rauaõõnes (suurtükiraua õõne pikkus), rohugaaside surve ordinaadid mürsu teekonna algul ja väljalennu punktis ja rohugaaside surve kurb.

Kokkuvõttes tööhulk, mis on saadud **rohugaaside muutu- vast survest mürsu põhjale, on võrdeline pinnaga, mille piirideks on mürsu teekonna pikkus suurtükiraua õõnes, rohugaaside surve kurb ja selle kurvi alge ja lõpu ordinaadid.**

<sup>1)</sup> Kuna  $P_0, P_1, \dots, P_n$  on surve suuruse mürsu põhja ühele  $\text{cm}^2$ , siis üldise survetungi mõõtmiseks peab arvesse võtma mürsupõhja pinna  $\frac{\pi d^2}{4}$  suuruse.

Mida suurem on rohugaaside survet iseloomustav pind, seda suurem on gaaside kasulik töö. Kõik tegurid, mis suurendavad antud pinda, suurendavad ühtlasi ka rohugaaside kasulikku tööd. Kuid pinna suurus on otsevõrdeline tema joonpüüride suurusega, seepärast rohugaaside kasulikku tööd suurendavad mürsu teekonna (suurtükiraua) pikendamine ja rohugaaside surve suurendamine, mis omakorda oleneb laskerohu liigist ja laadimistihedusest.

Lõpuks peab veel tähendama, et mida ühtlasem on rohugaaside surve mürsu kogu teekonnal rauaõnes, seda suurema kasuliku töö saame.

Tuleb veel märkida, et ülemal arvestatud rohugaaside kasulikust tööst teatav osa läheb veelgi kaotsi, kuna liikumiskiiruse andmiseks mürsule jääb vaid 92—95% ehk umbes  $\frac{9}{10}$ . Kaotaminev osa kulub mürsu pöörlemapanemiseks oma telje ümber, mürsu juhtvöö löikumiseks raua vintsoontesse, mürsu hõõrdumise ületamiseks ja õhu ja teiste vähemate takistuste ületamiseks.

Mehaanikast on teada, et tööhulk, mis kulutatud keha liikumiseks antud teekonnal, on võrdne keha hooga selle teekonna lõpul, s. o.

$$U = FL = \frac{mv^2}{2},$$

milles  $m$  on keha mass ja  $v$  — keha liikumiskiirus.

Sellest peame järeldama, et rohugaaside kasulikku tööd puhtal kujul võib mõõta mürsu hooga rauasuudmest väljalennu momendil, s.o. mürsu **suudmehooga**.

### *b) Rohugaaside kasuliku töö koefitsient.*

**Rohugaaside kasuliku töö koefitsiendiks nimetatakse saavutatud kasuliku tööhulga suhet rohugaaside maksimaalse teoreetilise tööhulgaga suurtükiraua õnes.** Eespool selgus, et viskelaengu plahvatusel laengukambris ainult väike osa rohugaasidest surub mürsu põhjale, kuna suurem osa rohugaase surub laengukambri seintele ja suurtükiraua urvi- osale; peale selle osa rohugaaside tööd läheb veel kaotsi muil põhjusil.

Näiteks 76 v. kahuri viskelaeng, mille kaal  $K = 0,8$  kg, annab plahvatusel maksimaalse teoreetilise tööhulga  $U$ , mille suurus on

$$U = 0,8 \times 925 \times 427 = 316\,000 \text{ kg-m}^1).$$

Seejuures on mürsu (mürsu kaal  $q = 6,5$  kg) suudmehoog

$$\frac{mv_0^2}{2} = \frac{qv_0^2}{2 \cdot g} = \frac{6,5 \cdot (588)^2}{2 \cdot 9,81} = 114\,000 \text{ kg-m.}$$

Seega püroksüliinrohu kasuliku töö koefitsient

$$K_k = \frac{114\,000}{316\,000} \approx \frac{1}{3}.$$

Musta rohu kasuliku töö koefitsient  $K_k = \frac{1}{5}$  (umbes).

### c) Rohugaaside kahjulik töö.

Viskelaengu plahvatusel laengukambri tekkivate rohu-gaaside surve ei ole igalpool ühesugune, vaid mürsu põhja ja raua urviosa juures on rohugaaside tihedus ja surve väiksem kui mujal. See on tingitud sellest, et lasu ajal mürsk, liikudes edasi, jätab enda taha tüheme, samuti suurtükiraud, liikudes tagasi, jätab õõne urviosa juurde tüheme. Seepärast tekib laengukambri keskosas, lähemal urviosa kohalik rohugaaside tihenemine ning ühtlasi ka surve tõus. Gaaside tihenemine on lähemal urviosa seepärast, et mürsu liikumiskiirus on suurem raua tagasijooksu kiirusest. See rohugaaside maksimaalne surve laengukambri seintele, asetledes kaunis lähedal urviosa, on ka väga lähedane suuruse poolest rohugaaside survele suurtüki luku esipinnale ning neid surveid loetakse pea-aegu võrdseteks. **Rohugaaside kahjuliku tegevuse maksimaalseks surveks loetakse rohugaaside survet urviosa ( $P_u$ ).**

<sup>1)</sup> 925 on püroksüliinrohu plahvatussoojus, 427 — soojuse mehaaniline ekvivalents.

<sup>2)</sup> Mehaanikast on teada, et keha mass võrdub keha kaaluga ( $q$ ), mis on jagatud maakiirendusega ( $g$ ), s. o. raskustungi kiirendusega vabal langemisel, seega  $m = \frac{q}{g}$ ;  $g = 9,81 \text{ m.}$

Mürsu põhjale ja urviosale suruvate rohugaaside survejõu vahel on kindel suhe:

$$P_u = P \left( 1 + Q \frac{k}{q} \right),$$

milles  $Q$  on alaline koefitsient olenevalt laskerohu liigist,  $P$  — rohugaaside surve mürsule,  $k$  — viskelaengu kaal ja  $q$  — mürsu kaal.

Suitsuta rohu jaoks  $Q = 0,5$ .

**Näide.** Kui 76 v. kahuris suitsuta rohust koosneva viskelaengu rohu-  
gaaside surve mürsule  $P = 2\,200$  atm., siis

$$P_u = 2\,200 \left( 1 + 0,5 \frac{0,8}{6,5} \right) = 2\,200 \times 1,06 = 2\,332 \text{ atm.}$$

Kuna  $1 \text{ atm.} = 1,033 \text{ kg cm}^2$  peale ja luku esipinna suurus on  $\frac{\pi (7,8)^2}{4}$ , siis rohugaaside tagasitõuke jõu suurus on  $1,033 \text{ kg} \times$

$$\times 2\,332 \frac{\pi (7,8)^2}{4} = 112\,200 \text{ kg.}$$

### 3. Mürsu liikumiskiirus suurtükiraua õõnes.

Rohugaaside surve mürsu põhjale kulub peamiselt liikumiskiiruse andmiseks mürsule. Mürsu liikumiskiirust rauasuudmest väljalennu hetkel nimetatakse **alkiiruseks** ( $V_0$ ).

Mehaanikast on teada, et kehale mõjuv tung on võrdeline selle tungi mõjul saavutatud kiirendusega, ehk teiste sõnadega öeldes — kehale mõjuv tung ( $F$ ) on võrdne keha massi ( $m$ ) ja kiirenduse ( $w$ ) korrutisega, s.o.

$$F = mw.$$

Seepärast võib öelda, et rauaõõnes mürsule rõhuvate rohu-  
gaaside surve tung on igal hetkel võrdne mürsu massi ja kiirenduse korrutisega.

Rohugaaside surve kurv näitab rohu-  
gaaside surve tungi suurust mürsu liikumise iga momendi jaoks, seepärast teades mürsu massi suurust, mis on konstantne, võib leida mürsu liikumise iga momendi jaoks selle liikumise kiirenduse suuruse, mille üldlause oleks

$$w = \frac{F}{m}.$$

Kuna kiirenduse üldlausest on näha, et kiirendus ( $w$ ) on otsevõrdeline tungiga ( $F$ ), siis on selge, et mürsu liikumise kiirenduste kurv on täiesti sarnane rohugaaside surve kurviga. Seepärast võib öelda, et mürsu liikumise algmomendist peale kiirendused suurenevad kaunis järsku, kuni rohugaaside surve tõuseb oma maksimaalse suuruseni; pärast seda kiirendused hakkavad vähenema esialgu kaunis järsku, pärastpoole aeglasemalt, jäädes siiski positiivseteks, kuni rohugaaside surve tung ületab veel mürsu vastupanu.

Kuna mürsu liikumise kiirendused rauaõõnes on kogu aeg positiivsed, siis võib öelda, et mürsu liikumiskiirused rauaõõnes suurenevad alatasa (esialgu kaunis järsku, pärastpoole ikka aeglasemalt) kuni väljalennu momendini.

**Mürsu liikumiskiiruste kurv.** Mürsu liikumiskiirust igal momendil võib määrata, kui on teada mürsu mass ja rohugaaside surve tungi suurus. Rohugaaside surve kurvi järgi võib määrata rohugaaside tööhulga mürsu liikumise igal momendil; see omakorda on võrdne mürsu liikumishooga samal momendil. Mürsu liikumishoo lausest leitakse siis mürsu liikumiskiirus.

Kuna mürsu liikumishoo juurdekasv igal momendil on võrdne rohugaaside vastava tööhulga juurdekasvuga, siis mürsu liikumise iga momendi jaoks võib kirjutada rohugaaside tööhulga ja sellega võrdse mürsu liikumishoo võrrandid. Olgu  $v_0, v_1, v_2, \dots$  ja  $v_n$  mürsu liikumiskiirused mürsu teekonna vastavates osades, siis võib kirjutada rea võrrandeid:

$$P_0 \cdot (00_1) = \frac{mv_1^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2},$$

$$P_1 \cdot (0_10_2) = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2},$$

$$P_n \cdot (0_{n-1}0_n) = \frac{mv_n^2}{2} - \frac{mv_{n-1}^2}{2}.$$

Esimesest võrrandist leiame  $v_1$  suuruse ehk mürsu liikumiskiiruse punktis  $0_1$ , sest et  $v_0 = 0$  ja kõik teised võrrandi liikmed on ka teada.

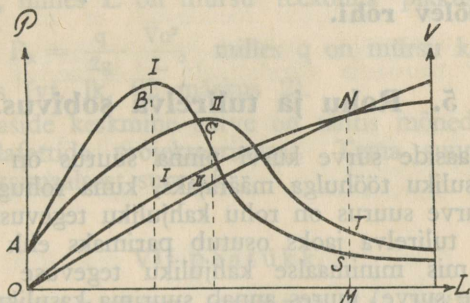
Kui  $v_1$  on leitud, siis leiame analoogiliselt ka  $v_2$  jne., kuni leiame  $v_n$ .

Kui märgime joon. 14 näidatud ordinaatidel vastavas mõõtkavas mürsu liikumiskiirused igas teekonna osas ja ühendame saadud punktid, siis saame mürsu liikumiskiiruste kurvi. See kiiruste kurv võimaldab määrata mürsu liikumiskiirust suurtükiraua õõne igas kohas.

Tuleb veel märkida, et mürsu liikumishoo lause ( $\frac{mv^2}{2} = \frac{qv^2}{2g}$ ) järgi ühe ja sama rauaõõne, viskelaengu ja mürsu kohta on selle mürsu liikumiskiirus rauaõõnes pöördvõrdeline mürsu massiga või kaaluga. See tähendab, et ühe ja sama viskelaengu plahvatusel tekkinud rohugaaside surve mõjul raskemad mürsud saavad väiksema algkiiruse ja vastupidi.

#### 4. Kiiresti põleva ja aeglaselt põleva rohu- gaaside surve kurvid ja mürsu vastavate liikumiskiiruste kurvid.

Kui võtaksime võrdsetes kaaluosades üht ja sama liiki, kuid erineva põlemiskiirusega rohete (üks rohi oleks kiiresti põlev, teine — aeglaselt põlev) ja moodustaksime neist kaks viskelaengut, mis kumbki põleksid ära enne mürsu väljalendu suur-  
tükirauast, siis vastavate mõõtmiste ja arvutuste järgi leiaksime nende surve ja kiiruste kurvid sellistena, nagu kujutatud joon. 15.



Joon. 15.

Kuna aeglaselt põleva rohu põlemisel rohugaasid tekivad aeglaselt, siis nende surve on esialgu vähem kui kiiresti põleva rohu gaaside surve samal momendil. Mõlema viskelaengu põlemise algul nende rohugaaside survete vahed suurenevad, sest sel ajal, kui kiiresti põleva rohu gaasidel on juba maksimaalne surve, aeglaselt põleva rohu gaaside surve alles kasvab. Teise (aeglaselt põleva) rohu gaaside surve maksimum tekib

hiljem ja on ühtlasi kaugemal mürsu liikumise algpunktist kui esimesel rohul. Kuna teise viskelaengu põlemiskestus on rohugaaside vähema surve tõttu aeglasem, siis selle laengu rohugaaside maksiaalne surve väheneb samuti aeglasemalt. Nendel põhjustel aeglaselt põleva rohu gaaside maksimaalne surve on vähem kui kiiresti põleval rohul.

Joonisel 15 tähendatud mõlema viskelaengu rohugaaside kasulikku tööd teekonnal OM iseloomustavad pinnad OABSM ja OACTM peavad olema võrdsed, sest müskude kiirused punktis M on võrdsed ja rohugaaside surve kurvide pinnad on võrdsed mürsu hooga selle liikumise lõpupunktis (praegusel juhul M). Enne mürsu jõudmist punkti M on esimese viskelaengu rohugaaside survest saadud mürsu liikumiskiirus suurem, pärast seda vähem kui teise viskelaengu juures.

Nii siis, kui suurtükiraua pikkus on OM või suurem, on kasulikum võtta aeglaselt põlevat rohtu, kuna see annab niisugusel juhul suurema kasuliku tööhulga. Kui aga suurtükiraua pikkus on vähem kui OM, siis on kasulikum tarvitada kiiresti põlevat rohtu. Järelikult **kahurite jaoks on kohasem aeglaselt põlev rohi, kuna haubitsate jaoks on kohasem kiiresti põlev rohi.**

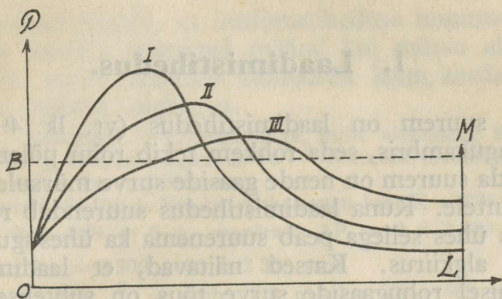
## 5. Rohu ja tulirelva sobivus.

Rohugaaside surve kurvi pinna suurus on antud rohu gaaside kasuliku tööhulga määrajaks, kuna rohugaaside maksimaalse surve suurus on rohu kahjuliku tegevuse määrajaks.

Antud tulirelva jaoks osutub parimaks ehk sobivaimaks see rohi, mis minimaalse kahjuliku tegevuse (rohugaaside maksimaalse surve) juures annab suurima kasuliku töö (rohugaaside surve kurvi pinna ehk mürsu lennuhoo). Näiteks võtame kolme liiki rohtu, mille gaaside surve kurvid on I, II ja III (vt. joon. 16), kusjuures kõigi kolme viskelaengu rohugaaside surve kurvide pinnad on ühesuurused, järelikult nende rohugaaside kasulik töö on ühesugune. On päris selge, et kasulikumaks (sobivaimaks) on see rohi, mis annab III kurvi, sest siin rohugaaside maksimaalne surve pole suur ja on kõige ühtlasem mürsu kogu teekonnal.

On võimalik endale ette kujutada igale antud kolmest pinnast võrdse pinnaga täisnurkset nelinurka OBML, mille

kõrgus OB näitab rohuugaaside alalise surve suurust ja külj OL tulirelva rauaõõne pikkust. Niisugust ettekujutatavat survet OB nimetatakse rohuugaaside **keskmiseks surveks**.



Joon. 16.

Keskmise surve suuruse  $P_k$  saame järgmisest võrrandist:

$P_k L = \frac{mVo^2}{2}$ , milles  $L$  on mürsu teekonna pikkus suurtükiraua õõnes;  $P_k = \frac{q}{2g} \cdot \frac{Vo^2}{L}$ , milles  $q$  on mürsu kaal ja  $g$  — maakiirendus (vt. lk. 62 märkus 2).

Rohugaaside keskmine surve on tähtis mõnede andmete leidmiseks lafettide projekteerimisel. Tema suurus on  $\frac{1}{2}$  kuni  $\frac{2}{3}$  maksimaalsest survest.

## VII peatükk.

### ROHUGAASIDE SURVE JA MÜRSU ALGKIIRUSE OLENEVUS LAADIMIS- TINGIMUSTEST.

Rohugaaside surve ja selle tagajärjel saavutatud mürsu algkiirus olenevad paljuist tegureist, mis on mõõduandvad tulirelva laadimisel ja temast laskmisel. Tähtsaimad neist tegureist on laadimistihedus, laengu kaal, mürsu kaal, roheterade jämedus, niiskuse ja teiste auravate ainete protsent rohu koosseisus, laengu temperatuur, suurtükiraua õõne pikkus

ja kaliiber. Nende tegurite mõju suuruse tundmine on vajalik sobiva ehitusega relvade ja laskemoona, samuti kohaste laadimistingimuste määramisel kui ka laskmisel vajalikkude arvutuste ja paranduste tegemisel.

## 1. Laadimistihedus.

Mida suurem on laadimistihedus (vt. lk. 49) ühes ja samas laengukambris, seda rohkem tekib rohu põlemisel rohugaase ja seda suurem on nende gaaside surve mürsule ja laengukambri seintele. Kuna laadimistihedus suurendab rohugaaside survet, siis ühes sellega peab suurenema ka ühesuguse kaaluga mürskude algkiirus. Katsed näitavad, et laadimistiheduse suurendamisel rohugaaside surve tõus on suhteliselt suurem kui algkiiruse tõus.

Laadimistiheduse definitsioonist (vt. lk. 49) on näha, et laadimistihedust võib muuta kahel viisil, nimelt viskelaengu kaalu või laengukambri mahu muutmise teel.

Katsed ja arvestused tõendavad, et viskelaengu kaalu muutmisel ühesuguse mahuga laengukambris **rohugaaside surve<sup>1)</sup> P muutub võrdeliselt viskelaengu kaaluga K järgmiselt:**

$$\frac{\Delta P}{P} = 2 \frac{\Delta K}{K} \text{ ehk } \Delta P = 2P \frac{\Delta K}{K},$$

milles  $\Delta P$  on rohugaaside surve juurdekasv ja  $\Delta K$  — vastav viskelaengu kaalu juurdekasv.

Samal juhul **mürsu algkiirus muutub võrdeliselt viskelaengu kaaluga järgmiselt:**

$$\frac{\Delta V_0}{V_0} = \frac{3}{4} \frac{\Delta K}{K} \text{ ehk } \Delta V_0 = \frac{3}{4} V_0 \frac{\Delta K}{K}.$$

Kui aga muuta laengukambri mahtu, jättes muutmata viskelaengu kaalu, siis **rohugaaside surve muutub pöörd-võrdeliselt laengukambri mahuga W järgmiselt:**

$$\frac{\Delta P}{P} = - \frac{\Delta W}{W} \text{ ehk } \Delta P = -P \frac{\Delta W}{W}.$$

<sup>1)</sup> Rohugaaside surve all käesolevas peatükis tuleb mõista maksimaalset survet.

Sel juhul **mürsu algkiirus muutub pöördvõrdeliselt laengukambri mahuga**  $W$  järgmiselt:

$$\frac{\Delta V_0}{V_0} = -\frac{1}{3} \frac{\Delta W_0}{W_0} \quad \Delta V_0 = -\frac{1}{3} V_0 \frac{\Delta W}{W}$$

Ülaltoodust selgub, et laadimistiheduse muutmine mõjub rohugaaside survele suuremal määral kui mürsu algkiirusele. Rohugaaside surve muutub suhteliselt kolm korda suuremal määral kui mürsu algkiirus.

**Näide.** Laskmisel 76 v. šrapnelliga, mille viskelaeng KO 22/15 D<sub>6</sub> kaalub 930 g, on mürsu algkiirus  $V_0 = 588$  m/sek. ja rohugaaside maksimaalne surve  $P_m = 2\,300$  atm.

Kui suured on  $P_m$  ja  $V_0$ , kui viskelaengu kaal  $K = 936$  g?

$$\Delta K = 936 - 930 = 6 \text{ g, seepärast } \Delta P = 2 \times 2\,300 \cdot \frac{6}{930} = \text{umb.}$$

$$30 \text{ atm.; } P_m = 2\,300 + 30 = 2\,330 \text{ atm.}$$

$$\Delta V_0 = \frac{3}{4} \cdot 588 \cdot \frac{6}{930} = \text{umb. } 2,9 \text{ m/sek.; } V_0 = 588 + 2,9 = 590,9 \text{ m/sek.}$$

## 2. Viskelaengu kaal.

Kui muuta viskelaengu kaalu, jättes muutmata laadimistiheduse, siis:

— **rohugaaside surve muutub võrdeliselt viskelaengu kaaluga** järgmiselt:

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{\Delta K}{K} \quad \text{ehk} \quad \Delta P = \Delta P \frac{\Delta K}{K};$$

— **mürsu algkiirus muutub võrdeliselt viskelaengu kaaluga** järgmiselt:

$$\frac{\Delta V_0}{V_0} = \frac{1}{2} \frac{\Delta K}{K} \quad \text{ehk} \quad \Delta V_0 = \frac{1}{2} V_0 \cdot \frac{\Delta K}{K}.$$

## 3. Mürsu kaal.

**Rohugaaside surve muutub võrdeliselt mürsu kaaluga**, sest raskema mürsu forsseerimiseks (liikumapanemiseks) on vaja suuremat rohugaaside survet. Kui rohugaaside surve tõuseb kiiremini, siis tõuseb ka rohu põlemiskiirus, mis omakorda suurendab rohugaaside maksimaalset survet. Mürsu kaalu muutmise mõju rohugaaside survele väljendub järgmises lauses:

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{3}{4} \frac{\Delta q}{q} \quad \text{ehk} \quad \Delta P = \frac{3}{4} P \frac{\Delta q}{q}, \text{ milles } q \text{ on mürsu kaal.}$$

**Mürsu algkiirus muutub pöördvõrdeliselt mürsu kaaluga**, sest ühesuguse rohugaaside kasuliku töö saavutamiseks on vaja ka ühesugust mürsu hoogu  $\frac{mv^2}{2}$  ja erineva kaaluga mürskudel peavad olema ka erinevad algkiirused, kui mürskude suudmehood on võrdsed. Raskemal mürsul sel juhul peab olema väiksem algkiirus ja vastupidi. Mürsu kaalu mõju mürsu algkiirusele väljendub järgmises lauses:

$$\frac{\Delta V_0}{V_0} = -0,4 \frac{\Delta q}{q} \text{ ehk } \Delta V_0 = -0,4 V_0 \frac{\Delta q}{q}.$$

**Näide.** Laskmisel 152 šn. haubitsast, laenguga nr.4 ja granaadiga, mille kaal on 41 kg, oli rohugaaside maksimaalne surve  $P_m = 1\,650$  atm. ja mürsu algkiirus  $V_0 = 335$  m/sek. Kui suured on  $P'_m$  ja  $V'_0$ , kui sama viskelaengu juures granaadi kaal on 32,2 kg?

$$\Delta P = -\frac{3}{4} \cdot 1\,650 = \frac{41-32,2}{41} = -235 \text{ atm., seepärast}$$

$$P'_m = 1\,650 - 235 = 1\,415 \text{ atm.}$$

$$\Delta V_0 = 0,4 \cdot 335 \cdot \frac{41-32,2}{41} = 25 \text{ m/sek., seepärast}$$

$$V'_0 = 335 + 25 = 360 \text{ m/sek.}$$

#### 4. Rohu terade jämedus.

Mida jämedamad (suuremad) on rohuterad, seda vähem on neid rohuteri viskelaengus ja seda väiksem on nende rohuterade põlemispind. Seepärast rohugaaside tekkimine on aeglasem, nende surve on väiksem ja rohi põleb aeglasemalt. Rohutera jämeduse suurendamine vähendab nii rohugaaside survet kui ka mürsu algkiirust. Seega **rohugaaside surve ja mürsu algkiirus muutuvad pöördvõrdeliselt rohutera jämedusega** (e). Rohu tera jämeduse mõju rohugaaside survele ja mürsu algkiirusele väljendub järgmises lauses:

$$\frac{\Delta P}{P} = -1,5 \frac{\Delta e}{e} \text{ ehk } \Delta P = -1,5 P \frac{\Delta e}{e}, \text{ (I)}$$

$$\frac{\Delta V_0}{V_0} = -0,5 \frac{\Delta e}{e} \text{ ehk } \Delta V_0 = -0,5 V_0 \frac{\Delta e}{e}. \text{ (II)}$$

**Niiskuse ja teiste auravate ainete % muutmine rohu koosseisus** muudab pöördvõrdeliselt rohugaaside survet ja mürsu algkiirust. Kui H on niiskuse ja teiste auravate ainete %, siis

$$\Delta P = -0,15 P \Delta H \text{ ja } \Delta V_0 = -0,04 V_0 \Delta H.$$

## 5. Viskelaengu temperatuur.

**Viskelaengu temperatuuri** ( $t$ ) mõju rohugaaside survele ja mürsu algkiirusele iseloomustavad järgmised laused:

$$\Delta P = 0,0036 P \Delta t \text{ ja } \Delta V_0 = 0,0011 V_0 \Delta t, \text{ milles } t = +15^\circ \text{C.}$$

Seega rohugaaside surve ja mürsu algkiirus muutuvad võrdeliselt viskelaengu temperatuuriga.

## 6. Suurtükiraua õõne pikkus.

Suurtükiraua õõne pikkuse suurendamisega suureneb mürsu teekonna pikkus rauaõõnes ja seega ka rohugaaside kasulik töö ning mürsu algkiirus.

On kindlaks tehtud, et **mürsu algkiirus muutub võrdeliselt suurtükiraua õõne pikkusega  $L$  järgmise lause kohaselt:**

$$\frac{\Delta V_0}{V_0} = \frac{1}{4} \frac{\Delta L}{L} \text{ ehk } \Delta V_0 = \frac{1}{4} V_0 \frac{\Delta L}{L}.$$

Suurtükiraua õõne pikkuse suurendamise mõju mürsu algkiirusele oleneb veel rohu põlemiskiirusest. Aeglaselt põleva rohu tarvitamisel suurtükiraua õõne pikendamise mõju on suurem kui kiiresti põleva rohu juures.

## 7. Kaliiber.

Suurtükiraua kaliibri väikesed suurenemised, mis võivad olla tingitud rauaõõne seinte kulumisest, vähendavad nii rohugaaside survet kui ka mürsu algkiirust. Kuna need kaliibri muutused on väikesed ja juhuslikud, seepärast ei ole võimalik nende muutuste juures määrata mingisugust reeglipärasust või seadust. Rohugaaside survet ja mürsu algkiirust kulunud rauaõõntega suurtükides tehakse kindlaks iga suurtüki kohta eraldi laskmise teel. Sellest pikemalt edaspidi.

Võtame vaatluse alla küsimuse, kuidas muutuvad rohu-  
gaaside surve ja mürsu algkiirus üleminekul ühelt kaliibrilt teisele. Võtame kaks suurtükki, milledest esimese suurtüki

kaliiber  $d_1$  on teise omast  $d_2$  kaks korda suurem, seega  $d_2 = 2d_1$ . Sellise vahekorra saame, kui võtame, näiteks, esimese suurtüki kaliibriks 76 mm ja teise srt. kaliibriks 152 mm.

Rauaõõnte ristlõikepinnad on vastavalt:

$$S_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} \text{ ja } S_2 = \frac{\pi d_2^2}{4}.$$

Asetades teise lausesse  $d_2$  asemele  $2d_1$ , saame:

$$S_2 = \frac{\pi 4d_1^2}{4} = 4 \frac{\pi d_1^2}{4} = 4S_1.$$

Seega 152 mm suurtüki rauaõõs koosneks nagu neljast 76 mm suurtüki rauaõõnest.

Kui mõlema suurtüki mürsud on geomeetriliselt sarnased, siis nende kaalud  $q_1$  ja  $q_2$  on:

$q^1 = kd_1^3$  ja  $q_2 = kd_2^3 = k8d_1^3 = 8q_1$  (k on võrdelisuse korrutaja).

Kuna 152 mm suurtüki rauaõõs koosneb nagu neljast 76 mm suurtüki rauaõõnest, siis peab järeldatama, et iga 76 mm suurtüki rauaõõs 152 mm suurtükis on laetud mürsuga, mille kaal on  $2q_1$ .

Selle tõttu, et teise (suuremakaliibrilise) suurtüki mürsk on raskem, on selles suurtükis ka rohugaaside surve suurem ja mürsu algkiirus vähem. Nii siis **kaliibri suurendamine, millega ühes on paratamatu ka mürsu kaalu suurendamine, suurendab rohugaaside survet ja vähendab mürsu algkiirust.**

Rohugaaside surve vähendamiseks peab võtma aeglasemalt põleva rohu. Kuid sel juhul sama õõnepikkuse juures mürsu algkiirus veelgi väheneb.

Mürsu algkiiruse suurendamiseks peab suurendama viske-laengu kaalu ja rauaõõne pikkust, aga et sellejuures rohugaaside surve ei tõuseks liiga suureks, peab vähendama laadimistihedust.

Ühes suurtükiraua õõne pikendamisega tuleb aeglustada rohu põlemiskiirust, et rohi põleks ära parajasti mürsu väljalennu momendiks. Selleks võetakse aeglasemalt põlev rohi ja suurendatakse rohuterade jämedust.

Kokku võttes kõike, mis on öeldud mitmesuguste laadimis- ja lasketingimuste mõjust rohugaaside survele ja mürsu algkiirusele, võiks iseloomustada kõigi nende tegurite mõju järgmiste üldlausetega:

$$\frac{\Delta P}{P} = R \frac{\Delta T}{T} \text{ ehk } \Delta P = RP \frac{\Delta T}{T}; \text{ (I)}$$

$$\frac{\Delta V_0}{V_0} = A \frac{\Delta T}{T} \text{ ehk } \Delta V_0 = AV_0 \frac{\Delta T}{T}, \text{ (II)}$$

milledes R ja A on rohugaaside surve ja mürsu algkiiruse olenevuslausete arvkorrutajad, mis on määratud katsete teel, ja T — üks või teine element, millest oleneb rohugaaside surve ja mürsu algkiiruse muutus.

Alljärgnev tabel näitab iga elemendi mõju kohta antud olenevuslausete numbrilisi tegureid.

T (laadimis- või lasketingimus, mille muutusest oleneb rohugaaside surve ja mürsu algkiiruse muutus)	R (rohugaaside surve olenevuse arvkorrutaja)	A (mürsu algkiiruse olenevuse arvkorrutaja)
K — viskelaengu kaal (kõik teised elemendid on jäävad)	2	$\frac{3}{4}$
K — viskelaengu kaal (kui laadimistihedus ( $\Delta$ ) on jääv ja W on muutuv)	1	$\frac{1}{2}$
W — laengukambri maht (kui K on jääv ja $\Delta$ on muutuv)	-1	$-\frac{1}{3}$
q — mürsu kaal (kõik teised elemendid on jäävad)	$\frac{3}{4}$	-0,4
e — rohutera jämedus (kõik teised elemendid on jäävad)	-1,5	-0,5
L — rauaõõne pikkus (kõik teised elemendid on jäävad)	—	$\frac{1}{4}$

## 8. Sarnased suurtükid.

Arvestused ja katsed näitavad, et kui võtta tarvitusele mitme erineva kaliibriga suurtüki juures allpooltoodud laadimis- ja laskmistingimused, s.o.:

$\frac{K_1}{q_1} = \frac{K_2}{q_2}$  — viskelaengute relatiivsed kaalud on võrdsed;

$\Delta_1 = \Delta_2$  — laadimistihedused on peaaegu võrdsed;

$\frac{L_1}{d_1} = \frac{L_2}{d_2}$  — suurtükiraua õõnte pikkused (mürskude teekonnad) kaliibrites ehk rauaõõnte relatiivsed pikkused on võrdsed;

$\frac{e_1}{d_1} = \frac{e_2}{d_2}$  — rohuterade relatiivsed paksused on peaaegu võrdsed; siis ka rohugaaside surved ja mürsu algkiirused peavad olema võrdsed.

Tegelikult kõik need võrrandid on ligikaudsed seepärast, et rohu koosseisud ei ole täiesti ühtlased. Kui võtta ideaalselt homogeensed rohud, siis oleksid need võrrandid täpsamad.

**Sarnased suurtükid on niisugused suurtükid, millede viskelaengute relatiivsed kaalud ja rauaõõnte relatiivsed pikkused on võrdsed.**

Suurtükkide sarnasuse põhimõte võimaldab määrata ühe suurtüki rohugaaside survet ja mürsu algkiirust mõjutavad elemendid, kui on teada teise sarnase suurtüki vastavad elemendid.

Näiteks kui 76 v. kahuri raua pikkus on 30 kaliibrit ja mürsu algkiirus on 588 m/sek., siis 107 mm kahurite algkiirused peavad olema ka ligikaudu 588 m/sek., kui nende pikkus kaliibrites on võrdne 30.

Meil varustusel olevate sarnaste suurtükkide elemendid:

d kaliiber	$q = kd^3$ mürsu kaal	$\frac{K}{q}$ viskelaengu relatiivne kaal	$\frac{L}{d}$ rauaõõne pikkus kaliibrites	$\frac{e}{d}$ rohutera relatiivne paksus	$V_0$ algkiirus m/s.	$P_m$ rohugaaside maksim. surve kg — cm <sup>2</sup>	$\frac{Q}{q}$ suurtükiraua ja mürsu kaalu suhe	$\frac{l}{d}$ mürsu pikkus kaliibrites
76 v. kahur	6,4 kg ( $k = 0,000014$ )	0,14	30	0,013	588	2 200	60	4,1
107 šn. kahur	16,6 kg ( $k = 0,000014$ )	0,12	28	0,012	580	2 250	52	4

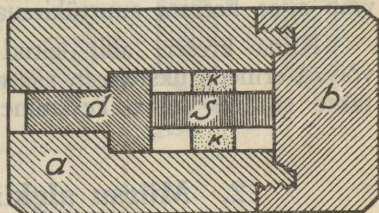
## ROHUGAASIDE SURVE, MÜRSU ALG- KIIRUSE JA HÜPPENURGA PRAKTIINE MÕÕTMINE.

### 1. Rohugaaside surve mõõtmine.

Rohugaaside surve kindlaksmääramiseks kasutatakse abi-  
nõu, mida nimetatakse **krešeriks**<sup>1)</sup> (vt. joon. 17).

See on silindrikujuline teraskarbide (*a*), mille seinad on  
küllalt tugevad, et vastu panna rohugaaside maksimaalsele  
survele suurtükiraua õõnes.  
Karbi peale käib pealekee-  
ratav kaas (*b*).

Karbi sees on kanal,  
mis läbib karbi põhja.  
Kanal on liikuv kann (*d*),  
mille ülemine osa on laiem.  
Selle kannu pea ja karbi  
kaane vahele asetatakse puh-  
tast vasest silindrike (*s*), mille  
peale tõmmatakse kummirõn-  
gas (*k*), et vasksilinder aset-  
seks täpsalt kanali keskkohas.



Joon. 17.

Rohugaaside surve mõõtjaks on vasksilinder, mida **taree-  
ritakse** enne kasutamist. Vasksilindri tareerimise all mõistetakse  
tema pikkuse vähenemise kindlaksmääramist olenevalt surve  
suurenemisest. Siinjuures oletatakse, et surve väikeste muu-  
datuste korral vasksilindri pikkuse vähenemised on võrdelised  
surve suurenemistega. Tareerimisel vasksilindrit pressitakse  
surve all, mis on umbes 200—300 atm. vähem oodatavast  
rohugaaside maksimaalsest survest. Näiteks kui rohugaaside  
oodatav surve on umbes 2200 atm., siis vasksilindrit pressi-  
takse 2000 atm. all ja mõõdetakse pärast seda silindri pikkus.  
Oletame, et saadud pikkus oli 10,74 mm. Pärast seda silindrit  
pressitakse uuesti surve all, mis on endisest suurem 100 atm.

<sup>1)</sup> Nimetus on pärit ingliskeelsest sõnast „to crush“.

võrra. Oletame, et teisel pressimisel silindri pikkus vähenes 10,48 mm peale. Tähendab, et surve muutusel 100 atm. võrra, silindri pikkus muutus 0,26 mm võrra. Seega 0,01 mm silindri pikkuse muutust vastab  $\frac{100}{26}$  ehk umbes 4 atm. surve muutusele.

Sel viisil tareeritud vasksilinder asetatakse krešeri sisse ja see omakorda asetatakse enne laadimist katsel oleva rohuviskelaengu sisse. Pärast lasku krešer jääb harilikult suurtükiraua õõnde või kukub maha suurtüki ees. Pärast lasku mõõdetakse uuesti vasksilindri pikkust. Oletame, et krešeri pikkus on nüüd 10,27 mm, s. o. 0,21 mm vähem kui enne lasku. Sellest selgub, et rohugaaside maksimaalne surve lasu ajal oli  $4.21 = 84$  atm. suurem kui 2100 atm. ehk 2184 atm.

Rohugaaside surve suuruse määramiseks suurtükiraua õõne teistes osades kasutatakse niisuguseid krešereid, mida võib sisse keerata suurtükiraua seina sisse soovitud kohal.

Kuna krešeri abil leitud rohugaaside surve väärtused võivad erineda üksteisest, siis toimetatakse mitu katset ja võetakse saadud surve keskmine suurus.

## 2. Mürsu algkiiruse mõõtmine.

Antud rohuga ja laadimistingimuste juures saadava algkiiruse määramise eesmärgiks on kindlaks teha, kuivõrd ühe või teise rohu või suurtüki kasutamisel laskekaugus erineb normaalsest laskekaugusest. See sünnib kahesugusel viisil järgmiselt.

Kui soovitakse määrata teatud rohuliigist saadav algkiirus, siis toimetatakse laskmist uuest suurtükist, normaallaenguga ja -mürsuga. Niisugust laskmist nimetatakse rohu katseks või **rohu tareerimiseks (taraažiks)**.

Kui soovitakse määrata suurtükiraua õõne kulumise tõttu muutunud algkiirust, siis toimetatakse laskmist sellest suurtükist, normaalrohuga, -laenguga ja -mürsuga. Niisugust laskmist nimetatakse **suurtüki kalibreerimiseks**.

Mürsu algkiiruse määramisel tehakse kindlaks tegeliku laskmisega ajavahemik ( $t$ ), mille vältel mürsk läbib väikese osa oma teekonnast suurtüki suudme juures. Kahuritel võetakse



$E_2$  külge metalltorn  $M$ , mida nimetatakse märkijavardaks. Voolu katkestamisel raami  $A$  vooluahelas elektromagnet  $E_1$  kaotab oma magnetilised omadused ja vabastab enda küljest näitajavarda  $K$ , mis langeb raskustungi mõjul. Voolu katkestamisel raami  $B$  vooluahelas elektromagnet  $E_2$  vabastab märkijavarda  $M$  ja see kukub kangile  $C$ , vabastades sama kangi teise õla kaudu märkijahamba  $N$ , mis liigub ette vedru  $u$  mõjul.

Näitajavarda reguleerimiseks lastakse elektrivool mõlemasse vooluahelasse, riputatakse näitajavarras ja märkijavarras vastavate elektromagnetide külge ja katkestatakse vool mõlemas ahelas üheaegselt. Selle tagajärjel näitaja- ja märkijavarras hakkavad korruga langema ja märkijavarda langemise tõttu vabastatud märkijahammas lööb langevale näitajavardale märgi  $m$ .

Mürsu algkiiruse määramiseks lastakse mõlemasse ahelasse jälle elektrivool, riputatakse märkijavarras ja reguleeritud näitajavarras vastavate elektromagnetite külge ja antakse suur-tükist lask nii, et mürsk läbistaks raamid  $A$  ja  $B$ . Kui mürsk läbistab raami  $A$ , katkevad selles mõned traadid ja ühtlasi elektrivool ning näitajavarras hakkab langema. Mürsku, läbistades raami  $B$ , toimub selle vooluahelas samuti voolukatkestus, märkijavarras langeb ja märkijahammas lööb näitajavardale uue märgi  $n$ , mis asetseb märgist  $m$  ülalpool.

Joonvahe  $nm = j$  näitab teekonna pikkust, mille jõudis läbistada vabalt langev näitajavarras sama aja jooksul, mille kestel mürsk läbistas teekonna  $l = ab$ . Seepärast

$$j = \frac{gt^2}{2} \text{ ja } t = \sqrt{\frac{2j}{g}}$$

Mürsu keskmine liikumiskiirus teekonnal  $l$  ehk  $V$  keskm. on

$$\frac{l \text{ mtr.}}{t. \text{ sek.}} = \frac{l \sqrt{g}}{\sqrt{2j}}$$

Saadud keskmine lennukiirus erineb tegelikust algkiirusest  $V_0$  ainult vähe. Seepärast ligikaudu võib öelda, et

$$V \text{ keskm.} = V_0.$$

Kui on vaja määrata täppis  $V_0$ , peab veel võtma arvesse õhktakistuse ja ilmastiku mõju mürsu teekonnal suurtüki suudmest kuni raamide vahe keskkohani.

### 3. Hüppenurga mõõtmine.

Hüppenurgaks nimetatakse nurka viske- ja laskejoone vahel<sup>1)</sup>. Selle nurga suuruse määramiseks asetatakse suurtükiraud horisontaalseisu. Suurtüki ette, 25 m kaugusele raua suudmest, asetatakse papist plaat, mille ristjoonte kese 0 asetseb suurtükiraua õone telje pikendil. Mürsk läbib papi mingisugusel kaugusel horisontaaljoonest, sellest ülal- või allpool. Kui on teada mürsu kõrguskallang papp-plaadi horisontaal- sest keskjoonest, siis on kerge leida arvutusega hüppenurga suurus.

IX peatükk

## VIKSELANGUD.

Viiskümnendik moodustab teatava kaaluosa tohutu, mis on mahutatud kas rihetel konkreetse või metallkettasse. Tõhusalt laadumise mahutav ja süüdatud viiskümnendik annab kiiresti suure hulga tohuga, mis suruvad mürsu ja helidavale välja raudõõnest, sturms või vähemalt algustega.

— Rohi;

— Rohuõõne või laadumise;

— Kõrguskallang (süü).

— Viiskümnendik moodustab teatava kaaluosa tohutu, mis on mahutatud kas rihetel konkreetse või metallkettasse.

— Rohi;

— Rohuõõne või laadumise;

— Kõrguskallang (süü).

— Viiskümnendik moodustab teatava kaaluosa tohutu, mis on mahutatud kas rihetel konkreetse või metallkettasse.

— Rohi;

— Rohuõõne või laadumise;

— Kõrguskallang (süü).

— Viiskümnendik moodustab teatava kaaluosa tohutu, mis on mahutatud kas rihetel konkreetse või metallkettasse.

— Rohi;

— Rohuõõne või laadumise;

— Kõrguskallang (süü).

— Viiskümnendik moodustab teatava kaaluosa tohutu, mis on mahutatud kas rihetel konkreetse või metallkettasse.

— Rohi;

— Rohuõõne või laadumise;

— Kõrguskallang (süü).

— Viiskümnendik moodustab teatava kaaluosa tohutu, mis on mahutatud kas rihetel konkreetse või metallkettasse.

— Rohi;

— Rohuõõne või laadumise;

— Kõrguskallang (süü).

<sup>1)</sup> Laskejooneks nimetatakse sihitud suurtüki rauaõõne telje sirgjoonelist pikendit.

Viskejooneks nimetatakse sirgjoont, mida mööda mürsk tegelikult välja lendab raua suudmest.

Kolmas jagu.

## Laskemoon.

IX peatükk.

### VISKELAENGUD.

Viskelaengu moodustab teatav kaaluosa rohtu, mis on mahutatud kas riidest kotikestesse või metallkestasse. Tulirelva laengukambrisse mahutatud ja süüdatud viskelaeng annab kiiresti suure hulga rohugaase, mis suruvad mürsule ja heidavad selle välja rauaõhnest suurema või vähema algkiirusega.

Iga viskelaeng koosneb järgmistest tähtsamatest osadest:

- rohi;
- rohukotid või laengukest;
- kruvitong (sütik).

#### 1. Rohi.

Vanasti viskelaenguid valmistati mustast rohest. Nüüd kasutatakse selleks ainult suitsuta rohtusid.

Kuna suitsuta rohud on raskesti süüdatavad sütiku nõrgast leegist, siis neist koostatud viskelaengutele lisatakse juurde mustast rohest **süütelaeng**, mis asetatakse sütiku vastu või sütiku sisse. Süütelaeng süütub kergesti sütiku nõrgast leegist ja annab suitsuta rohu süütamiseks küllaldase temperatuuri ja surve.

Kuna viskelaengu plahvatusest tekkinud suudmeleek demaskeerib suurtüki tulepositsiooni, siis selle leegi nõrgendamiseks lisandatakse viskelaengutele mitmesuguseid lisaineid, nagu naatriumkarbonaat, kloorkaalium jms. Need ained asetatakse viskelaengu esiossa (suudme poole).

Rauaõõne vasetumise ärahoidmiseks lisandatakse viske-laengutele seatina ja inglistina sulatist, mis asetatakse laengu esiossa. Tina seguneb juhtvööst eralduva vasega ja paiksub välja mürsu järel.

Meil kasutatakse viskelaengutes mitmesuguseid püroksüliin- ja nitroglütseriinrohtusid. Andmed rohu kohta (rohu mark, partii ja kaal) iga suurtükisüsteemi jaoks on antud vastavates lasketabelites. Samad andmed on tähendatud erimärkidega rohukottidel või laengukestadel.

## 2. Rohukotid ja laengukestad (hülsid).

Viskelaengu rohi mahutatakse kas selleks määratud erilistesse kottidesse või metallkestadesse. Nendel süsteemidel, mille laadimiseks viskelaengu rohi mahutatakse ainult kottidesse ja laengud asetatakse sel kujul ka laengukambrisse (näit. 77. a. suurtükid), on suurtükilukul olemas eriabinõu, n.n. obtüraator, mis takistab rohugaaside väljatungimist. Rohukotid valmistatakse riidest, mis põledes ei jäta järele hõõguvaid kõvu aineid, muidu võiks tekkida järgmise laengu enneaegne plahvatus.

Meie väljasuurtükkide viskelaengute rohi on asetatud metallkestadesse kas laengukottides või ilma. Viskelaengu kest on valmistatud valgevasest. Sõjaajal sakslased valmistasid kestadid ka rauast. Viskelaengu kesta materjal peab olema elastne, et ta rohugaaside surve mõjul painduks laiali vastu laengukambri seinu, ilma et ta rebeneks ega laseks rohugaase tungida lukupessa. Seega laengukest, olles kestaks rohule, täidab ühtlasi ka obtüraatori ülesandeid. Peale selle laengukest mahutab endas sütiku.

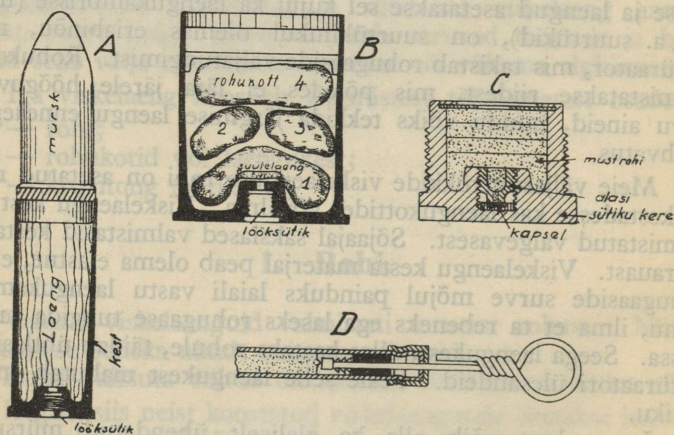
Laengukest võib olla ka alaliselt ühendatud mürsuga, moodustades koos sellega n. n. **unitaarpadruni** või lühidalt padruni (vt. joon. 19, A). Unitaarpadruniga saavutatakse suurem laadimis- ja laskekiirus.

Unitaarpadruni laengukest täidab järgmisi ülesandeid:

- mahutab endas viskelaengut;
- suleb rohugaasidele pääsu lukupessa (on obtüraatoriks);
- mahutab endas sütikut;
- ühendab viskelaengut mürsuga.

Laengukest on kujult koonusetaoline selleks, et hõlbustada laadimist. Tema põhjal on väljaulatuv äär ehk kübar, mis võimaldab kesta väljaheitmist pärast lasku. Sütiku mahutamiseks on kesta põhjas vintlõikega sütikupesa.

Mürsule mitmesuguste algkiiruste andmise võimaldamiseks ja selleks, et laskmisel väiksematele kaugustele ja suurte tõstenurkade all ära hoida rohugaaside suurt survet, kasutatakse jaotatavaid viskelaenguid (vt. joon. 19, B). Jaotatav viskelaeng koosneb mitmest nummerdatud rohkotist. Üks rohkott moodustab põhilaengu, kuna teised on lisa-laengud. Jaotatavaid laenguid kasutatakse harilikult haubitsate juures; nad võivad koosneda kuni kaheksast kotikesest. Kotikeste kombinatsiooniga saavutatakse laskekaugusele vastav laengu suurus (kaal). Näiteks 114 i. ja 152 šn. haubitsatele on ette nähtud viis isesugust laengut. Laengukestad täidavad ka jaotatavate laengute juures obturaatori ja sütikuhoidja ülesandeid.



Joon. 19.

### 3. Sütikud.

Sütiku ülesanne on panna plahvatama viskelaeng. Ehituselt ja tegevuselt sütikud jagunevad kahte liiki:

- lööksütikud (kravitongid), mis süütuvad löögist, ja
- tõmsütikud, mis süütuvad hõõrumisest.

Kestlaengute juures kasutatakse lööksütikuid, kottlaengute juures — tõmbsütikuid.

**Lööksütik** ehk kruvitong (vt. joon. 19, C) koosneb kerest, süütekapslist, alasist ja süütelaengust; sütiku kere on valmistatud valgevasest. Päästmisel luku lööknõel annab hoobi sütiku kere põhja pihta, millest süütekapsel pressitakse vastu alasit ja plahvatab. Kapsli plahvatuses süütub musta rohu süütelaeng, mis süütab laengurohu.

**Tõmbsütik** (vt. joon. 19, D) on vasktoru, mille sisse on asetatud hambulise otsaga tõmbeora, hõõrdumisest kergesti süütuv aine (vosvor jms.) ja viimase täienduseks mustast rohust süütelaeng. Tõmbsütik asetatakse lukus või laengukambri seinasse olevasse süüteavasse. Lasuks tõmmatakse välja tõmbeora, mis oma hambulise otsaga süütab sütiku ja süütelaengu, mille leegist plahvatab viskelaeng.

## X peatükk.

# MÜRSUD.

## 1. Üldaluseid.

Suurtükivägi hävitab või neutraliseerib vastast lahingus oma tulega. Tule moodustavad mürsud. Mürsuks nimetatakse keha, mis heidetakse välja suurtükirauast selleks, et ta vastaseni jõudes, teeks ära teatava hävitustöö. Seega mürsk on suurtükiväe relvaks otseses mõttes; mürsk hävitab või neutraliseerib vahenditult vastase elavjõudu, relvi, kindlustisi ja muid võitlusvahendeid.

Märki tabanud mürsu purustustöö suurus ja tegevuse iseloom olenevad mitmest tegurist. Neid tegureid saab peaaegu alati määrata vastavalt tulistatava märgi iseloomule, tule soovitavaile tagajärgedele ja teistele nõuetele.

Tähtsamad tegurid, millest on oleneb **mürsu võimsus**, on järgmised:

— **mürsu purustusjõud**, mis omakorda on oleneb mürsu liigist, raskusest (kaliibrist), lõhkelaengu kaalust ja lõhkelaengu liigist;

— **mürsu lennutee maksimaalne kaugus**, mis oleneb peamiselt viskelaengu liigist ja kaalust ja mürsu kaalust ja kujust;

— **mürsu pihtavus**, mis oleneb suurel määral mürsu ja ja süütaja täpsast valmistusest ja kasutatavast viskelaengu rohust (eriti selle põlemise ühtlusest).

Tähtsamad tegurid, millest oleneb **mürsu tegevuse iseloom** lõhkemisel, on järgmised:

— **mürsu kannu (keha) materjal**; mürsu kann valmistatakse terasest, terasmalmist või malmist;

— **mürsu täidis**; mürske täidetakse lõhkeainega, kuu-  
lidega, sõjagaasiga, suitsuainega, süüteainega, propa-  
gandakirjandusega jne.;

— **süütaja liik**, millest olenevalt võib panna mürsu lõh-  
kema kas õhus, maapinnal, pinnases või märgi sisemuses.

Nagu näeme, suurtükirauast väljalastud mürsk kujutab mehaanilist võitlejat, mis vastaseni jõudes teeb ära ettemääratud hävitustöö. Seega laskemoon on tähtsamaid elemente suurtükite võimsuse ja tegevuse iseloomu määramisel.

## 2. Mürsu ehituse põhijooni.

Vanasti, kui suurtükiraua õõne seinad olid siledad, tarvitati kerakujulisi mürske. Möödunud sajandi keskel võeti tarvitusele vintsoontega suurtükirauad, ühes sellega kerakujulised mürsud asendati silindrikujuliste, teravkaarse esiosaga mürskudega (vt. joon. 20, A). Praegusajal kasutatakse veel koonilise tagaosaga mürske (vt. joon. 20, B).

Selleks, et mürsu kann lasu ajal suudaks vastu panna rohugaaside suurele survele, peab kannu põhiosa olema küllalt tugev. Samuti mürsu kogu keha ja eriti peaosa peab olema niivõrd tugev, et mürsk suudaks läbistada tugevate seintega märke (tugevad kaitsehitised, soomustatud pinnad jne.). See kõik nõuab, et mürsu kannu materjal oleks tugev ja kannu seinad oleksid paksud.

Teiselt poolt on teada, et mürsu purustusvõime oleneb temasse mahutatud lõhkelaengu kaalust. Suure lõhkelaengu mahutamiseks mürsu sisemine maht aga peab olema võimalikult suur. Järelikult suure sisemise mahuga ja ühtlasi tugeva mürsu

saamiseks peab püüdma tõsta kannu materjali vastapidavust, vähendades vastavalt kannu seinte paksust.

Praegusaja mürske valmistatakse terasest, terasmalmist või malmist. On selge, et suurima seinte tugevusega ja ühtlasi suurima sisemise mahutusega on terasmürsud. Terasmalm-mürsud on selles mõttes nõrgemad ja malm-mürsud veelgi nõrgemad.

Praegusaja mürsud võivad mahutada endasse lõhkeainet 10—25% mürsu kogukaalust.

Oma väliskuju poolest mürsk peab vastama järgmistele nõuetele.

a) Korrapäraseks liikumiseks suurtükiraua õõnes ja õhus mürsk peab omama sümmeetrilist kuju ja tema raskuskese peab asetsema sümmeetriat teljel. Peale selle mürsu sümmeetriatel peab ühtuma suurtükiraua õõne teljega. Lühidalt, mürsk peab olema **tsentreeritud** suurtükiraua õõnes. Tsentreerimist võiks saavutada, tehes mürsu kannu välispinna läbimõõt täpsalt võrdseks suurtükiraua kaliibriga. Kuid kui mürsu kannu silindriosa läbimõõt kogu selle ulatuses oleks täpsalt võrdne suurtükiraua kaliibriga, siis tõuseb suureks mürsu hõõrdumispind. Selle vältimiseks kannu suurema osa välispinna läbimõõt tehakse veidi vähemaks suurtükiraua kaliibrist, kuid seejuures kannu peaosa lähedusse jäetakse n.n. **tsentreeriv paksend**. Tsentreeriva paksendi ja juhtvöö abil mürsk ongi tsentreeritud.

b) Selleks, et pikergune mürsk liiguks õhus korrapäraselt, s.o. oma esiosaga alati ees, ta peab olema stabiilne kogu oma lennu ajal õhus. Mürsu lennustabiilsuse saavutamiseks asetatakse kannu tagumise osa pinnale pehmest metallist (vask või tsingi sulatis) **juhtvöö**, mis mürsu liikumise algul lõikub rauaõõne vintsoontesse ja paneb mürsu kiiresti pöörlema oma geomeetrilise telje ümber. Seega mürsu telg on kogu lennuteel peaaegu ühtuv lendjoone puutujaga.

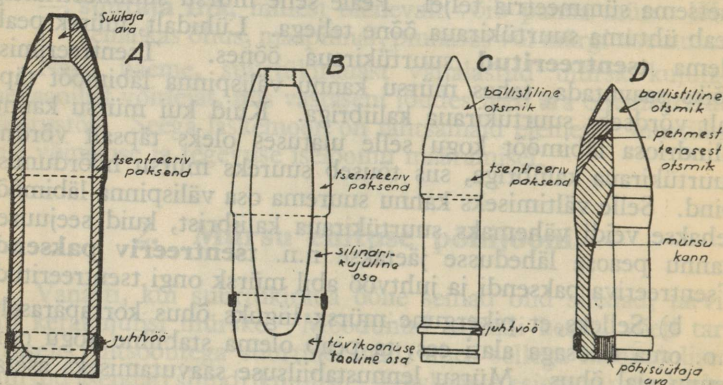
Peale mürsu pöörlemapanemise juhtvöö täidab veel järgmisi ülesandeid:

- tsentreerib mürsku rauaõõnes ühes tsentreeriva paksendiga;
- tagab alaliselt mürsu õiget asetust rauaõõnes, mistõttu laengukambri maht on ühesugune iga lasu ajal;
- suleb rohugaasidele pääsu ettepoole, s.o. mürsu välispinna ja vintsoonte põhja vahele.

Juhtvöö asetseb püsivalt kannu välispinnal olevas kalasabataolise ristlõikega rõngassoones. Rohugaaside läbivalgumise takistamiseks juhtvöö väline läbimõõt on 0,2—2 mm suurem kui rauaõõne läbimõõt kahe vastaspoolse vintsoone põhja vahel. Laia juhtvöö välispinnale tehakse rõngassooned selleks, et vähendada juhtvöö vastupanu ja jätta vaba ruumi juhtvööst mahahõõrutud osakeste ja muude kõrvalainete jaoks.

Mürsu esiosa peab olema kooniline, et vähendada õhktakistuse mõju. Kannu esi- või põhiosas on ava mürsu täitmiseks ja süütaja sissekeeramiseks.

Praegusel ajal tarvitusel olevaid mürske võib jaotada väliskujult järgmistesse liikidesse.



Joon. 20.

**Silindrikujuline, teravkaarse esiosaga mürsk** (joon. 20, A); peaaegu kõik meie mürsud on seesuguse kujuga.

**D-mürsk** (joon. 20, B). Selle mürsu tüvikoonusetaoline tagaosaga võimaldab saavutada suuremat laskekaugust. Võrreldes silindrikujulise mürsuga võib samakaliibrilise D-mürsu laskekaugus suureneda kuni 30%.

**Otsmikuga mürsk** (joon. 20, C). Tühi otsmik teeb mürsu esiosa teravamaks kui teistel mürskudel, mistõttu väheneb õhktakistuse mõju ning suureneb laskekaugus. Näi-

teks, lastes 76 v. hariliku granaadiga ja täislaenguga sihikul 200, saame lennukauguse 8500 m; otsmikuga granaat annab samal sihikul umbes 10200 m lennukaugust.

**Soomustlâbistav mürsk** (joon. 20, D). Selle mürsu kannu esiosa seinad on paksemad ning tugevamad ja süütaja on asetatud kannu põhiossa. Mürsu esiosa peale on asetatud pehmest terasest otsmik selleks, et kaitsta mürsu peaosa purunemise eest, enne kui mürsk suudab lâbistada soomuse.

Lõhkeainega täitmata mürsk kujutab keha, mis pihtamisel võib oma hooga purustada isegi soomustatud seinu. Kuid seda on vähe. Olenevalt märgi iseloomust, soovitud hävitusviisist ja tagajärgedest tuleb mürsule määrata kindel tegevusviis kohtamispunkti jõudmisel. Selleks mürsk tuleb täita vastava ainega.

Oma täite (seisu) ja sellest oleneva tegevuse poolest mürsud jagunevad järgmistesse pealiikidesse:

- granaat;
- šrapnell;
- gaasimürsud;
- erimürsud.

### 3. Granaadi ehitus.

Granaat on täidetud pihustava või purustava lõhkeainega, mis lõhkemisel tekkinud gaaside survega purustab kannu kildudeks ja tabab kildudega märki (brisantgranaat) või hävitab kõik oma ümbruses gaaside survega kinnises ruumis (fugass-granaat).

Malmgranaat võib mahutada lõhkeainet kuni 10% oma kaalust, terasmalmgranaat kuni 20% ja terasgranaat kuni 30% oma kaalust.

Granaatide täitmisel lõhkeainega võidakse:

- valada kannu sulatatud lõhkeainet;
- täita kann osaliselt sulanud lõhkeainega, või
- täita kann pulberja lõhkeainega, mis surutakse kokku suure surve all.

Alljärgnev tabel iseloomustab mõningaid granaate ja nende lõhkelaenguid.

Kaliiber ja lõhkeaine	37 mm	76 mm			84 mm	107 mm	114 mm	152 mm				
	Trotiül	Must rohi	Trotiül ja šneideriit	Otsmikuga granaat	Amatool	Trotiül või šneideriit	Amatool või trotiül	Amatool või trotiül	Terasgranaat	Terasnalmgranaat	Must rohi	
Mürsu kaal (kg) . . .	0,560	5,8	6,44	6,44	8,4	16,4	15,9	40,95			42,4	32,75
Lõhkelaengu kaal (kg)	0,030	0,5	0,8	0,8	0,5	1,8	2,1	8,8	7,5	6,5	3,5	1,5
Mürsu pikkus (kaliibrites) . . .	2,81	4,12	4,12	5,15	—	—	—	4,0	3,75	3,5	3,3	2,5

#### 4. Šrapnelli ehitus.

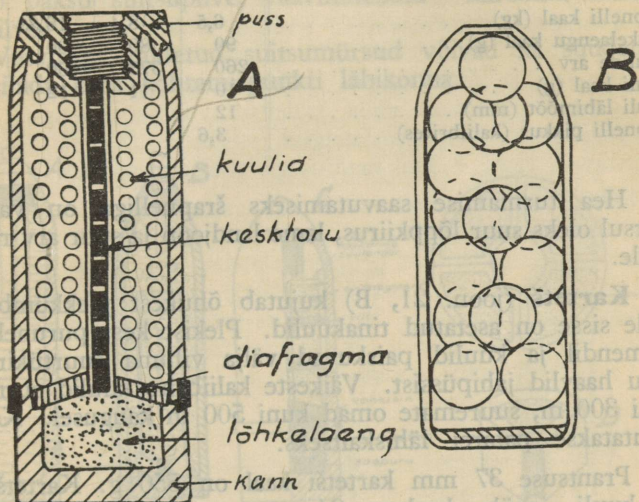
Šrapnell on saanud oma nimetuse leiutaja, inglise suur-tükiväe ohvitseri nimest. Inglased võtsid šrapnelli esmakordselt tarvitusele 1808. a.

Šrapnelli peamised osad on (vt. joon. 21, A) kann, lõhkelaeng ja kerakujulised kuulid.

**Šrapnelli kann** tehakse eriti vastupidavast terasest. Kannu sisse mahutatakse lõhkelaeng ja kuulid. Šrapnelli lõhkemisel kann ei lõhke, vaid süütaja ühes šrapnelli **pussiga** vabaneb lõhkemise momendil ja kuulid paiskuvad kannust välja koonusetaolise vihuna. Kannu õone tagaosa on eraldatud **diafragma**ga, mis toetub astmele kannu sisemisel pinnal ja mis on kallak selleks, et olla vastupidavam lasu momendil ja juhtida kuule lõhkemise momendil. Diafragma peale toetub **kesktoru**, mis ühendab šrapnelli esiosas olevat lendisüütajat šrapnelli põhjas oleva lõhkelaenguga ja on täidetud musta rohuga.

1) Ühes süütajaga 2,92.

**Lõhkelaenguks** on must rohi, mis plahvatusel annab valge nähtava suitsupilve. Lõhkelaeng on võrdlemisi väike: 76 mm šrapnellil — 90 g. Kannu tagaosa on seestpoolt lakitud, et must rohi hõõrdumisest ei süütuks.



Joon. 21.

**Kerakujulised kuulid** valmistatakse seatinast, millele tugevuse saavutamiseks lisatakse juurde antimoni. Kuulide kogukaal on kuni 50% mürsu kaalust. Üksiku kuuli kaal on väiksematel kaliibritel umbes 10 g, suurematel — umbes 20 g. Nende läbimõõt on väikestel kaliibritel umbes 10—12 mm. Kuulid on asetatud kannu sisse korrapäraselt ja nende vahe on täidetud kampoliga või väävliga, et kuulid ei loksuks lennu ajal ja ei avaldaks mõju mürsu stabiilsusele. Alumiste kuulide vahed on täidetud suitsutekitava ainega, mis suurendab lõhkemise nähtavust. Nähtavuse suurendamiseks talvisel maastikul lisatakse juurde värvilist ainet. Selleks, et šrapnellikuul suudaks välja lüüa rivist inimese või hobuse, tema hoog ( $\frac{mv^2}{2}$ ) lõhkemise momendil peab olema  $\geq 20$  kg/m.

Alljärgnevas tabelis on toodud iseloomustavaid andmeid šrapnellide kohta.

Andmete nimetus	Kaliiber	76 v.	84 i.	107 šn.	152 šn.
	Šrapnelli kaal (kg)		6,5	8,4	16,38
Lõhkealaengu kaal (g)		90	80	200	550
Kuulide arv		260	373	600	690
Kuuli kaal (g)		10	11	12	21
Kuuli läbimõõt (mm)		12			16
Šrapnelli pikkus (kaliibrites)		3,6			3,2

Hea turmamise saavutamiseks šrapnelliga on vaja, et mürsul oleks suur lõppkiirus, lame lendjoon ja suur arv raskeid kuule.

**Kartetš** (joon. 21, B) kujutab õhukest plekkümbriku, mille sisse on asetatud tinakuulid. Plekist kest puruneb lasu momendil ja kuulid paiskuvad välja vihuna suurtükirauast, nagu haavlid jahipüssist. Väikeste kaliibrite kuulid surmavad kuni 300 m, suuremate omad kuni 500 m kaugusel. Kartetši kasutatakse patarei lähiskaitseks.

Prantsuse 37 mm kartetši kaal on 550 g. Kartetšis on 19 kuuli, igäüks kaaluga 24 g.

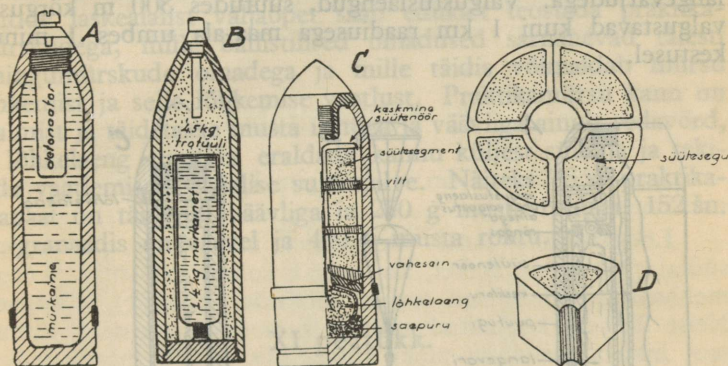
## 5. Gaasimürsud.

G-mürsud (vt. joon. 22, A ja B) sarnanevad ehituselt granaadiga. Lõhkeaine asemel nad on täidetud mürkainega. Mürkaine on asetatud mürsu sisse peamiselt vedelas, mõnikord ka kõvas ja gaasilises olekus. G-mürsud on varustatud löök-süütajaga, mis kohtamispunktis purustab mürsu esiosa (joon. 22, A). Mürsu lõhkemisel mürkaine muutub auruks või tolmuks, moodustades gaasipilve. Niisuguste mürskude mõju on puhtal kujul füsioloogiline. Kuid peale nende on veel g-mürske, mille mõju on kahesugune: purustav ja füsioloogiline. See-sugused g-mürsud (joon. 22, B) on täidetud osalt lõhkeainega, osalt mürkainega. Küllaldast kahesugust mõju võib saavutada paremini raskekaliibriliste mürskudega.

## 6. Erimürsud.

**Suitsumürsud** sarnanevad oma ehituselt granaadiga. Purustava lõhkeaine asemel nad on täidetud ainega, mis annab paksu ja pideva suitsupilve (vosvor, väävliühendid). Vosvor annab paksu suitsupilve, väävliühendid — kiiremini haihtuva udupilve.

Vosvoriga täidetud suitsumürsud võivad ka süüdata ja mürgitada oma kohtamispunkti lähikonna.

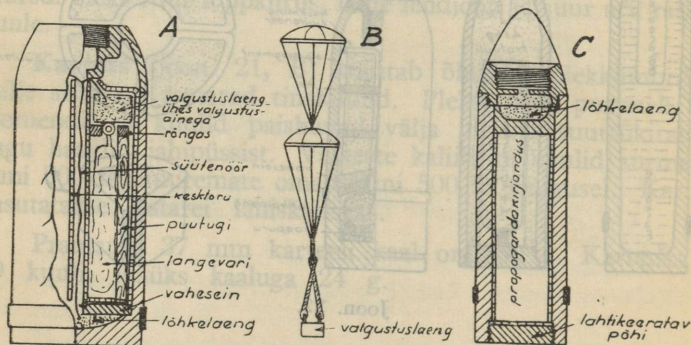


Joon. 22.

**Süütemürsud** (joon. 22, C) sarnanevad ehituse põhimõttelt üldiselt šrapnelliga. Erinedes viimasest sellega, et kesktoru asemel neis on suure põlemiskiirusega süütenõr ja kuulide asemel — kolm järku süütesegmente (joon. 22, D). Süütesegmendid on täidetud süüteseguga, mis põleb kuni 3000°C kõrge temperatuuriga. Süütesegu sisaldab 50% termiitainet ja 50% põletusainet. Süütesegmentide järgud on eraldatud üksteisest vildiga. Iga üksiku süütesegmendi küljes on süütenõr, mis on ühenduses keskmise süütenõoriga. Süütemürsk on varustatud lentsüütajaga. Mürsu lõhkemine ja tegevus toimub järgmiselt: lentsüütaja süütab keskmise süütenõori, millest süütuvad süütesegmentide süütenõõrid ja süütesegmentide sisu; selle järele keskmine süütenõr süütab mürsu põhjaosas oleva mustast rohust lõhkelaengu; lõhkelaengu

plahvatuses tekkinud gaasid heidavad kannust välja põlevad süütesegmendid, mis süütavad kõik läheduses olevad tuld- võtvad ained ja esemed.

**Valgustusmürsud** (joon. 23, A) koosnevad kannust, kahest valgustuslaengust, valgustuslaengute langevarjudest (joon. 23, B), lõhkelaengust, kesktorust ja süütenööri. Nad on varustatud lentsüütajaga. Mürsu lõhkemise hetkel lend-süütaja süütab süütenööri, mis omakorda süütab valgustus-laengute sisu ja lõhkelaengu. Lõhkelaengu plahvatuses tekki-nud gaasid tõukavad välja põlevad valgustuslaengud ühes langevarjudega. Valgustuslaengud, süütudes 300 m kõrgusel, valgustavad kuni 1 km raadiusega maa-ala umbes 1 minuti kestusel.



Joon. 23.

**Propagandamürsud** (joon. 23, C) koosnevad kannust, lõhkelaengust ja propagandakirjanduse kestast. Nad on varustatud lentsüütajaga. Propagandakirjanduse kestaks on metallsilinder, mis on lõigatud pikuti pooleks ja mida toetavad mõlemast otsast metallkettad. Kannu põhi on lahtikeeratav. See võimaldab avada mürsku igal ajal ja asetada selle sisse soovitud propagandakirjandust. Propagandamürsk peab lõhkema 100—200 m kõrgusel. Mürsu lõhkemisel lõhkelaeng viskab välja propagandakirjanduse kesta, mis avaneb ja vabastab oma sisu.

**Universaalmürsud.** Mürskude mitmekesisus toob esile raskusi laskemoona valmistamisel, selle juurdeveol ja kasuta-

misel. Seepärast Maailmasõjas tehti katseid valmistada ja kasutada universaalmürske. Universaalmürsk sarnaneb oma ehitusel ja tegevuselt üldiselt šrapnelliga, kuid tema sisse on asetatud peale kuulide veel pihustav või purustav lõhkeaine. Seetõttu universaalmürsk võib töötada soovi kohaselt kas šrapnellina või granaadina. Muidugi ta ei ole nii suure eritoimega kui samakaliibriline šrapnell või granaat, seepärast ta ei leia ka suureulatuslikku kasutamist.

**Praktikamürsud.** Tulejuhtimise harjutusteks harilikult ei kasutata lahingulaskemoona tema kalliduse tõttu. Suurtükiväe juhtide laskealalist väljaõpet saab edukalt teostada praktikamürskudega, mille ballistilised omadused sarnanevad täiesti lahingumürskude omadega ja mille täidis võimaldab mürsu lõhkemist ja selle lõhkemise vaatlust. Praktikamürsu kann on malmist ja täidetakse musta rohuga ja väävliga ainult sedavõrd, et lõhkelaeng suudaks eraldada kannu küljest süütaja ja tekitada vaatlemiseks vajalise suitsupilve. Näiteks 76 v. praktikagranaat on täidetud väävliga ja 250 g musta rohuga, 152 šn. pr.-granaadis on väävel ja 400 g musta rohtu.

## XI peatükk.

### SÜÜTAJAD.

#### 1. Üldaluseid.

**Süütajaks nimetatakse abinõu, mille ülesandeks on panna mürsk lõhkema oma lendjoonel ettenähtud kohas.**

Ühel juhul mürsk peab lõhkema õhus, teisel juhul — kohtamispunktis ja kolmandal juhul — maapinna või purustatava eseme sisemuses. Neist nõudeist ongi tingitud süütajate mitmekesisus nii ehituse kui tegevuse poolest.

Süütaja peab töötama tõrgeteta ja täpsalt (aja mõttes kuni 0,001 sek. täpsuseni), peab olema ohutu hoidmisel ja käsitlemisel ja peab olema tundetu põrutuste vastu, mis tekivad lasu ajal. Samuti süütaja käsitlemine peab olema lihtis. Kõik need nõuded teevad süütaja ehituse kaunis keerukaks.

Oma ehituse ja tegevuse põhijoontest olenevalt süütajad jagunevad kolme liiki:

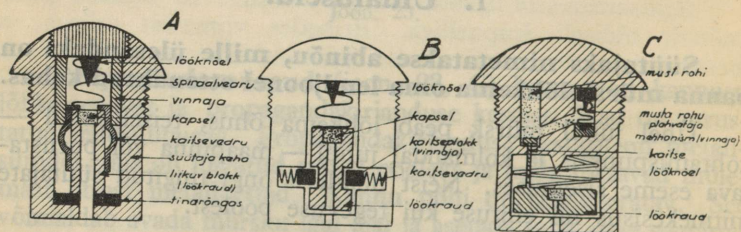
- **lööksüütajad**, mis panevad mürsu lõhkema pärast mürsu kukkumist maapinnale või kohtamist takistusega;
- **lendsüütajad**, mis võivad panna mürsu lõhkema lennul õhus;
- **kahesuguse tegevusega süütajad**, mis võivad töötada nii löök- kui lentsüütajatena.

Enamik lentsüütajaid on kahesuguse tegevusega, välja arvatud need süütajad, mida kasutatakse õhumärkide tulistamisel, kus ei ole soovitatav, et mürsk lõhkeks kukkumisel maapinnale.

## 2. Lööksüütajad.

Igal lööksüütajal on: a) löögimehhanism, b) kaitse- ja vinnamismehhanism.

**Löögimehhanismi** ülesandeks on panna plahvatama süütaja kapsel sel hetkel, kui mürsk kohtab takistust. Löögimehhanismi tähtsamaid osi on **lööknõel** (teravik) ja **kapsel**. Neist üks on kinnitatud süütaja kere külge, teine — süütaja sees liikuva massiivse ploki külge, mis töötab inertsil mõjul. Kui lööknõel on kinnitatud süütaja kere külge, siis kapsel asetseb liikuva ploki küljes ja vastupidi. Löögimehhanismid töötavad inertsil mõjul.



Inertsil mõjul töötavad löögi-, kaitse- ja vinnamismehhanismid.

Tsentrifugaaltungi mõjul töötav kaitse- ja vinnamismehhanism.

Musta rohu põlemisega töötav kaitse- ja vinnamismehhanism.

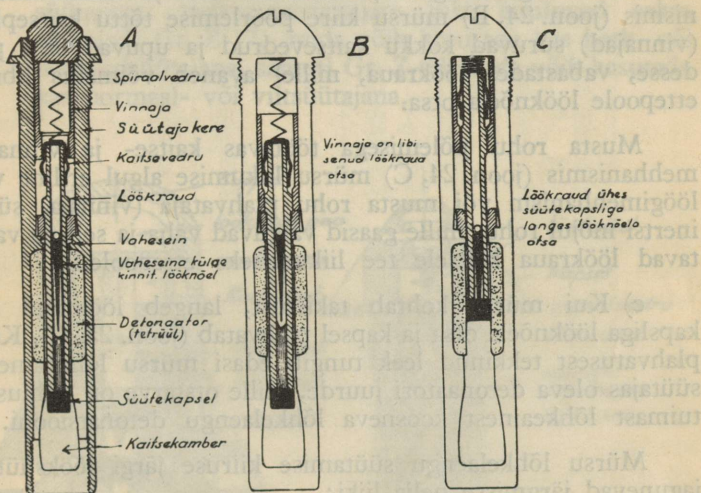
Joon. 24.

**Kaitse- ja vinnamismehhanismi** ülesandeks on:

- ära hoida süütaja juhuslikku plahvatust tema hoidmisel ja käsitsemisel enne lasku;
- panna süütaja lasu momendil niisugusse seisundisse, et ta võiks plahvatada kapsli siis, kui mürsk kohtab takistust;
- ära hoida süütaja plahvatust mürsu lennu ajal.

Kaitsemehhanismid töötavad **inerts**i, **tseentrifugaaltungi** ja **musta rohu põlemise** mõjul (joon. 24).

Iga lööksüütaja tegevuses võime eristada kolme järgmist momenti.



Enne lasku.

Mürsu lennu ajal. Pärast takistuse kohtamist.

Joon. 25.

Vene IT lööksüütaja.

a) **Harilikus olekus** (enne lasku) kaitse- ja vinnamismehhanismi osad (vinnaja ja kaitsevedru) takistavad löökraua liikumist lööknõela otsa, seega löökraua küljes olev kapsel ei või kukkuda lööknõela otsa ja süütaja ei või plahvatada (joon. 24 ja 25, A).

b) **Pärast lasku** (mürsu liikumise algul) kaitse- ja vinnamismehhanism vabastab löökraua, võimaldades sellele liikuda ettepoole, lööknõela suunas, järgmistel põhjustel.

Inertsil mõjul töötavas kaitse- ja vinnamismehhanismis (joon. 24, A) mürsu järsu edasiliikumise tõttu vinnaja jääb inertsil mõjul maha ja surub enda löökraua peale, pressides sirgeks kaitsevedru käpad (joon. 25, B). Seetõttu löökraual ühes vinnajaga avaneb võimalus libiseda ettepoole. Selleks aga, et mürsu lennu ajal lennukiiruse kaotuse ja mürsu pöörlemise tõttu löökraud ei libiseks ettepoole, on löökraua esiosa ja lööknõela vahele asetatud spiraalvedru.

Tsentrifugaaltungi mõjul töötavas kaitse- ja vinnamismehhanismis (joon. 24, B) mürsu kiire pöörlemise tõttu kaitseplokid (vinnajad) suruvad kokku kaitsevedrud ja upuvad oma pesadesse, vabastades löökraua, millel avaneb võimalus libiseda ettepoole lööknõela otsa.

Musta rohu põlemisega töötavas kaitse- ja vinnamismehhanismis (joon. 24, C) mürsu liikumise algul eriline väike löögimehhanism või musta rohu plahvataja (vinnaja) süütab inertsil mõjul rohu, mille gaasid valguvad välja ja sellega vabastavad löökraua kaitsele tee liikumiseks ettepoole.

c) Kui mürsk kohtab takistust, langeb löökraud ühes kapsliga lööknõela otsa ja kapsel plahvatab (joon. 25, C). Kapsli plahvatusel tekkinud leek tungib edasi mürsu lõhkeaine või süütajas oleva detonaatori juurde, mille otstarve on põhjustada tuimast lõhkeainest koosneva lõhkelaengu detonatsiooni.

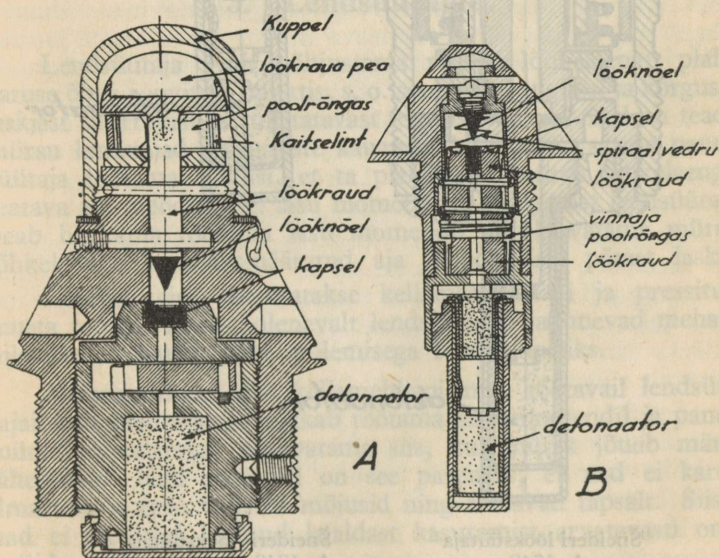
Mürsu lõhkelaengu süütamise kiiruse järgi lööksüütajad jagunevad järgmisse nelja liiki:

— **hetksüütajad**, mis süütavad lõhkelaengu kohe pärast takistuse kohtamist; mürsk lõhkeb 0,001 sek. möödumisel pärast takistuse kohtamist; hetksüütajate liiki kuulub näiteks, inglise lööksüütaja 106 DA (joon. 26, A);

— **normaalsüütajad**, mis süütavad mürsu lõhkelaengu 0,01—0,02 sek. möödudes pärast takistuse kohtamist; normaalsüütajate liiki kuuluvad vene süütajad 1884. a. ja 1915. a., lööksüütajad 3 ГТ, 4 ГТ ja 6 ГТ, šneideri

lööksüütaja 24/41 valge peaga (joon. 26, B) ja šneideri lööksüütaja A. 1748 punase peaga (joon. 27, A), inglise lööksüütajad nr.nr. 101 ja 103 punase peaga;

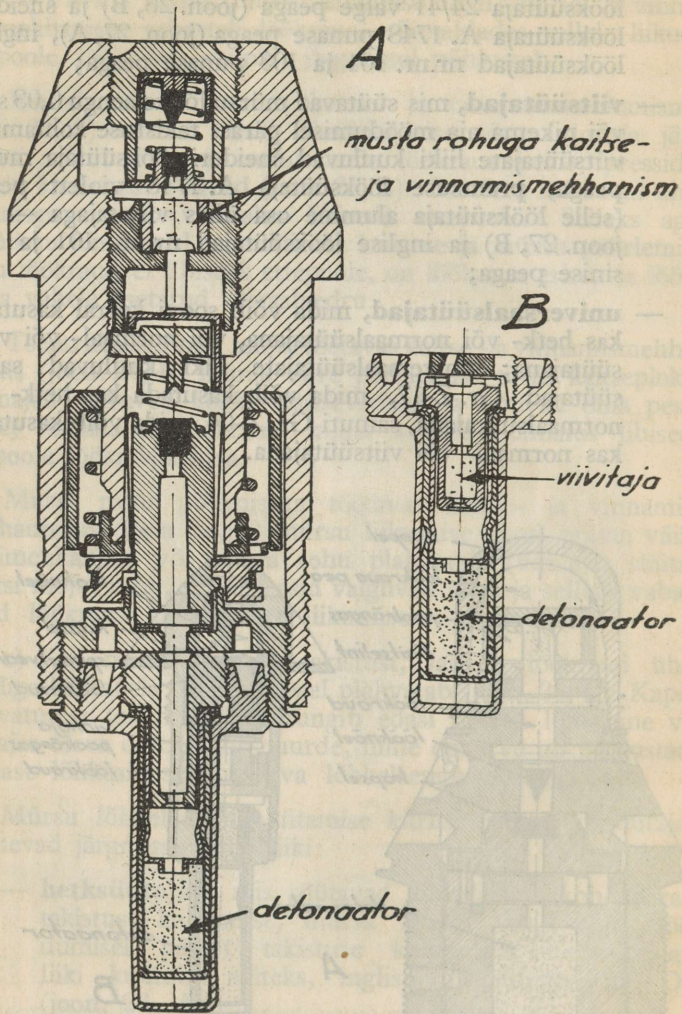
- **viitsüütajad**, mis süütavad mürsu lõhkelaengu 0,03 sek. või pikema aja möödumisel pärast takistuse kohtamist; viitsüütajate liiki kuuluvad šneideri lööksüütaja musta peaga, prantsuse lööksüütaja A. 1748 violett peaga (selle lööksüütaja alumine osa ühes viivitajaga — vt. joon. 27, B) ja inglise lööksüütajad nr.nr. 101 ja 103 sinise peaga;
- **universaalsüütajad**, mida võib soovi korral kasutada kas hetk- või normaalsüütajana, või normaal- või viitsüütajana; universaalsüütajate liiki kuuluvad saksa süütajad Gr. Z-17, mida võib kasutada kas hetk- või normaalsüütajana, samuti Gr. Z-04, mida võib kasutada kas normaal- või viitsüütajana.



Inglise lööksüütaja 106 DA.

Šneideri lööksüütaja 24/41.

Joon. 26.



Šneideri lööksüütaja  
A. 1748.

Šneideri lööksüütaja  
A. 1748 alumine osa  
ühes viivitajaga.

Joon. 27.

## Lööksüütajate tabel.

76 v. ja 76 p.	84 i.	107 šn.	114 i.	150 s.	152 šn.
Šneideri süütaja 24/41	Inglise süütajad 106 ja 103	Prantsuse süütajad A 1748 ja 24/31	Inglise süütajad 106 ja 101	Gr. Z. 17.	Vene süütajad 4ΓT ja 6ΓT
84. a. löök-süütaja	84. a. löök-süütaja	{ Inglise süütaja 106 Vene süütaja 3ΓT	—	Gr. Z. 04.	Ingl. süütaja 106
15. a. löök-süütaja	15. a. löök-süütaja		{ 84. a. löök-süütaja 15. a. löök-süütaja	84. a. või 15. a. süütajad	84. a. või 15. a. süütajad

### 3. Lendsüütajad.

Lendsüütaja peab põhjustama mürsu lõhkelaengu plahvatuse õhus soovitud punktis, s. o. soovitud kaugusel ja kõrgusel laskjast suurtükist ja tulistatavast märgist. Kuna meil on teada mürsu lennuajad igasuguste kauguste kohta, siis saame panna süütaja töötama niiviisi, et ta plahvataks mürsu lõhkelaengu teatava aja möödumisel lasu momendist. Seepärast lendsüütaja peab hakkama töötama lasu momendil ja plahvatama mürsu lõhkelaengu kindlaksmääratud aja möödumisel pärast lasku.

Lendsüütajais kasutatakse kellamehhanismi ja pressitud musta rohtu. Sellest olenevalt lendsüütajad jagunevad mehaanilisteks ja musta rohu põlemisega lendsüütajaiks.

**Mehaanilistel** ehk kellamehhanismiga töötavail lendsüütajail kellamehhanism hakkab töötama lasu momendil ja paneb mürsu lõhkelaengu plahvatama siis, kui mürsk jõuab märgi lähedusse. Neil süütajail on see paremus, et nad ei karda ilmastiku ja teisi väliseid mõjusid ning töötavad täpsalt. Siiski nad ei ole veel leidnud laialdast kasutamist arvatavasti oma kalliduse tõttu.

**Musta rohu põlemisega** ehk **keemilisi** lendsüütajaid kasutatakse praegu nii meil kui ka mujal. Need süütajad koos-

nevad kerest, süütemehhanismist, kaitsemehhanismist, ühest, kahest või kolmest rõngast ja kuplist.

Enamikku lendsüütajais, n.n. kahesuguse tegevusega lendsüütajaisse, on asetatud ka löögimehhanism selleks, et kui lendsüütaja lakkab töötamast, siis löögimehhanism paneks mürsu tingimata plahvatama sel hetkel, kui mürsk kohtab takistust.

Keemilise lendsüütaja ehituse ja tegevuse põhijooned on järgmised. Lendsüütaja süütemehhanism on ehitatud nii, et lasu momendil löökraud ühes kapsliga jookseb inertsil mõjul tahapoole (allapoole) süütaja keha küljes oleva lööknõela (teraviku) otsa ja paneb kapsli plahvatama. Mõnel lendsüütajal (22 sek. šn. — vt. joon. 29, A) lööknõel jookseb kere küljes oleva kapsli otsa. Kaitsemehhanism takistab süütaja kapslit plahvatamast mürsu käsitsemisel enne lasku. Lendsüütaja rõngaste põhjaküljel on ringsooned, mis on täidetud pressitud süüteseguga. Kapsli juurest läheb süüteseguga täidetud ava ülemise rõnga ringsoonde. Ülemises rõngas on ava, kust leek võib edasi minna järgmise rõnga ringsoonde jne. Alumise rõnga ringsoonest läheb süüteava mürsu lõhkelaengu juurde. Rõngaste ringsooned ei kujuta terveid ringe, vaid iga ringsoon on katkestatud väikese kaare võrra. Üks rõngastest (alumine) on liikuv. Liikuva rõnga välisäärele on märgitud süütesegu põlemiskiirusele vastavad jaotised, mis tähendavad sekundeid või vastavad sihiku jaotistele. Liikuva rõnga pööramisega võib reguleerida ringsoontesse pressitud süütesegu põlemise kestust.

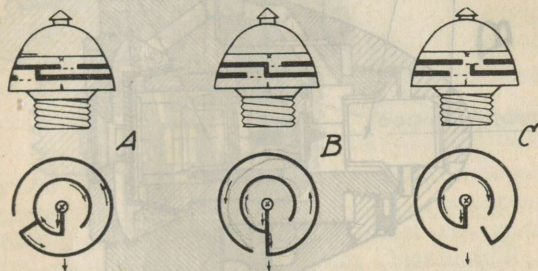
Kui tahetakse, et mürsk lõhkeks maksimaalsel kaugusel, siis asetatakse rõngad üksteise suhtes nii, et kapslist tekkinud süütesegu põlemine läbiks kõik ringsooned algusest kuni lõpuni, enne kui ta jõuab lõhkelaenguni. Kui aga soovitakse, et mürsk lõhkeks varemini, siis lühendatakse liikuva rõnga pööramisega vastavalt süütesegu põlemisteed ringsoontes (joon. 28, A).

Selleks, et mürsk lõhkeks kohe pärast väljumist suurtükiraua suudmest (kartets), asetatakse rõngad üksteise vastu nii, et kõik süüteavad oleksid kohakuti (joon. 28, B). Niisugusel juhul kapslist tekkinud tuli tungib otseteed lõhkelaengusse.

Kui aga tahetakse, et lendsüütaja üldse ei töötaks, asetatakse süütaja seade „löögi peale“ nõnda, et ülemise rõnga rõngassoon üldse ei oleks alumise rõnga süüteava kohal (joon. 28, C), siis lasu momendil ülemises rõngassoones süütunud süütesegu

põleb küll ära, kuid tuli ei saa edasi tungida alumisse rõngas-soonde ja kustub; selleks juhuks lentsüütaja on varustatud löögimehhanismiga, mis viimane paneb mürsu plahvatama takistuse kohtamise hetkel.

Süütaja kupli ülesanne on kinnitada rõngaid süütaja keha külge, et need ei liiguks paigalt mürsu pöörlemise ajal. Kupli sees on augud süütasegu gaaside väljalaskmiseks.



Süütaja põhjustab mürsu plahvatuse õhus teataval kaugusel suurtüki juurest.  
(Süütaja nr.)

Süütaja põhjustab mürsu plahvatuse suurtüki ees.  
(Kartetš)

Lentsüütaja ei plahvata mürsku; löögimehhanism põhjustab mürsu plahvatuse takistuse kohtamise hetkel.

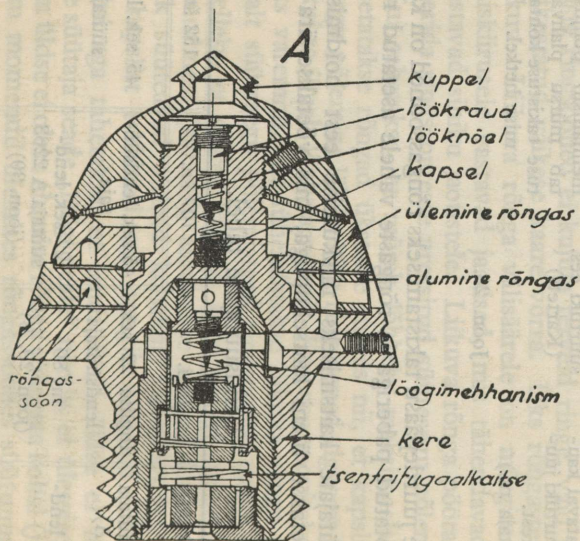
Joon. 28.

Niiskuse juurdepääsu takistamiseks rõngassooned on kaetud parafinis leotatud paberiga ja rõngaste vahele asetatud riidest rõngad.

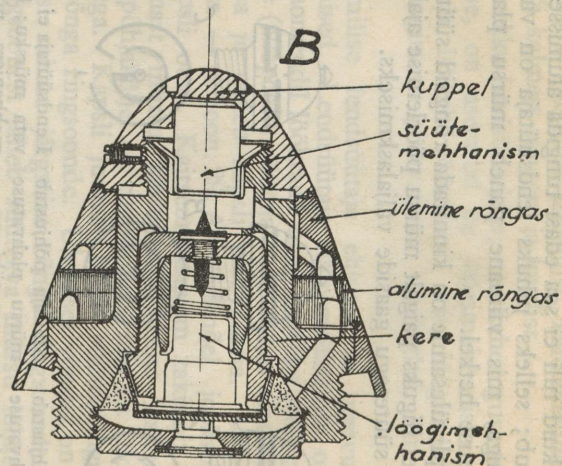
Lentsüütajate kaitsmiseks niiskumise eest hoidmisel ja veol nad kaetakse üleni kaitsekupliga, mis võetakse ära enne laadimist.

Lentsüütajate tabel.

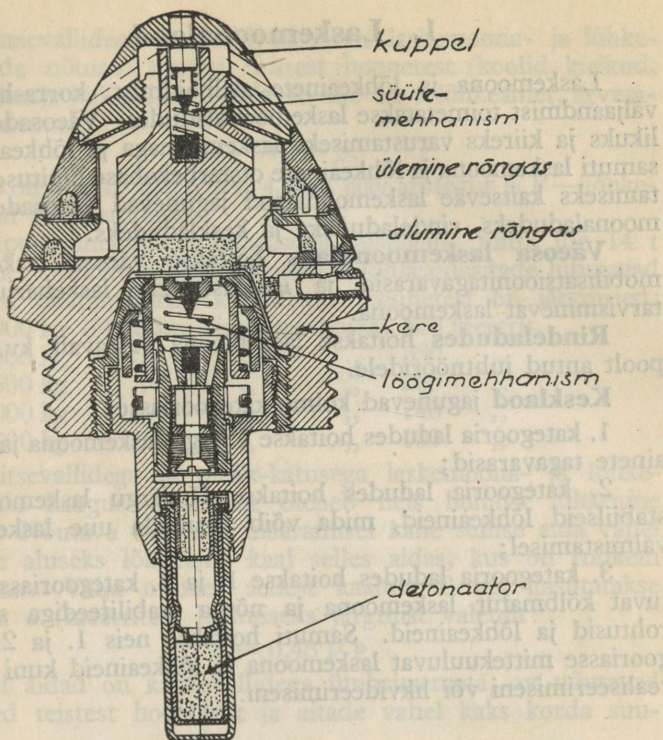
76 v. ja 76 p.	84 i.	107 šn.	152 šn.
22 sek. lentsüütaja (joon. 29, A)	Inglise 22 sek. lentsüütaja	45 sek. lentsüütaja	45 sek. lentsüütaja
36 sek. jaapani lentsüütaja	nr. 80 (joon. 29, B)	22 sek. lentsüütaja A 2263 (joon. 30)	



22 sek. šneideri lentsüütaja.



22 sek. lentsüütaja nr. 80.



Joon. 30. 22 sek. lendsüütaja A 2263.

## XII peatükk.

### LASKEMOONA JA LÕHKEAINETE HOOLDAMINE.

Laskemoona ja lõhkeainete hoidmine ja käitlemine on seotud ohtlikkusega, mistõttu nende hooldamine nõuab suurt vilumust ja ettevaatust.

Lõhkeainete ja laskemoona hooldamise alla kuulub:

- otstarbekas ja ohutu alalhoidmine;
- püsivuse (stabiilsuse) alaline kontrollimine;
- lõhkeainete ja laskemoona juures tekkivate rikete ära-tundmine ja nende õigeaegne kõrvaldamine.

## 1. Laskemoonalaod.

Laskemoona ja lõhkeainete alalhoidmist, korrashoidu ja väljaandmist toimetatakse laskemoonaladudes. Väeosade korralikuks ja kiireks varustamiseks laskemoonaga ja lõhkeainetega, samuti laskemoona ja lõhkeainete otstarbekohase liigituse saavutamiseks kaitseväge laskemoonalaod jagunevad väeosade laskemoonaladudeks, rindeladudeks ja keskladudeks.

**Väeosa laskemoonalaos** hoitakse väeosa laskemoona mobilisatsioonitagavarasid ja iga-aastasteks laskeharjutusteks tarvisminevat laskemoona.

**Rindeladudes** hoitakse laskemoona vastavalt kv. staabi poolt antud juhtnööridele.

**Kesklad** jagunevad kolme kategooriasse:

1. kategooria ladudes hoitakse I järgu laskemoona ja lõhkeainete tagavarasid;

2. kategooria ladudes hoitakse II järgu laskemoona ja stabiilseid lõhkeaineid, mida võib kasutada uue laskemoona valmistamisel;

3. kategooria ladudes hoitakse 1. ja 2. kategooriasse kuuluvat kõlbmatut laskemoona ja nõrga stabiilsusega suitsuta rohtusid ja lõhkeaineid. Samuti hoitakse neis 1. ja 2. kategooriasse mittekuuluvat laskemoona ja lõhkeaineid kuni nende realiseerimiseni või likvideerimiseni.

## 2. Laskemoonaladude asukoht, hooned ja julgeolek.

Laskemoona- ja lõhkeaineladude asukohtade valikul peetakse silmas:

— ohtu, mis on tingitud muude hoonete ja teede lähedalolekust;

— ohtu, mis ähvardab muid hooneid laskemoonalaos või maliku plahvatuse puhul ja

— häid ühendusepidamise võimalusi.

Eraeluhoonete ehitamine ja vaba ligipääsu võimaldamine kõrvalistele isikutele ladude lähedusse ei ole lubatav. Põlluharimine ei tohi toimuda lähemal kui 50 m laost. Parimaks ladude asukohaks ümbruskonna julgeoleku mõttes on künklik maastik.

Kaitsevallidega ja plekk-katusega laskemoona- ja lõhkeaineaitade nõutav kaugus teistest hoonetest (koolid, kirikud, asulad jne.), kui aidad sisaldavad üle 14 t lõhkeainet, arvutatakse valemist:

$$a = 4,7 \sqrt{P},$$

milles  $a$  on kaugus meetrites, 4,7 on jääv arvtegur ja  $P$  — lõhkeaine kaal kilogrammides.

Eelpoolnimetatud tingimustele vastavate, mitte üle 14 t lõhkeainet sisaldavate laskemoona- ja lõhkeaineaitade lubatavad kaugused ülalnimetatud kõrvalistest hoonetest on järgmised:

14000 kg lõhkeaine sisalduse korral	550 meetrit,
9000 kg	380 „
4500 kg	235 „
2000 kg	140 „
1000 kg	100 „

Kaitsevallidega ja plekk-katusega laskemoona- ja lõhkeaineaitade kaugus üksteisest oleneb neis hoitava lõhkeaine kaalust. Nõutava vahemaa määramisel kahe sellise aida vahel võetakse aluseks lõhkeaine kaal selles aidas, kus on rohkem lõhkeainet. Välja minnes sellest kaalust  $P$  kg, kasutatakse vahemaa  $a$  (meetrites) leidmiseks järgmist valemit:

$$a = 0,48 \sqrt{P}.$$

Kui aidad on kaitsevallidega ümbritsemata, on nõutavad kaugused teistest hoonetest ja aitade vahel kaks korda suuremad.

Vahtkonnahoone (vahimaja), kuivatushoone ja laboratoorium peavad olema laohoonetest:

plekk-katusega kivihoone — vähemalt 45 m kaugusel,  
puust ehitised — „ 130 m kaugusel.

Lao ühes aidas ei ole soovitatav hoida üle 100 tonni lõhkeainet. Kuiva püroksüliini ja tetrüülpadruneid ei tohi hoida ühes laskemoonaahtade rühmas üle 4000 kg.

Laskemoonalaod piiratakse okastraadiga, mille kõrgus peab olema vähemalt 2 m.

**Aidad** peavad olema kuivad, tihedalt suletavate uste ja akendega, et neis ei tekiks tunduvald temperatuuri muutusi.

Uksed peavad olema kahekordsed. Sisemised uksed ehitatakse võretaolised ventilatsiooni jaoks; välisüksed ja aknaluugid peavad olema kaetud metallplaatidega kaitseks püssikuulide läbitungimise eest.

Muldvallidega peab ümbritsema lao kuivatushoone ja aidad, kus hoitakse meliniiti, trotüüli, kuiva püroksüliini, süütajaid või üle 25000 lõhkekapli.

Aidad piiratakse muldvallidega kolmest küljest. Aitu üksteisest eraldavad vallid peavad olema 1,5 m kõrgemad aitade katuse alumisest äärest; muud vallid — 60 cm kõrgemad aida katuse alumisest äärest. Muldvalli paksus harjal peab olema vähemalt 1 m. Valli kallaku alumine äär peab olema aidast vähemalt 5 m kaugusel. Kõik laohooned varustatakse piksevarrastega.

### 3. Laskemoonaladude ümbrus, ruumide valgustamine ja signaalkellad.

**Välisvalgustuse** eesmärgiks on valgustada lao traataia ümbrust selleks, et tunnimees näeks traataiale lähenejaid. Lambid või laternad varustatakse reflektoritega, mis juhivad valguse traataia ümbrusse, jättes lao ja tunnimehe valgustamata.

Iga aida juurde seatakse vähemalt üks elektriline signaalkell, mille abil tunnimees võib välja kutsuda vahtkonnaülemat.

**Sisevalgustust** päeval peavad võimaldama lao uks ja aknad. Öösi ladudes, laboratooriumis ja laadimistöökodades võib kasutada järgmisi valgusallikaid:

— väljaspool laoruumi akende taha ülesseatavaid reflektoritega laternaid;

— lao sees ümberpaigutatava valgustusabinõuna kuivade patareidena ja akkumulaatorpatareidena elektrilampe.

### 4. Ladude tuulutamine.

Ladude tuulutamise eesmärgiks on niiskuse kõrvaldamine. Niiskus mõjub rikkuvalt, tekitades roostet laskemoona metallosadele, muutes tunduvalt suitsuta rohu laengutelt nõutavaid omadusi ja suurendades niiskuse protsenti.

Lao temperatuuris ei tohi olla suuri kõikumisi. Öhu temperatuur ladudes ei tohi tõusta üle 25°C. Kõrge temperatuur soodustab suitsuta rohtude lagunemist, mille tagajärjeks võib olla rohtude isesüütumine ja plahvatus.

Temperatuuri kontrollimiseks on igas aidas üks harilik termomeeter ja kaks maksimum—miinimum-termomeetrit : üks neist kinnitatakse inimese silma kõrgusele, teine — ülemise laadimisrea kõrgusele.

Õhu niiskuse % kindlakstegemiseks peab olema lao rajoonis hügromeeter.

## 5. Tuleõnnetuste ärahoidmine.

Laskemoona ja lõhkeainete laos, v. a. laboratoorium ja laadimishoone, on keelatud laskemoona laadimine, lahtivõtmine, süütajate ja kapslite sisse- ja väljakeeramine, lõhkeainete ja rohukastide avamine ja sulgemine, samuti igasuguste laboratoorsete tööde tegemine.

Suitsetamine on keelatud laskemoona- ja lõhkeaineaitades ja väljaspool neid kuni 100 m kauguseni.

Ladudes ja nende ümbruses võib kasutada ainult lubatud valgusallikaid. Aitades on keelatud hoida laskemoona puhastamisaineid ja -abinõusid ning tühje nõusid. Aitade põrand peab olema alati puhas, samuti aitade ümbrus peab olema puhas kõigest kuivast ja kergesti süütuvast ainest. On keelatud suitsetamine laskemoona puhastustööde ja laadimise juures ning ahjude kütmine, mille suud avanevad tööruumi. Tööruumi põrandaid tuleb niisutada 2—3 korda päevas.

Lao juures peab olema saadaval küllaldasel hulgal vett ja 1 komplekt tulekaitseabinõusid.

Igas laoruumis, kus hoitakse laskemoona ja lõhkeaineid, samuti tööruumis peab olema kaks mehaanilist tulekustutajat, mis on alati töövalmis.

## 6. Üldine kord laskemoonaladudes ja ladude tööruumides.

Laskemoona aitu võivad avada ja sinna sisse pääseda ainult vastavate lubadega varustatud isikud (laoulemad, nende abid, pürotehnikud ja isikud, kes töötavad ladudes või annavad välja või võtavad vastu laskemoona ja lõhkeaineid).

Kõik laskemoona ja lõhkeainete ümberpaigutusega, korrastamisega ja laadimisega seotud tööd teostatakse laoulema, tema abi või pürotehniku juuresolekul ja pideva kontrolli all.

Laetud laskemoona ja lõhkeainete kaste tuleb kanda kas kätel või raamil või vedada vastava sisseseade abil. Ei tohi kaste taguda, põrutada, põrandat mööda lohistada, loopida ega veeretada. **Erilist ettevaatust** nõuavad lõhkekapslite, süütajate, kuiva püroksüliini ja musta rohu kastid.

Sisepakitud laskemoona ja lõhkeaineid võib transporteerida ainult kinnistes kastides.

Tööruumi tuuakse ainult niipalju lõhkeainet ja rohtu, kui palju seda on vaja vahetpidamata töötamiseks, seejuures mitte üle ühe tööpäeva vajaduse.

Musta rohu keldrites ja aitades on keelatud igasugused tööd, v. a. kastide sisse- ja väljaviimine. Samuti on keelatud seal käia vildikuteta või kalossideta; need tulevad jalga panna aita sisseminekul.

## **7. Laskemoona ja lõhkeainete liigitelu ohtlikkuse järgi ja nende liikide kooshoidmise tingimused ladudes.**

Ohtlikkuse järgi laskemoon, lõhkeained ja üldse keemilised ained jagunevad nelja järgmisse klassi.

**I klass. Lõhkeained, mis on ohtlikud plahvatuse korral tervele laskemoonalaole.** Sellesse klassi kuuluvad lõhkeained jagunevad ohtlikkuse järgi järgmistesse gruppidesse:

- 1) dünamiit ja sellest valmistatud tooted;
- 2) kuiv püroksüliin;
- 3) must rohi ja analoogilised segud;
- 4) tetrüül, meliniit, trotüül, amatool, ammonaal, šneideriit jne.;
- 5) kloraati ja perkloraat sisaldavad lõhkeainete segud;
- 6) püroksüliin.

**II klass. Laskemoon, laetud laskemoona osad ja süüte- ja lõhkeainetest valmistatud, mis on plahvatusohtlikud, kuid mille plahvatus ei ole kardetav kogu laole.** Nad jagunevad ohtlikkuse astme järgi järgmistesse gruppidesse:

- 1) süüte- ja lõhkeainetest valmistatud valgustus- ja signaalabinõud, nagu raketid ja nende valmistamissegud;
- 2) süütemürsud;

- 3) brisantgranaadid, lennukipommid, miinipilduja miinid, granaadiheitja granaadid ja käsigranaadid; kõik süütajateta;
- 4) laetud šrapnellid;
- 5) süütajateta unitaarpadrunid suurtükkidele;
- 6) unitaarpadrunid jalaväe relvadele;
- 7) lendsüütajad, kruvitongid ja püssipadrunita sütikud;
- 8) süütenöörid ja süütetahid.

**III klass. Lõhkekapslid ja detonaatoriga varustatud valmistooted, mis on ohtlikud kogu laskemoonalaole, kui neid hoitakse koos muude lõhkeainetega ja laske-moonaga.** Siia kuuluvad lõhkekapslid ja detonaatoritega või kapslitega varustatud valmistooted jagunevad ohtlikkuse astme järgi järgmistesse gruppidesse:

- 1) lõhkekapslid;
- 2) süütajatega mürsud;
- 3) laetud süütajad;
- 4) süütajatega käsigranaadid.

**IV klass. Keemilised ained ja laskemoon, mis on ohtlikud tuleõnnetuse ja mürgitamise mõttes.** Nad jagunevad ohtlikkuse astme järgi järgmistesse gruppidesse:

- 1) kergesti süütuvad vedelained, nagu bensool, toluool, bensiin, tärpentin, piiritus jne.;
- 2) kergesti süütuvad kõvad ained, nagu vosvor, tselluloos jne.;
- 3) põlevad veeldatud gaasid (atsetüleen ja veeldatud mürgised gaasid);
- 4) salpeeter, kloraadid, perkloraadid;
- 5) kanged happed (väävel-, sool- ja salpeeterhape).

Erinevaise klassidesse kuuluvaid aineid ja valmistoteid on keelatud paigutada kesklaos ühte aita. On soovitatav, et ka ühte klassi, kuid erinevaise gruppidesse kuuluvad ained või valmistooted oleksid paigutatud eri hoonetesse.

On keelatud hoida kesklaos vaheseinaga eraldamata aidas mürske ja laskemoona, mis üksteisest erinevad kaks või rohkem korda kaliibri poolest. Esimese klassi gruppe peab hoidma kesklaos eraldi hoonetes. Teise klassi kuuluva laskemoon

peab hoitama eri hoonetes, milles ei tohi hoida signaal- ja valgustusabinõusid. Kolmanda klassi 1. ja 3. gruppi peab hoidma eraldi hoones, sama klassi 2. ja 4. gruppi eraldi hoones. Kui neid grupe pole võimalik hoida eraldi hoonetes, siis vähemalt nad peavad olema eraldatud vaheseintega. Neljanda klassi grupe hoitakse kesklaos eraldi hoonetes.

Väeosades pole võimalik ruumide puudusel kinni pidada eespooltoodud nõuetest. Siin õnnetuste ärahoidmine teostatakse vähese kvantumi hoidmisega ja ettevaatusabinõude tarvituselevõtmisega.

**Väeosade jalaväe laskemoonaladudes** peab hoidma eraldi ruumides:

- 1) vintpüsside ja kuulipildujate padruneid;
- 2) käsigranaate, granaadipilduja granaate ja miine;
- 3) lõhkeaineid ja musta rohtu;
- 4) käsigranaatide ja miinide lõhkekapsleid;
- 5) signaal- ja valgustusrakette.

Äärmisel juhul võib diviisiülema loal koos hoida p.p. 2, 3, 4 ja 5. tähendatud aineid ja asju, kuid selle eeltingimuseks on, et:

- käsigranaadid ja miinid oleksid paigutatud originaalkastidesse ja selles ruumis ei oleks pikriinhappega või pikraatidega laetud käsigranaate;
- märg ja kuiv püroksülin oleksid õhukindlates kastides, seejuures ruumis võib olla kuiva püroksüliini mitte üle 5 kg ja märga mitte üle 16 kg;
- must rohi (kuni 10 kg) oleks kummist tihendusega plekk-kastis, mis on suletud vaskmutritega kaanega;
- selles ruumis ei tohi hoida meliniiti, pikriinhapet ja dünamiiiti;
- käsigranaadi- ja miinikapslid oleksid originaalpakendeis; seejuures neid tohib olla ainult niipalju, et nendes oleva lõhkeaine kogukaal ei ületaks 10 kg;
- valgustus- ja signaalrakette ei oleks üle 1000 tk.

**Väeosade suurtükiväe laskemoonaladudes** hoitakse suurtükiväe laskemoona ja lõhkeaineid kastides või virnades, sissekeeratud süütajatega või ilma.

Suurtükiväele ettenähtud vintpüsside ja kuulipildujate padruneid hoitakse omaette virnades, kuna mürske, mis ületavad neid kaliibrilt kaks korda või rohkem, omaette virnades. Käsigranaadid asetatakse vähemakaliibrilise laskemoona juurde.

Kapsleid, lõhkeaineid ja rakette hoitakse nii nagu väeosade jalaväe laskemoona ladudes.

Suitsuta rohu laengud (kastides või laengukestades) asetatakse vastava kaliibri mürskude juurde eraldi rühmana.

Märkus: Lõhkeainete ja laskemoona veo reeglid on toodud Veomäärustikus.

## 8. Lõhkeainete püsivuse kontrollimine.

Lõhkeainete püsivuse kontrollimiseks võetakse perioodiliselt igast sordist ja partiist proove, mida katsetatakse keemiliselt või mehaaniliselt. Kui lõhkeaine püsivus osutub mitterahuldavaks, siis vastav lõhkeaine eraldatakse kas kiireks kasutamiseks või hävitamiseks.

Püroksüliini püsivuse katset tehakse lakmuspaberiga vähemalt kaks korda aastas.

Suitsuta rohud avaldavad lagunemisel happereaktsiooni omadusi ja lõhna. Kui rohu lagunemisprotsess on tugev, siis rohi muutub rakuliseks tainataoliseks aineks ja muudab oma endist värvi. Nitroglütseriinrohu lagunemisel muutub toorsiidist laengukott kollaseks. Laengukestades olevad laske-  
rohud söövad tekkiva happe mõjul kesta läbi: kest muutub hapraks ja kattub vasehallitusega.

## 9. Lastud kuid lõhkemata mürskude hävitamine.

Lastud kuid lõhkemata või poolikult lõhkenud mürske võib leida järgmisel kujul:

- lõhkemata terved mürsud süütajatega või ilma;
- poolikult lõhkenud mürsud, mille süütajad ja osa lõhkelaengust on plahvatanud;
- lõhkemata kuid purunenud mürsud süütajatega või ilma;
- üksikud süütajad.

Lastud kuid lõhkemata või poolikult lõhkenud mürskude leidmisel ei tohi nende asendit muuta, sest et nad võivad lõhkeda väiksemagi puudutamise korral. Neid mürske peab kohapeal purustama purustuslaengutega. Kuna mürskude killud paiskuvad ümberringi kuni 500 m kauguseni, siis peab mürskude purustamist nii toimetama, et sellest kaugusest lähemal ei oleks inimesi ega teisi mürske.

76 mm mürsu purustamiseks on vaja 0,4 kg pihustuvat lõhkeainet, 114 mm mürsule — 0,8 kg, 150 mm mürsule — 1,6 kg. Üksiku süütaja purustamiseks on vaja vähemalt 0,15 kg pihustuvat lõhkeainet.

## 8. Lõhkeainete püsivuse kontrollimine

Lõhkeainete püsivuse kontrollimiseks võetakse perioodiliselt isegi sortide ja partiiid püsivuse määramiseks keemilist või mehaanilist teel. Kui lõhkeaine püsivus osutub mitte rahuldavaks, siis vastav lõhkeaine etaldatakse kas tüüki kasutamiseks või hävitamiseks.

Püroskoopia püsivuse katset tehakse laknupaberiga väikesel kogusel, mis on võetud vastavalt 5. ja 6. lõigust. Suitsuainet võetakse vastavalt 5. ja 6. lõigust. Kui lõhkeaine püsivus osutub rahuldavaks, siis võetakse vastavalt 5. ja 6. lõigust. Kui lõhkeaine püsivus osutub rahuldavaks, siis võetakse vastavalt 5. ja 6. lõigust.

## 9. Lastud kuid lõhkemata mürskude hävitamine

Lastud kuid lõhkemata või poolikult lõhkenud mürske võib hävida järgmisel kujul: — lõhkemata reved mürsud süütaistega või liiga; — poolikult lõhkenud mürsud mürgi süütaistega ja osa lõhkemata mürsud; — lõhkemata mürsud, püritumündimürsud süütaistega või süütaistega; — lõhkemata mürsud, püritumündimürsud süütaistega või süütaistega.

Neljas jagu.

## Suurtüki materjalosa.

XIII peatükk.

### SUURTÜKIRAUD.

#### 1. Aimeid metalli tugevusest.

Suurtükiraua õõnes tekib viskelaengu plahvatuse hetkel suur gaaside surve. Suurtükiraua seinad peavad suutma vastu panna nimetatud survele, ilma et nad puruneksid või muudaksid oma kuju vähimalgi määral. Vastasel korral, s. o. kui suurtükiraua õõne läbimõõt muutuks pärast iga lasku, tekiks muudatused laadimistiheduses, mürsu asetuses ja liikumises. See kõik vähendaks laskekaugust, -tihedust ja -täpsust. Suurtükiraua kuju ja mõõdete suured muutused aga teeksid raua täiesti kõlbmatuks.

Selleks, et võimalust mööda vältida suurtüki või selle üksikute osade purunemist ja nende kuju või mõõdete muutmist, peab hästi tundma suurtüki materjalosa valmistamiseks kasutatavate materjalide omadusi ja lasu momendil tekkivate tungide mõju suurtüki materjalosale.

Seepärast tutvume metallide vastupanu omadustega.

Metallide vastupanu ja lasu momendil tekkivate tungide mõju suurust hinnatakse kaaluühikutes (kg) keha läbilõike või välispinna ühiku ( $\text{cm}^2$ ) suhtes. Ühe kg tung ühele  $\text{cm}^2$  loetakse mõnikord võrdseks ühe atmosfääriga. Tegelikult 1 atm. surve on 1,033 kg.

#### a) Metallide deformatsioon ja elastsus.

Metalli võib teatud välistungi mõjul **venitada**, **suruda**, **painutada** jne. Kõigil neil juhtudel metalli suurus ja kuju muutub. Näiteks terastraat läheb venitamisel pikemaks ja

peenemaks; teraslatt muutub painutamisel kõveraks jne. Seda metalli kuju muutumist nimetatakse **deformatsiooniks**.

Välisungi mõju katkestamisele võib järgneda kaks erinevat olukorda. Ühel juhul keha võtab tagasi oma endise kuju. Teisel juhul keha säilitab selles kuju, millesse ta oli viidud välisungi mõjul. Neid metalle, mis pärast deformeeriva tungi mõju katkestamist võtavad tagasi oma endise kuju, nimetatakse **elastseteks metallideks**, teisi — **mitteelastseteks**. Näiteks terastraat ja teraslatt pärast välisungi mõju katkestamist võtavad tagasi oma endise kuju. Seega teras kuulub elastsete metallide hulka. Tinatraat ja tinalatt aga, olles deformeeritud, jäävadki sellesse olekusse. Seepärast tina kuulub mitteelastsete metallide hulka. Elastse metalli deformatsioon on **ajutine**, mitteelastse metalli deformatsioon on **jääv**.

Kui venitada terastraati või painutada teraslatti suure välisungi mõjul, siis ka terastraat võib katkeda ja teraslatt murduda või kõveraks jääda. See tähendab, et elastsete metallide juures võib esineda ka jääv deformatsioon, kui deformeeriva tungi suurus ületab teatud piiri. **Maksimaalset välisungi, mille mõjul elastse metalli deformatsioon jääb veel ajutiseks, nimetatakse selle metalli elastsuse piiriks (E)**. Sel mõistel on suur tähtsus metallide tugevuse uurimisel ja nende vastupanu määramisel.

### **b) Venitamine.**

Kui asetada metalltraat või metall-latt mingisuguse venitava välisungi mõju alla, siis võib tähele panna, et venitatava keha pikkus suureneb ja ristpind väheneb.

Katsete varal on kindlaks tehtud, et kui metallist keha venitamine toimub selle metalli elastsuse piirides, siis keha pikkuse juurdekasv on võrdeline venitava tungiga  $P$  ja keha pikkusega  $l$  enne venitamist, pöördvõrdeline keha ristpinnaga  $q$  ja on iga metalli jaoks isesugune.

Keha pikkuse üldine juurdekasv  $\Delta l = \frac{P \cdot l}{M \cdot q}$ , milles  $M$  on tegur, mis iseloomustab antud metalli liiki ja mida nimetatakse selle metalli **elastsuse mooduliks**,  $\frac{P}{q}$  on venitava tungi pinge keha lõikepinna ühikule (arvutatakse  $\text{kg/cm}^2$ ).

$\frac{\Delta l}{l}$  on antud keha **venivus** (arvutatakse harilikult ‰‰);

$\frac{\Delta d}{d}$  on keha **peenemine** ja võrdub  $\frac{3 \Delta l}{8 l}$  (d on keha ristlõike läbimõõt enne venitamist).

Elastsuse mooduli lause on:

$$M = \frac{P}{\frac{q}{\Delta l}}$$

**Nii siis antud metalli elastsuse moodul on tungi pinge ja venivuse suhe**, mis arvutatakse kg/cm<sup>2</sup>.

**Näide.**

Kui venitava tungi pinge  $\frac{P}{q} = 1$  kg ja raua venivus  $\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{2.000.000}$ , riis raua elastsuse moodul  $M = 2.000.000$  kg/cm<sup>2</sup>.

Kui terase venivus on  $\frac{1}{2.200.000}$ , siis tema moodul  $M = 2.200.000$  kg/cm<sup>2</sup>.

Elastsuse mooduli lausest näeme, et ühesuguse pinge korral moodul on pöördvõrdeline metalli venivusega. Raua venivus on suurem, seega tema elastsuse moodul on väiksem. Järelikult metalli elastsuse moodul näitab metalli **tugevust**. Tugevuse all mõistame metalli vastupanuvõimet välistungi mõjule.

Kui tõsta välistungi pinget antud metalli suhtes üle selle metalli elastsuse piiri, siis tekib kehas jääv deformatsioon. Kui pinget veelgi suurendada, võib keha lõpuks puruneda. Seda maksimaalset välistungi pinget, mille mõjul metallist keha deformeerub jäädavalt, kuid siiski veel ei purune, nimetatakse selle metalli **purunemise piiriks** ehk **tugevuseks** (R). Harilikult raua ja terase tugevus on umbes kaks korda suurem kui nende metallide elastsuse piir, s.o.  $R = 2E$ .

Igasuguste masinate ehitamisel on vaja silmas pidada, et pinged ei ületaks metalli elastsuse piiri. Juhuslikkude suuremate pingete mõjul tekkida võivate deformatsioonide vältimiseks võetakse ikka teatav tugevuse tagavara. Selle tõttu lubatav pinge harilikudel masinatel on kaunis väikene, võrdues harilikult  $\frac{1}{6} R$  ehk  $\frac{1}{3} E$ .

Kuna suurtükkidelt nõutakse süsteemi kergust, siis nende suhtes on metalli lubatav pinge suurem, s.o. umbes  $\frac{1}{2} E$ .

### c) Surumine.

Katsed näitavad, et kõik need laused ja seadused, mis maksavad metalli venitamise kohta, on õiged ka surve kohta. Elastsuse piir ja elastsuse moodul surve korral on samasugused kui venitamise juures.

### d) Üheaegselt ja üksteisega ristsuunas mõjuvate venitamise ja surve deformatsioon.

Üheaegse ja üksteisega ristsuunas mõjuvate venitamise ja surve mõjul on metalli elastsed muutused samasugused kui lihtsate tungide korral. Nende kogusuurus võrdub summaga neist elastsetest muutustest, mida oleks põhjustanud iga tungi mõju eraldi.

Venitava tungi (T) suunas oleks  $\frac{\Delta l}{l} = \frac{1}{M}(T + \frac{3}{8}P)$ .

Suruva tungi (P) suunas oleks  $\frac{\Delta d}{d} = -\frac{1}{M}(P + \frac{3}{8}T)$ .

Üheaegse venitamise ja surve korral ei teki jäävaid deformatsioone seni, kuni T, P ja E suuruste vastastikune vaherkord vastab tingimustele, et  $T + P \leq E$ .

### e) Metall elastsuse piiri kunstlik tõstmine.

Kui metalli venitamise või surumise korral tungi pingetõuseb üle selle metalli elastsuse piiri, siis pingetõusel metalli muutused suurenevad kiiremini kui enne elastsuse piiri ning ei ole enam võrdelised pingega, nagu see oli enne elastsuse piiri. Kui nüüd katkestada tungi mõju, siis tulevad ilmsiks jäävad deformatsioonid.

Kui pärast esimest katset, mille juures mündi üle elastsuse piiri, alustada teiskordselt venitamist või survet, siis selgub, et niikaua kui katse toimub esimese katse pingetõuspiirides, ei tule ilmsiks uusi jäävaid deformatsioone, olgugi et pingetõus ületas metalli elastsuse piiri ja esimesel katsel pingetõus esile jäävaid deformatsioone.

Siit näeme, et metall on saanud uue elastsuse piiri, mis on suurem kui eelmine. See elastsuse piir võrdub maksimaalse pingega, mille all metall oli esimese katse ajal.

Seesugust elastsuse piiri kunstlikku tõstmist teostatakse väga tihti praktikas kas metalli tagumisega või muul teel.

Allpooltoodud tabel näitab, kuidas muutuvad tagumisel teraskangi mõõted ja elastsuse ning purunemise piirid.

Kangi ristpind mm <sup>2</sup>	152,4 × 152,4	127 × 127	101,6 × 101,6	76,2 × 76,2	50,8 × 50,8
Elastsuse piir (E) kg/cm <sup>2</sup>	1981	2090	2261	2506	2744
Purunemise piir (R) kg/cm <sup>2</sup>	3866	4328	5058	5151	5251
Suhe E : R	0,51	0,48	0,45	0,49	0,52

### f) Kasutatavate metallide tugevuse iseloomustus.

Alljärgnev tabel iseloomustab tugevuselt metalle, mida kasutatakse suurtükkide ja mürskude valmistamisel.

Metalli nimetus	E	R	$\frac{\Delta l}{l}$
	kg/cm <sup>2</sup>		%
Raua valu	2000	4000	20
Suurtüki teras	4000—6000	6500—8000	15—20
Soomusmürsu teras:			
esiosas	9200	13500	4,4
keskosas	8000	12000	4
põhjaosas	5600	8400	9,6
Terasmalm	500—700	1500—2500	—

## 2. Suurtükiraua vastupanu rohugaaside survele.

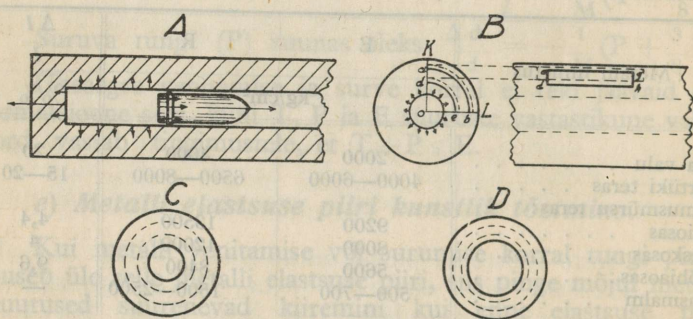
### a) Rohugaaside surve mõju suurtükiraua seintele.

Siseballistikast on teada, et rohugaaside maksimaalne surve suurtükiraua õõnes võib tõusta kuni 2500 või 3000 atm. Et vastu panna seesugusele survele, ilma et tekiks jäävaid deformatsioone, suurtükiraud peab olema küllalt tugev. Suurtükiraua tugevus saavutatakse vastava tugevusega metalli ja ehituse konstruktsiooni valiku teel.

Suurtükiraua otstarbekohase konstruktsiooni selgitamiseks tuleb eeskätt selgitada rohugaaside survest tekkivate tungide mõju.

Kui oletada, et rohugaasid rõhuvad laengukambri seintele igalepoole ühesuguse pingega, siis sümmeetria alusel võib jaotada laengukambri tekkinud surve tungid kahte gruppi:

- tungid, mis mõjuvad suurtükiraua õõne seintele ja mille suunad ühtuvad raua ristlõike raadiustega; need tungid püüavad lõhki kiskuda suurtükirauad pikuti, s. o. rauaõõne telje suunas; neid tunge nimetatakse **risttungeideks** (vt. joon. 31, A ja B);
- tungid, mis mõjuvad mürsu põhjale ja luku esipinnale ja mille resultanttunge suunad ühtuvad suurtükiraua õõne teljega; need tungid püüavad venitada suurtükirauda õõne telje suunas ning seda lõhki kiskuda risti rauda; neid tunge nimetatakse **pikitungideks** (vt. joon. 31, A).



Raua kontsentriliste kihtide normaalne seisukord.

Raua kontsentriliste kihtide seisukord rohugaaside rõhutamise momendil.

Joon. 31.

Risttunge mõju selgitamiseks võtame vaatluse alla suurtükiraua seina ühe osa, mis on piiratud (joon. 31, B):

- kahe kontsentrilise silindripinnaga (*ab* ja *de* ristlõike pinnal ning *ag* ja *dh* pikilõike pinnal);
- kahe tasapinnaga *OK* ja *OL*, mis läbistavad suurtükiraua õõne telje;
- kahe tasapinnaga, mis on perpendikulaarsed suurtükiraua õõne teljega.

Rohugaaside surve mõjul rauaõone sisemine kiht venib laiali ja rõhub järgmisele kihile, see omakorda samuti venib laiali ja rõhub järgmisele kihile jne. On selge, et suurtükiraua seinte kontsentriliste kihtide (vt. joon. 31, C ja D) vastupanu tõttu, mida nimetatakse **ringikujuliseks vastupanuks**, igale järgmisele kontsentrilisele seinakihile mõjub järkjärgult väiksema pingega surve. Kui suurtükiraua seinad on väga paksud, siis nende välised kihid ei deformeerugi. Seepärast kaar *de* venib suuremal määral kui kaar *ab* ja ühes sellega kaare *de* raadiuse pikenedamine on suurem kui kaare *ab* raadiuse pikenedamine.

Seega rohugaaside risttugude mõjul suurtükiraua seinaga kontsentriiline kiht venib laiali ristlõike ringi mööda ja surutakse kokku selle ringi raadiuse suunas. Nende deformatsioonide suurused on seda suuremad, mida lähemal kiht on suurtükiraua õone sisemisele pinnale.

Kuna ühes survega tekib kihi venivus ristsuunas, siis vaadeldav suurtükiraua seinaga osa venib pikemaks rauaõone telje suunas (joon. 31, B).

Teoreetilised arvutused ja katsed näitavad, et rohugaaside survest tekkinud **risttugude pinge on suurem kui kahekordne pikitugude pinge**. Selle tulemuseks on, et kui rohugaaside surve suurtükiraua õones oli liiga suur, siis suurtükirauad lõhkeb pikuti. Eelmisest järgneb, et kui raud suudab vastu panna risttugudele, siis ühtlase sisemise surve korral see raud on küllalt tugev vastupanemiseks ka pikitugudele. Seepärast vaatlemegi üksikasjalisemalt ainult risttugude mõju.

Suurtükiraudade kohta on tingimata nõutav, et raud mitte ainult ei lõhkeks sisemise surve mõjul, vaid et temas ka ei tekiks mingisuguseid jäävaid metalli deformatsioone. Järelikult suurtükiraudade suhtes tuleb silmas pidada järgmisi asjaolusid:

- sisemiste tungide pinge suurtükirauas ei tohi ületada suurtükiraua metalli elastsuse piiri;
- suurtükiraua metalli kihid, mida tahetakse hoida jäävate deformatsioonide eest, on veel pikitugude mõju all, mis töötavad üheaegselt risttugudega;
- peale ettenähtud tungide võivad tekkida veel igasugused juhuslikud tungid ja nende kogupinge võib kujuneda suuremaks lubatud maksimaalsest pingest.

Siit selgub, et suurtükiraua metalli kunagi ei tohi lasta töötada kuni tema elastsuse piirini, vaid alati tuleb jätta teatav **julgeolekutagavara**. Seepärast suurtükide kohta loetakse sisemiste tungide lubatavaks praktiliseks maksimaalseks pingeks võetud  $\frac{2}{3}$  metalli elastsuse piirist.

### b) Lihtraua vastupanu.

**Lihtrauaks nimetatakse niisugust suurtükirauada, mis koosneb ühest torust ja mis võib töötada ilma jäävate deformatsioonideta ainult oma metalli elastsuse piirides.**

Suurtükiraua seinaga iga element on kahesuguste tungide — **venitamise** ja **surve** mõju all. Eespool (lk. 116) nägime, et suurtükiraua maksimaalne vastupanu on saavutatud, kui on täidetud tingimus, et  $T + P \leq E$ .

On leitud, et maksimaalne pinge, millele lihtraud võib vastu panna, ilma et temas tekiks jäävaid deformatsioone, on

$$P = \frac{1}{2} E \left(1 - \frac{R_1^2}{R_2^2}\right),$$

milles  $P$  on risttungide maksimaalne lubatav pinge,  $R_1$  — rauaõõne raadius ja  $R_2$  — raua välispinna raadius.

Sellest lausest näeme, et:

— lihtraua vastupanu oleneb raua seinte paksusest, mida iseloomustab suhe  $\frac{R_1}{R_2}$ ;

— ka lõpmatu paksude seintega lihtraud ei suuda vastu panna suuremale survele kui  $\frac{1}{2} E$ , ilma et ei tekiks raua sisemistes kihtides jäävaid deformatsioone.

Elastsuse teooria väidab, et kui lihtraua seinte paksus ei ületa 2 kaliibrit, siis kõik kontsentrilised kihid avaldavad vastupanu sisemistele tungidele. Kui aga raua seinte paksus on üle 2 kaliibri, siis väliskihid ei võta osa vastupanu avaldamisest. Seega lihtraua seinte paksendamise ei too kasu, vaid ainult teeb suurtüki raskemaks.

On leitud, et kui lihtraua seinte paksus on 1 kaliiber, siis selle raua vastupanu suurus on umbes 80% maksimaalsest

vastupanust. Katsed näitavad, et lihtraud, mille seinte paksus on 1 kaliiber, on kõige kasulikum, sest ta annab peaaegu maksimaalse vastupanu ja on vastuvõetav ka oma kaalult.

Kui lihtraua seinte paksus on 1 kaliiber, siis  $P = \frac{1}{2} E (1 - \frac{1}{9}) = 0,44 E$  ehk 88% maksimaalsest lubatud vastupanust.

**Näide.** Lihtraua terase elastsuse piir  $E = 4000 \text{ kg/cm}^2$ . Kui suur tohiks olla rohugaaside maksimaalne surve, kui raua seinte paksus on  $\frac{1}{2}$ , 1 ja  $1\frac{1}{2}$  kaliibrit?

1) Kui raua seinte paksus on  $\frac{1}{2}$  kaliibrit, siis  $\frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{2}$ .

$$P_1 = \frac{1}{2} \cdot 4000 (1 - \frac{1}{4}) = 1500 \text{ kg/cm}^2.$$

Praktiline maksimaalne lubatud surve oleks  $1500 \cdot \frac{2}{3} = 1000 \text{ kg/cm}^2$ .

2) Kui seinte paksus on 1 kal., siis  $P_2 = \frac{1}{2} \cdot 4000 (1 - \frac{1}{9}) \cdot \frac{2}{3} = 1185 \text{ kg/cm}^2$ .

3) Kui seinte paksus on  $1\frac{1}{2}$  kal., siis  $P_3 = \frac{1}{2} \cdot 4000 (1 - \frac{1}{16}) \cdot \frac{2}{3} = 1250 \text{ kg/cm}^2$ .

Eelmisest näitest selgub, et lihtraud ei vasta praegusaja ballistika nõuetele, sest praegusaja maksimaalsed lubatud surved peavad olema 2000 kuni 3000  $\text{kg/cm}^2$ . Seepärast lihtraudu praegu ei kasutata, vaid on võetud tarvitusele n.n. kõvendatud rauad, mis suudavad vastu panna suuremale survele.

### c) Kõvendatud raua vastupanu.

Kõvendatud rauaks nimetatakse niisugust suurtükirauda, mille maksimaalne vastupanu rohugaaside survele on tõstetud kunstlikult.

Suurtükiraua kõvendamise eesmärgiks on panna töötama raua seinte kõik kontsentrilised kihid enamvähem ühtlase ja tugeva vastupanuga.

Raua kõvendamiseks on mõeldav kasutada suurema elastsuse piiriga terast, kuid suurema elastsuse piiriga metallide purunemise piir on väga lähedane elastsuse piirile. Seepärast niisugune kõvendamisvõte ei leia kasutamist.

**Kõvendatud suurtükiraua vastupanu on kaks korda suurem lihtraua vastupanust.** Maksimaalne pinge, millele kõvendatud raud võib vastu panna, ilma et tekiks jäävaid deformatsioone, on:

$$P = E \left(1 - \frac{R_1^2}{R_2^2}\right).$$

**Näide.** Kui terase elastsuse piir  $E = 4000 \text{ kg/cm}^2$  ja rauaseinte paksus kõvenduse kohal on 1 kaliiber, siis raud võib vastu panna maksimaalsele teoreetilisele pingele, mille suurus on:

$$P = 4000 \left(1 - \frac{1}{9}\right) = 3555 \text{ kg/cm}^2.$$

Sama raua praktiline maksimaalne vastupanu oleks:

$$3555 \text{ kg/cm}^2 \cdot \frac{2}{3} = 2370 \text{ kg/cm}^2.$$

### 3. Suurtükiraudade kõvendamine.

#### a) Kõvendamise põhimõtted.

Suurtükiraua kõvendamise aluseks on järgmine põhimõte. Normaalseisukorras oleva suurtükiraua sisemine kiht surutakse kõvasti kokku tema elastsuse piirides. Niisugusel juhul lasu hetkel rohu­gaaside surve peab kõige­es­malt võitma surve, mille all on raua sisemine kiht. Kui see on ületatud, siis kõven­datud suurtükiraud töötab edasi nagu lihtraud. Seda põhi­mõtet teostatakse nii, et suurtükiraud koostatakse kahest või rohkemast torust, misjuures iga väline toru, ümbritsedes sisemist, rõhub temale teatud survega.

Kui selline väline toru, mille õõne läbimõõt on vähem sisemise toru välisest läbimõõdust, teatud surve all aetakse sisemise toru peale, siis välise toru sisemine kiht avaldab teatud vastupanu ja surub kokku sisemise toru väliskihi. See kiht omakorda annab edasi oma surve järgmisele sisemisele kihile jne. Sel viisil välise toru poolt avaldatav surve suureneb väljast sissepoole nii, et suurtükiraua õõneseinte kiht on suurima surve all. **Lasu ajal** iga järgneva väliskihi vastupanu suureneb võrreldes lihtraua omaga. Järelikult kogu raud avaldab rohu­gaaside survele suuremat vastupanu kui lihtraud. Seejuures väliste kihtide surve all olev sisemise toru õõneseinte kiht esiteks saavutab oma normaaloleku ja pärast töötab juba veni­vuse peale.

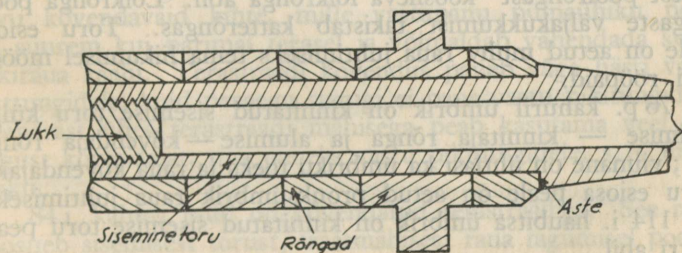
Kõvendamisel peab muidugi silmas pidama, et kõvendatava raua sisemise kihi surutus ei ületaks metalli elastsuse piire, vastasel korral sisemine kiht võib praguneda või jäävalt deformeeruda juba raua valmistamisel.

Kõvendatud suurtükiraua kuju on üldiselt sarnane liht-raua kujuga. Ühesuguste vastupanude juures on kõvendatud raua seinte paksus väiksem, ühesuguste seintepaksuste juures on kõvendatud suurtükiraua vastupanu palju suurem. Raua urviosa seinte paksus on ühesugune kuni selle kohani, kus rohugaaside maksimaalne surve alaneb. Seal paksus hakkab vähenema ja suudmeosa juures on umbes  $\frac{1}{4}$  kaliibrist.

### b) Kõvendamise viisid.

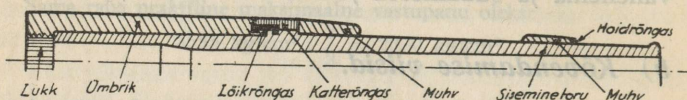
**Kõvendamisel soojalt** kõvendajate torude õõned on silindrikujulised. Iga sisemise toru välispinna läbimõõt on suurem kui välise toru sisepinna läbimõõt. Välisist toru kuumutatakse ajamiseks sisemise toru peale; kuumutamisel välise toru sisemine läbimõõt paisub suuremaks. Siis sisemine toru aetakse paisunud välise toru sisse. Jahtudes väline toru surub kokku sisemise toru ja seega tõstab tema vastupanu. Enamik suurtükiraudasid on kõvendatud soojalt.

**Kõvendamisel külmalt** sisemise toru välispinna tagumine osa tehakse kergelt koonusekujuliseks. Samuti tehakse koonusekujuliseks ka välise toru õõne tagumine osa, kusjuures selle läbimõõt tehakse veidi väiksemaks sisemise toru välispinna läbimõõdust. Väline toru surutakse külmalt sisemise toru peale hüdraulilise pressi abil. Meie 76 v. ja 76 p. kahurite raud on kõvendatud külmalt.



Joon. 32.

**Kõvendamine rõngaste abil** (joon. 32) seisab selles, et suurtükiraua sisemise toru peale aetakse soojendatult üks või mitu rida rõngaid (lühikesi torusid). Sisemise toru paigalt-nihkumine kõvendajate rõngaste sees takistatakse tema välispinnale tehtud astme abil. Lukk mahutatakse sisemise toru sisse. Sisemine toru peab olema kaunis paks, sest rõngad kõvendavad suurtükirauda hästi ainult pikisuunas, kuna rist-suunas on kõvendus nõrgem. Rõngaste abil kõvendamist kasutati vanasti, praegu rõngaid kasutatakse raua kõvendamiseks ainult teisejärgu tähtsusega abinõuna.



Joon. 33.

**Kõvendamine ümbriku abil** (joon. 33) on sisuliselt peaaegu sama mis kõvendamine rõngaste abil. Ümbrik on õieti vaid pikk rõngas, mis mõnikord on isegi nii pikk, et katab kogu suurtükiraua. Ümbrik ehk kõvendaja toru asetatakse sisemise toru tagumise osa peale kuni umbes poole toru pikuseni. Ümbriku sisse mahutatakse lukk. Seesuguse ehituse korral on hästi ära jaotatud ümbriku ja sisemise toru vastupanu. Sisemine toru paneb vastu osale risttugi- ja pikitugi- ja pikitungidele. Ümbrik paneb vastu ülejäänud risttugi- ja pikitungi- ja pikitungidele. Ümbrik aetakse sisemise toru peale enamalt jaolt külmalt ja kinnitatakse sinna poolrõngaste või mutri abil.

76 v. kahuril ümbrik on kinnitatud sisemise toru külge kahest poolrõngast koosneva lõikrõnga abil. Lõikrõnga poolrõngaste väljakukkumist takistab katterõngas. Toru esiosa peale on aetud muhv raua juhtimiseks tema liikumisel mööda hälli rööpaid.

76 p. kahuril ümbrik on kinnitatud sisemise toru külge pealmise — kinnitaja rõnga ja alumise — kõvendaja rõnga abil; viimane on ühtlasi ka ümbriku toeks ja raua kõvendajaks. Toru esiosa peale on aetud pronksümbrik raua juhtimiseks.

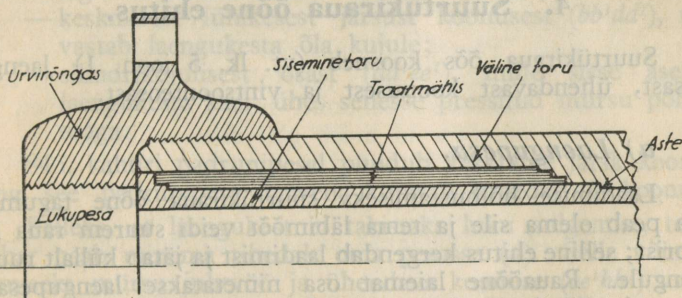
114 i. haubitsa ümbrik on kinnitatud sisemise toru peale mutri abil.

107šn. kahur on kõvendatud ühe ümbrikuga.

151 šn. haubits on kõvendatud kahe ümbrikuga. Üks ümbrik kõvendab sisemise toru tagumist osa, teine — esimest osa. Mõlemad ümbrikud on kinnitatud sisemise toru külge vintide abil, mis on lõigatud ümbrikkude sisepinnaile. Mõlemad ümbrikud on peale aetud soojalt. Lukk on asetatud sisemise toru sisse.

150 s. haubitsa ümbrik on kinnitatud sisemise toru külge mutri abil.

**Kõvendamine terastraadi abil.** Mida õhemad on kõvendavad kihid, seda suuremat vastupanu risttungledele võib nendega saavutada. Kõvendamine terastraadiga võimaldabki saavutada rea selliseid õhukesti kõvendavaid kihte.



Joon. 34.

Terastraadiga kõvendamine seisab selles, et sisemise toru peale mässitakse täpsalt teatud pinge all üks kord terastraati, siis suurendatakse pinget ja mässitakse peale teine kord jne.

Terastraadiga kõvendamine võimaldab koostada suure arvu kõvendavaid kihte, mille vastupanu pinnahiku peale on suurem kui parimal terasel ja võimaldab vähendada suur-tükiraua kaalu. Terastraadi kõvendus paneb väga hästi vastu risttungledele, kuid peaaegu sugugi ei pane vastu piktungledele. Seepärast ühes terastraadi mähisega peab kasutama veel niisugust kõvendajat, mis paneks vastu piktungledele, s. o. ümbrikku.

84 i. kahuri raud on kõvendatud terastraadiga. See raud koosneb sisemisest torust, traatmähisest raua tagumisel poolel, välisest torust ja urvirõngast (joon. 34). Traatmähise paksus

on umbes 20 mm. Väline toru on peale aetud soojalt eest-poolt ja katab üleni sisemist toru. Traatmähis paneb vastu risttungidele, väline toru — pikitungidele. Urvirõngas kinnitab urviosa kohal välise toru sisemise toru külge. Urvirõnga sisse on asetatud lukk.

**Isekõvendamine** põhjeneb asjaolul, et metalli elastsuse piiri võib tõsta, avaldades metallile survet pingega, mis ületab selle metalli elastsuse piiri. Kui suruda lihtraua õõne sisemine pind pingega üle elastsuse piiri, siis niisuguse raua vastupanu on suurem kõvendamata rauast.

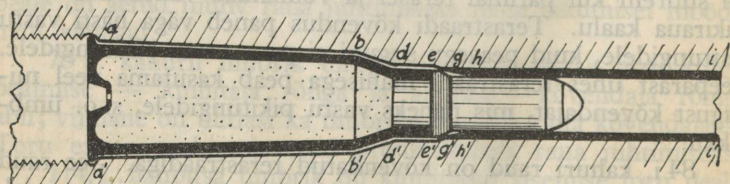
#### 4. Suurtükiraua õõne ehitus.

Suurtükiraua õõs koosneb (vt. lk. 5 joon. 1) laengupesast, ühendavast koonusest ja vintsoontesast.

##### a) Laengupesa.

Laadimise hõlbustamiseks suurtükiraua õõne tagumine osa peab olema sile ja tema läbimõõt veidi suurem raua kaliibrist; selline ehitus kergendab laadimist ja jätab küllalt ruumi laengule. Rauaõõne laiemat osa nimetatakse laengupesaks. Ta on harilikult silindri või lameda koonuse kujuline. Laengupesa läbimõõt on suurem kui mürsu juhtvöö läbimõõt, et oleks hõlpsam asetada mürsku oma kohale.

Laengupesa suurus (maht) oleneb sellest, missuguseid laadimistingimusi (laengu kaal ja laadimistihedus) soovitakse saada. Ruumi suurendamist laengupesas tuleb saavutada peamiselt laengupesa pikendamise teel, sest laengupesa läbimõõtu ei või teha palju suuremaks kui raua kaliiber. Väga pikk laengupesa aga võib tekitada laskmisel liigset survet.



Joon. 35.

Normaalselt laengupesa pikkus on kahuritel umbes 17%, haubitsatel umbes 12% rauaõone pikkusest. Laengupesale sobiv läbimõõt määratakse kindlaks katsete abil.

Uute suurekaliibriliste suurtükkide laengupesa läbimõõt tehakse tagant järsu koonuse abil väiksemaks; selle tagajärjel rauaõone põhja pind kujuneb väiksemaks ning gaaside surve luku peale väheneb. Seesuguse ehituse korral lukk võib olla väiksem ja kergem.

Unitaarpadruniga laskvate kiirlaskesuurtükkide laengupesa nimetatakse padrunipesaks.

Padrunipesa (joon. 35) koosneb:

- tagumisest lamedast koonusest ( $aa'bb'$ );
- keskmisest lühikesest järsust koonusest ( $bb'dd'$ ), mis vastab laengukesta õla kujule;
- silindrikujulisest osast ( $dd'ee'$ ), mille sisse asetub laengukesta kael, ühes sellesse pressitud mürsu põhjaosaga.

84 i. kahuri padrunipesal puudub keskmine järsk koonus ning see padrunipesa tervena kujutab lamedat tüvikoonust.

Selleks, et laengukest ei takistaks luku sulgemist, tema kübar peab minema tihedalt oma pesasse ( $a$ ). Selle võimaldamiseks mürsu juhtvöö ja ühendava koonuse ( $ee'hh'$ ) vahel oleks väike vaba ruum.

Rohugaasid suruvad laengukesta vastu padrunipesa seinu, takistades seega rohugaaside tungimist luku sisse. Selleks, et laengukest ei muutuks kõlbmatuks laialipressimise tagajärjel, tema ja padrunipesa vahe peab olema väga väike (umbes 2 punkti). Kuna selline väike vahe raskendab suurtüki laadimist, tehakse laengukest ja padrunipesa laadimise hõlbustamiseks lameda tüvikoonuse kujulisteks.

### b) Ühendav koonus.

33. Ühendavaks koonuseks nimetatakse suurtükiraua õone väikest koonulist osa ( $ee'hh'$ ), mis ühendab laengupesa vintsoonteosaga. Laadimisel mürsu juhtvöö toetub ühendava koonuse vastu. Seega ühendav koonus hoiab mürsku kindlas asendis, et laeng alati plahvataks ühesuuruses ruumis ja rohugaasid annaksid mürsu põhjale alati ühesuguse surve ning algiiruse.

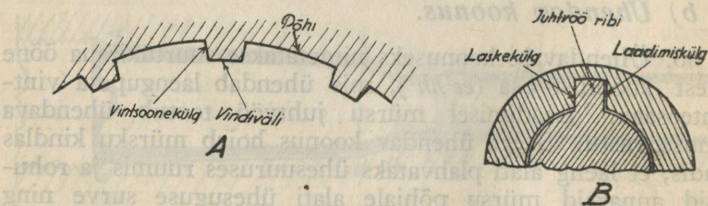
Ühendaval koonusel peab olema teatud kindel kallak. Kui ühendav koonus on liiga lame, siis laadimisel mürsk võib jääda kord rohkem ettepoole, teine kord rohkem tahapoole, mistõttu laengukambri maht kujuneb muutuvaks. Kui aga ühendav koonus on liiga järsk, siis tema vastupanu juhtvööle on nii suur, et plahvatuse momendil mürsu juhtvöö rebitakse ära mürsu pealt. Sobiv kallak tehakse kindlaks katsete teel; selle piirid kõiguvad  $\frac{1}{25}$  —  $\frac{1}{30}$  vahel.

Juhtvöö lõikumine vintsoontesse toimub järgmiselt (vt. joon. 35). Mürsu liikumise alguses, kuni juhtvöö nihkub joonelt  $ee^1$  jooneni  $gg^1$ , ühendava koonuse pind löikab maha progressiivselt juhtvöö pinda. Edaspidisel mürsu liikumisel joonelt  $gg^1$  jooneni  $hh^1$  juhtvöö osad lõikuvad progressiivselt vintsoonte sisse. Pärast seda juhtvöö terveksjäänud osad liiguvad vintsoontes edasi, andes mürsule pöörlemise tema telje ümber. Raua suudmest väljunud mürsk pöörleb edasi ka õhus lennates, mistõttu ta hoiab alal oma stabiilsuse.

### c) Vintsoonteosa.

Joon. 36, A on näidatud osa suurtükiraua vintsoonteosa ristlõikest.

Vintsooni eraldavad üksteisest vindiväljad. Igal vintsoonel on põhi ja kaks külge. Harilikult mürsu juhtvöö läbimõõt on veidi suurem rauaõõne läbimõödust, mis on mõõdetud vintsoonte põhjade kohalt. Vintsoonte küljed on paralleelsed raadiusega, mis on tõmmatud õõne ristlõike keskkohast vintsoone põhja keskkoha. Vintsoone külje ja põhja vahel olevad nurgad on ümmardatud, et vintsoon oleks vastupidavam ja et oleks kergem teda puhastada. Vintsoonte põhi on kontsentriiline vindiväljade pinnaga.



Joon. 36.

**Suurtükiraua kaliibriks nimetatakse tema õõne läbimõõtu kahe vastasseisva vindivälja vahel.** Vintsoone laskekülg (joon. 36, B) on vintlõike pöördumissuunale vastupidine külg. Parempoolse vintlõike korral on laskekülje soone vasakpoolne külg, mis paneb mürsu pöörlema. Laskeküljele vastupidist külge nimetatakse laadimisküljeks. Vintsoone laskekülje kaju on niiviisi välja arvatud, et ta annaks minimaalse hõõrdumise. Laadimiskülje kaju ei avalda mingisugust mõju mürsu liikumisele, mistõttu see külg võib olla kujult ükskõik missugune.

Vintsoone sügavus ja mürsu juhtvöö paksus ei tohi olla liiga suured. Sügavad vintsooned nõrgendavad raua seinu ja soodustavad juhtvöö ribi murdumist. Kui vintsooned on liiga madalad, siis mürsk võib end neist välja keerata ja seega kaotada oma stabiilsuse. Vintsoonte sügavus ei tohi olla vähem kui 0,5 mm. Harilikult ta on 0,75—1,25 mm.

Vintlõikele küllalise vastupidavuse andmiseks vindivälja laius peab olema 2—2,5 korda suurem vintsoone sügavusest, seejuures vindivälja laius ei tohi olla vähem kui 2 mm. Kuna mürsu juhtvöö on pehmest metallist ja tema ribad vintsoontes hõõrduvad kitsamaks, siis soonte laius peab olema 2—3 korda suurem vindivälja laiusest.

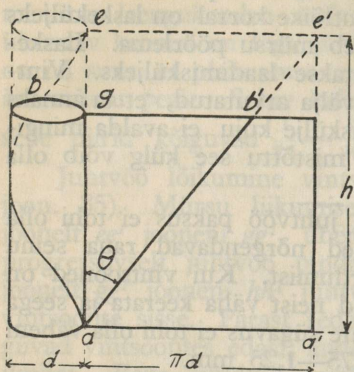
Suurtükiraua vintsoonte arv oleneb kõigist ülemalnimeetatud tingimustest. Teatud kaliibriga tulirelva vintsoonte arvu kindlaksmääramiseks peab rauaõõne ristlõike ringjoone pikuse ( $\pi d$ ) jagama vindivälja ja vintsoone laiuste summaga. Need laiused on kõigil kaliibritel peaaegu muutmatud. Seejärel ühel ja samal süsteemil vintsoonte arv  $n$  on võrdeline kaliibriga, ehk  $n = \frac{\pi d}{u}$ , milles  $u$  on vindivälja ja vintsoone laiuste summa.

Kui vintsoone keskmine sügavus on 1 mm, siis vindivälja laius oleks 2,5 mm ja vintsoone laius 7,5 mm. Seega  $u = 10$  mm (ligikaudu) ja  $\frac{\pi d}{u} = \frac{3,14d}{10} \approx \frac{1}{3} d$ , s. t. vintsoonte keskmine arv on võrdne  $\frac{1}{3} d$  millimeetrites ehk  $3d$  sentimeetrites.

Järelikult 76 v. ja 76 p. suurtükkide vintsoonte arv peaks olema  $76:3 = 25$  (ligikaudu).

Tegelikult nende vintsoonte arv on 24.

Kui juhtvöö ribi kõrgus ja laius, missugused olenevad vintsoone sügavusest ja tema põhja laiusel, on jäävad, siis ribi vastupidavus oleneb peamiselt ribi pikkusest, s. t. juhtvöö laiusel.



Joon. 37.

Juhtvöö laius tehakse selline, et ta oleks võrdeline kaliibriga (umbes  $0,1 d$ ). Seega 76 mm mürsu juhtvöö laius peaks olema 7,6 mm.

Selge ettekujutuse saamiseks vintsoone kallakust oletame, et suurtükiraud on pikuti lõhki lõigatud ja täisnurkse nelinurga tasapinnale laiali pressitud (vt. joon. 37). Saadud nelinurga kõrgus  $ag$  võrdub suurtükiraua pikkusega; nelinurga laius  $aa^1$  oleks võrdne  $\pi d$ , milles  $d$  on suurtüki kaliiber.

Nurka  $\theta$  lõikejoone  $ae$  ja vintsoone  $ab^1$  vahel nimetatakse **vintsoone kallakuks**. Kui  $ab^1$  on sirgjoon, s. t. nurk on jääv suurus, siis vintsoont nimetatakse **püsiva kallakuga vintsooneks**.

**Vindi sammuks** ( $h$ ) nimetatakse pikkust ( $ae$ ), millel vintsoon ( $abe$ ) teeb ühe terve ringi. Ühel ja samal kaliibril vindi samm on pöördvõrdeline vintsoone kallakuga:

$$ae = \frac{ee^1}{\tan \theta} = \frac{aa^1}{\tan \theta}; \text{ seega } h = \frac{\pi d}{\tan \theta}.$$

Rõhumine vindi laskeküljele on seda suurem, mida järsum kallak on vintsoonel. Järelikult juhtvöö ribi tugevuse huvides on kasulikum tarvitada väiksema kallakuga vintsooni. Arvutuste teel on kindlaks tehtud, et kui vintsoone kallak on püsiv, siis juhtvöö ribi surve ( $N$ ) vintsoone laskeküljele on:

$$N = K \cdot \frac{P \tan \theta}{n},$$

milles  $K$  on arvtegur,  $\theta$  — vintsoonte kallak,  $P$  — rohuasaside surve ja  $n$  — vintsoonte arv.

**Mürsu pöörlemiskiirust** ( $m$ ) mõõdetakse pöörete arvuga sekundis. Mürsk teeb pöörde oma telje ümber vintsoone

sammu pikkusel. Seega mürsu pöörete arvu ( $m$ ) leidmiseks sekundis on vaja mürsu algkiirus ( $V_0$ ) jagada vintsoone sammuga ( $h$ ):

$$m = \frac{V_0}{h}.$$

**Näide.** 76 v. mürsu algkiirus  $V_0 = 588$  m/sek. Vintsoone samm  $h = 30$  kaliibrit ehk  $76 \times 30 = 2280$  mm.

$$m = \frac{588}{2,28} = 258 \text{ pööret sek.}$$

Pikerguse mürsu lennu muutmiseks õhus stabiilemaks peab suurendama mürsu pöörlemiskiirust. Pöörlemiskiiruse lausest aga on näha, et pöörlemiskiiruse suurendamiseks on vaja kas suurendada algkiirust või vähendada vindi sammu, s. o. suurendada vintsoone kallakut. Lühikeste raudade juures (haubitsad), mis annavad mürsule võrdlemisi väikese algkiiruse, peab tingimata suurendama vintsoone kallakut.

Niiviisi saame vintsoone kallaku suuruse kohta kaks vastastikku vastupidist nõuet. Ühelt poolt juhtvöö ribi vastupidavuse tõstmine teeb vajalikuks vintsoone kallaku vähendamise, teiselt poolt mürsu stabiilsuse saavutamiseks vajaliku pöörlemiskiiruse tõstmiseks on vaja vintsoone kallaku suurendamist.

Püsiva kallakuga vintsoontes surve vintsoone laskekülje peale oleneb rohuvaaside survest ja on seega muutuv. See surve on maksimaalne suurtükiraua õone urviosas; suudme poole ta väheneb järkjärgult. Seepärast lühikestes suurtükiraudades mürsu vajalik pöörlemiskiirus saavutatakse sel teel, et suurtükiraua vintsoonte kallak suureneb progressiivselt urviosa poolt suudme poole. Seejuures surve laskeküljele jääb peaaegu muutmatuks kogu mürsu teekonnal suurtükiraua õones, kuid ühtlasi mürsu pöörlemiskiirus, mis oleneb vintsoonte kallakust rauaõone suudmeosas, suureneb tarvilisel määral. Niisuguseid vintsooni, mille kallak on muutuv, nimetatakse **muutuva kallakuga vintsoonteks**. Kui vintsoonte kallak suureneb urviosast suudme poole, siis neid nimetatakse **progressiivse kallakuga vintsoonteks**. Progressiivse kallakuga vintsoontega hoiame ära mürsu juhtvöö maharebimise laengu plahvatuse momendil ja ühtlasi anname mürsule vajaliku lennustabiilsuse.

Kohane vintsoonte kallak määratakse kindlaks katsete teel. Kallak oleneb vintsoonte kujust, algkiirusest ja mürsu pikkusest.

Kahuritel on püsiva ja  $4^{\circ}$ — $8^{\circ}$  kallakuga vintsooned, haubitsatel on kallaku suurus suudme juures kuni  $12^{\circ}$ . Näiteks 84 i. kahuri vintsoonte kallak on püsiv ja võrdub  $6^{\circ}$ ; 76 v. vintsoonte kallak on  $7^{\circ}$ ; 114 i. vintsoonte kallak on progressiivne alates urviosast kuni 149 mm kauguseni suudmest, edasi suudme poole kallak on püsiv ja vindi samm võrdub 14,78 kaliibriga (urviosas 114 i. vindi samm võrdub 41,314 kaliibriga); 152 šn. vintsoonte kallak on progressiivne ja tema suurus on algul  $3^{\circ}12'$ , suudme juures  $8^{\circ}56'$ .

## 5. Lukud.

### a) Suurtükilukkude ülesanded ja liigitus.

Suurtükilukk peab vastama järgmistele nõuetele:

- sulgema nii tugevasti suurtükiraua urviosa, et lasu momendil rohugaaside mõjul lukk ei avaneks ega kistaks ära suurtükiraua küljest, ühtlasi ta peab olema nii tugev, et ta suudaks vastu panna pikaajalisele laskmisele;
- ära hoidma rohugaaside väljatungimist lukupesa ja lukuseinte vahelt;
- takistama lasu andmist juhul, kui lukk ei ole täielikult suletud;
- takistama luku avamist kohe pärast tõrget või viitlasu korral;
- luku avamine ja sulgemine peab toimuma kiiresti ja kergesti, võimalikult ühe võttega;
- olema sellise ehitusega, et teda oleks kerge koost võtta, puhastada ja kokku panna;
- võimaldama kindlat laengu süütamist.

Vanaaegsed suurtükid olid lukuta, mistõttu nende laadimine toimus raua suudme kaudu. Neil suurtükkidel urviosa oli tugev, kuid laskekiirus oli väiksem kui lukuga suurtükkidel.

Lukuga suurtüki paremused on:

- kerge laadimine ja seepärast ka suurem laskekiirus;
- rohugaaside surve parem ärakasutamine, mille tagajärjeks on suurem võimsus (laskekaugus, mürsu kaal jne);
- laskmise suurem täpsus, sest mürsu asend rauaõõnes on alati ühesugune;
- asjaolu, et laadimisel pole võimalik asetada kogemata rauda korraga kahte laengut, mis võiksid põhjustada raua lõhkemise;
- enne laadimist on alati võimalus järele vaadata, kas rauaõõs on vaba igasugustest põlevatest jäänustest, mis võiksid põhjustada laengu enneaegse plahvatuse ja seega raskeid õnnetusi meeskonnaga;
- võimalus alati teostada rauaõõne järelevaatust.

Lukuga suurtüki pahed on järgmised:

- suurtükiraua urviosa on nõrgem, kui lukuta suurtükidel;
- halva obtüratsiooni korral rohugaasid võivad välja tungida laengukambrist.

Kõiki tarvitusel olevaid suurtükilukke võib jaotada nende ehituse ja tegevuse iseärasuse kohaselt: kannlukudeks, kiil-lukkudeks ja ekstsentrilisteks lukkudeks.

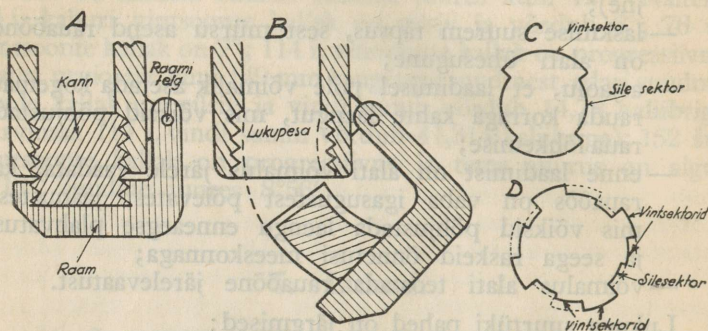
Iga lukk koosneb järgmistest mehhanismidest:

- kinnitav mehhanism, mille abil suletakse suurtükiraua urviosa;
- laskemehhanism, mille abil süüdatakse laeng;
- kaitsemehhanismid, mille abil hoitakse ära enneaegne lukuavamine viitlasu või tõrke korral ja lasu tekkimine laetud suurtükist, kui seda pole vaja;
- kestaheitemehhanism, mille abil heidetakse välja laengukest.

## **b) Kannlukud.**

Kannlukk suleb suurtükiraua urviosa silindrikujulise keha, n.n. kannu abil sel teel, et vintlõikega kann keeratakse lukupesasse (vt. joon. 38, A). Lasu momendil rohugaaside surve kandub edasi kannu kaudu selle vintidele. Vastupanemiseks

rohugaaside suurele survele kannu vindid peavad olema küllalt tugevad ja nende arv peab olema küllalt suur. Kannu lahti-keerdumise vältimiseks vintlõigete kallak peab olema väike. Harilikult vintide paksus on võrdne vindi sammuga.



Suletud lukk.

Avatud lukk.

Harilik ja ešloneeritud vintlõigetega kannude ristlõiked.

Joon. 38.

Kann on ühendatud lukuraami külge, mille abil teostatakse luku avamist ja sulgemist.

Kui kannu kogu külgpinnal oleks pidev vintlõige, siis kannu sisse- ja väljakeeramine tema tervel pikkusel nõuaks palju aega. Kannu sissekeeramiseks ühe võttega kannu külgpinnal ja lukupesa pinnal tehakse vaheldumisi siledad sektorid ja vintsektorid. Seesugune kann lukatakse esiteks lukupessa nii, et tema vintsektorid satuksid lukupesa siledate sektorite vastu (joon. 38, B), ja siis kannu vintsektorid keeratakse lukupesa vintsektoreisse. Hariliku vintlõikega kannu (joon. 38, C) vintlõikega osa pind moodustab poole kannu kogu külgpinnast. Seda kannu tuleb keerata  $\frac{1}{4}$  ringi võrra, kui tal on kaks siledat sektorit ja kaks vintsektorit; kui aga mõlemaid sektoreid on rohkem, siis kannu tuleb keerata veel vähema ringiosa võrra.

Vintsektoritega kannude paheks on asjaolu, et lukule tugeva vastupidavuse andmiseks tuleb teha vintsektorites vintide arv kaunis suureks. Vintide arvu suurendamine aga teeb kannu pikemaks ja seega ka raskemaks.

Kannu kaalu vähendamiseks, ilma et selle all kannataks luku vastupidavus rohugaaside survele, leiutati ešeloneeritud vintlõigetega kannud (joon. 38, D). Seesuguste kannude külgpind koosneb vähestest arvust siledaist sektoreist ja suuremast arvust vintsektoreist, mille välised raadiused erinevad suksteisest vindi sügavuse võrra. Selline kannu vintlõikepinna suurendamine võimaldab kasutada lühemaid ja kergemaid kanne. Kannu pikkuse lühendamine võimaldab kannu väljumist lukupesast ringjoonelise liikumisega ümber raami telje.

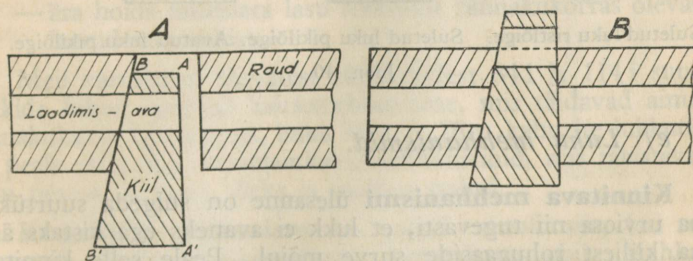
Meie väljasuurtükkidest on varustatud kannlukkudega 37 mm kahur, 76 v. kahur, 84 i. kahur, 107 šn. kahur, 152 šn. haubits ja 152 i. haubits.

### c) Kiillukud.

Kiillukk suleb suurtükiraua urviosa kiilutaolise keha (kiilu) abil sel teel, et kiil lükatakse oma pesas paremalt vasakule (vt. joon. 39).

Kiilu esipind  $AA^1$  on perpendikulaarne suurtükiraua teljega, kiilu tagapind  $BB^1$  on telje suhtes kaldne. Tagapinna kallakus kindlustab luku sulgemisel kiilu esipinna tihedat liitumist kiilupesa esipinnaga ja võimaldab luku avamisel kiilu nihkumist veidi tahapoole selleks, et kestaheitja saaks välja heita laengukambriist laengukesta.

Kiillukk on ehituselt lihtis, tugev ja võimaldab kiiret teotsemist, kuid ta on raske ja võtab palju ruumi enda mahutamiseks. Kiilu jaoks on suurtükiraua urviosas võrdlemisi



Avatud lukk.

Suletud lukk.

Joon. 39.

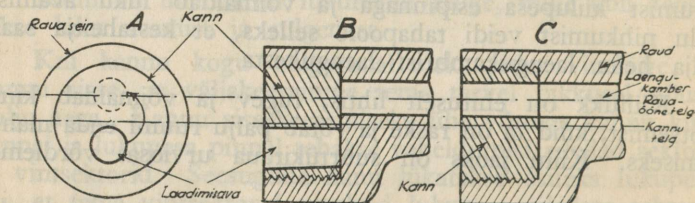
suur pesa ja selle taga peab olema veel osa rauda, et kindlustada raua vastupanu pikisuunas.

Meie väljasuurtükkidest on varustatud kiillukkudega 114 i. haubits, 107 mm 77 a. kahur, 150 s. haubits ja 152 mm 77 a. kahur.

#### d) Ekstsentrilised lukud.

Ekstsentriline lukk (blokkluuk) suleb suurtükiraua urviosa silindrikujulise keha (kannu või bloki) abil (vt. joon. 40). Seejuures kannu telg ei ühtu suurtükiraua õone teljega, nagu oli kannlukkude juures, vaid on paralleelne suurtükiraua õone teljega ja asetseb sellest allpool. Rauaõone ja kannu telgede vahe on suurem kui rauaõone raadius. Kannu sees on ümmargune väljalõige, mis moodustab, kui lukk on avatud, rauaõone pikenduse või laadimisava, võimaldades laadimist ja kesta väljaheitmist. Luku sulgemiseks kann tuleb keerata umbes  $180^\circ$  võrra paremale, misjuures ta suleb oma massiivse osaga rauaõone ja tõukab padrundi lõplikult pessa. Kannu külgpinnale on lõigatud kolmekandiline parempoolse käiguga vintlõige.

Ekstsentriline lukk on 76 mm prantsuse kahuril.



Suletud luku ristlõige. Suletud luku pikilõige. Avatud luku pikilõige.

Joon. 40.

#### e) Luku mehhanismid.

**Kinnitava mehhanismi** ülesanne on sulgeda suurtükiraua urviosa nii tugevasti, et lukk ei avaneks ega kistaks ära raua küljest rohugaaside surve mõjul. Peale selle kinnitav mehhanism peab võimaldama luku kiiret avamist ja sulgemist: kumbki neist tegevusist peab teostuma ühe võttega.

Kannluku kinnitava mehhanismi tähtsamad osad on:

- kann, mille ehituse põhjooned vt. lk. 133;
- raam, mis ühendab kõiki luku mehhanisme; raam on kinnitatud suurtükiraua külge nii, et teda võib pöörata paremale ja vasakule luku avamiseks ja sulgemiseks;
- kamm, mille ülesanne on kannu keeramine lukupesas;
- vänt, mille ülesandeks on lukuraami ühendamine suurtükirauaga ja raami käitamine luku avamisel ja sulgemisel.

**Laskemehhanismi** ülesanne on süüdata viskelaeng. Kaasaja süsteemide juures viskelaengu süütamist teostatakse peamiselt löögiga kruvitongile, mis asetseb laengukesta põhjas. Laskemehhanismi tähtsamaks osaks on lööknöel, mis annab hoobi sütikule kas vedru mõjul (76 v., 84 i., 114 i. jt. juures) või jällegi haamri abil (76 p. juures).

Mõnede, peamiselt vanemate süsteemide juures teostatakse viskelaengu süütamist tõmbesüütajatega (107 mm 77 a. ja 152 mm 77. a. kahuritel).

**Kaitsemehhanismide** ülesanded ja ehitus on igal süsteemil isesugune. Kaitsemehhanismide ülesanneteks on:

- tagada luku kindlat sulgemist;
- ära hoida luku avanemist rohugaaside surve mõjul lasu ajal;
- ära hoida lasu andmise võimalust, kui lukk pole täielikult suletud;
- ära hoida peatset lukuavamist tõrke ja viitlasu korral;
- ära hoida tahtmata lasu tekkimist rännakukorras olevast laetud suurtükist.

Meil varustusel olevatest süsteemidest 84 i ja 114 i suurtükkide lukud omavad kaitsemehhanisme, mis täidavad ainult rännakukaitse ülesandeid, kuna 76 p. ja 76 v. kahurite lukudel on peale selle veel automaatkaitsemehhanismid, mis takistavad luku peatset avamist tõrke ja viitlasu puhul.

**Kestaheitmehhanism** on vajalik ainult siis, kui rohugaaside obtüeerimine toimub laengukesta abil. Mehhanismi ehitus on väga lihtis. Ta heidab välja laengukesta luku avamisel.

### f) Obtüraatorid.

Rohugaaside surve luku esipinnale on väga suur, seepärast gaasid võivad kergesti läbi tungida luku ja tema pesa pindade vahelt ning tekitada lukuosade ja meeskonna vigastusi. Ühtlasi läheksid läbitungivad rohugaasid kaduma. Järelikult iga lasu korral tekiks isesugune rohugaaside surve, missugune asjaolu mõjuks ebasoodsalt laskekaugusele ja -täpsusele. Rohugaaside lukust läbitungimise ärahoidmiseks kasutatakse abinõu, mida nimetatakse **obtüraatoriks**.

Obtüraator peab vastama järgmistele nõuetele:

— olema kõlblik kasutamiseks nii kõrge kui madala temperatuuri juures;

— ta ei tohi kleepuda rauaõone külge;

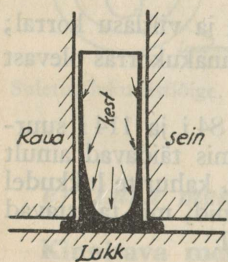
— peab olema küllalt painduv, et mitte katkeda gaaside surve mõjul;

— olema küllalt tugev, et vastu panna rohugaaside survele.

Ainete järgi, mida tarvitatakse obtüraatorite valmistamiseks, obtüraatorid jagunevad elastseteks ja plastilisteks.

**Elastsed obtüraatorid** muudavad oma kuju rohugaaside surve mõjul, kuid surve kadumisel nad võtavad tagasi oma endise kuju. Elastsete obtüraatorite valmistamiseks tarvitatakse vaske ja terast. Vask- ja terasobtüraatorid obtüreerivad ainult siis, kui nad on täiesti terved, vastasel korral nad lasevad gaase läbi.

Elastne obtüraator (joon. 41) kujutab metallkesta (hülssi), mille sees on viskelaengu rohi. Plahvatuse momendil rohu-



Joon. 41.

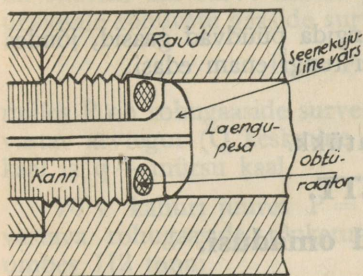
gaasid suruvad selle kesta tugevasti vastu luku ja laengukambri seinu. Sellest survest on küllalt, et takistada rohugaaside läbitungi laengukesta ja rauaõone vahelt. Rohugaasid ei suuda läbi tungida kesta esiosa ja rauaõone seinte vahelt, sest gaaside surve tõuseb kiiresti ja surub kesta seinad tugevasti vastu õone seinu.

Kesta metall muudab oma kuju rohugaaside surve ja kõrge temperatuuri mõjul. See muutus peab olema vähem laengukesta metalli elastsuse piirist. See-

pärast kesta välispinna ja rauaõone pinna vahele peab jätma väga väikese vahe ja peab kasutama valgevaske, mille elastsuse

piir on suurem. Laengukesta seinad peavad olema tagant paksemad, et ei tekiks pragusid kesta seintes seal, kus metall ei toetu vastu lukku ega raua seinu.

**Plastilised obtüraatorid** (joon. 42) koosnevad harilimisingisuguse õliga või rasvaga. Plastilised obtüraatorid omandavad kergesti pesa kuju ja lasuvad tihedasti vastu rauaõõne seinu. Plastilisi obtüraatoreid kasutatakse kannlukkude juures. Obtüreerimine saavutatakse sel teel, et luku esipinna ja seenekujulise varre vahele paigutatakse elastne padi, mis on õmmeldud metallvõrgust või tugevast purjeriidest. Padi on täidetud elastsuse ots-  
tarbel asbestiga, millele on

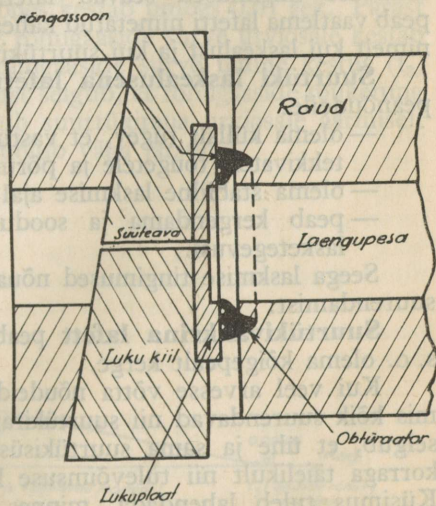


Joon. 42.

antud enne täitmist suur tihedus surve all, mis on lähedane rohugaaside maksimaalsele survele.

Plahvatuse hetkel rohugaasid suruvad lukuseene vastu patja, mis laiali paisudes sulleb kõik luku ja rauaõõne vahel olevad pilud. Surve lõpul padi tõmbub uuesti kokku.

**Rõngasobtüraatorit** (joon. 43) kasutatakse 77. a. suurtükide juures. Terasest rõngasobtüraator kujutab rõngast, mille tagumise pinna sees on kaks kontsentrilist rõngassoont; tagumise pinnaga rõngas toetub vastu lukuplaati, esipinnaga — vaštavasse pessa



Joon. 43.

raua urviosas. Rõngas on niiviisi välja töötatud, et rohugaaside surve venitab ta laiali ja surub ta vastu lukku. Kontsentriiliste rõngassoonte otstarve on:

— määrde hoidmine, et rõngas liituks tihedamini luku-plaadiga;

— rohugaaside läbitungimise takistamine rõnga ja luku-plaadi vahelt.

Raua ja luku vahelt läbi tungida püüdvad gaasid, jõudes esimese sooneni, hõrenevad ja ei tungi enam edasi.

#### XIV peatükk.

### LAFETT.

#### 1. Nõutavaid omadusi.

Lahingus ja rännakul suurtükiga töötamise, s. o. sihtimise, laskmise ja liikumise hõlbustamiseks suurtükiraud asetatakse erilisel konstrueeritud alusele, mida nimetatakse **lafetiks**.

Lafett peab vastama nõudeile, mida seavad üles laskmise ja suurtüki veo, s. o. liikuvuse tingimused. Kuna laskmise ja liikuvuse tingimused seavad lafeti vastupidiseid nõudeid, peab vaatlema lafetti nimetatud kahesuguste nõuete seisukohast, nimelt kui laskealust ja kui suurtükivankrit.

**Suurtüki laskealusena lafett** peab vastama järgmisile peanõudeile:

- olema küllalt tugev, et vastu panna rohugaaside mõjul tekkivatele tõugetele ja põrutustele;
- olema stabiilne laskmise ajal;
- peab kergendama ja soodustama suurtükimeeskonna lasketegevusi.

Seega laskmise tingimused nõuavad peamiselt lafeti kaalu suurendamist.

**Suurtükivankrina lafett** peab omama suurt liikuvust, s. o. olema kõigepealt kerge.

Kui veel arvesse võtta nõudeid suurtüki võimsuse alalt, mis kõik suurendavad nii suurtükiraua kui ka lafeti kaalu, siis selgub, et ühe ja sama suurtükisüsteemiga ei saa lahendada korraga täielikult nii tulevõimsuse kui ka liikuvuse nõudeid. Küsimus tuleb lahendada, minnes välja eesmärgist, millele peab vastama üks või teine suurtükisüsteem.

## 2. Lasu mõju lafetile.

### a) Rohugaaside surve mõju suurtükirauale.

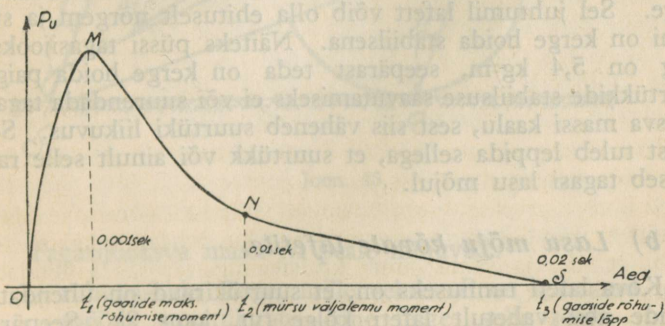
Siseballistikast (lk. 56) on teada, et lasu momendil rohu-  
gaaside maksimaalne surve suurtükiraua urviosale (põhjale) ( $P_u$ )  
on suurem kui surve mürsu põhjale. Mürsu põhjale ja raua  
urviosale rõhuvate gaaside surve vahel on kindel suhe, nimelt:

$$P_u = P \left(1 + Q \frac{k}{q}\right),$$

milles  $P$  on rohu-  
gaaside surve mürsu põhjale,  $Q$  — rohu liigile  
vastav arvtegur ( $Q$  keskmine suurus on 0,5),  $k$  — viskelaengu  
kaal ja  $q$  — mürsu kaal.

76 v. kahuri juures  $P = 2200$  atm. ja  $P_u = 2332$  atm.,  
vastava rohu-  
gaaside tõuketungi suurus on 112200 kg ehk  
umbes 112 tonni.

Rohugaaside surve suurtükiraua urviosale on äärmiselt  
lühiajaline ja ühtlasi muutuv. Joonisest 44 selgub, et rohu-  
gaaside maksimaalne surve urviosale ja mürsu põhjale tõuseb  
väga kiiresti. Ajavahemiku  $\tau_1$  suurus rohu süütemomendist  
kuni gaaside maksimaalse surve momendini on umbes 0,001 sek.  
Mürsu liikumine ( $t_2$ ) rauaõõnes kestab umbes 0,01 sek. Pärast  
mürsu väljumist rauaõõnest rohu-  
gaaside surve urviosale kestab  
veel teatava aja jooksul; rohu-  
gaaside surve üldine kestus ( $t_3$ )  
on umbes 0,02 sek. Toodust selgub, et rohu-  
gaaside tõuketung on võrdlemisi suur ja mõjub suurtükiraua urviosale äärmiselt  
lühikest aega — järelkult mõjub väga järsult.



Joon. 44.

Kui suurtükiraud asetseks ruumis vabalt, siis saadud tõuke mõjul saaks ta teatava kiiruse, mis tõuseks maksimaalseks sel hetkel, kui lõpeb rohugaaside surve raua urviosale. Suurtükiraua tagasijooksu maksimaalse kiiruse ( $W$ ) leiame järgmisest siseballistika lausest:

$$MW = V_0 (m + 2,5 u),$$

milles  $M$  on tagasijooksev mass (suurtükiraua mass),  $m$  — mürsu mass,  $V_0$  — mürsu algkiirus ja  $u$  — laadimismass (rohumass).

$$\text{Tagasijooksu maksimaalne kiirus } W = \frac{V_0 (m + 2,5u)}{M}.$$

Suurtüki tagasijooksu maksimaalne hoog ehk energia on:

$$\frac{MW^2}{2} = \frac{V_0^2 (m + 2,5u)^2}{2M} = \frac{V_0^2 P^2 (1 + 2,5 \frac{w}{p})^2}{2gM},$$

milles  $p = mg$  on mürsu kaal,  $w = ug$  on laengu kaal ja  $Mg$  on tagasijooksva massi kaal.

Siit järeldus, et kui suurtüki laadimistingimused (mürsk, laeng ja algkiirus) on ühesugused, siis suurtükiraua tagasijooksu maksimaalne energia on pöördvõrdeline tagasijooksva massi kaaluga ( $Mg$ ). Tähendab, kui ühesuguste laadimistingimuste juures tagasijooksev mass on suurem, siis tagasijooksu hoog on väiksem ja vastupidi. Seda asjaolu tõendab lihtne katse. Kui laseme vaheldumisi püssist ja karabiinist, millede laadimistingimused on peaaegu ühesugused, siis tunneme, et karabiini tagasilöök on suurem kui püssi oma.

Tagasijooksev mass (suurtükiraud) aga ei ole vaba, vaid on kinnitatud lafetile, mis võtab vastu tagasilöögi. Kui tagasijooksu hoog on väike, siis on väike ka lafetile edasiantav tõuge. Sel juhtumil lafeti võib olla ehituselt nõrgem ja süsteemi on kerge hoida stabiilsena. Näiteks püssi tagasijooksuhoog on 5,4 kg/m, seepärast teda on kerge hoida paigal. Suurtükide stabiilsuse saavutamiseks ei või suurendada tagasijooksva massi kaalu, sest siis väheneb suurtüki liikuvus. Seepärast tuleb leppida sellega, et suurtükk või ainult selle raud jookseb tagasi lasu mõjul.

### *b) Lasu mõju kõvale lafetile.*

Kõva lafeti tunnuseks on, et suurtükiraud on ühendatud tappide abil vahetult lafeti külge (vt. joon. 2). Seepärast lasu ajal, rohugaaside surve tõttu suurtükiraua urviosale, kogu



- maapinna vastutõuge lafeti toetuspunktides ( $R$  ja  $S$ ); selle vastutõuke suund moodustab vertikaaljoonega nurga  $i$ , mille tangens on võrdne hõõdrumiskoeffitsiendiga, selle vastutõuke  $H$  suurus on teadmata;
- inertsitõuge  $\mathcal{J}$ , mille suund on vastupidine löögi suunale, on võrdne löögiga  $L$ , mida tuleks anda tervele süsteemile, et saada süsteemi tegeliku tagasiliikumise hoog. Seega  $\mathcal{J} = L = MW$ .

Oletuse kohaselt meie suurtükk ehk õieti tema raskuse  $g$  pidi libisema paralleelselt maapinnaga, s. o. mööda joont  $XL$ . Kolm lööki  $P$ ,  $H$  ja  $\mathcal{J}$  moodustavad tasakaalu, sest süsteemis on igal momendil tasakaal tegelikkude välis- tungide, ühendustungide ja inertsitungide vahel. Seepärast löögi  $H$  mõju suund läheb läbi löökide  $P$  ja  $\mathcal{J}$  suundade lõikepunkti  $a$ . Punkt  $a$  on suurtükiraua õone telje ja suurtüki raskuskeskmest ( $g$ ) läbimineva, maapinnaga paralleelse joone lõikepunkt.  $P$  suurus on meil teada,  $L$  ja  $H$  suuruse ja suunad võime leida tungide rööpküliku reegli järgi.

Kui tõstenurk  $T = 90^\circ - i$  (joon. 46), siis löögi  $H$  suund on paralleelne löögi  $P$  suunaga ja löögi  $L$  suurus võrdub nulliga. Sel juhul süsteemil pole tagasijooksu ja löögi mõju ratastele on palju suurem kui alusele. Järelikult laskmine suurte tõstenurkade all lõhub eriti rattaid. Seepärast laskmisel suurte tõstenurkade all tuleb kõvade lafettidega suurtükkidel rattad alt ära võtta ja paigutada suurtükk tugevale alusele.

Kui tõstenurk  $T$  väheneb, siis  $L$  suureneb ja  $H$  väheneb. Sel viisil tõstenurk võib väheneda mingisuguse suuruseni  $T_h$ , mille juures mõju ratastele on võrdne nulliga. Kui aga veel vähendada tõstenurga suurust alla  $T_h$ , siis lasu järel lafeti rattad hüppavad üles ja saba libiseb tagasi mööda maad.

Nurka  $T_h$  nimetatakse suurtüki hüppepiirnergaks.

Kui tõstenurk on väiksem hüppepiirnergast  $T_h$ , siis gaaside löök paneb suurtüki tagasi libisema ja üles hüppama punkti ümber, mis asub tingimata perpendikulaaril  $SN$ . Pärast üleshüpet lafett kukub alla. Süsteemi tagasijooksu pikkus on sel juhul harilikult palju suurem kui eelmistel juhtudel, vaatamata sellele, et üleshüpe võtab ära osa energiat. Tagasijooksu suurenemine on tingitud sellest, et hõõrdumine vastu maapinda on siin palju vähem.



tükkidel keskmiseks lafeti kõrguseks umbes 1 meeter. Kõvade lafetidega suurtükkidel  $\varphi = 30^\circ$  ja  $Th = 10^\circ$  (umbkaudu).

Suurtüki tagasijooksu kiiruse ja pikkuse võib leida Sarreau lausetest:

$$1) \text{ rohugaaside surve urviosale } P_u = (1 + 0,5 \frac{u}{m}) P;$$

$$2) \text{ suurtüki tagasijooksu kiirus } W = \frac{V_0 (m + 2,5u)}{M};$$

$$3) \text{ suurtüki tagasijooksu pikkus } L = \frac{l(m + 0,5u)}{M} \text{ ehk}$$

$$L = \frac{W^2}{2gf} = \frac{W^2}{10}, \text{ kui } f = 0,5 \text{ ja}$$

$P$  on rohugaaside maksimaalne surve mürsu põhjale,

$u$  — viskelaengu mass,

$m$  — mürsu mass,

$M$  — tagasi jooksev mass,

$l$  — suurtükiraua õone pikkus,

$f$  — hõõrdumistegur =  $\tan i$  ja

$g$  — maakiirendus (9,81 m/sek.).

**Näide.** 152 mm suurtüki jaoks on:

$M$  (suurtüki raskus) = 2150 kg,

$m$  (mürsu kaal) = 43 kg,

$u$  (laengu kaal) = 1100 g,

$V_0$  (algkiirus) = 281 m/sek.

$$W = \frac{43 + 2,5 \cdot 1,1}{2150} \cdot 281 = 5,98 \text{ m/sek.}$$

$$L = \frac{(5,98)^2}{10} = 3,57 \text{ m.}$$

Alljärgnev tabel iseloomustab eelmises näites nimetatud suurtüki jaoks  $W$  ja  $L$  suurusi mitmesuguste tõstenurkade juures (hõõrdumisteguri muutudes).

Tõstenurk	$W$	$L$
$10^\circ$	5,29 m	2,85 m
$30^\circ$	3,67 m	1,34 m
$60^\circ$	0,40 m	0,016 m

Tabelist näeme, et tõstenurga suurendamisel vähenevad nii tagasijooksu kiirus  $W$  kui ka tagasijooksu pikkus  $L$ .

Suurtükiraud annab lafetile löögi raua tappide ja tõsteme mehhanismi kaudu. Mida väiksem on suurtükiraua mass,

seda suurema löögi all kannatab lafett. Siit näib, nagu peaks suurendama suurtükiraua kaalu. Kuid liikuvuse ja teised nõuded ei luba teha suurtüki raskeks.

Suurtüki tagasijooksu algul rattad püüavad inertsil mõjul jääda paigale. Seetõttu teljele mõjuvad horisontaaltungid, mis on seda suuremad, mida raskemad on rattad.

Kõva lafetiga suurtüki tagasijooksu piiramiseks kasutatakse järgmisi abinõusid:

- hõõrdumispinna suurendamiseks pannakse ratastele ümber käigulindid, mis koosnevad kokkulülitatud laudadest;
- asetatakse rataste taha kiilud, mis sunnivad tagasijooksnud suurtükki jälle jooksuma oma paigale;
- asetatakse suurtüki alla hüdrauliline kompressor, mille üks ots on kinnitatud rataste vahel maa külge ja teine ots — suurtüki aluse külge.

Kokkuvõttes peab tähendama, et kõvad lafetid kannatavad täies ulatuses rohugaaside ja maapinna löökide mõju all. Seepärast need lafetid peavad olema väga tugevad, missugune asjaolu vähendab suurtüki liikuvust. Laskmisel kõvalt lafetilt ka laskekiirus on väike, sest pärast iga lasku peab suurtüki paigale veeretama ja uuesti sihti panema.

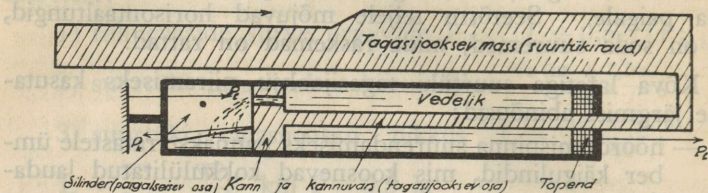
### 3. Hüdrauliline kompressor ja paigaletõmbaja.

#### a) Hüdraulilise kompressori ehituse ja tegevuse põhijooni.

Kompressori ülesanne on pidurdada ja vähendada suurtükiraua tagasijooksu lasu momendil, et lafett jääks paigale ja kannataks vähem rohugaaside surve mõjul tekkivate löökide ja põrutuste all.

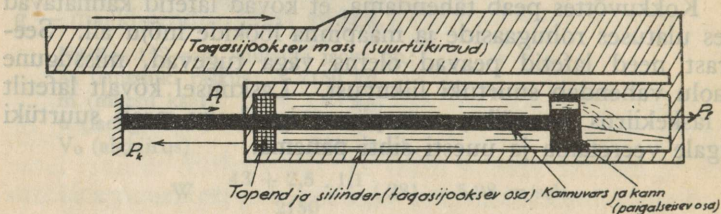
Hüdraulilise kompressori tähtsamaid osi on topendiga varustatud **silinder**, mille sees liigub edasi-tagasi **kann** ühes **varrega**. Mõnel süsteemil kann ühes varrega on ühendatud suurtükiraua külge, mistõttu nad liiguvad tagasi ühes suurtükirauaga. Sel juhul silinder ühes topendiga on paigalseisvaks osaks ja on ühendatud lafetiga (joon. 47).

Mõnel süsteemil silinder ühes topendiga on ühendatud suurtükiraua külge, mistõttu nad liiguvad tagasi ühes suurtükirauaga. Sel juhul kann ühes varrega on paigalseisvaks



Joon. 47.

osaks ja on ühendatud lafetiga (joon. 48). Šneideri suurtükidel jookseb tagasi suurtükiraud ühes liuglejaga, kuna kompressori kannuvarras jääb paigale.



Joon. 48.

Kompressori silinder on täidetud mittekülmuva vedelikuga, mis võib voolata ühest silindri otsast teise kannu aukude või silindri sisemise pinna soonte kaudu.

Kompressori tegevus põhjeneb sellel, et lasu korral, s. o. suurtüki või suurtükiraua tagasijooksu ajal tekib vedeliku voolamine läbi kannu aukude või silindri sisepinna soonte ühest silindri osast teise. Seejuures tagasijooksva massi tagasijooksu energia kulutatakse ära vedeliku surumiseks läbi kitsaste kanalite.

Lasu ajal rohugaasid suruvad tagasijooksva massi peale ja tõukavad selle tagasi. Seejuures vedelik paisatakse suure kiirusega (150—200 m/sek.) silindri ühest osast kitsaste kannu aukude või silindri sisepinna kanalite kaudu silindri teise ossa.

Vedeliku läbivoolamine läbi kitsaste aukude on takistatud ja peale selle vedelik surutakse kokku silindri ja kannu vahele, mis aeglustab kannu või silindri liikumist. **Vedeliku läbivoolu aeglustamine kitsaste aukude abil ja vedeliku surve kannule moodustavadki kompressori kui suur-  
tüki tagasijooksu pehmedaja vastupanu.** See vastupanu mõjub kannule või silindri esipinnale vastupidiselt tagasijooksu suunale. Ta pidurdab ja teeb aeglaseks tagasijooksva massi liikumise, kuni see viimaks raugneb. Kui tagasijooksev mass jääb seisma, siis kompressori tegevus lõpeb. Tagasijooksnud massi viimiseks uuesti algasendisse on igakompressori juurde ehitatud eriabinõu, mida nimetatakse **pai-  
galetõmbajaks.**

Tähendame kompressori vastupanu suurusega  $P_k$ . See vastupanu, mis tekib vedeliku survest kannu ristpinnale (vt. joon. 47) või silindri esiosa ristpinnale (vt. joon. 48), kandub edasi silindri tagapinnale (vt. joon. 47) või kannu pinnale (vt. joon. 48) ja põhjustab seal tungi  $P_1$ , mis mõjub vastupanu  $P_k$  suhtes vastupidises suunas ja kandub edasi lafetile selle ja kompressori ühenduse kaudu. Tung  $P_1$  iseloomustab kompressori tegevuse mõju lafetile. Tungid  $P_k$  ja  $P_1$  on võrdsed.

Kompressori vastupanu  $P_k$  suurus oleneb kannu aukude või silindri sisepinna soonte ristlõike kogupinnast. Mida suurem on õli läbivoolukanalite ristpind, seda kergemini õli voolab läbi kanalite, seda väiksem on kompressori vastupanu tagasijooksva massi tagasijooksule ja seda suurem on tagasijooksu pikkus. Mida väiksem aga on kompressori vastupanu suurus, seda väiksem on ka kompressori mõju  $P_1$  lafetile. Seega kompressori vastupanu suurust ja ühtlasi tagasijooksva massi tagasijooksu pikkust võib reguleerida õlikanalite ristpinna suuruse muutmise teel.

Kui lafeti vastupidavuse ja stabiilsuse tingimused nõuavad kompressorilt nõrka vastupanu, siis tehakse suuremad õlikanalid. Seejuures suurtükiraua tagasijooks on pikk (kerged kahurid). Kui aga lafeti vastupidavus, stabiilsus või laskmise tingimused nõuavad kompressorilt suuremat vastupanu, siis tehakse kitsamad õlikanalid. Seejuures suurtükiraua tagasijooks on lühike (rasked suurtükid, haubitsad ja suurtükid, mis asuvad kindluste tornides).

**Kompressori vastupanu ( $P_k$ ) on võrdeline tagasijooksva massi kiiruse ruuduga ja pöördvõrdeline vedeliku läbivooluaukude ristpinna ruuduga, s. o.**

$$P_k = A \frac{W^2}{a^2},$$

milles  $A$  on arvtegur, mis oleneb kannu või silindri ristpinna suuruselt ja vedeliku erikaalust,

$W$  on tagasijooksva massi tagasijooksu kiirus ja  $a$  — vedeliku läbivooluaukude ristpinna kogusuurus.

**Kokkuvõttes kompressor võimaldab edasi anda lafatile rohugaaside survest tekkinud õige suure (kergele kahuril umb. 100 tonni) ja järsu (0,02 sek.) löögi asemel löögi, mis on võrdlemisi nõrk ja mõjub palju aeglasemalt (umb. 1 sek.). Seega kompressor võimaldab tõsta suurtüki võimsust, vastupidavust, stabiilsust ja liikuvust.**

Alljärgnev tabel näitab mõningate suurtükiraudade tõuke-  
tungi  $P_u$  ja vastavate kompressorite vastupanu tungi  $P_k$  suurusi.

	76 v.	107 šn.	152 šn.
$P_u$ . . . . .	110000 kg	220000 kg	328000 kg
$P_k$ . . . . .	3180 kg	6214 kg	11100 kg
$\frac{P_k}{P_u}$ . . . . .	0,029	0,028	0,034

**b) Hüdraulilise kompressori üksikud osad.**

**Vedeliku läbivooluaukud** on kompressori vastupanu reguleerivaks teguriks. Kuna rohugaaside surve tagasijooksvale massile on muutuv, siis tagasijooksva massi kiirus on ka muutuv. Tagasijooksu algul tagasijooksva massi kiirus tõuseb maksimaalseks peaaegu silmapilkselt ja pärast seda hakkab vähenema. Kuna aga kompressori vastupanu on võrdeline tagasijooksva massi kiiruse ruuduga, siis on selge, et ühesuguse õli läbivoolupinna juures kompressori vastupanu on muutuv. Alguses ta tõuseb järsku suureks, pärast väheneb alatasa. Kompressori vastupanutungiga  $P_k$  võrdne lafeti peale mõjuv tung  $P_l$  on samuti esialgul väga suur ja järsk ja seepärast väga kahjulik. Selleks, et vältida kompres-

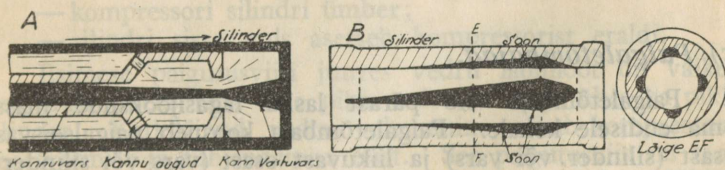
sori kahjulikku ja muutlikku mõju lafetile, reguleeritakse õli läbivooluaukude kogupinda nii, et tagasijooksu algul see pind oleks suurem ja edaspidi väheneks alata. Sellega saavutatakse kompressoris väiksem ja alaline vastupanu kogu tagasijooksu vältel.

Vedeliku läbivooluaukude ristpinna muutmine vastavalt tagasijooksu kiiruse muutumisele on saavutatud meie kompressorites kahel viisil:

- vastuarre abil (76 v., 107 šn. ja 152 šn. juures);
- soontega kompressorisilindri abil (84 i. juures).

**Vastuarrega kompressoris** (76 v. suurtükk) teostub õli läbivooluaukude ristpinna suuruse reguleerimine järgmiselt (joon. 49, A).

Kann ja tema vars on õõnsad. Kannu seinte varrepooles osas on augud, kannu põhjas ringikujuline ava. Vastuarre tagumine osa on kooniline. Vastuvars on kinnitatud silindri põhja külge. Tagasijooksul vedelik voolab silindri esiosast tagaossa esmalt läbi kannu aukude, mille ristpind on alaline, ja edasi kannu ja vastuarre vahelise rõngakujulise ava kaudu, mis alaliselt väheneb vastuarre läbimõõdu suurenemise tõttu.



Vastuarrega kompressori silinder. Soontega kompressori silinder.

Joon. 49.

**Soontega kompressoris** (84 i. suurtükk) teostub õli läbivooluaukude ristpinna suuruse reguleerimine järgmiselt (joon. 49, B).

Kompressori silindri sisemisele pinnale on lõigatud sooned, mille sügavus on suurem silindri tagaosas, s. o. seal, kus tagasijooksu algul asetseb kann. Ettepoole soonte laius ja sügavus muutub alata väiksemaks. Kann on umbne. Tagasijooksu ajal õli voolab silindri esiosast tagaossa läbi pilude, mis on

kannu välispinna ja soonte pinna vahel. Algul, kui tagasijooksu kiirus on suur, on ka soonte sügavus ja laius suurem, pärastpoole õli läbivoolupilude ristpind alatasa väheneb.

**Vedelik.** Kompressorites kasutatav vedelik peab olema võimalikult vähe tundlik temperatuuri muutuste vastu ja ei tohi külmuda kõrgema temperatuuri juures kui  $-20^{\circ}\text{C}$ . Ta peab olema küllalt vedel ja ei tohi sisaldada kõva ollust, et vältida hõõrdumist ja osade kulumist, ühtlasi ta ei tohi sisaldada happeid, et mitte tekitada silindri osadel roostet. Kuna selle vedeliku temperatuur võib tõusta kõrgele, siis tema leekpunkt peab olema kõrge, et vedeliku aur ei plahvataks õhus. Neile tingimustele vastavad hästi mineraalõlid, mis on valmistatud naftast, samuti glütseriini ja vee segu. Glütseriini paremuseks on, et tema külmumise temperatuur on madalam kui õli. Õli aga on parem roostevastane aine.

**Silindri topend** asetatakse silindri otsa külge selleks, et vältida kompressori vedeliku väljatulekut silindri ja kannuvarre vahelt. Topend ei tohi ümbritseda kannu vart liig tihedalt, vastasel korral tekib suur hõõrdumine. Topenditeks kasutatakse kummirõngaid, nahkrõngaid, asbestnööri jne. Need tihendusrõngad surutakse kokku mutri abil ja keeratakse silindri otsa sisse.

### *c) Paigaleetõmbajad.*

Paigaleetõmbaja viib pärast lasku tagasijooksunud massi oma endisele kohale. Paigaleetõmbaja koosneb paigalseisvast osast (silinder või vars) ja liikuvast osast (vars või silinder). Kompressori silindri või varre liikumine tagasijooksu ajal surub kokku **vedrud** või teatud mahu **õhku**. Vedrude või õhu kokkusurumisega kogutakse teatav energia, mille abil pärast tagasijooksu viiakse tagasijoosnud mass oma endisele kohale. Järelikult paigaleetõmbaja tegevus põhjeneb tagasijooksul kokkupressitud aines kogutud energia kasutamisel paigalejooksuks. Seega paigaleetõmbaja aine ühtlasi avaldab vastupanu tagasijooksule.

Paigaleetõmbaja aine peab olema kokku surutud teatava määrani juba enne tagasijooksu, et hoida tagasijooksvat massi oma algseisakus ka suurte tõstenurkade juures ja tõugata teda pärast tagasijooksu kiiresti oma kohale.

Ühtlasi on nõutav, et paigalejooksu lõpp teostuks pehmelt ja sujuvalt ning et paigalejooksu ajal suurtükk oleks stabiilne.

Tagasijoosnud massi paigalejooksu lõpu pehmendamiseks ja sujuvaks tegemiseks on vaja vähendada paigalejooksu kiirust. Selleks tehakse paigalejooksu juurde hüdrauliline kompressor, mis töötab ainult paigalejooksu ajal. Paigalejooksukompressori vastupanu reguleeritakse nõnda, et tagasijoosnud massi paigalejooksu lõppkiirus võrduks nulliga.

Praktiliselt paigalejooksu lõppkiirus on siiski suurem nullist. Sellest tulevate tõugete vastuvõtmiseks ja süsteemi ettenihkumise vältimiseks on kompressoris hüdrauliline **löögi-vastuvõtja**, mis töötab ainult paigalejooksu lõpul ja peatab aeglaselt paigalejooksu.

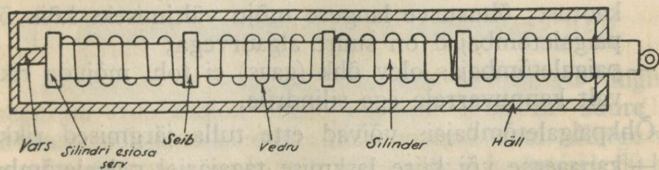
**Vedrupaigaletõmbaja** koosneb mitmest vedrust (joon. 50), mis on eraldatud üksteisest seibidega. Mitme vedru kasutamise on tingitud sellest, et üks pikk vedru kokkusurutud olekus läheks laiemaks ja keeraks end lahti, kuna paigalejooksul tuleks ilmsiks vastupidine näht. Igal järgmisel vedrul on vastupidine keerd, et vedrude kolonn seisaks paigal nii tagasijooksul kui ka paigalejooksul.

Paigaletõmbaja vedrud võivad olla paigutatud järgmiselt:

- kompressori silindrisse — ümber kannu varre;
- kompressori silindri ümber;
- silindri sisse, mis asetseb kompressorist eraldi.

Esimese paigutusviisi juures vedru läbimõõt on väike. Seepärast tuleks teha õige pikk vedru ja seega ühes ka pikk silinder. Katkiläinud vedru vahetamine nõuab kompressori koostvõtmist ja tühjendamist õlist. See paigutusviis on tarviliselt väikesekaliibriliste suurtükkide juures, millel on lühike tagasijooks.

Teise paigutusviisi juures (joon. 50) vedrud on asetatud kompressori silindri ümber. Sel juhul kompressori silinder

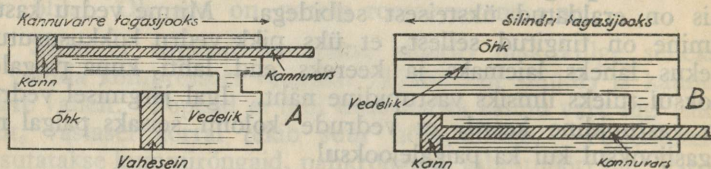


Joon. 50.

ühes vedrudega asetatakse teise silindri sisse, mida nimetatakse **hälliks** (76 v., 84 i. ja 114 i. suurtükidel). Kompresori silindri eesotsas on väike serv; tagasijooksu ajal vedrud surutakse kokku selle serva ja hälli vahele. Seesuguse ehitusviisi juures on võimalik kergesti vahetada vedrusid.

Kolmas tüüp, s. o. kompressorist lahus olev paigaletõmbaja, koosneb mitmest vedrude kolonnist.

**Õhkpaigaletõmbajaist** on kõige rohkem tarvitusel niisugused, milles õhu kokkusurumine tagasijooksu ajal teostub vedeliku abil, mis paisatakse umbse kannu abil ühest reservuaarist teise. Mõnel süsteemil (76 p.) õhk on eraldatud vedelikust vaheseina abil (joon. 51, A), kuna teistel (Šneideri ja 150 s. süsteemid) õhk ja vedelik on eraldamata (joon. 51, B).



Joon. 51.

Õhkpaigaletõmbaja üldiselt koosneb silindrist ja õhureservuaarist. Silindrisse on mahutatud umbne kann ühes varrega. 76 p. suurtükil jookseb tagasi ühes rauaga kannuvarre, Šneideri süsteemidel — silinder ühes õhureservuaariga.

Õhkpaigaletõmbaja ehituse kohta maksavad järgmised nõuded:

- kann oma liikumisel ei tohi tekitada suurt hõõrdumist, mis mõjuks halvasti süsteemi stabiilsusele ja takistaks kiiret paigalejooksu;
- topendid peavad olema kindlad, et ei tekiks vedeliku kaotust; õhusurve languse mõju vältimiseks kõik õhkpaigaletõmbajad on suure algsurvega;
- paigaletõmbajas olev õhk (gaas) ei tohi mõjuda rikkuvalt kannuvarrele ega silindrile.

Õhkpaigaletõmbajais võivad ette tulla järgmised rikked:

- kauaaegse või kiire laskmise tagajärjel paigaletõmbajas tekivad õhu temperatuuri tõus, mis tõstab õhusurvet

paigaletõmbajas, vähendab raua tagasijooksu ja suurendab paigalejooksu kiirust, mõjudes kahjulikult lafetile; — nõrga topendi tõttu tekkiv tunduv vedeliku kaotus, mistõttu võib väheneda õhurõhumine paigaletõmbajas, selle asjaolu tagajärjeks on normaalsest pikem tagasijooks ja lühem paigalejooks, mis on kahjulik lafetile.

Iga õhkpaigaletõmbaja normaalseks töötamiseks on vaja teatavat kindlat vedeliku mahtu ja õhurõhumist. Et aegsasti märgata ühe või teise kahanemist, peavad õhkpaigaletõmbajatel olema vastavad automaatsäätajad. Kui neid ei ole, tuleb hinnata vedeliku mahtu ja õhusurve suurust suur-  
tükiraua tagasi- ja paigalejooksu pikkuse järgi.

**Vedru- ja õhkpaigaletõmbajate** võrdlemisel üksteisega tuleb tähendada, et vedrupaigaletõmbajate paremusteks on nende lihtsam kohaleasetamine, parandamine ja vähem tundlikkus temperatuuri muutuste vastu. Vedru vahetamine on lihtis, kuna õhkpaigaletõmbaja parandamine ja täitmine on seotud õhupumpade ja muude abinõude kaasasvedamisega. Peale selle õhu kasutamine paigaletõmbajas nõuab tugevat silindrit ja häid, tihedaid topendeid.

Õhkpaigaletõmbajate paremuseks on, et õhk ei muuda oma elastsust, kuna vedru kaotab selle ajajooksul. Ühtlasi õhkpaigaletõmbaja võimaldab saada pikka tagasijooksu ja kiiret paigalejooksu, mida on raske saavutada vedrupaigaletõmbajaga.

**Paigalejooksukompressor** on asetatud tagasijooksukompressori sisse ja töötab sellega paralleelselt. Vahe seisab selles, et tagasijooksukompressor avaldab vastupanu tagasijooksu ajal, kuna paigalejooksukompressor avaldab vastupanu paigalejooksul.

#### 4. Elastsed lafetid.

##### a) Nõuded laskekiiruse ja stabiilsuse alal.

Laskekiirus on suurtüki võimsuse tähtsamaid tingimusi. Praegusaja suurtükiväe tuleülesanded nõuavad suure arvu mürskude väljalaskmist väga lühikese aja jooksul. Kerge väljapatarei peab suutma anda 3—5 min. jooksul keskmiselt 50 lasku. Niisugust laskekiirust on võimatu saavutada kõva lafetiga suur-

tükilt, mis iga lasu järel veereb tagasi. Suurtüki paigaleveeretamine ja uuestisihitimine võtab palju aega ja väsitab meeskonda.

Nõutava laskekiiruse saamiseks on vaja täita suurtüki materjalosa konstruktsiooniga kaks järgmist nõuet:

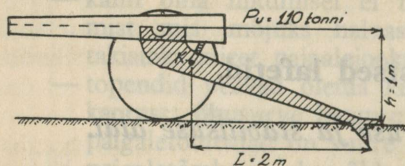
- lafett peab jääma iga lasu järel kindlasti paigale, et meeskonnal ei oleks vaja pärast lasku suurtükki paigale veeretada;
- lafett peab võimaldama suurtüki vahetpidamatut sihispüsimist, et teda ei tuleks iga lasu järel uuesti välja sihtida nii suunas kui ka tõste poolest.

Peale selle suurtükk peab võimaldama kiiret teotsemist, s. o. laadimist ja sihtimist.

Kui püüda täita esimest nõuet sellega, et kõva lafeti aluse otsa kinnitatakse maasse toetuv sahk, siis tulevad esile järgmised nähted:

- laskmisel suurte tõstenurkade all sahaga kinnihoitud lafett peab vastu võtma nii tugeva ja järsu löögi (väljasuurtükkidel selle löögi surve on 100—400 tonni ja kestab ligikaudu 0,02 sek.), et ta ei suuda sellele vastu panna;
- laskmisel väikeste tõstenurkade all sahaga kinnihoitud suurtükk hüppab iga lasu järel üles, sest, nagu järgnevast selgub, suurtüki ümberpaiskemoment on suurem kui tema stabiliseeriv moment.

Üleshüppamise põhjuste selgitamiseks võtame, näiteks, juhu, kus suurtüki kaal  $K = 1100$  kg ja gaaside maksimaalne



Joon. 52.

surve urviosale  $P_u = 110$  tonni, seejuures suurtüki kõrgus  $h = 1$  m ja lafeti pikkus  $L = 2$  m (joon. 52). Lasu ajal lafeti peale mõjuvad kaks tungi: stabiliseeriv tung ja ümberpaisketung.

Stabiliseeriv tung  $K$ , mis on rakendatud suurtüki raskuskeskme külge, mõjub perpendikulaarselt maapinnale; selle tungi moment saha suhtes on  $K \times L$ .

Ümberpaisketungi  $P_u$  moment aga on  $P_u \times h$ . Kuna  $K \times L = 1100 \times 2 = 2200 \text{ kg/m}$  ja  $P_u \times h = 110000 \text{ kg/m}$ , siis stabiliseeriva tungi moment on 50 korda vähem kui ümberpaisketungi moment ja suurtükk peab üles hüppama iga lasu järel, sest ta võib olla stabiilne ainult siis, kui ümberpaisketungi moment on vähem stabiliseeriva tungi momendist. Seega stabiilsuse saavutamiseks on vaja, et suurtüki ümberpaisketungi moment oleks vähem kui  $2200 \text{ kg/m}$ . Seda saab kätte ainult siis, kui on võimalus muuta suurtükirauale mõjuvat suurt ja järsku lööki tungiks, mille suurus on palju vähem ja mis mõjub pikema aja jooksul. Seepärast tulebki asetada suurtükiraua ja lafeti vahele elastne lülitaja hüdraulilise kompressori ja paigaletõmbaja näol. Hüdrauliline kompressor ja sahk annavadki suurtükile kiirlaskvuse saavutamiseks vajaliku stabiilsuse.

Suurtüki laskekiirusega seoses oleva teise nõude täitmiseks, s. o. vahetpidamata sihisoleku saamiseks, on vaja, et:

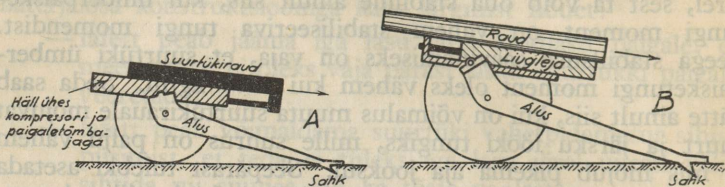
- suurtükiraua telg (rohugaaside tõukesuund) jääks alati paralleelseks kompressori kannuvarre teljega (vastupanutungi suunaga); selle tingimuse täitmine saavutatakse sel teel, et suurtükiraud jookseb hälli rööpaid mööda, mis on paralleelsed mõlema teljega;
- tõste- ja pöördenuk antaks korruga suurtükirauale ja kompressorile, selleks peab kinnitama tapid hälli külge, mitte aga suurtükiraua külge;
- sihtimisabinõud oleksid kinnitatud lafeti külge, mitte aga suurtükiraua külge.

### *b) Elastse lafetiga suurtüki üldine ehitus.*

Elastse lafetiga suurtükk koosneb kolmest peaosast (vt. joon. 53):

- lafetist, mis toetub maapinnale saha abil;
- tagasijooksvast massist (suurtükiraud ühes kompressoriga ja paigaletõmbaja kannuvarrega või ühes kompressoriga ja paigaletõmbaja silindriga);
- elastseist abinõudest (kompressor ja paigaletõmbaja), mis on paigutatud tagasijooksva massi ja lafeti vahele. Elastse abinõu üks osa (häll) on kinnitatud tappide

abil lafeti külge ja tema külge omakorda on kinnitatud kompressori paigalseisev osa (silinder või kannuvars). Suurtükiraud liigub hälli rööbastel edasi-tagasi ja laste abil.



Joon. 53.

Enamikul suurtükidel kompressor ja paigaletoimbaja on asetatud suurtükiraua alla, kus nad on mahutatud kas hälli (76v., 76p., 114i. ja 150s.) või liugleja (107 šn. ja 152 šn.) sisse. Liugleja liigub tagasi ühes suurtükirauaga. Mõnel suurtükil (84i.) häll ühes kompressori ja paigaletoimbajaga on asetatud suurtükiraua peale, et viia suurtüki raskuskesse allapoole.

## 5. Horisontaal-laskevälj.

Lafeti ehitus peab võimaldama kerget ja kiiret suuna- ja tõstesihetmist. See tähendab, et lafett peab võimaldama:

- suurtükiraua kiiret pöörämist, ilma et iga väiksema suunamuutmise juures oleks vaja pöörata kogu süsteemi;
- laskekaugusele vastava tõstenurga andmist, ilma et selleks oleks vaja kaevata suurtükisahka maa sisse.

Selleks lafeti külge on ehitatud pööret ja tõstet andvad abinõud.

### a) Pöördemehhanismid.

Suurtüki horisontaal-laskeväljaks nimetatakse horisontaalnurka, mille piirides võib muuta suurtükiraua laskesuunda, ilma et oleks vaja pöörata kogu suurtükki.

**Pöördemehhanismiks** nimetatakse abinõu, mille abil pööratakse suurtükiraua lafeti peal horisontaal-laskevälja piirides.

Kõva lafetiga suurtükkidel puudub pöördemehhanism, seepärast võib pöörata neid ainult lafeti saba abil. See toiming on aegaviitev ja raske.

Elastse lafetiga suurtükkide raua pööramine pöördemehhanismi abil teostub mitmet moodi ja mitmesuguse horisontaalnurga piirides.

Ühe alusega lafettidel suurtükiraua pööramist teostatakse kas suurtükiraua pööramisega mööda suurtüki telge või suurtükiraua pööramisega püsttelje ümber.

**Pöördemehhanismid, mis töötavad suurtükiraua pööramisega mööda suurtüki telge**, on võetud tarvitusele paljude süsteemide juures, nagu 76 v., 76 p., 107 šn. ja 152 šn. Neil süsteemidel lafeti alus ühes suurtükirauaga liigub paremale ja vasakule mööda suurtüki telge saha tugi-punkti ümber. Sellise konstruktsiooniga suurtükk on lasu ajal alati stabiilne külgsuunas, sest tema raua tagasijooksu tõuge on alati sihitud mööda lafeti alust saha peale (joon. 54, A). Teiselt poolt aga niisuguse pöördemehhanismiga suurtüki horisontaal-laskeväli on väike. Tema ligikaudne suurus arvu-tatakse valemist:

$$\tan u = \frac{l-a}{L},$$

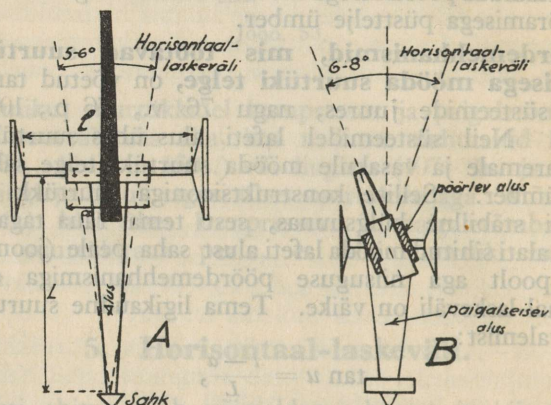
milles  $u$  on horisontaal-laskeväli,  $l$  — suurtüki telje pikkus,  $a$  — lafeti aluse laius teljel ja  $L$  — lafeti aluse pikkus.

Sellest lausest nähtub, et suurema horisontaal-laskevälja saavutamiseks on vaja lühendada lafeti alust ja pikendada suurtüki telge. Eelmisest aga on juba teada, et lafeti aluse lühendamine vähendab suurtüki stabiilsust ja suurtüki telje pikendamine vähendab suurtüki liikuvust. Samuti ei või vähendada lafeti aluse laiust telje kohal, sest siis võiks painduda telg suurtükiraua tagasitõuke mõjul. Veel peab tähenda-ma, et selle ehitusviisi juures sahk peab olema võrdlemisi kitsas, sest lai sahk raskendaks lafeti aluse pööramist, eriti kõva pinnasega maastikul.

**Pöördemehhanismid, mis töötavad suurtükiraua pööramisega püsttelje ümber**, on näiteks meie 84 i., 114 i. ja 150 s. suurtükkidel.

Selle ehitusviisi järgi konstrueeritud lafetil on kaks alust (joon. 54, B):

- paigalseisev alus, mille esiosa on liikumatult kinnitatud suurtüki telje külge ja mis toetub saha abil vastu maad;
- pöörlev alus, mis on asetatud paigalseisva aluse peale nii, et ta võib pöörelda selle peal püsttelje ümber, mis on kinnitatud paigalseisvale alusele suurtüki telje keskkohal; pöörleva aluse peale on asetatud suurtüki-raud ühes hälliga.



Suurtükiraua pööramine mööda suurtüki telje.

Suurtükiraua pööramine püsttelje ümber.

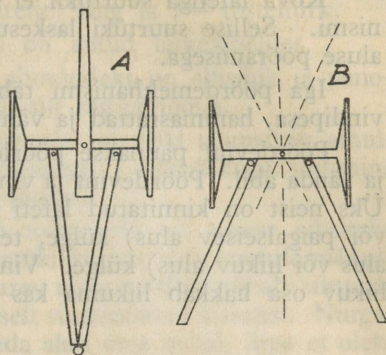
Joon. 54.

Selle ehitusviisi halvaks omaduseks on, et kui nurk suurtükiraua telje ja paigalseisva aluse sümmeetriatelje vahel on liiga suur, siis laskmise ajal suurtükk on ebastabiilne külgsuunas. Stabiilsuse suurendamiseks külgsuunas võib teha laiema saha. Suurtükiraua pööramine pöörleval alusel on palju kergem ja kiirem kui pööramine mööda suurtüki telje.

Kuna ülalkirjeldatud ehitusviisidega saavutatavad suurtüki horisontaal-laskeväljad on võrdlemisi väikesed ( $5-8^\circ$ ) ja praegusaja lasketingimused nõuavad suurtükkidelt suuremaid horisontaal-laskevälju, siis pärast Maailmasõda hakati ehitama suurtükke, millel on kahe alusega lafett (joon. 55, A ja B).

Kahe alusega lafeti toetuspind maapinnal on õige lai ja seetõttu suurtükiraua suuna muutmise lafeti püsttelje ümber on alati võimalik, ilma et kannataks suurtüki stabiilsus. Kahe alusega lafetti toetub maapinnale neljas punktis. Mõlemad alused kinnitatakse suurtüki telje külge liigendikujuliselt. Seesuguste lafettidega võib saavutada kuni  $60^\circ$  horisontaal-laskevälja.

**Saha** suuruse määrajaiks on suurtüki pööramise viis horisontaal-laskeväljal, pinnase tihedus ja suurtüki kaliiber. Püsttelje ümber pööratavate lafettide sahad on suuremad ja laiemad kui mööda suurtüki telge pööratavate lafettide omad. Väiksema tihedusega pinnase jaoks sahk peab olema suurem ja laiem. Mõnedel lafettidel on

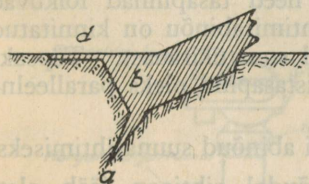


Lafeti alused  
rännakukorras.

Lafeti alused  
lahingukorras.

Joon. 55.

kaks saha: üks liikumatu ja teine liikuv ja esimesest laiem — pehme (liivase) pinnase jaoks. Liikuvad sahad on 150 s., 107 šn. ja 152 šn. lafettidel.



Joon. 56. Sahk.

Materjalosa suurte pörotuste vältimiseks laskmise ajal peab olema saha taga elastne tugi. Saha toeks kasutatakse harilikult fašiine; mitte kunagi ei tohi kasutada saha toena palke.

Saha harilik kuju on näidatud joon. 56.

Saha tähtsamad osad on:

- **kallak** (a), mille abil sahk tungib hästi pinnasesse;
- **toetuv pind** (b), mis on perpendikulaarne tagasijooksutõuke suunaga laskmisel väikeste tõstenurkade all;
- **suruv pind** (d), mis surub pinnase saha juures alla poole, et sahk ei künnaks üles maad.

Suurtüki laskesuunda võib muuta kas pöörise või pöörde-mehhanismi abil. Laskesuuna muutusi, mis ületavad hori-sontaal-laskevälja piirid, tuleb teha pöörise abil.

Kõva lafetiga suurtükil ei ole pöörise ega pöördemehha-nismi. Sellise suurtüki laskesuunda muudetakse alati ainult aluse pööramisega.

Iga pöördemehhanismi tähtsamad osad on: pöördevint, vindipesa, hammasrattad ja vänt (hooratas).

Pöördevint pannakse pöörlema vindipesas hammasrattaste ja vända abil. Pöördevint ja vindipesa on alati horisontaalsed. Üks neist on kinnitatud lafeti paigalseisva osa (suurtüki telg või paigalseisev alus) külge, teine — lafeti liikuva osa (lafeti alus või liikuv alus) külge. Vindi pööramisel vindipesas lafeti liikuv osa hakkab liikuma kas paremale või vasakule.

### *b) Suunasihitimise abinõud.*

Suunasihitimise eesmärgiks on suurtüki lasketasapinna juhtimine läbi märgi.

Kui suurtükk asetseb horisontaaltasapinnal, siis suurtüki lasketasapind ühtub suurtüki sümmeetria-tasapinnaga. Kui aga suurtükk on asetatud kaldpinnale, siis lasketasapind ei ühtu sümmeetriatasapinnaga, vaid need tasapinnad lõikuvad suurtükiraua õone telje joonel. Sihtimisabinõu on kinnitatud lafeti paigalseisva osa külge vasakul suurtükirauast. Täpsaks suunasihitimiseks on vaja, et sihtimistasapind oleks paralleelne lasketasapinnaga.

Meie suurtükkidel on kahte liiki abinõud suunasihitimiseks.

Esimesse liiki kuuluvail abinõudel sihtjoon jääb alati paralleelseks lasketasapinnaga. Niisugust sihtimisabinõu pöö-ratakse telje ümber, mis on paralleelne suurtükiraua õone teljega. Kui suurtükk asetseb kaldpinnal, võib põikloe abil viia sihtimisabinõu vertikaalasendisse ja seega suunata sihtjoon paralleelseks lasketasapinnaga. Seesugused sihtimisabinõud on 114 i., 150 s. ja Šneideri suurtükkidel.

Teise liiki kuuluvail abinõudel sihtjoon jääb alati paral-leelseks suurtüki sümmeetriatasapinnaga. Sellise sihtimis-abinõu kasutamisel tuleb, kui suurtükk ei asetse horisontaal-tasapinnal, võtta arvesse suunasihitimisel tappide längu parandus,

sest kaldpinnal lasketasapind kaldub madalamal seisva ratta poole. Tappide längu parandus  $c$  leitakse järgmisest lausest:

$$c = i \tan t,$$

milles  $i$  on tappide (suurtükitelje) läng ja  $t$  — tõstenurk.

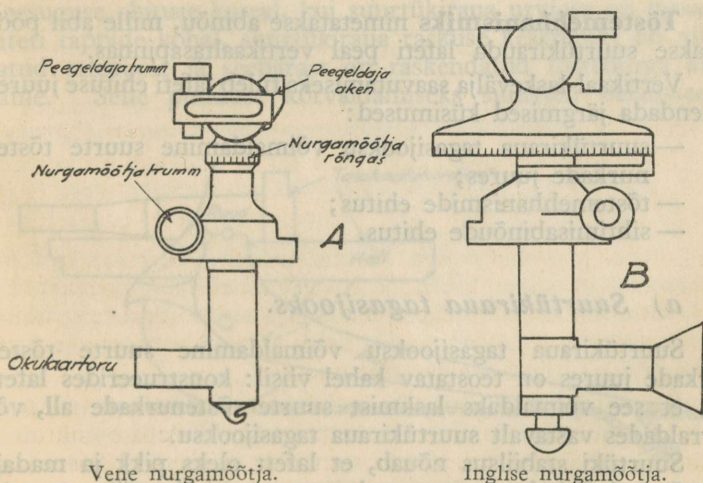
Tappide längu parandus on antud lasketabelites.

Suurtüki suunasihkimise abinõudeks on abisihik ja pano- raam-nurgamõõtja ehk lühendatult nurgamõõtja.

**Abisihiku** abil võib toimetada suurtüki suunamist ainult nähtavale märgile otsese sihtimisega. Abisihikuga sihtimine kaugematele märkidele ei ole täppis.

**Nurgamõõtja** abil võib toimetada nii otsest sihtimist kui ka suurtüki suunamist suurtüki juurest nähtamatule märgile kaudse sihtimise teel. Seejuures nurgamõõtja näitab sihturile märgi või sihtpunkti neljakordselt suurendatud kujutist. Nurgamõõtja võimaldab sihturil istuda alati oma kohal, ilma et oleks tarvis eemaldada silma okulaari juurest, olgugi et sihtpunkt või märkpunkt asetseb sihturi suhtes külgsuunas või taga.

Nurgamõõtja (joon. 57) vaatlusvälja laius on  $10^\circ$ . Nurgamõõtja ülemist osa nimetatakse **peegeldajaks**. Peegeldajat võib pöörata horisontaaltelje ümber üles ja alla. Peegeldajast allpool asetseb nurgamõõtja rõngas, mis ühes peegeldajaga



Vene nurgamõõtja.

Inglise nurgamõõtja.

Joon. 57.

pöörleb vertikaaltelje ümber. Meie nurgamõõtjatel ringjoon jaguneb 6400 tuhandikuks. Nurgamõõtja rõngal on 64 jaotist, trummil 100 jaotist. Rõnga numbrid suurenevad kellaosuti liikumise suunas. Nurgamõõtja algseade (32—00) juures nurgamõõtja optiline telg on paralleelne suurtüki lasketasapinnaga ja peegeldaja aken vaatab suurtükiraua suudme poole. Seade suurenemisel nurgamõõtja optiline telg liigub sihtpunktist vasakule, vähenemisel — paremale. Järelikult nurgamõõtjaseade suurendamisel (vähendamisel) ja sihtimisel endisele sihtpunktile, suurtüki lasketasapind kaldub paremale (vasakule). Seega suunamuutmise käskluse järele: „Paremale (vasakule N!“ peab endisele nurgamõõtjaseadele juurde lisama arvu (endisest seadest lahutama) N ja siis toimetama sihtimist saadud uue nurgamõõtjaseadega.

Nurgamõõtja kinnitatakse liikumatult vastavasse pessa, mis on asetatud igal süsteemil isemoodi.

## 6. Vertikaal-laskeväli.

**Suurtüki vertikaal-laskeväljaks nimetatakse vertikaalnurka, mille piirides võib muuta suurtükiraua tõstenurka, ilma et oleks vaja kaevata sahka maasse.**

**Tõstemehhanismiks** nimetatakse abinõu, mille abil pööratakse suurtükirauda lafeti peal vertikaaltasapinnas.

Vertikaal-laskevälja saavutamiseks tuleb lafeti ehituse juures lahendada järgmised küsimused:

- suurtükiraua tagasijooksu võimaldamine suurte tõstenurkade juures;
- tõstemehhanismide ehitus;
- sihtimisabinõude ehitus.

### *a) Suurtükiraua tagasijooks.*

Suurtükiraua tagasijooksu võimaldamine suurte tõstenurkade juures on teostatav kahel viisil: konstrueerides lafeti nii, et see võimaldaks laskmist suurte tõstenurkade all, või korraldades vastavalt suurtükiraua tagasijooksu.

Suurtüki stabiilsus nõuab, et lafett oleks pikk ja madal. Seepärast lafeti alus on toetatud vastu maapinda väikese nurga

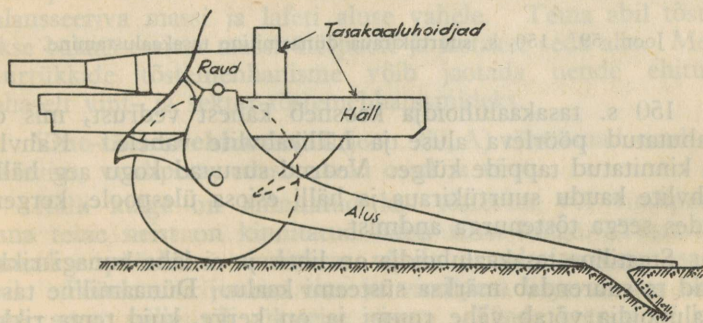
all. Kui tõstenurk on suurem nurgast, mille moodustab alus maapinnaga, siis alus takistab tõstenurga andmist suurtükirauale ja suurtükiraua tagasijooksu.

Küsimus on lahendatav keskelt õõnsa või kahe alusega lafeti konstrueerimisega. Meie kerge- ja raskekahurite lafetid ei võimalda sihtimist ega suurtükiraua tagasijooksu suuremate tõstenurkade all kui  $15\text{--}16^\circ$ . Meie kerge- ja raskehaubitsate lafetid, mille alused on keskelt õõnsad, võimaldavad ka suuremate tõstenurkade andmist. Pärast Maailmasõda konstrueeritakse kahureid, mille lafetid on kahe alusega, nende kahurite vertikaal-laskevälja suurus ulatub kuni  $65^\circ$ .

Suurtükiraua tagasijooksu korraldamist laskmisel suurte tõstenurkade all on püütud lahendada meil olevate süsteemide juures järgmiselt:

- on nihutatud suurtükiraud ettepoole nii, et tema urviosa asub peaaegu hälli tappide kohal; sellise konstruktsiooniga on antud tagasijooksvale massile tagasijooksuks tarvisminev ruum;
- on vähendatud tagasijooksu-regulaatoriga suurtükiraua tagasijooksu pikkust vastavalt tõstenurga suurenemisele.

Meie 107 šn., 152 šn. ja 150 s. suurtükidel raua tagasijooksu korraldamine on teostatud raua ettenihutamisega. Seesuguse ehituse korral, kui suurtükiraua urviosa on peaaegu lafeti tappide kohal, suurtükiraua raskuse keskpunkt on nihutatud ettepoole ja seepärast on raskendatud tõstenurga andmine. Selle puuduse kõrvaldamiseks suurtüki balansseeriv

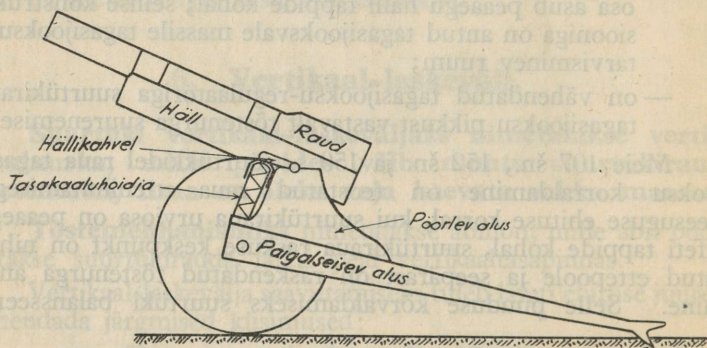


Joon. 58. Šneideri suurtükiraua staatiline tasakaalustamine.

osa (suurtükiraud ühes kompressori ja paigaletõmbajaga) on viidud tappide suhtes tasakaalu eriliste tasakaaluhoidjate abil.

107 šn. ja 152 šn. suurtükid on tasakaalustatud staatiliselt. Staatiline tasakaaluhoidja kujutab raskust, mis on asetatud suurtükiraua urviosale või mis on saavutatud urviosa suurema paksusega. Niiviisi viiakse balansseeriva osa raskuseks tappide juurde. Suurtükiraua külge lisatud raskus vähendab ühtlasi ka tagasijooksu pikkust. Šneideri suurtükidel balansseeriva massi tasakaal on saavutatud osalt hälli pikendamise ja tahapoole, osalt raskuse juurdelamisega suurtükiraua urviosale (joon. 58).

150 s. haubitsa balansseeriva osa on tasakaalustatud dünaamiliselt. Dünaamiline tasakaaluhoidja kujutab mehaanilist tasakaalustajat õhu või vedrude näol, mis kogu aeg suruvad suurtükiraua esiosa ülespoole (joon. 59).



Joon. 59. 150. s. suurtükiraua dünaamiline tasakaalustamine.

150 s. tasakaaluhoidja koosneb kahest vedrust, mis on mahutatud pöörleva aluse ja hällikahvlite vahele. Kahvlid on kinnitatud tappide külge. Vedrud suruvad kogu aeg hällikahvlite kaudu suurtükiraua ja hälli esiosa ülespoole, kergendades seega tõstenurga andmist.

Staatiline tasakaaluhoidja on lihtis ja ei lähe kunagi rikki, kuid ta suurendab märksa süsteemi kaalu. Dünaamiline tasakaaluhoidja võtab vähe ruumi ja on kerge, kuid tema rikkimiseks on suurtükk teovõimetus.

Suurtükiraua pikk tagasijooks on tarvilik süsteemi stabiilsuse seisukohalt ainult siis, kui laskmine teostub väikeste tõstenurkade all. Kui aga tõstenurk on suur, siis suurtükiraua tagasijooksu pikkuse vähendamine ei mõju süsteemi stabiilsusele. Kuid siiski tagasijooksu pikkust võib vähendada ainult niivõrd, et kompressori vastupanutung ei ületaks lafeti vastupidavust. See asjaolu võimaldab muuta suurtükiraua tagasijooksu pikkust pöördvõrdeliselt tõstenurga suurusega. Suurtükiraua tagasijooksu lühendamine saadakse kätte sel teel, et suurte tõstenurkade juures kompressori vastupanutungi suurendatakse õli läbivoolu ristpinna vähendamisega. Õli läbivoolu ristpinna suurendamine või vähendamine toimub automaatselt ühes tõstenurga vähendamisega või suurendamisega.

Meie 114 i. ja 150 s. haubitsate kompressorid on varustatud tagasijooksu-regulaatoritega, mis vähendavad suurtükiraua tagasijooksu pikkust ühes tõstenurga suurenemisega. Näiteks 114 i. tagasijooksu pikkus väikeste tõstenurkade juures on umbes 1 m, suurte tõstenurkade juures tema tagasijooksu pikkus väheneb umbes poole võrra, olles seega ainult 0,5 m.

### *b) Tõstemehhanismid.*

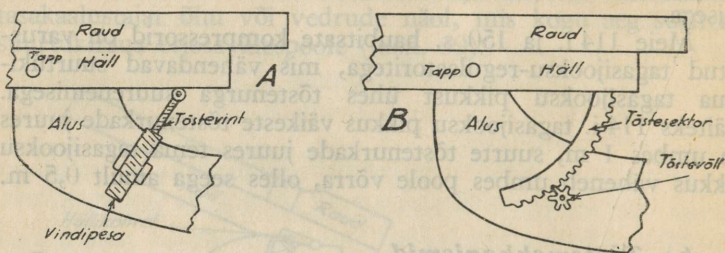
Tõstemehhanismi abil antakse suurtükirauale tõstenurk. Tõstemehhanism peab töötama logisemata. Ta peab olema küllalt tugev ja tema osade hõõrdumine peab olema nii suur, et suurtüki balansseeriv mass lasu ajal oma raskusega ei paneks teda pöörduma. Tõstemehhanism on kinnitatud suurtüki balansseeriva massi ja lafeti aluse vahele. Tema abil tõstetakse balansseerivat massi ülespoole ja lastakse seda alla. Meie suurtükkide tõstemehhanisme võib jaotada nende ehituse kohaselt vint- ja sektor-tõstemehhanismideks.

**Vint-tõstemehhanismi** (joon. 60, A) tähtsamad osad on tõstevint, vindipesa, edasiandvad osad ja vänt.

Hälli külge on kinnitatud kas tõstevint või vindipesa, kuna teine neist on kinnitatud lafeti aluse külge. Tõstevint pannakse pöörlema vindipesas vända ja edasiandvate osade abil. Pöörlemise juures vint ja vindipesa liiguvad kas üksteise seest välja või üksteise sisse. Vända keeramisel kas tõstevint või vindipesa tõuseb või laskub allapoole, kiskudes

enesega kaasa balansseeriva massi. Mõnel tõstemehhanismil on kahekordne vint, et võimaldada suurema tõstenurga andmist vähema ruumi- ja ajakuluga. Vint-tõstemehhanismid on peamiselt kergekahuritel (76 v., 76 p. ja 84 i.). Haubitsaile ja raskesuurtükkidele võrdlemisi nõrk ja lühike vint-tõstemehhanism pole kohane; peale selle suurte tõstenurkade juures tuleks tarvitada pikka tõstevinti, mis võiks kergesti murduda.

76 p. ja 84 i. kahuritel tõstemehhanism koosneb kahest osast. Kumbki tõstemehhanismi osa pannakse tegevusse olenematult teisest, eri vändaga. Ühe osa abil antakse maastikunurk, teise osa abil antakse sihtnurk.



Joon. 60.

**Sektor-tõstemehhanismid** (joon. 60, B) on tugevad ja võimaldavad anda kergesti ja kiirelt suurt tõstenurka. Sektor-tõstemehhanismi tähtsamad osad on tõstesektor, tõstevõll, edasiandvad osad ja vânt.

Tõstesektor harilikult on kinnitatud balansseeriva massi külge, kuna tõstevõll on aluse küljes. Tõstesektoril on hambad, mis käivad tõstevõlli hammaste vahele. Kui pöörata vända ja edasiandvate osade abil tõstevõlli, siis see tõstab sektori ülespoole või laseb ta alla; ühes sektoriga liigub üles ja alla ka balansseeriv osa. Sektor-tõstemehhanismid on 114 i., 107 šn., 150 s. ja 152 šn. suurtükkidel.

**Laadimismehhanismid** on olemas suurematel kaliibritel ja haubitsatel, millest tuleb lasta raske mürsuga ja suurte tõstenurkade all. Laadimismehhanismid võimaldavad kiiresti viia rauda laadimiseks horisontaalseisu ja uuesti laskeseisu, ilma et selleks oleks vaja kasutada tõstemehhanismi.

### c) Tõstesihtimise abinõud.

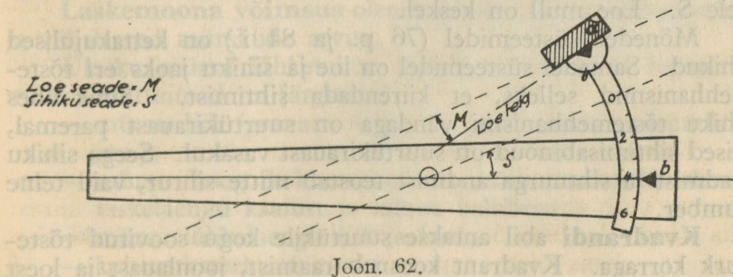
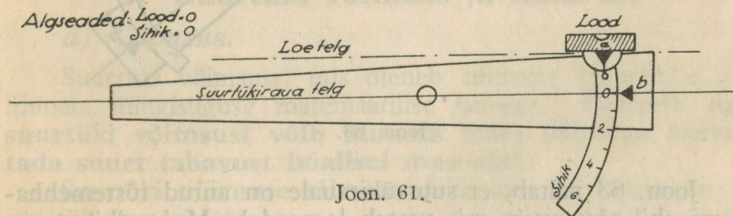
Tõstesihtimise eesmärgiks on anda suurtükirauale niisugune tõstenurk, mis vastab soovitud maastikunurgale ja laskekaugusele. Tõstesihtimise abinõud peavad võimaldama anda suurtükile maastiku- ja sihtnurka. Selleks suurtüki lafetil on olemas **lood** ja **sihik**. Peale selle on veel olemas tõstenurga andmiseks eraldi abinõu, n. n. **kvadrant**.

Loe abil antakse suurtükile vajalik maastikunurk. Loe jaotised on kas kraadides ja minutites (84 i. ja 114 i.) või kaugustuhandikkudes (kõigil ülejäänud süsteemidel).

Sihiku abil antakse suurtükile vajalik sihtnurk. Sihiku jaotised võivad olla kraadides ja minutites, kaugustuhandikkudes, kuuteistkümnendikkudes, meetrites, jardides või süldades. Harilikult 76 v. ja Šneideri suurtükkide sihikujaotised on süldades, 76 p. ja 84 i. omad — meetrites, 114 i omad — jardides ja 150 s. sihikujaotised — kuuteistkümnendikkudes.

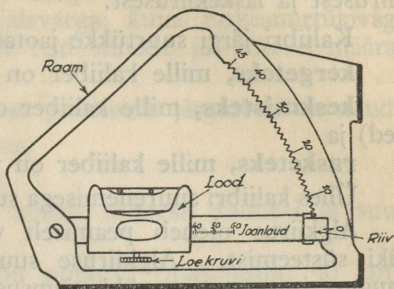
Joonühikutes antud sihikujaotised on otstarbekohasemad väljasuurtükkide juures, millega on vaja toimetada kiiret laskmist. Täpsaks laskmiseks on kohasemad nurkühikutes antud jaotistega sihikud.

Loe ja sihiku ehituse ja kasutamise põhimõtteid selgitavad joon. 61—63.





(joon. 64). Kvadrandi asetamiseks suurtükiraua urviosa peal olevale tasapinnale tema raamil on olemas kaks vastastikku perpendikulaarset tasapinda. Ühte neist kasutatakse tõstenurkade andmiseks  $0^\circ$  kuni  $45^\circ$ , teist tõstenurkade andmiseks  $45^\circ$ — $90^\circ$ . Raami kaarel on jaotised kraadides. Kaare sisemine külg on hambuline joonlaua riivi kinnitamiseks vajalikku kohta. Joonlaud on kinnitatud raami külge telje abil. Joonlaul on jaotised minutites; joonlaua ühes otsas on riiv ühendamiseks raami kaarega. Joonlaua peal on lood, mis liigub edasi-tagasi mööda joonlauda. Kvadrandiga võib anda tõstenurki täpsusega kuni 1 minutini.



Joon. 64.

Kvadrandile märgitud jaotised võivad olla ka kaugustuhandikkudes.

## 7. Suurtüki võimsus ja liikuvus.

### a) Võimsus.

Suurtüki võimsust, mis oleneb mitmest tegurist, ei saa hinnata mingisuguse matemaatilise lausega. **Üldiselt aga suurtüki võimsust võib hinnata tema võimega saavutada suurt tabavust laialisel maa-alal.**

Suurtüki võimsuse tähtsaimad tegurid on laskemoon ja suurtüki materjalosa.

**Laskemoona võimsus** oleneb üksiku mürsu lõhketoimest ja väljalastud mürskude arvust.

Üksiku mürsu lõhketoime oleneb terveist reast tegureist, millest tähtsaimad on järgmised:

- mürsu liik (granaat, šrapnell, gaasimürsk, suitsumürsk jne.);
- mürsu hoog kohtamispunktis, mis omakorda oleneb viskelaengu kaalust ja mürsu kaliibrist;
- mürsu lõhkelaengu liik ja kaal;
- kohtamisnurk, süütaja j. t.

Laskemoona hulk oleneb peamiselt juurdeveo võimalustest ja laskemoona tagavaradest.

**Suurtüki materjalosa võimsus** oleneb kaliibrist, algkiirusest ja laskekiirusest.

Kaliibri järgi suurtükke jaotatakse:

**kergeteks**, mille kaliiber on alla 100 mm (umbkaudu);  
**keskmisteks**, mille kaliiber on 100—200 mm (meil rasked) ja

**rasketeks**, mille kaliiber on üle 200 mm.

Ühes kaliibri suurenemisega suureneb ka suurtüki võimsus.

Algkiirus oleneb peamiselt viskelaengu kaalust ja suurtüki süsteemist. Algkiiruse suurenemine suurendab laskekaugust ja seega suurtüki võimsust.

Suur laskekiirus võimaldab välja lasta antud märgile lühema aja jooksul suurema arvu mürske.

Suurtüki võimsuse tegurite vaatlemisel näeme, et ükskõik missugust neist ka ei suurendataks, alati võimsuse tõstmine on seotud suurtüki ja laskemoona kaalu suurendamisega.

### *b) Liikuvus.*

Suurtüki liikuvuse all mõistetakse tema võimet liikuda ühelt lahinguväljalt teisele mööda teid (**strateegiline liikuvus**) ja liikuda koos teiste väeliikidega ühel ja samal lahinguväljal ka väljaspool teid (**taktikaline liikuvus**).

Suurtüki liikuvus oleneb materjalosa ja laskemoona kaalust, veoviisist ja maastikust, eriti aga teede ja sildade seisukorrast.

Meie väljasuurtükkide kaal rännakukorras on kergesuurtükkidel umbes 2 tonni, rasketel 3—4 tonni.

Suurtükkide veo jaoks on meil peamiseks jõuallikaks praegugi veel hobune. Suurriikides kasutatakse selleks kaasajal hobuse kõrval ka mootorijõudu.

Hobuste jõuga võib vedada suurtükke, mille kaal rännakukorras ei ületa 4 tonni. Sellise kaalu korral taktikaline liikuvus on veel rahuldav. Kergesuurtüki vankri ette rakendatakse 6 hobust, nõnda et iga hobuse peale tuleb kuni 350 kg; seejuures suurtüki keskmine liikumiskiirus on kuni 6 või

7 km tunnis. Raskesuurtüki vankri ette rakendatakse 8 hobust, iga hobuse peale tuleb siin kuni 400 kg; seejuures suurtüki keskmine liikumiskiirus on kuni 4 või 5 km tunnis. Nende veotingimuste juures kergesuurtükivägi võib liikuda igasugusel maastikul koos jalaväega, kuna raskesuurtükivägi suudab seda peamiselt vaid teid mööda ja vähesel määral ka väljaspool teid.

Hobuvedu iseloomustavad peamiselt järgmised asjaolud:

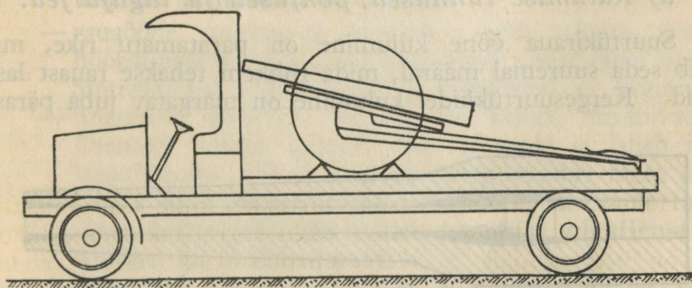
- hea taktikaline liikuvus;
- vedu teostub mürata;
- hobuste hooldamine nõuab rohkesti inimesi ja suurendab voore;
- päevased rännakud on piiratud (maksimum 40 km).

Mootorijõul võib suurtükke vedada veoautodel (joon. 65) või veoautode ja traktorite taga.

Suurtükide ja laskemoona veoga veoautodel saavutatakse väga suur strateegiline liikuvus (päevateekonna pikkus keskm. 100 km päevas).

Autodel võib vedada suurtükke ainult teid mööda, seega taktikaline liikuvus on piiratud.

Autode taga veetavaid suurtükke tuleb asetada erilisele järelvankrile (kaarikule), et vältida materjalosa põrutamist kiire sõidu juures. Meeskonna ja laskemoona võib asetada autole. Traktorite taga veetakse peamiselt raskeid suurtükke. Seejuures liikumiskiirus on väga mitmekesine. Päevateekonna pikkus on suurem kui hobuvedu juures.



Joon. 65.

Mootorijõu kasutamisel suurtükiväe veoks on järgmised head ja halvad küljed:

- hea strateegiline liikuvus;
- kolonnid on lühikesed;
- võib suurendada süsteemi kaalu;
- külmal ajal mootor nõuab põhjalikku hoolitsemist ja järelevalvet;
- mootori müra on kuulda vastasele.

### c) Suurtükivõankrid.

Harilik hobustega veetav suurtükivõanker on nelja rattaga ja koosneb eelikust (eesmine käiguosa) ja suurtükist (tagumine käiguosa). Suurtüki raskusest lasub  $\frac{1}{3}$  esimesel käiguteljel ja  $\frac{2}{3}$  tagumise käiguosa teljel.

Eeliku ja suurtüki ühendus peab olema liigenditaoline, et kummalgi käiguosal oleks võimalus muuta oma suunda, ilma et muutuks teise suund. Suurtükk ühendatakse eeliku külge kas külgehaakimisega (enamus süsteemi) või toetamisega (Šneideri süsteemid).

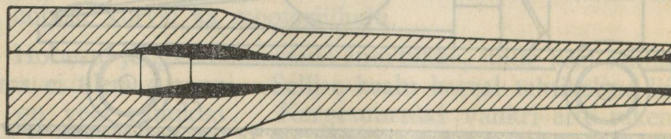
## XV peatükk.

# SUURTÜKI MATERJALOSA KORRASHOID. MATERJALOSA HÄVITAMINE.

## 1. Suurtükiraua õõne kulumine ja vasetumine.

### a) Kulumise tunnused, põhjused ja tagajärjed.

Suurtükiraua õõne kulumine on paratamatu rike, mis tekib seda suuremal määral, mida rohkem tehakse rauast laskusid. Kergesuurtükidel kulumine on märgatav juba pärast



Joon. 66.

250—300 lasku. Kulumise tagajärjel esmalt muutuvad suurtükiraua ballistilised omadused ja lõpuks raud võib muutuda täiesti kõlbmatuks.

Kulumise korral tulevad ilmsiks järgmised välistunnused (joon. 66):

— rauaõone läbimõõt suureneb ühendava koonuse ja vintsoonte alge ümbruses;

— rauaõone läbimõõt suureneb suudmeosa juures, kuigi vähemal määral.

Suurtükiraua õone kulumise tõenäosed põhjused on järgmised:

— **rohugaaside kõrge temperatuur**, mistõttu rauaõone pinnakiht kuumeneb ja jahtub kiiremini kui teised kihid; kiire kuumenemise ja jahtumise tagajärjel tekib õone pinnakihis metalli purunemine väikeste pragude näol;

— **rohugaaside keemiline mõju**, mistõttu eriti kõrge temperatuuri ja suure surve juures võib muutuda õone pinnakihis metalli koosseis ja seega ka metalli tugevus;

— **rohugaaside mehaaniline mõju** — suure surve all olevad rohugaasid püüavad tungida läbi vahede ja pragude, mis tekivad rauaõone ajutisest laienemisest ja kõrge temperatuuri mõjul; neist vahedest ja pragudest suure kiirusega läbitungivad gaasid hõõrduvad vastu õone pinda ja teevad praod üha suuremaks, kuni metallis tekivad juba suuremad ja sügavamad vaokesed; pärastpoole rohugaasid võivad juba ära kiskuda üksikuid metallitükke;

— rauaõone suudmeosa kulumine võib tekkida mürsu hõõrdumisest väljalennu momendil vastu õone pinda. Suurtükiraua õone kulumise tagajärjed on järgmised:

— ühendava koonuse asukoht ja kallak muutuvad — ühendav koonus nihkub üha ettepoole ja läheb ikka lamedamaks, sellest tingitult laengukambri maht suureneb ning laadimistihedus väheneb, järelikult rauaõone kulumine vähendab suurtüki algiirust ja ühtlasi ka laskekaugust;

— ühendava koonuse asukoha edasinihkumise ja vintsoonte kulumise tõttu on laadimistingimused iga lasu

juures isesugused, ühtlasi mürsu tsentreerimine ja liikumine rauaõõnes on ebastabiilne; neil põhjusil igal lasul on isesugue algkiirus ja laskekaugus; **järelikult suurtükiraua õõne kulumine vähendab lasketihedust ehk lasketäpsust.**

Kokkuvõttes võib öelda, et rauaõõne kulumise tõttu suurtükk kaotab oma tähtsaimad ballistilised omadused, s. o. laskekauguse ja täpsuse. Lõpuks suurtükiraud võib muutuda täiesti kõlbmatuks. Tähendab, suurtükiraua õõne kulumine on kahjulik ning tema tekkimist ja suurenemist peab püüdma takistada kõigi võimalikkude abinõudega.

Rauaõõne kulumise ulatuse ja sellest olenevalt suurtükiraua kõlblikkuse poolest suurtükid jaotatakse järgmistesse liikidesse.

**I liik.** Täiesti uus ja siledate õõneseintega suurtükiraud. Vindiväljad on terved.

**II liik.** Rauaõõnes on märgatav kulumine, mõnede vindiväljade servad on juba kulunud (murenenud), kuid metalli kulumine ei ole jõudnud üle terve vindivälja laiuse.

**III liik.** Suurem osa vindivälju on kulunud oma kogu laiusel ja mitmesugusel pikkusel, kuid mitte üle 40 mm algest, s. o. ühendavast koonusest. Selle kui ka eelmise kahe liigi suurtükirauad loetakse laskmiseks kõlblikkudeks.

**IV liik.** Kõik vindiväljad on kulunud ja purunenud oma kogu laiusel ja mitmesugusel kaugusel ning üle 40 mm algest. Eelpraak, mida võib veel kasutada hädakorral.

**V liik.** Kõik suurtükirauad, mis on täiesti kõlbmatud laskmiseks.

#### *b) Kulumise takistamine.*

Suurtükiraua õõne kulumise peamiseks tekitajaks on rohugaaside kõrge plahvatustemperatuur. Seepärast tuleb kõigi abinõudega takistada temperatuuri tõusu laengukambris lasu ajal. Temperatuuri tõusu vastu peab võtma tarvitusele järgmised abinõud:

— kasutama rohte, mille plahvatustemperatuur ei ole liig kõrge (nitroglütseriinrohtude plahvatustemperatuur on kõrgem kui püroksüliinrohtude oma);

— laskma väikese laskekiirusega ja mitte kunagi ületama teatud süsteemi jaoks lubatud laskekiirust; väiksema laskekiiruse korral suurtükiraud [jõuab aeg-ajalt jahutada];

— laskma alati, kui tuleülesanne lubab, vähima laenguga; mida väiksem laeng, seda vähem kuumeneb suurtükiraud;

— pikaajalise tulistamise korral laskma kordamööda ühel suurtükil puhata, et raud saaks jahtuda ja et teda saaks pesta veega ja määrada määrdega. Pesemine jahutab rauda, määrimine vähendab hõõrdumist. Hõõrdumise vähendamiseks peab ka mürsu juhtvöö määrdega sisse määrima.

Tähtis on ka suurtükiraua metalli sulamistemperatuur. Madalama sulamistemperatuuriga metalli kulumine on vähem.

Suurtükiraua õõne kuluvuse teiseks tähtsamaks tekitajaks on rohugaaside suur surve lasu ajal. Rohugaaside surve suurenemist soodustab plahvatustemperatuuri tõus. Rohugaaside surve kahjuliku mõju vähendamiseks tuleb võtta tarvitusele järgmised abinõud:

— lasta väiksemate laengutega, seega vähema laadimis-  
tihedusega ja algkiirusega;

— kasutada häid obtüraatoreid ja tarvitada võimalust  
mööda unitaarpadruneid;

— kasutada ühtlase koosseisuga, ehitusega ja tugevusega  
metalli.

### c) *Vasetumine.*

Suurtükiraua õõne vasetumine on paratamatu rike, mis avaldub vasekorra tekkimises õõne välispinnal. Vasetumine tekib ja areneb harilikult pikaajalise ja kiire laskmise tagajärjel õõne vintsoonte alge ja suudme rajoonis. Ta soodustab ühtlasi suurtükiraua õõne kulumist.

Vasetumist põhjustab asjaolu, et punasest vasest juhtvöö oma lõikumisel vintsoontesse eraldab endast kõrge temperatuuri ja surve mõjul lahtiseid osakesi. Need osakesed pai-

satakse tugevasti vastu õõne pinda, kuhu nad jäävad kinni ja moodustavad konarliku korra. Vasekorra konarused soodustavad pragude tekkimist õõne pinnal ning õõne kulumist. Vasetumine algab vintsoonte laskeküljelt, arenedes sealt üle terve vindi. Ta teeb mürsu liikumise korrapäratuks ja võib soodustada juhtvöö mahakiskumist. Raua suudme vasetumine ei avalda suurt mõju mürsu lennule, sest seal vasekord on ühtlane ja õhukene.

Vasetumise peapõhjuseks on kõrge temperatuur ja hõõrdumine, s. o. peaaegu samad asjaolud, mis põhjustavad kulumist. Seepärast vasetumise vältimiseks tuleb teha sama, mida tehakse kulumise vältimiseks. Peale selle mürsk tuleb enne laadimist puhtaks teha ja mürsu juhtvöö esikülge sisse määrda määrdega.

Vasetumist aitab ära hoida inglis- ja seatina sulatis, mida pannakse laengu sisse või kinnitatakse mürsu põhjale või juhtvöö taha.

## 2. Juhuslikud ja hooletusest tekkivad suurtükiraua rikked.

### a) Rooste.

Raud ühineb kergesti ja ruttu õhuhapnikuga, kattudes roostega. Rooste tekib siis, kui rauaõõs on jäetud sisse määrimata.

Rauaõõne roostetamine algab **roostevine** tekkimisega, mis on rooste tekkimise esimene faas. Seejuures rauaõõne poleeritud pind muutub tuhmiks. Roostevinet on kerge kõrvaldada. Kui roostevine jääb õigel ajal kõrvaldamata, siis tekib juba rooste pruun-punakate täppide näol. Kui rooste kõrvaldatakse, jäävad rauaõõne pinnale **rooste jäljed** väikeste nõgude või augukeste näol.

Rooste jäljed raskendavad rauaõõne puhastamist ja korrahoidmist, peale selle nad soodustavad raua kulumist.

Rooste tekkimist soodustab niiskus.

Rooste tekkimise vältimiseks on vaja katta rauaõõne pind mingisuguse ainega, mis takistab õhuhapniku juurdepääsu.

Rauaõone määrimiseks kasutatakse mineraalarasvasid, mida valmistatakse nafta jäänustest.

Rooste kõrvaldamiseks rauaõone pind pestakse petrooleumiga ja tärpentiniga ja nühitakse roostest puhtaks. Kuna aga petrooleum ja tärpentin, mõjudes rauale pikema aja jooksul, aitavad kaasa rooste tekkimisele, siis pärast puhastamist petrooleumiga või tärpentiniga rauaõõs tuleb veel pesta mageda veega ja kuivaks hõõruda.

### *b) Suurtükiraua õone mehaanilised vigastused.*

Suurtükiraua õone mehaaniliste vigastuste hulka kuuluvad täkked, muljutised, kriimustised ja paisuvused.

**Täkkeks** nimetatakse järskude äärtega mehaanilist vigastust rauaõone pinnal, mis on löödud mõne kõva asjaga.

**Muljutistel** on lamedad ääred; muljutised paistavad tumedate lappidena.

**Kriimustised** on kitsad, mitmesuguse pikkusega, vaokujulised vigastused. Kriimustised võivad tekkida liivateradest, mis on jäänud mürskude või puhastamisvahendite külge.

**Paisuvus** rauaõõnes paistab silmale tumeda ristrõngana, mis on kas pidev või katkendiline. Kerged paisuvused võivad tekkida rohugaaside liigsest rõhumisest või mürskude halvast seisukorrast, samuti rauaõõnde juhuslikult sattunud kõrvalistest asjadest. Väiksemate paisuvuste tekkimise vältimiseks on vaja:

- keelata laengu omavolilised segamised või suuren-  
damised;
- hoiduda laetud suurtüki seismajätmisest kuumana;
- lasta ainult ettenähtud laskemoonaga ja lubatud laadimis-  
tingimustes;
- kontrollida, et enne lasku rauaõõs oleks täiesti puhas.

Suuremad paisuvused ja isegi suurtükiraua lõhkemised võivad tekkida mürsu lõhkelaengu plahvatuses suurtükiraua õõnes.

### 3. Suurtüki hooldamise üldreeglid.

Suurtüki materjalosa iga oleneb suurel määral hoolitsemisest ja oskusest kõrvaldada võimalikke rikkeid. Väiksemate rikete kõrvaldamine hoiab ära suuremaid rikkeid ja õnnetusjuhtumeid. Seepärast iga ilmsikstulnud rike tuleb kõrvaldada viibimata.

Suurtüki igapäevase väikese puhastamise korraliku teostamise eest vastutab **suurtükiülem**. Suurtüki igapäevane puhastus toimub tema järelevalve all. Kõigist leitud puudustest suurtükiülem peab teatama rühmaülemale.

Enne laskmist, suurtüki kohaleseadmisel ja laskmisel ettenähtud hoolekandereeglite täitmise eest on vastutav ka ajutine suurtükiülem.

Otsene valve suurtüki korrasoleku järele on suurtükiülema ja sihturi kohuseks. Suurtükiülem on kohustatud:

- järele vaatama, et sihtur täidaks korralikult oma kohuseid;
- toimetama võimalikult tihemini suurtüki järelevaatust;
- valvama õppustel ja laskmistel, et kõik mehhanismid töötaksid korralikult; väiksemaid puudusi suurtükiülem kõrvaldab omal jõul;
- valvama selle järele, et laskmise vaheaegadel oleks avatud lukk suurtükiraua jahutamiseks;
- pärast õppusi ja laskmisi teatama rühmaülemale möödunud päeva jooksul läbisõidetud kilomeetrite ja väljalastud mürskude arvu selle sissekandmiseks suurtüki teenistuslehte.

Suurtükkide korrashoidmiseks peab toimetama nii perioodilisi suurtükkide järelevaatusi kui ka ülevaatusi enne ja pärast laskmisi ja õppusi.

**Rühmaülem** peab toimetama oma rühma suurtükkide materjalosa ülevaatusi vähemalt kord kuus. Ülevaatusel ilmsikstulnud rikestest ja puudustest ta peab viibimata ette kandma patareiülemale; viimane teatab neist väeosa suurtükitehnikule (relvurohvitserile).

**Patareiülem ja suurtükitehnik** toimetavad suurtükkide täielikku ülevaatusi üks kord aastas. Peale selle patareiülem on kohustatud üle vaatama patareis tarvitusel olevad suurtükid koostatud kujul iga kolme kuu tagant. Iga aasta pärast suvist

laagrit suurtükid võetakse koost täieliseks ülevaatuseks ja kordaseadmiseks **suurtükimeistri** poolt **suurtükitehniku** (relvur-ohvitseri) otsesel juhatusel. Suurtüki koostvõtmise juures on nõutav riviohvitseride juuresolek.

Väeosas on lubatud ainult järgmised suurtüki koostvõtmised:

- suurtükiraua mahavõtmine lafetilt suurtüki põhjalikuks ülevaatuseks, puhastamiseks ja värvimiseks;
- lafeti koostvõtmine ainult põhjalikuks ülevaatuseks, puhastamiseks ja värvimiseks;
- patareiohvitseri otsesel juhatusel on õppeotstarbeks lubatud luku koostvõtmine ja kokkupanemine, surveproovimine paigaletoimibajas, vedeliku mahu proovimine kompressoris ja paigaletoimibajas, samuti vedeliku juurdevalamine ja väljalaskmine, paigaletoimibaja täitmine õhuga ja töötamine suurtükiga rännakul, õppusel ja laskmisel;
- suurt.-allohvitseri juhatusel on lubatud luku koostvõtmine ja kokkupanemine, samuti töötamine suurtüki juures rännakul, õppusel ja laskmisel.
- liugleja, kompressori ja paigaletoimibaja koostvõtmine on lubatud ainult äärmise vajaduse korral; sama on maksev ka sihtimisabinõude kohta.

Panoraamide ja rataste koostvõtmine on keelatud.

Ülevaatustel leitud ja laskmistel ettetulnud rikete ja osade murdumise kohta seatakse kohapeal kokku lühike **rikkekirjeldus**, mille kirjutavad alla laskmist või ülevaatust juhataav ohvitser, suurtükiülem ja rikke leidja. Rikkekirjelduses märgitakse:

- suurtüki nr.;
- rikutud osa nimetus; aeg, millest alates see osa töötas, ja lastud laskude arv;
- viimase ülevaatuse aeg ja kelle poolt see ülevaatus toimetati;
- missuguses seisukorras oli rikutud osa viimasel ülevaatusel;
- rikke tõenäone põhjus.

Patariülem saadab rikkekirjelduse suurtükitehnikule.

#### 4. Suurtüki materjalosa hävitamine.

Suurtüki materjalosa tuleb hävitada järgmistel juhtudel:

- kui lahingus on kätte saadud vastase suurtükid, kuid puudub võimalus kasutada neid vastase tulistamiseks ja pole võimalust neid ära tuua;
- kui oma suurtükid on sattumas vastase kätte ja pole võimalik neid ära tuua.

Suurtüki rikkumiseks või hävitamiseks võidakse:

- võtta ära või rikkuda käepärast olevate abinõudega suurtüki sihtimisvahendid ja lukk;
- lõhkuda pöörde- ja tõstemehhanismide osad;
- rikkuda kompressor ja paigaletõmbaja, võttes ära plindid, keerates välja mutrid jne.;
- rikkuda suurtükiraua õõs, täites teda liivaga või süüdates temas kõrge põlemistemperatuuriga termiitainet;
- purustada suurtükk purustuslaenguga.

# LISAD

Chemical Name	Formula	Structure	Weight	Boiling Point	Freezing Point	Specific Gravity	Other Properties
Acetic Acid	$CH_3COOH$	<chem>CC(=O)O</chem>	60.05	118.1	17.0	1.05	miscible with water
Formic Acid	$HCOOH$	<chem>C=O</chem>	46.03	8.0	8.4	1.22	miscible with water
Propionic Acid	$CH_3CH_2COOH$	<chem>CCC(=O)O</chem>	74.08	48.6	18.5	0.98	soluble in water
Butyric Acid	$CH_3CH_2CH_2COOH$	<chem>CCCC(=O)O</chem>	88.10	64.5	16.5	0.92	soluble in water
Pentanoic Acid	$CH_3CH_2CH_2CH_2COOH$	<chem>CCCCC(=O)O</chem>	102.09	79.6	14.5	0.88	soluble in water
Hexanoic Acid	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$	<chem>CCCCCC(=O)O</chem>	116.09	93.5	12.5	0.85	soluble in water
Heptanoic Acid	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$	<chem>CCCCCC(=O)O</chem>	130.17	107.3	10.5	0.82	soluble in water
Octanoic Acid	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$	<chem>CCCCCCC(=O)O</chem>	144.22	121.1	8.5	0.80	soluble in water
Nonanoic Acid	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$	<chem>CCCCCCCC(=O)O</chem>	158.25	134.9	6.5	0.78	soluble in water
Decanoic Acid	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$	<chem>CCCCCCCCC(=O)O</chem>	172.27	148.7	4.5	0.76	soluble in water
Undecanoic Acid	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$	<chem>CCCCCCCCC(=O)O</chem>	186.28	162.5	2.5	0.74	soluble in water
Dodecanoic Acid	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$	<chem>CCCCCCCCC(=O)O</chem>	200.29	176.3	0.5	0.72	soluble in water
Tridecanoic Acid	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$	<chem>CCCCCCCCC(=O)O</chem>	214.30	190.1	-1.5	0.70	soluble in water
Tetradecanoic Acid	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$	<chem>CCCCCCCCC(=O)O</chem>	228.31	203.9	-3.5	0.68	soluble in water
Pentadecanoic Acid	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$	<chem>CCCCCCCCC(=O)O</chem>	242.32	217.7	-5.5	0.66	soluble in water
Hexadecanoic Acid	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$	<chem>CCCCCCCCC(=O)O</chem>	256.33	231.5	-7.5	0.64	soluble in water
Heptadecanoic Acid	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$	<chem>CCCCCCCCC(=O)O</chem>	270.34	245.3	-9.5	0.62	soluble in water
Octadecanoic Acid	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$	<chem>CCCCCCCCC(=O)O</chem>	284.35	259.1	-11.5	0.60	soluble in water
Nonadecanoic Acid	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$	<chem>CCCCCCCCC(=O)O</chem>	298.36	272.9	-13.5	0.58	soluble in water
Eicosanoic Acid	$CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COOH$	<chem>CCCCCCCCC(=O)O</chem>	312.37	286.7	-15.5	0.56	soluble in water
Hexadecyl Alcohol	$CH_3(CH_2)_{15}OH$	<chem>CCCCCCCCC(O)C</chem>	256.48	181.0	1.0	0.82	soluble in water
Octadecyl Alcohol	$CH_3(CH_2)_{17}OH$	<chem>CCCCCCCCC(O)C</chem>	270.49	194.8	1.0	0.80	soluble in water
Nonadecyl Alcohol	$CH_3(CH_2)_{18}OH$	<chem>CCCCCCCCC(O)C</chem>	284.50	208.6	1.0	0.78	soluble in water
Eicosyl Alcohol	$CH_3(CH_2)_{19}OH$	<chem>CCCCCCCCC(O)C</chem>	298.51	222.4	1.0	0.76	soluble in water
Behenyl Alcohol	$CH_3(CH_2)_{21}OH$	<chem>CCCCCCCCC(O)C</chem>	312.52	236.2	1.0	0.74	soluble in water
Lignin (acidic)	$(C_6H_5O)_n$	<chem>C6H5O</chem>	94.07	154.0	5.5	1.26	soluble in water
Silica (acidic)	$SiO_2$	<chem>SiO2</chem>	60.08	1610	1630	2.20	insoluble in water
Sulfuric Acid	$H_2SO_4$	<chem>OS(=O)(=O)O</chem>	98.08	337.0	10.0	1.84	soluble in water
Phosphoric Acid	$H_3PO_4$	<chem>OP(=O)(O)O</chem>	97.99	213.0	4.0	1.70	soluble in water
Carbonic Acid	$H_2CO_3$	<chem>OC(=O)O</chem>	62.03	25.0	1.0	1.20	soluble in water
Formic Anhydride	$(HCOO)_2$	<chem>COC(=O)OC</chem>	74.02	31.0	16.0	1.22	soluble in water
Acetic Anhydride	$(CH_3COO)_2$	<chem>CC(=O)OC(=O)C</chem>	102.09	140.0	17.0	1.08	soluble in water
Propionic Anhydride	$(CH_3CH_2COO)_2$	<chem>CCC(=O)OC(=O)C</chem>	130.17	170.0	18.0	0.94	soluble in water
Butyric Anhydride	$(CH_3CH_2CH_2COO)_2$	<chem>CCCC(=O)OC(=O)C</chem>	158.25	200.0	19.0	0.88	soluble in water
Pentanoic Anhydride	$(CH_3CH_2CH_2CH_2COO)_2$	<chem>CCCCC(=O)OC(=O)C</chem>	186.33	230.0	20.0	0.82	soluble in water
Hexanoic Anhydride	$(CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2COO)_2$	<chem>CCCCCC(=O)OC(=O)C</chem>	214.41	260.0	21.0	0.76	soluble in water
Heptanoic Anhydride	$(CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COO)_2$	<chem>CCCCCC(=O)OC(=O)C</chem>	242.49	290.0	22.0	0.70	soluble in water
Octanoic Anhydride	$(CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COO)_2$	<chem>CCCCCCC(=O)OC(=O)C</chem>	270.57	320.0	23.0	0.64	soluble in water
Nonanoic Anhydride	$(CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COO)_2$	<chem>CCCCCCCC(=O)OC(=O)C</chem>	298.65	350.0	24.0	0.58	soluble in water
Decanoic Anhydride	$(CH_3CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2COO)_2$	<chem>CCCCCCCCC(=O)OC(=O)C</chem>	326.73	380.0	25.0	0.52	soluble in water

Product 14.5%  
Distillation: 1700 m. l.

Product 14.5%  
Distillation: 1700 m. l.

Product 14.5%  
Distillation: 1700 m. l.

## Lõhkeainete tabel.

Lisa nr. 1

Lõhkeaine nimetus	Koosseis	Maksimaalne tihedus	Süütemperatuur (t) C°	Tundlikkus		Detonatsioonikiirus m/sek.	Plahvatus-temperatuur (T) C°	Gaasi maht (V <sub>0</sub> ) liitr. 1 kg lõhkeaine plahv. 0°C ja 760 mm rõhumise juures	Plahvatussoojus (Q) kg — kal. 1 kg lõhkeaine plahvatam.
				hoobi vastu 2 kg pommilangemisel kõrguselt cm	hõõrumisele portselaan-uhuris				
Must rohi . . . . .	KNO <sub>3</sub> —75% C—15% S—10%	1,2	310—315°	60	pole tundlik	400	2 380°	280	665
Kuiv püroksüliin (13% N)	(C <sub>24</sub> H <sub>20</sub> O <sub>8</sub> (ONO <sub>2</sub> ) <sub>11</sub> ) (C <sub>24</sub> H <sub>30</sub> O <sub>10</sub> (ONO <sub>2</sub> ) <sub>10</sub> )	1,3	195—200°	10	,,	6 300	3 100	765	1 025
Niiske püroksüliin (16% niiskust)	valem sama + 48H <sub>2</sub> O	1,3	—	—	,,	6 800	2 260	720	875
Suitsuta rohi (püroksüliin)	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> (ONO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub>	1,6	165—175°	—	,,	—	2 850	900	925
Nitroglütseriin	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> (ONO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub>	1,6	200—205°	15	plahvatab pole tundlik	7 450	4 250	715	1 455
Suitsuta rohi (nitroglüt.)						—	3 400	730	1 190
Paukželatiin . . . . .	{ nitroglütseriini 92% püroksüliini 8% nitroglütseriini 75% kiiseltuuri 25%	1,63	202—208°	10		7 800	4 300	710	1 540
Guurdünamiit		1,5	195—200°	5		6 650	3 420	545	1 090
Želatiindünamiit . . . . .		1,66	180—190°	12		6 100	3 700	630	1 293
Meliniit . . . . .	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH(NO <sub>2</sub> ) <sub>3</sub>	1,69	300—310°	60	nõrk kõrvelõhn	7 100	3 230	675	1 000
Trotüül . . . . .	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> (NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	1,59	295—300°	60	pole tundlik	6 700	2 820	690	950
Tetrüül . . . . .	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> N.CH <sub>2</sub> (NO <sub>2</sub> ) <sub>4</sub>	1,68	190—194°	40	nõrk särise mine	7 200	3 370	710	1 090
Ammoonsalpeeter . . . . .	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	1,3	—	—		5 000	1 500	980	347
Ammonaal . . . . .	{ ammoonsalpeetrit — 46% trotüüli — 30% alumiiniumi — 22% sütt — 2%	1,6	—	60		5 400	4 050	605	1 465
Paukelavhõbe . . . . .	Hg OCN OCN	3,5	175—180°	2	plahvatab	6 500	4 350	316	357
Tinaasiit . . . . .	PbN <sub>6</sub>	4,8	345°	—		—	—	—	—

## Suitsuta rohtude koosseise.

Rohu nimetus	Laske- puuvilla %	Kolloo- dium puuvilla %	Nitro- glütse- riini %	Stabilisaator	Nitiskuse %	Muud lisaained	Zelati- nimisai- nete %
<b>I. Püroksüliinrohud.</b>							
<b>A. Vintpüssidele.</b>							
Prantsuse (BN) . . . . .	40	30	—	—	1	Baariumsalpeetrit 18% Kaalisalpeetrit 8% Soodat 2%	1
Saksa (S-rohi) . . . . .	72,5	24	—	Kamprit või tsentra- liiti 0,5%	1,3	Naatriumoksalaati 0,7%	0,5
Vene . . . . .	93	—	—	Difenüülamiini 0,5% Difenüülamiini 0,5%	1,0	Dinitrotoluoli 4%	1,5
<b>B. Suurtükkidele.</b>							
Prantsuse (lintrohi) . . . . .	—	96	—	Difenüülamiini 1,0%	2,0	—	1,0
Saksa (torurohi) . . . . .	70	21	—	Tsentraliiti 5,0%	1,3	Kaaliumbitartaarikumi 2%	0,7
Vene (lintrohi) . . . . .	94	—	—	Difenüülamiini 1,0%	1,5	—	3,5
<b>II. Nitroglütseriinrohud.</b>							
<b>A. Vintpüssidele.</b>							
Inglise (kordiit MD) . . . . .	63	—	30	Vaseliini 5,0%	0,5	—	1,5
Norra ballistiit . . . . .	—	49	40	Vaseliini 5,5%	0,5	Nitronaftaliini 5%	—
Saksa (täringirohi) . . . . .	—	60	38,5	Tsentraliiti 1,0%	0,5	—	—
<b>B. Suurtükkidele.</b>							
Inglise kordiit (Mark I) . . . . .	—	37	58	Vaseliini 5%	—	—	—
Itaalia (filiit) . . . . .	—	49	49	Aniliini 0,5% Kamprit 1,0%	0,5	—	—
Saksa (täringirohi) . . . . .	31	30	20	Tsentraliiti 0,3%	0,7	Trotüüli 14,5% Dinitrotoluoli 3,5%	—

## Andmeid laskemoona veo kohta.

Laskemoona liik	Võtab peale tk.			Kasti sisaldus tk.	Kasti kaal kg		Võtab peale kaste		Koorma kaal kg		Märkusi
	eelik	kuulikaсти eelik	kuulikast		täis	tübi	1 hob. vanker	2 hob. vanker	1 hob. vanker	2 hob. vanker	
76 mm padrunid . . . . .	48	48	40	5	60	15	5	8	300	480	<b>Tuleüksuse suurus:</b> 76 ja 84 mm — 200 padr. 114 mm — 100 mürsku ja 100 laengut 107 mm — 75 padr. 150 ja 152 mm — 75 mürsku ja 75 laengut.
76 „ „ . . . . .	—	—	—	8	90	17,8	3	5	270	450	
84 padrunid . . . . .	24	38	34	4	55	11	6	9	330	495	
114 mürsud . . . . .	16	16	30	2	38	5,8	10	15	320	480	
114 laengud . . . . .	—	—	—	10	25	6,5	12	18	300	450	
107 mm padrunid . . . . .	—	21	28	3	96	30,5	3	5	287	478	
107 „ „ . . . . .	—	—	—	4	110	23,5	3	5	330	550	
152 Šn. mürsud . . . . .	—	11	11	2	98	16,4	3	5	294	490	
150 mm mürsud . . . . .	—	—	—	2	100	16,4	3	5	300	500	
152 Šneideri laengud . . . . .	—	—	—	30	84	12,5	4	6	334	501	
152 „ „ . . . . .	—	—	—	40	108	13,5	3	5	324	540	
152 Šneid. laengukestad . . . . .	—	—	—	20	120	50,5	2	3	239	358	
150 mm laengud . . . . .	—	—	—	6	36	6,3	8	12	290	436	

## Meie väljasaartükkide materjalosa omadusi.

Süsteemi nimetus	Kaliiber mm	Algkiirus m/sek.	Laskemoon				Laskekaugus m	Süsteemi kaal	
			Mürsu kaal kg	Granaadi lõhke- laengu kaal kg	Kuulide arv šrapnellis	Viskelaengu kaal kg		lahin- gukor- ras kg	ränna- kukor- ras kg
37 mm kahur . . . . .	37	402	0,560	0,030	—	0,040	3200	180	
76 v. kahur . . . . .	76,2	588	6,44	0,8	260	0,8	8500 ja 11000	1100	1950
76 p. kahur . . . . .	76,2	615	6,5	0,8	260	0,9		9400	1140
84 i. kahur . . . . .	83,8	492	8,4	0,5	373	0,7	8700	1280	2054
114 i. haubits . . . . .	114,3	170—308	15,9	2,1	—	{ 0,17 kuni 0,47	6400	1395	2120
107 šn. kahur . . . . .	106,7	580	16,4	1,8	600	2,0	11000	2130	2523
150 s. haubits . . . . .	149,7	kuni 377	42,0	5,5	—	{ 0,57 kuni 1,50	8500	2250	2550
152 šn. haubits . . . . .	152,4	253—381	40,95	8,0	690	{ (1,1 kuni 2,2	8800	2768	3091

N.-Vene suurtükide

Süsteemi nimetus	Kaliiber mm	Algkiirus m/s.	Suurtüki kaal kg		Raua pikkus kal.	L a s k e -	
			Lahin- gu- asendis	Rän- naku- asendis		Granaat	
						Kaal kg	Lõhke- aine kg
Mc Lean 1915 . . . . .	37	661	330	336	60	0,48	0,02
Rosenberg 1915 . . . . .	37	442	180	180	19	0,51	0,02
Grusenverk 1927 . . . . .	37	442	171	171	23,5	0,51	0,02
Tangitõrje kahur 1930 „Rhein- metall“ . . . . .	37	800	313	328	45	0,66	
Tangitõrje kahur 1932 „Zik 5“	45	760	389			1,14	
Jalaväe haubits 1929 . . . . .	45	600 <sup>1)</sup>	240	240	25	1,15	0,16
Mäekahur 1909 . . . . .	76,2	381	625	1230	16,5	6,50	0,80
Jalaväe kah. 1927 . . . . .	76,2	381	750	1320	16,6	6,50	0,80
Väljakahur 1902 . . . . .	76,2	588	1063	2293	30	6,50	0,80
Väljahaubits 1910 . . . . .	122	335 <sup>1)</sup>	1330	2375	14	22,55	3,99
Väljahaubits inglise . . . . .	114,3	308 <sup>1)</sup>	1395	2120	15,5	15,90	2,60
Raske väljakahur 1910 . . . . .	106,5	580	2180	2523	28	16,40	1,87
Raske väljakahur . . . . .	105	540	2620	3220	31,5	18,04	1,02
Raske väljakahur prants. 1878	120	518	3849	3505 <sup>2)</sup>	28,5	18,66	2,77
Raske väljakahur Šn. 1910 . . . . .	152,4	640 <sup>1)</sup>	5733	4096 <sup>2)</sup>	28	41,00	5,90
Rask. väljah. 1909 . . . . .	152,4	365 <sup>1)</sup>	2784	3062	14	41,00	8,82
Rask. väljah. 1910 . . . . .	152,4	335 <sup>1)</sup>	2129	2522	12	41,00	8,82
Raskekahur 1904 . . . . .	152,4	604	5322	5928	30	41,00	8,82
Raskekahur prantsuse 1877 . . . . .	155	533	5700	6225	27	43,00	10,30
Raskek. Vickers . . . . .	120	823	11140	6256 <sup>2)</sup>	50	20,50	2,05
Raskehaubits Vickers . . . . .	152,4	384 <sup>1)</sup>	3652	4193	14,6	45,30	5,60
Raskehaubits 1912 . . . . .	200	480 <sup>1)</sup>	22341		16	80,11	23,70
Raskehaubits Vickers . . . . .	203,2	305 <sup>1)</sup>	6174	4095 <sup>2)</sup>	19	98,26	15,97
Raskeh. Šn. . . . .	279,4	327 <sup>1)</sup>	15233	5077 <sup>2)</sup>	11,5	287,0	58,73
Ranna-raskeh. . . . .	254	777	49141	—	45	225,5	29,84
Kerge väljakahur 1902/30 . . . . .	76,2				40		
Väljahaubits 1910/30 . . . . .	122						
Raske väljakahur 1910/30 . . . . .	106,5						
Raskek. 1904/30 . . . . .	152,4						
Raskehaubits . . . . .	203,2						

<sup>1)</sup> Haubitsate ja väljakahuri Šn. 1910 algkiiruse ja viskelaengu lahtrites on toodud kõige suurem algkiirus ja viskelaeng.

<sup>2)</sup> Süsteemidel, mida veetakse lahutatult, on antud kõige raskema vankri kaal.

<sup>3)</sup> Laseb kartetsiga.

moon			Laskekaugus km gr./šr.	Laskekiirus min.	Laskevalmis seadmise aeg	Märkusi
Šrapnell (kartetš)		Viske- laeng kg				
Kaal kg	Kuuli- kesi					
—	—	0,09	3,6	20		Läbist. 500 m peal 25 mm soomust
1,13 <sup>3)</sup>	75	0,04	3,0	8		„ 500 „ „ 18 „ „
1,13 <sup>3)</sup>	75	0,04	3,2	8		„ 500 „ „ 18 „ „
			7,0			
			8,0	12		„ 1000 „ „ 32 „ „
			6,5	20		„ 1000 „ „ 43 „ „
6,50	260	0,32	6,5	6		
6,50	260	0,3	6,5	6		„ 500 „ „ 28 „ „
6,50	260	0,89	8,5	6		„ 500 „ „ 35 „ „
22,96	480	0,95 <sup>1)</sup>	7,7	2		
15,90	481	0,47 <sup>1)</sup>	6,4	2		
			6,7			
16,40	600	2,05	12,0	5	10 m.	
			10,0			
18,04	530	1,74	10,0		10 „	
	400	2,46	10,9	1,5	30 „	
41,00	690	7,80 <sup>1)</sup>	12,4	2	20 „	
			11,3			
41,00	690	2,20 <sup>1)</sup>	8,8	2	10 „	
41,00	690	1,85 <sup>1)</sup>	7,7	2	10 „	
41,41	680	6,55	12,0	1/2	3 t.	
	416		11,3	1/2		
20,50	650	7,38	14,5	3	1 „	
			12,0			
45,30		2,77 <sup>1)</sup>	8,9	2		
—	—	6,61 <sup>1)</sup>	10,0	1	12 „	
98,26	2068	2,44 <sup>1)</sup>	7,5	2	20 m.	
—	—	8,08 <sup>1)</sup>	9,6	1/3	1—3 t	
—	—	62,25	20,5	1/2		Soomusrongide koosseisus.
			18,0			Varustatud suudmepiduriga.
						„
						„
						„

## Moodsate väljasuurtükide materjalosa omadusi.

Süsteemi nimetus	Kaliiber mm	Raua pikkus kaliibrites	Mürsu kaal kg	Maksimaalne kaugus km	Laskeväli		Süst. kaal lahingukorras kg	Märkusi
					horisontaalne	vertikaalne		
					kraadides			
<b>Jalaväe suurtükid:</b>								
37 mm ameerika kahur (1925 a. mudel) . . . . .	37		0,55	4	20		130	
47 mm „Bofors“ kahur . . . . .	47		1,50	6,6			310	
2,24" ameerika M. 23 . . . . .	56,8	13,3	2,70	3,6	10	70	150	} Lahtivõetav 4 osaks
75 mm ameerika M. 23 . . . . .	75		5,44	1,7	10	65	130	
<b>Kerged väljakahurid:</b>								
75 mm „Bofors“ M. 22 . . . . .	75	36	6,50	12	7	45	1350	
75 mm „S. Chamond“ M. 23 . . . . .	75		7,20	13	40	65	1325	
75 mm ameerika M. 21 ja 23 . . . . .	75	42 ja 40	6,80	13,8	10	45	1270	M. 23 on 2 alusega lafetil
83,5 mm „Skoda“ M. 19 . . . . .	83,5	35	10,0	13,5	30	45	1400	
<b>Kerged väljahaubitsad:</b>								
105 mm „Bofors“ . . . . .	105	22	14,0	10	6	45	1460	
105 mm ameerika M. 20 ja 21 . . . . .	105	22	15,0	10,8	30	80	1590	M. 20 on 2 alusega lafetil
					8	45	1360	

**Kesk. väljahaubitsad:**

15 cm „Bofors“ . . . . .	150	20	41,0	13	5	45	3150
155 mm ameerika M. 20 . . . . .	155	23	43,0	14,9	40	65	5900

2 alusega lafetil

**Keskm. väljakahurid:**

105 mm „S. Chamond“ M. 23 . . . . .	105		17,0	18			3800
4,7" ameerika M. 20 ja 21 . . . . .	119,4	47,5	20,4	18,7	60	65	5800
							4800

2 alusega lafetil

**Raskekahurid:**

155 mm ameerika M. 20 . . . . .	155	45	43,0	23,3	60	65	10900
---------------------------------	-----	----	------	------	----	----	-------

2 alusega lafetil

**Raskehaubitsad:**

8" ameerika M. 20 . . . . .	203,2	25	90,7	17	60	65	10900
240 mm ameerika M. 22 . . . . .	240	25	156,0	22,7		65	18000
							(umbes)

2 alusega lafetil

**Zeniitkahurid:**

37 mm ameerika M. 26 . . . . .	37		0,67	4,2			
				6,7			
76,2 „Krupp“ M. 19 . . . . .	76,2	30	7,0	8	360	70	2100
76,5 „Skoda“ M. 19 . . . . .	76,5	40	8,0	13	360	85	2280
							6390
3" ameerika M. 20 ja 22 . . . . .	76,2	50	6,8	16	360	80	14000
4,7" ameerika M. 20 . . . . .	119,4	42	20,4	18	360	80	19000

{ Laskekiirus 100 lasku minut.

Hobuveoga

Mehaaniline vedu

Iseliikuv, 20 lasku min.

Iseliikuv, 10 lasku min.

**Universaalkahurit (väljaseniit):**

75 mm „Šneider“ . . . . .	75		6,5	14,5	360	85	1980
75 mm „Vickers“ . . . . .	75		6,5	13,9	360	90	2460

A-9925

e  
L