

A-13042 II

17
22
195

Dr. rer. for. K. VEERMETS
Tartu Ülikooli professor

1529

METSAKASUSTUSE
LABORATOORSETE TÖÖDE
METSAKASUSTUSE LABORATOORSETE
TÖÖDE JUHEND

AKADEEMILISE METSASELTSI KIRJASTUS
TARTU 1959

77 - 22
195

Dr. rer. for. K. VEERMETS

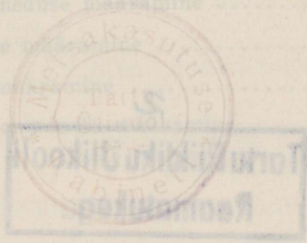
Tartu Ülikooli professor



Sisukord.

METSAKASUSTUSE LABORATOORSETE TÖÖDE JUHEND

1. Puidu niiskuse ja niiskuse määramine	10
2. Puidu tiheduse ja raskusjõu määramine	21
3. Puidu paisumis- ja kahanevus määramine	22
4. Puidu porane ja tiheduse määramine	24
5. Puidu kuumusjuhtivuse määramine	25
6. Puidu soojusjuhtivuse määramine	27
7. Puidu mehhanilise	40



123432

AKADEEMILISE METSASELTSI KIRJASTUS

TARTU 1939

Dr. rer. for. K. VEERMETS
Tartu Ülikooli professor

17-195
22

METSAKASUSTUSE
LABORATOORSETE TÖÖDE
JUHE

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu

123436

Tiraaž — 300 eks.

K. Mattieseni trükkikoda o.-ü., Tartu, 1939.

Eessõna.

Käesolev kirjutis on koostatud esijoonel metsaosakonna õilõpilasile, kes vajavad käesoleva töötuse laboratoorse teostamiseks sellekohast selgitavat juhendit.

Sisukord.

Eessõna	7
Sissejuhatus	9
1. Puidu mahukaalu määramine	15
A. Ksülomeetriline viis	15
B. Stereomeetriline viis	17
C. Hüdrostaatiline viis	17
2. Puidu niiskuse % määramine	19
3. Puidu tuha % määramine	21
4. Puidu paisuvuse ja kahanevuse määramine	22
5. Puidu poorsuse ja tiheduse määramine	24
6. Puidu hügroσκοopsuse määramine	25
7. Puidu soojusvõime määramine	27
8. Puidu mehaaniliste omaduste määramine	34

5. M. Kutterov, K. Gajpale ja V. Piidemann — Практическая химия и материаловедение, ч. I, Москва, 1926.
6. L. Perelõgin — Стандартизация методов физических и механических испытаний древесины, Ленинград, 1930.
7. A. Rejshardt ja L. Perelõgin — Свойства и физические свойства древесины, Москва, 1933.
8. S. Vanil — Древосиноведение, Ленинград, 1934.
9. K. Verberg — Metsakasutuse praktiline töökäsi (mimoografeeritud), Tartu, 1926.

Autor:

Tartu, 1939.

Eessõna.

Käesolev kirjutis on koostatud esijoones metsaosakonna üliõpilasile, kes vajavad metsakasustuse laboratoorsete tööde teostamisel sellekohast selgitavat juhendit.

Varemalt täitsid nimetatud ülesannet suulised seletused ja üliõpilaste märkmed, hiljem kasutati samaks otstarbeks laboratoorsete tööde mimeografeeritud kirjelduste kogu.

Kuna viimane on mitmeti vananenud, siis tekkis seetõttu tungiv vajadus ajakohase juhendi järgi.

Käesoleva koostamisel on arvestatud peamiselt seniste ligi 15-aastaste kogemustega metsakasustuse laboratoorsete tööde alal; ühtlasi on kasutatud ka asjaomast kirjandust nagu:

1. R. Baumann, G. Lang — Das Holz als Baustoff, München, 1927.
2. K. Gayer, L. Fabricius — Die Forstbenutzung, XIII. Auflage. Berlin 1935.
3. E. Kilksõn — Füüsika praktikum Tartu Ülikoolis, Tartu, 1931.
4. F. Kollmann — Technologie des Holzes, Berlin, 1936.
5. M. Kutčerov, K. Taipale ja B. Tiidemann — Практическая химия и материаловедение, ч. I. Москва, 1926.
6. L. Perelõgin — Стандартизация методов физических и механических испытаний древесины, Ленинград, 1936.
7. A. Reichardt ja L. Perelõgin — Строение и физические свойства древесины, Москва, 1933.
8. S. Vanin — Древесиноведение, Ленинград, 1934.
9. K. Verberg — Metsakasustuse praktilised tööd (mimeografeeritud), Tartu, 1926.

Autor.

Tartu, 1939.

Sissejuhatus.

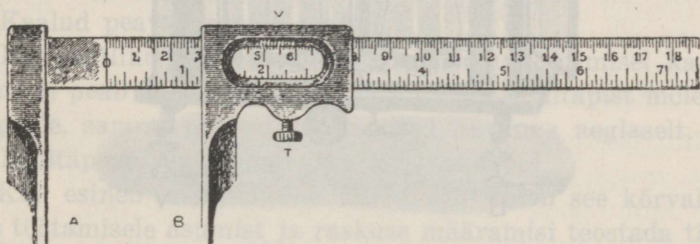
Kõikide uurimis- ja katsetööde juures tuleb teostada teatavaid mõõtmisi. Tavalisemaid neist on joone pikkuse ja keha raskuse leidmine.

Allpool on toodud üldiseid juhatusi nende mõõtmiste teostamiseks ühes vastavate mõõtmisriistade kirjeldusega.

1. Varbsirkel.

Seda mõõduriista kasutatakse joone pikkuse mõõtmiseks.

Varbsirkel (joon. 1) koosneb terasvarvast, mis on varustatud millimeetrijaotustega. Varba mööda liigub lükati, mil-



Joon. 1. Varbsirkel. A, B — nokad, V — lükati, T — lükati kinnituskruvi.

lel on märgitud nooniuuse astmik. Varva ühel otsal ja lükatil on asetatud perpendikulaarselt varvale nokad. Kui mõlemad nokad on koos, siis ühtub nooniuuse nullkriips varva astmiku nullkriipsuga.

Varbsirkliga mõõtmisel asetatakse mõõdetav keha nokkade vahele, hoidudes seejuures aga tugevast surumisest.

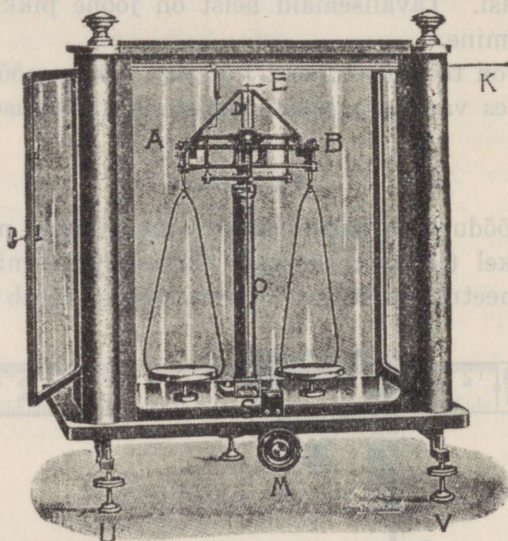
Selle järele kinnitatakse lükati kinnituskruvi abil. Järgneb pikkuse lugemine: selleks märgitakse nooniuuse null-

kriipsu asend varva astmiku suhtes: sentimeetrid ja millimeetrid loetakse otseselt varva astmikult, millimeetri osade lugemiseks peab tarvitama aga noonust.

2. Kaalud.

Kaalusid tarvitatakse keha raskuse leidmiseks.

Suuremate raskuste kaalumisel, mille juures ei nõuta erilist täpsust, kasutatakse taldrik-kaalusid, millega saab määrata keha raskust tavaliselt 1 gr piirini.



Joon. 2. Analüütilised kaalud. AB — võrdõlgne kang, D — kaalukangi raskustäpi paranduskruvi, E — astmiku nulltäpi paranduskruvi, K — varb „ratsanikuga“, O — osuti, S — astmik, M — areteerija (vabastaja) kruvi, U ja V — jalgkruvid.

Suurema täpsusnõude rahuldamiseks tarvitatakse tehnilisi kaalusid, millega töötamine on võimaldatud kuni 0,01 gr-ni; eriti suure tundelikkuse evivad analüütilised kaalud, mille täpsus on 0,0002 või 0,0001 gr. Mõlemad viimastena nimetatud kaalud on enam-vähem ühtlase ehitusega, millest ainult analüütiliste kaalude üksikosad on valmistatud peenemalt ja viimistletumalt.

Analüütilistel kaaludel (joon. 2) on tähtsamaks osaks võrdõlgne kang kolme terasest teravkanti prismaga. Keskmise prismaga toetub kang kaalu püsttoele, kuna kangi mõlemasse otsesse on kinnitatud kaalukaunid samas asuvate prismade abil. Kangi keskkoha on kinnitatud pikk osuti, mis liigub astmiku kohal. Kaalude alumises osas asub vabastaja kruvi ehk n. n. areteerija, mille abil tõstetakse kang ja kaunid oma laagritelt üles või lastakse alla, vastavalt kaalavatakse (vabastatakse) või suletakse (areteeritakse).

Kaalude ülemises osas asub peenike liikuv varb „ratsanikuga“.

Kaalud asuvad klaaskastis, mis toetub kolmele jalale; jalgkruvid ja lood on määratud kaalude horisontaalsesse seisu seadmiseks.

Kaalude kontrollimine. Enne kaalumisele asumist peab selgitama, kas kaalud on korras ja töötamiskõlblikud. Selleks tuleb vaadata ja panna tähele järgmist:

- 1) Kõik liikuvad kaaluosad peavad olema täiesti puhtad ja tolmuvabad.
- 2) Kaalud peavad asuma loodis.
- 3) Ettevaatliku ja aeglase areteerija-kruvi avamisel kaalude osuti peab võnkuma vabalt ja ühtlaselt nulltäpist mõlemale poole, samuti peavad võnkumised kustuma aeglaselt.
- 4) Nulltäpp peab asuma astmiku keskkohal.

Kui esineb mõnesugune häire, siis tuleb see kõrvaldada enne töötamisele asumist ja raskuse määramisi teostada täiesti korras kaaludega.

Kaalumise juhendid. Kaalumise ajal peab pidama silmas järgmist:

- 1) Lauale, millel asuvad kaalud ja klaaskastile ei tohi toetuda.
- 2) Kaalukasti ukсед peavad seisma vaatluste ajal suletuna.
- 3) Kaalukaunid ei tohi vaatluste ajal õõtsuda; sulgedes areteerija tuleb summutada õõtsumine ettevaatlikult.
- 4) Kaalutavat eset, vihte ja „ratsanikku“ tohib asetada kohale ainult areteeritud kaalul, samuti on lubatud nende eemaldamine ainult areteeritud kaaludelt.

- 5) Vihte võib tõsta ainult pintsetiga, ei mingil juhtumil aga näppudega.
- 6) Kaalutav ese asetatakse vasakule, vihid paremale kaalukausile külgukste kaudu.
- 7) Kaalutavat eset ei tohi paigutada otseselt kaalukausile, vaid vastavasse sellekohasesse nõusse.
- 8) Ei tohi kaaluda esemeid, mille raskus ületaks kaalude kandejõu; enamikul juhtumitel on kaalude maksimaalse koormuse määr 50 kuni 200 gr.
- 9) Hügrokoopseid, samuti aurusid eraldavaid aineid tuleb kaaluda suletud nõudes.
- 10) Kaalutav ese ühes nõuga peab evima sama temperatuuri, milles asuvad kaalud.

Kaalumine. Enne töötamist kontrollitakse kaalusid eelpool kirjeldatud nõuete kohaselt. Kaalumise iseenesest on lihtne ja põhineb võnkumismeetodi rakendamisega tasakaalu saavutamisel, õigemini osuti võrdsetel mõlemapoolsetel kõrvalekaldumistel astmiku nulltäpist.

Kaalutav ese asetatakse vasemale kaalukausile, paremale kaalukausile pannakse aga niipalju vihte, et osuti võnkumised annaksid mõlemale poole kaalu astmiku keskkohast ühesuguse arvu jaotusi.

Kui kaalutav ese ja vihid on paigutatud vastavatele kaussidele, avatakse ettevaatlikult ja aeglaselt areteerija. Vaadatakse kuhu poole kaalud kalduvad, s. o. kas vihte on võetud vähe või palju. Seejuures ei ole vaja areteerijat täielikult avada, vaid ainult sel määral, et oleks märgatav kaalude kaldumissuund. Selle järele suletakse areteerija ja asetatakse kaalukausile vastavalt uued või täiendavad vihid. Niiviisi proovitakse kõik kaalu vihid kindlas järjekorras alates suurematest ja lõpetades vähimatega. Et kergendada esialgset vihtide valikut võib enne leida ligikaudne keha raskus tehnilistel kaaludel.

Kui kaaluvihid on kõik läbi proovitud (tavaliselt kõige väiksemad vihid on 0,01 gr) ja tasakaalu pole veel saavutatud, siis asutakse täiendama vihtide raskust „ratsanikuga“, paigu-

tades seda kaaludel erilistesse mõõtvarva sellekohastesse jaotustesse. „Ratsaniku“ abil saame määrata 0,001 gr ja 0,0001 gr osad.

Vihtide ja „ratsaniku“ asetamisel tuleb täpselt pidada kinni nõudest, et kõik ümberasetused ja eemaldamised kaalumisel võivad toimuda ainult suletud areteerija juures.

Kaalumise näide. On arvata, et keha kaalub 5 kuni 10 gr. Asetame kaalukausicile 10 gr vihi; selgub, et seda on palju; eemaldame 10 gr ja asetame kohale 5 gr vihi; ilmneb, et seda on aga vähe. Jätame 5 gr kohale ja asetame lisaks 2 gr, kuid siis selgub, et ka seda on vähe. Lisame veel 2 gr, mida on aga palju; eemaldame viimase 2 gr, asendades selle 1 gr; seda on aga vähe. Seega on kaalukausicil vihtisid 8 gr suuruses, mida on vähe, kuna 9 gr, nagu nägime, oli palju. Järgnevalt paigutame kaalukausicile 0,5 gr; mida on aga vähe; lisame juurde 0,2 gr, mida on jälle palju; eemaldame siis 0,2 gr ja asetame 0,1 gr, seda on aga vähe.

Järgnevalt asetame kaalukausicile 0,05 gr, mida on palju; asetame selle asemel 0,02 gr, seda on aga vähe. Lisame juurde veel 0,02 gr, kuid seda on juba palju, eemaldame viimase vihi — 0,02 gr — ja asendame selle 0,01 gr, seda on aga vähe.

Kuna nüüd on läbi katsutud kõik vihid asume proovima „ratsanikuga“.

Mõõtvarva keskkohast — 0-punktist — lähevad ühevõrdsed jaotused mõlemale poole: numbrid 1—10 näitavad 0,001 gr, numbritevahelised pügalad näitavad 0,0002 gr või 0,0001 gr.

„Ratsanik“ asetatakse samuti kindlas järjekorras vastavatesse jaotustesse senikaua, kui saavutatakse tasakaal. Oletame, et katsetame „ratsanikuga“ mõõtvarva nullpunktist paremapoolsele osale, s. o. samale poole, kus asub vihtidega kaalukauss.

Asetades „ratsaniku“ järjekordselt 9, 8, 7, 6 selgub iga kord, et on palju; asetades aga „ratsaniku“ 5-le, selgub, et on vähe. Edasi asetame „ratsaniku“ 5 ja 6 vahel olevatele pügalatele, alates paigutamist 6-le või 5-le kõige lähemal asuvaist pügalast. Lõpuks selgub, et „ratsanik“ kolmandal pügalal arvates 5-st saavutab tasakaalu. Kuna Metsakasustuse kab.

analüütilistel kaaludel on kõige väiksemate pügalate suurus 0,0002 gr, siis kolm pügalat annavad 0,0006 gr.

Edasi järgneb vihtide lugemine ja arvestamine. Käesoleval korral olid kaalukaasil järgmised vihid:

5	gr
2	„
1	„
0,5	„
0,1	„
0,02	„
0,01	„

Kokku 8,63 gr

Ühtlasi kontrollitakse vihtide arvu ka vihtide kastis puuduvate kohtade järgi. Järgnevalt arvestame „ratsanikku“: see asus, nagu eelpool selgus, 5. numbrist paremal pool kolmandal pügalal. Seega kaalub „ratsanik“ 0,0056 gr. Liites selle eespool saadud arvuga, saame kaalutava eseme kogukaalu (koguraskuse), mis on 8,6356 gr. Kui oleksime kaalunud „ratsanikuga“ mõõtvarva nullpunktist vasakpoolsel osal, s. o. kaalutava eseme poolsel osal ja oleksime saanud tasakaalu korral samasuguse seisu nagu eelpool, s. o. 0,0056 gr, siis oleks tulnud lahutada vihtide kaalust mõõtvarval loetud arv, ja raskus oleks olnud seega $8,63 - 0,0056 = 8,6244$ gr.

Peale vihtide ja „ratsaniku“ asendi märkimist asetatakse vihid tagasi vihtide kasti igauks oma määratud kohale; „ratsanik“ tõstetakse mõõtvarvalt, samuti eemaldatakse kaalutav ese.

Lõpuks kontrollitakse veel kord tühja kaalu algseisu samal viisil, nagu eespool juba tähendatud.

1. Puidu mahukaalu (ehk suhtelise erikaalu) määramine.

Mahukaal näitab puidu raskust ühes mahuühikus. Suhteline erikaal on võrdsetes mahtudes võetud puidu ja vee — destilleeritud vesi $+4^{\circ}$ C juures — raskuste suhe. Kuna 1 sm^3 vett $+4^{\circ}$ C juures kaalub ümmarguselt 1 gr, siis näitab suhteline erikaal, mitu korda puit on raskem veest.

Mahukaalu (suhtelise erikaalu) leidmisel on vaja teada: puidu raskus — P gr ja puidu maht — $Q \text{ sm}^3$, mahukaal — E võrdub $\frac{P}{Q}$.

Raskus — P — leitakse kaalumisega.

Maht — Q — määratakse ksülomeetrilise, stereomeetri- lise või hüdrostaatilise viisi järgi.

Vastavalt erinevatele mahu leidmistele eraldatakse ka 3 mahukaalu määramisviisi.

A. Ksülomeetriline viis.

See määramisviis on kohane ebakorrapäraste ja suuremate esemete mahukaalu leidmiseks.

Raskuse — P — määramine toimub taldrik-kaaludel kuni 25 gr täpsusega.

Mahu — Q — määramiseks on liikuva veepinnaga ksülo- meeter, mille skaala kõige väiksemate jaotuste — pügalate — vahe on 50 sm^3 (suurema täpsuse saavutamiseks võib märkida veepinna kõrgust ka iga 25 sm^3 tagant).

Mahu mõõtmisel märgitakse veepinna seis alati meniski kõige alumise osa järgi.

Esiteks märgitakse veepinna seis külomeetris — $N_1 \text{ sm}^3$, selle järele asetatakse vette määratav puitese, mis surutakse teravikuga vee alla ja märgitakse veepinna seis — $N_2 \text{ sm}^3$. Veepindade vahe — $N_2 - N_1 = Q \text{ sm}^3$ (puidu maht).

Kui puidu välispind on kaetud vaseliini või rasva õhukese korruga, siis ei saa tungida vesi puidu sisemusse ja ülaltoodud vahe — Q — näitab tõelist puidu mahtu.

Kui puidu välispind ei ole aga sarnaselt kaitstud, siis külomeetris viibimise ajal tungib vesi puitu ja loetud veepindade vahe — $N_2 - N_1$ — ei anna õige, vaid näilise — Q_1 — puidu mahu, mis on vähem tõelisest.

Ühtlasi muutub puitese külomeetris viibimisel seetõttu raskemaks.

Tõelise mahu leidmiseks kaalutakse puitese uuesti peale külomeetrist välja võtmist — $P_1 \text{ gr}$.

Märja ja kuiva (esialgse) raskuse vahe — $P_1 - P$ — näitab palju sm^3 vett on tunginud külomeetris puitu, kuna praktiliselt 1 sm^3 vett kaalub 1 gr . Sama arvu sm^3 (Q_2) võrra erineb ka näiline maht tõelisest.

Seega tõeline maht

$$Q = Q_1 + Q_2,$$

ja mahukaal E võrdub $\frac{P}{Q_1 + Q_2} = \frac{P}{Q}$.

Mahukaal leitakse 0,02 täpsusega.

Peale mahukaalu — E — leitakse ka külomeetris puitu sissetunginud vee hulga $\%$ valemil abil $n = \frac{P_1 - P}{P} \cdot 100$

Mahukaalu määramise käik:

- 1) Kaalutakse puitese kuivalt.
- 2) Määratakse puitese maht külomeetris. Ühtlasi märgitakse aeg, mille kestel määratav ese külomeetris viibib, 10 sekundi täpsusega.
- 3) Peale puitese külomeetrist välja võtmist ja üleliigse vee eemaldamist kaalutakse see märjalt.

B. Stereomeetiline viis.

Stereomeetiline määramisviis sobib korrapäraste geomeetriliste kehade mahukaalu leidmiseks.

Puidu raskus — P — määratakse vastavatel kaaludel täpsusega 0, 01 gr.

Mahu — Q — leidmiseks mõõdetakse varbsirkliga määratava puitkeha pikkus, laius ja kõrgus täpsusega 0,01 sm; iga suund mõõdetakse vähemalt kolmest eri kohast. Saadud mõõtmisandmeil arvutatakse eseme maht täpsusega 0,01 sm³ vastava tuntud mahuvalemi abil.

Mahukaal E võrdub $\frac{P}{Q}$; mahukaal leitakse 0,01 täpsusega.

Ühes mahukaaluga leitakse: määratava puiteseme aastaringide arv (eraldi lüli- ja maltsosas, kui need esinevad), aastaringide keskmine laius ja nende vanuste piirid. Aastaringide keskmise laiuse põhjal arvutatakse aastaringide arv 1 sm.

Kui määratavas puitesemes esineb lüli- ja maltsosa, siis leitakse nende mahud ja viimaste vahekord %-des.

C. Hüdrostaatiline viis.

Nimetatud viisi kasutamine on kohane ebakorrapäraste väiksemate kehade mahukaalu leidmiseks.

Raskuse (P) ja mahu (Q) määramine toimub siin eriliste hüdrostaatiliste kaalude abil (joon. 3.)

Eseme raskus — P — leitakse kaalumisel täpsusega 0,01 gr. Sama täpsusega teostatakse selle viisi juures ka kõik teised kaalumised.

Mahu leidmine toimub Archimedese lause põhjal: „Iga vette asetatud keha kaotab oma raskusest selle hulga, palju kaalub vesi selle keha ruumalas.“

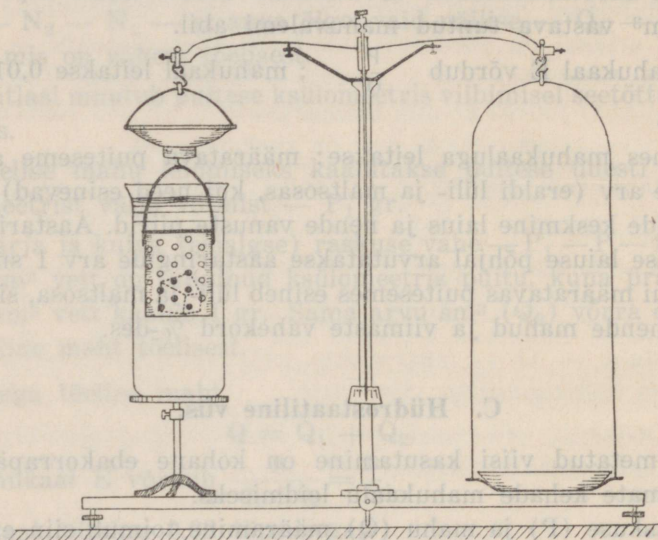
Mahu määramiseks hüdrostaatiliste kaaludega asetatakse kõrgemale riputatud taldriku alla veenõu. Sama kaalutaldriku alla kinnitatud konksule riputatakse aukudega kaanestatud plekk-karp, kuhu on pandud raskuseks mõni metalloos, et plekk-

karp vette paigutamisel ei ujuks. Sarnase seadeldisega kaalul leitakse plekk-karbi raskus vees — R gr.

Edasi võetakse karp veest välja, avatakse, asetatakse sinna määratav keha (puitese), suletakse kaan ja riputatakse endiselt eelnimetatud konksule.

Leitakse karbi ja keha raskus vees — T gr. Puidu kaalumine vees peaks toimuma seejuures võimalikult kiirelt.

Järgnevana võetakse karp veest välja ja keha kaalutakse märjalt — P_1 gr.



Joon. 3. Hüdrostaatilisid kaalud. Paremäl pool vihtide kaalukauss, vasakul — seadeldis keha kaalumiseks.

Mahu arvutamine. Keha (puitese) raskus vees võrdub $T - R$. Kuid see vahe — $T - R$ — ei väljenda veel tõelist keha raskust vees, kuna kaalumisel on tunginud puitu ka vett, juhul kui määratava puidu pind oli vaseliiniga katmata. Vett on tunginud puitu — $P_1 - P$, mistõttu keha on raskenenud vees ka samavõrra. Seepärast on tõeline keha raskus vees $P_1 - P$ võrra vähem ja võrdub seega $(T - R) - (P_1 - P)$.

Viimane, s. t. keha raskus vees on väiksem kui sama keha raskus õhus. Vette asetatud keha raskuse vähenemine, $P -$

$[(T - R) - (P_1 - P)]$ — on Archimedese lause põhjal võrdne keha poolt samas ruumalas väljasurutud vee raskusele. Seega keha raskuse vähenemine grammides, mis on võrdne sama arvu sm^3 , näitab ühtlasi ka keha mahtu sm^3 . Järelikult võrdub puiteseeme maht: $P - [(T - R) - (P_1 - P)] = P - T + R + P_1 - P = P_1 + R - T$.

Seega on mahukaal $E = \frac{P}{Q} = \frac{P}{P_1 + R - T}$

Mahukaal määratakse ka siin 0,01 täpsusega.

2. Puidu niiskuse %-di määramine.

Puidus leiduv vesi asetseb: a) rakkude siseruumides vaba veena või veeauruna (kapilaarne vesi), b) rakkude seintesse imbunud hügrokoopilise veena (ka kolloidaalne vesi) ja c) keemiliste ühenditega seotud veena.

Neist suurema osa moodustavad ainult kaks esimest vee liiki.

Soendades puitu 100—105° C temperatuuri juures, kõrvaldame selles leiduva vee (kapilaarse ja hügrokoopilise) ja kui puidu raskus selle tagajärjel on muutunud püsivaks, saame veevaba ehk absoluutkuiva puidu.

Vee hulk puidus määrab selle niiskuse sisalduse rohkuse, mis väljendatakse raskuse järgi %-ides.

Kui kõrvaldatud vee hulka võrrelda: a) veevaba puidu raskusega, siis leiame n. n. absoluutse niiskuse %-di, b) kui võrrelda seda aga esialgse ehk enne kuivatamist saadud puidu raskusega, leiame n. n. suhtelise niiskuse %-di.

Määramiskäik.

Kaanestatud plekk- või klaasnõu kaalutakse tühjalt — P_0 gr.

Määratavast puidust võetakse 5—15 gr. laaste (soendamisel eemaldub laastudest vesi kiiremini) ja täidetakse nendega nõu. Laastudega täidetud ja kaanestatud nõu kaalutakse — P_1 gr.

Laastudega nõu asetatakse kaanestamatult kuivatusekappi, kus toimub vee auramine 100—105° C juures 4—6 tunni vältel.

Peale kuivatamise aja möödumist suletakse nõu ja paigutatakse jahtumiseks eksikaatorisse. Kaanestatud nõu kaalutakse jahtunult — P_2 gr.

Vee eemaldamise täielikkuse kontrollimiseks asetatakse kaanestamatu nõu uuesti kuivatusekappi $1/2$ —1 tunniks 100—105° C juures. Järgnevalt jahutatakse nõu uuesti eksikaatoris ja kaalutakse — P_3 gr. Kui P_2 ja P_3 vahe ei ületa 0,01 gr piiri või ei põhjusta niiskuse % muutumist rohkem kui 0,2% võrra, siis on vesi kõrvaldatud ja laastud on muutunud veevabadeks. Vastasel korral tuleb kuivatamist jätkata kuni tähendatud kahe järgneva kaalumise vahe lahkumiseku piir on saavutatud. Kõik kaalumised teostatakse 0,01 gr täpsusega.

Niiskuse %-di arvutamine:

Puidu esialgne raskus: P_1 — P_0 .

Veesisaldus puidus: P_1 — P_2 .

Veevaba puidu raskus: P_2 — P_0 .

1. Niiskus võrrelduna veevaba puiduga %-des ehk absoluutne niiskuse %

$$n_a = \frac{P_1 - P_2}{P_2 - P_0} \cdot 100.$$

2) Niiskus võrrelduna puidu esialgse raskusega %-des ehk suhteline niiskuse %

$$n_s = \frac{P_1 - P_2}{P_1 - P_0} \cdot 100.$$

Niiskuse %-id arvutatakse 0,01 %-i täpsusega.

Üleminekuks absoluutselt niiskuse %-ilt suhtelisele ja vastupidi on kasutatavad järgmised valemid:

$$3) n_a = \frac{100 \cdot n_s}{100 - n_s};$$

$$4) n_s = \frac{100 \cdot n_a}{100 + n_a}.$$

3. Puidu tuha % -di määramine.

Puidu põlemisega vabal õhu juurdevoolul laguneb puidu orgaaniline osa veeauruni ja söehappe gaasini, mis eemaldatakse õhu liikumisega, kuna n. n. puidu mineraalosa jääb püsima settena tuha kujul.

Tuha $0/0$ -i määramisel võrreldakse puidu põlemisel tekkinud tuha hulka määramiseks võetud veevaba puidu raskusega.

M ä ä r a m i s k ä i k.

Kaanestatud portselantiigel kaalutakse tühjalt — P_0 gr.

Tiiglisse paigutatakse määratava puidu laaste — 1—5 gr ja kaalutakse need kaanestatult — P_1 gr.

Peale selle paigutatakse laastudega tiigel (kaaneta) tõmbe-kappi kolmjalale, kus toimub põletamine gaasi tulel.

Algul toimub see nõrga leegiga ettevaatlikult, et puit muutuks söeks pikaldaselt; hiljem järgneb põletamine suuremal tulel kuni kõik söe osad on põlenud ja jääb järele valge või hall tuhk.

Pärast põletamist kaanestatakse tiigel, jahutatakse eksi-kaatoris ja kaalutakse — P_2 gr.

Peale P_2 määramist põletatakse kontrolliks veel kord ja kaalutakse uuesti peale jahtumist — P_3 gr. Kui osutub, et P_3 ja P_2 vahe ei ületa 0,0002 gr, võib põletamist lõpetada. Vastasel korral tuleb jätkata põletamist kuni kahel üksteisele järgnenud kaalumisel ei ületa vahe 0,0002 gr piiri.

Kaalumised toimetatakse analüütistel kaaludel täpsusega 0,0002 gr.

A r v u t a m i n e.

Põletatava puidu hulga raskus on $P_1 - P_0$. Kui määratav puit ei olnud veevaba (p), siis tuleb arvutada selle puidu niiskuse $0/0$ (n_s), ja selle abil leitud vee hulk lahutada võetud puidu raskusest veevaba puidu raskuse saamiseks: $p = \frac{p \cdot n_s}{100}$;

Tuha raskus on $P_2 - P_0$.

Tuha $0/0$ võrdub $\frac{P_2 - P_0}{P_1 - P_0} \cdot 100$.

Viimane leitakse täpsusega 0,01%-ti,

4. Puidu paisuvuse ja kahanevuse määramine.

Puit asetatult vette imeb seda endasse ja muutub seetõttu raskemaks. Ühes raskuse suurenemisega muutub suuremaks ka antud keha maht — keha paisub. Üksikutes suunades, piki, radiaalses ja tangentaalses, on suurenemine seejuures suhteliselt erinev. Raskuse ja mahu muutuste tõttu muutub paisumise korral ka esialgne mahukaal.

Paisuvuse suurus sõltub esijoones puidu esialgsest niiskusest: mida kuivem on puit, seda suurem on paisuvus; samuti sõltub paisuvuse suurus puidu vees viibimise ajast.

Toores, suure niiskuse sisaldusega puit kaotab kuivamisel aurudena osa sisalduvast veest ja muutub seetõttu kergemaks. Ühes raskuse vähenemisega muutub väiksemaks ka antud keha maht — keha kahaneb. Üksikud suunad (piki-, radiaal- ja tangentaalsuunad) vähenevad seejuures suhteliselt erisuguselt. Samuti muutub raskuse ja mahu vähenemisel kahanemise korral ka puidu esialgne mahukaal.

Kahanevuse suurus oleneb peamiselt kuivamise kestvusest ja toore puidu esialgsest niiskusest: mida suurem oli niiskuse sisaldus enne kuivamist, seda suuremaks kujuneb ka kahanevus.

M ä ä r a m i s k ä i k.

Puidu paisuvuse ja kahanevuse määramiseks võetakse korrapärane geomeetriline keha, millel mõõdetakse varbsirkliga eraldi piki-, radiaal- ja tangentaalsuunad täpsusega 0,01 sm. Iga suund mõõdetakse vähemalt kolmest kohast ja leitakse nendest aritmeetiline keskmine.

Mahu leidmiseks mõõdetakse keha pikkus, laius ja kõrgus täpsusega 0,01 sm ja kaalutakse täpsusega 0,01 gr. Neist andmeid arvutatakse mahukaal (stereomeetrilise viisi järele) täpsusega 0,01.

Peale mõõtmiste teostamist asetatakse keha paisuvuse jälgimiseks vette. Edaspidised mõõtmised toimuvad 1., 3., 7., ja 14. veesviibimise päeval. Igal mõõtmispäeval võetakse keha veest välja, kuivatatakse pealispinnaalt ja teostatakse kõik katse

algul kirjeldatud mõõtmised, mille põhjal arvutatakse ka iga mõõtmispäeva kohta mahukaal.

Peale igakordsete ettenähtud mõõtmiste lõpetamist asetatakse keha uuesti vette.

Viimasel mõõtmispäeval s. o. 14. päeval peale mõõtmiste algust jäetakse keha kuivama kahanemise jälgimiseks.

Selleks teostatakse mõõtmisi 1., 3. ja 7. kuivamispäeval. Samadel päevadel leitakse ka vastavad keha mahukaalud.

Viimasel kuivamispäeval peale mõõtmiste teostamist võetakse puidust proov suhtelise niiskuse % -i määramiseks.

Määratavate kehade kohta koostatakse skemaatiline joonis, millel märgitakse üksikud mõõtmis-suunad.

A r v u t a m i n e.

Paisuvuse määramisel leitakse iga mõõtmispäeva kohta vastava mõõdu muutuse suurus ja arvutatakse selle $\frac{0}{0}$ võrrelduna puidu esialgse kuiva seisukorra mõõtudega piki-, radiaal- ja tangentaalsuunades, samuti mahus, raskuses ja mahukaalus. Saadud andmete põhjal koostatakse vastav tabel muutuste $\frac{0}{0}$ -de kohta. Viimased väljendatakse ka graafiliselt.

Kahanevuse määramisel leitakse iga mõõtmispäeva kohta vastava mõõdu muutuse suurus ja arvutatakse nende $\frac{0}{0}$ -id võrrelduna andmetega, mis saadi viimasel veesviibimise päeval. Seda teostatakse nii piki-, radiaal- ja tangentaalsuunades, kui ka mahus, raskuses ja mahukaalus.

Muutuste $\frac{0}{0}$ -de kohta koostatakse vastav tabel ja need väljendatakse ka graafiliselt.

Viimasel mõõtmispäeval võetud niiskusproovi põhjal määratud suhtelise niiskuse % -i järgi leitakse veesisaldus puidus kõigil mõõtmispäevadel, samuti esitatakse ka niiskuse % iga mõõtmispäeva kohta.

Ühtlasi arvutatakse vee hulga absoluutne ja $\frac{0}{0}$ -ne muutus paisumisel võrreldes esimese mõõtmispäeva andmetega, samuti vee hulga absoluutne ja $\frac{0}{0}$ -ne muutus kahanemisel võrreldes veesisaldusega viimasel veesviibimise päeval.

Veesisalduse ja niiskuse $\frac{0}{0}$ -di andmed märgitakse tabelisse ja väljendatakse ka graafiliselt.

Paisuvuse suhteline koefitsient leitakse mahu $0/0$ -se muutuse jagamisega suhtelise niiskuse $\%$ -de vahele paisumise lõpul ja algul valemi põhjal — $V_p = \frac{(V_2 - V_1) \cdot 100}{V_1 (n_2 - n_1)}$, kus V_p = paisuvuse koefitsient,

V_1 = keha maht paisuvuse katse algul,

V_2 = keha maht paisuvuse katse lõpul,

n_1 = niiskuse $0/0$ paisuvuse katse algul,

n_2 = niiskuse $0/0$ paisuvuse katse lõpul.

Kahanevuse suhtelise koefitsiendi leidmiseks jagatakse mahu kahanemise $\%$ suhtelise niiskuse $\%$ -i vahega katse algul ja lõpul valemi järgi: $V_k = \frac{(V_2 - V_3) \cdot 100}{V_2 (n_2 - n_3)}$, kus

V_k = kahanevuse koefitsient,

V_2 = maht kahanevuse katse algul,

V_3 = maht kahanevuse katse lõpul,

n_2 = niiskuse $0/0$ kahanevuse katse algul,

n_3 = niiskuse $0/0$ kahanevuse katse lõpul.

5. Puidu poorsuse ja tiheduse määramine.

Puidu poorsus ilmestab tühikute hulka puidus ja näitab tavaliselt tühikute mahtu $\%$ -des antud absoluutkuiva katsekeha üldisest mahust.

Puidu tihedus vastandina eelmisele näitab tiheda aine mahtu $\%$ -des üldisest antud katsekeha mahust selle absoluutkuivas olekus. Poorsus ja tihedus on sõltuvad puidu mahukaalust: mida suurem on mahukaal, seda väiksem on poorsus ja suurem tihedus.

M ä ä r a m i n e.

Poorsuse määramiseks on vaja leida antud puidu puitaine absoluutne erikaal — d ja puidu mahukaal absoluutkuivas olekus — E_0 . Nende andmete alusel väljendub poorsus protsentides järgmiselt:

$$C = 100 \left(1 - \frac{E_0}{d} \right).$$

Kuna puitaine absoluutne erikaal on võrdlemisi kontsantne suurus ja võrdub keskmiselt 1,56-le, siis kujuneb valem järgmiseks:

$$C = 100 \left(1 - \frac{E_0}{1,56} \right).$$

Selle järele on vaja määrata poorsuse % leidmiseks mahukaal absoluutkuivas olekus.

Määramiseks valmistatakse korrapärase katsekeha ulatusega umbes $2 \times 2 \times 2$ sm, kusjuures iga mõõdu suund määratakse varbsirkliga täpsusega kuni 0,01 sm. Järgnevana kaalutakse kaanestatud plekk- või klaasnõu täpsusega kuni 0,01 gr — P_0 , asetatakse sellesse katsekeha ja kaalutakse uuesti täpsusega kuni 0,01 gr — P_1 . Selle järele kuivatatakse katsekeha kuivatuskapis muutmata kaaluni, talitades siin samal viisil nagu niiskuse määramiselgi.

Saavutanud konstantse raskuse — P_2 , leitakse katsekeha veevaba ehk kuivkaal $p_0 = P_2 - P_0$.

Selle järele leitakse mõõtmisega katsekeha maht — v_0 . Mahukaal võrdub absoluutkuivas olekus:

$$E_0 = \frac{p_0}{v_0}.$$

Leidnud mahukaalu E_0 , asetame selle poorsuse valemisse:

$$C = 100 \cdot \left(1 - \frac{E_0}{1,56} \right).$$

Lahutades 100%-st poorsuse %-di leiame ka puidu tiheduse %-di.

6. Puidu hügroskoopsuse määramine.

Puidu hügroskoopsuseks nimetatakse puidu omadust koguda endasse ümbritsevast õhust niiskust. Hügroskoopsus väljendatakse %-des absoluutkuiva puidu kaalust.

Hügroskoopsus sõltub paljudest teguritest, esijoones aga peamiselt õhu temperatuurist ja selle relatiivsest niiskusest.

Niiskuse tungimine puitu kestab senikaua kui tekib tasakaal puidu niiskuse ja ümbritseva õhuniiskuse vahel.

M ä ä r a m i n e.

Hügroskoopsuse määramiseks kasutatakse poorsuse määramisel tarvitatud katsekeha.

Katse algul kaalutakse veevaba katsekeha täpsusega kuni 0,01 gr. — p_0 gr. Kaalumine toimub kaanestatud plekk- või klaasnõus, mille raskus leitakse samuti täpsusega kuni 0,01 gr. — P_0 gr.

Järgnevana paigutatakse katsekeha nõuta traatsõelale suletud eksikaatorisse, mille põhjale on kallatud destilleeritud vett.

Edasi kaalutakse katsekeha korduvalt, ja nimelt 1., 3., 7., 14. ja 21. päeval arvates katse algusest. Kaalumine toimub alati vastavas nõus, mille järele asetatakse katsekeha uuesti eksikaatorisse.

Igal kaalumispäeval saadud katsekeha raskuse ja veevaba sama katsekeha raskuse vahed annavad üldise puidus sisalduva niiskuse hulga. Selle põhjal leitakse hügroskoopsuse % -id ja ühtlasi ka suhteline hügroskoopsuse suurenemine iga katsepäeva kohta. Näide: katse algul oli nõu ja katsekeha raskus P_a , nõu raskus P_0 . Järgnevatel kaalumistel on nõu ja katsekeha raskused: 1. p. = P_1 ; 3. p. = P_3 ; 7. p. = P_7 ; 14. p. = P_{14} ; 21. p. = P_{21} .

Vastavad katsekeha raskused:

Katse algul: $p_0 = P_a - P_0$; 1. päeval: $p_1 = P_1 - P_0$, 3. päeval — $p_3 = P_3 - P_0$ jne., samuti p_7 , p_{14} , p_{21} . Hügroskoopsuse % võrdub:

$$1. \text{ p.} = \frac{p_1 - p_0}{p_0} \cdot 100 \quad 3. \text{ p.} = \frac{p_3 - p_0}{p_0} \cdot 100 \text{ jne.}$$

Saadud andmete alusel, olenevalt katseajast, koostatakse hügroskoopsuse muutuse kõver.

7. Puidu soojusvõime (küttevõime, kütteväärtuse) määramine.

Soojusvõime näitab palju soojusühikuid — kaloreid — tekib kütteaine põlemisel. Soojusühik, kalor, on see soojuse hulk, mis on vajalik 1 kaaluühiku vee soendamiseks 10°C võrra: 1 kg vee soendamiseks 10°C võrra tarvilikku soojuse hulka nimetatakse 1 suur kalor (Kal.), vastavalt 1 gr vee soendamiseks — 1 väike kalor (kal.).

Soojusvõime koeffitsient näitab palju kaloreid tekib ühe kaaluühiku kütteaine põlemisel.

Soojusvõime määramiseks tarvitatakse Berthelot-Mahler-Kröker'i süsteemilist kalorimeetrit. Sellega leitakse põlemisel tekkinud soojuse hulk vee temperatuuri tõusu mõõtmise abil.

Kalorimeetri kirjeldus.

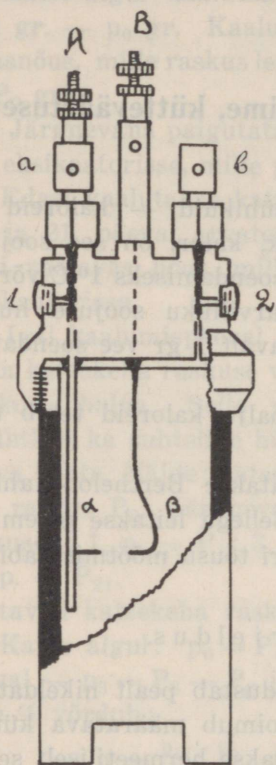
Olulisema osa kalorimeetrist moodustab pealt nikeldatud, seest emailitud nõu (joon. 4.), kus toimub määratava kütteaine põletamine. Põlemisnõu kaanestatakse hermeetiliselt sellekohase kattega. Põlemisnõu kaas (joon. 4.) on kahe kanaliga: ühe kaudu juhatakse sisse hapnik enne kütteaine põletamist, teise kaudu tõrjutakse nõust välja selles asuv õhk ja kõrvaldatakse peale põletamist viimasest tekkinud gaasid.

Tähendatud kanalid suletakse ventiilidega a ja b; kaane külgedes on kaks avaust (1 ja 2), mis suletakse mutritega.

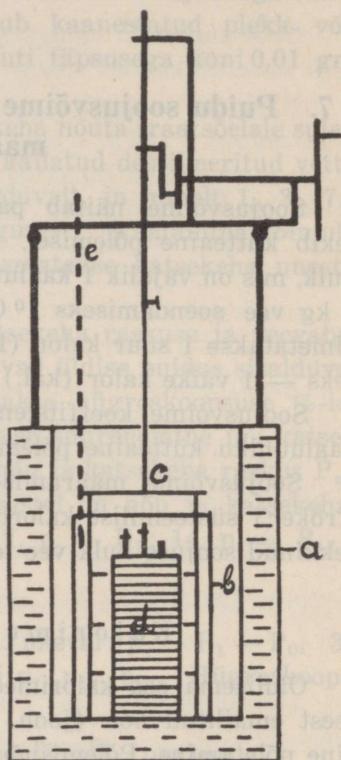
Kaane põhja on kinnitatud kaks metallist pulka (α ja β), millest üks (α) on seest õõnes ja moodustab kanali jätku. Kalorimeetri sisenõu (joon. 5—b) on nikeldatud silindri kujuline anum, kuhu asetatakse põlemisnõu (joon. 5—d) ja segisti

(joon. 5 — c); anumasse kallatakse enne töötamisele asumist teatud hulk vett.

Kalorimeetri välisnõu (joon. 5 — a) on kahekordsete eraldatud seintega silindrikujuline rõngasanum, mille seintevahe-



Joon. 4. Põlemisnõu. a ja b — ventiilid, A ja B — ventiilide otsad elektrijuhtmete kinnitamiseks, 1 ja 2 — kaane avaused, α ja β — metallpulgad.



Joon. 5. Kalorimeeter. a — välisnõu, b — sisenõu, c — segamisseadis (segisti), d — põlemisnõu, e — termomeeter.

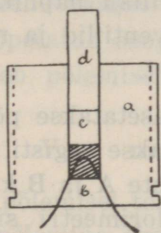
line ruum täidetakse veega, kuna anuma keskosa on määratud sisenõu paigutamiseks.

Välisnõu välimine sein on kaetud papiga, kuna sisemine moodustub vaskplekist. Välisnõu kaetakse pealt puidust kaa-

nega, millest juhatakse läbi termomeeter (joon. 5 — e) ja segisti (joon. 5 — c). Välisnõu pealmine osa on varustatud erilise raamiga termomeetri hoidmiseks ja segisti käivitamise seadeldise kinnitamiseks.

M ä ä r a m i s k ä i k.

Soojusvõime määramiseks võetakse kütteenaina puitu saepuru või peenete laastude näol. Antud ainest valmistatakse erilise käsipressiga silindrikujuline katsekeha — brikett. Enne briketi valmistamist määratakse analüütilistel kaaludel 5—8 sm pikkuse peene nikeliintraadi raskus (P_1). Selle järele asetatakse kaalutud nikeliintraat vastava vormi kanalisse (joon. 6) koonusekujulise avause kaudu nii, et selle keskosa jääks kanali silindrikujulisse ossa, kuna traadi



Joon. 6. Briketi vorm.
a — vormi keha, b — tömpkoonus, c — silindrid.

otsad ulatuksid välja alumise tömpkoonuse (joon. 6 — b) kohale paigutamisel. Vorm asetatakse joonistusel 6 näidatud asendis surumisele.

Ülemise avause kaudu täidetakse kanal ääreni peenendatud kütteenainega, millele asetatakse silindrid c ja d (joon. 6) ning rõhutakse viimaseid (silindrile d) senikaua kui brikett on valmis. Siis eemaldatakse alumine tömpkoonus ja lükatakse brikett kanalist välja. Briketis peab jääma nikeliintraat võimalikult katsekeha keskkoha.

Valmis brikett asetatakse analüütilistel kaaludel kaalutud ränikaussi, mille raskus — P_0 ja kaalutakse samadel kaaludel veel kord koos sama ränikaussiga — P_1 .

Edasi paigutatakse ränikauss briketiga põlemisnõu kaane põhjas olevate traatkonksude (joon. 4 — α ja β) vahele ja

nikeliintraadi otsad seotakse eeltähendatud konkshoidjate ümber.

Ränikausi kohale asetamiseks ja traadi otsade sidumiseks paigutatakse põlemisnõu kaas erilisse seadeldisse.

Peale ränikausi kohale kinnitamist kruvitakse kaas põlemisnõule, kaane ventiilid käänatakse veidi lahti ja põlemisnõu kanali avaus 1 ühendatakse vasktoru abil hapniku reservuaariga. Rõhu mõõtmiseks asetatakse põlemisnõu ja hapniku reservuaari vahele manomeeter. Esialgu juhitakse hapniku põlemisnõusse üsna vähe, et viimases asuvad õhku välja suruda; see toimub mõne sekundi vältel, mille järele suletakse kanali avaus 2 ventiil b abil. Selle järele suurendatakse hapniku juurdevoolu, mis kestab kuni põlemisnõus on saavutatud 10—15 atm. rõhk; siis lõpetatakse hapniku juurdevool ja kanali avaus 1 suletakse ventiil a abil. Tarviliku hapniku rõhu saavutamisel suletakse kõik põlemisnõu ventiilid ja mutrid, kontrollides ühtlasi nende sulgemiskindlust.

Peale nende ettevalmistuste asetatakse põlemisnõu kalorimeetri sisenõusse, kuhu paigutatakse segisti, selle järele kinnitatakse põlemisnõu ventiilide otste A ja B külge elektri juhtmed. Järgnevana kallatakse kalorimeetri sisenõusse täpselt mõõdetud hulk vett — 2000 kuni 2200 sm³, millel määratud samuti raskus. Peale selle kinnitatakse kalorimeetri välisnõu raami 0,01° C täpsusega termomeeter nii, et termomeetri alumine osa asetuks segisti harude vahel.

Selle järele suletakse kalorimeetri välisnõu kaanega ja pannakse liikuma aeglaselt ja ühetasaselt segisti. Edasi märgitakse kümne minuti vältel igal minutil vee temperatuur; sel viisil saadakse kümme temperatuuri vaatlust. Tähtis on, et viimastel minutitel oleksid muutused ühesugused või temperatuur jääks konstantseks.

Kümneminutilise vaatluse möödumisel ühendatakse elektri juhtmed kontaktiga ning elektrivool juhitakse kalorimeetrisse. Seetõttu hakkab hõõguma põlemisnõus olev nikeliintraat. Kuna see on aga ümbritsetud rikkalikult hapnikuga,

siis süttib ka kokkupressitud kütteenest brikett ning põleb kiirelt ühes traadiga eraldades soojust.

Peaaegu süttimismomendil algab ühes põlemisega ka vee temperatuuri tõus; esiteks toimub see üsna hoogsalt, jääb aga pärastpoole pikaldasemaks. Temperatuuri vaatlused kestavad kogu aeg iga minuti järele. Esimestel (2—3) minutitel pärast süttimist ei õnnestu täpselt temperatuuri märkida, kuid see asjaolu ei ole oluline, sest hiljem saab jälgida temperatuuri juba täpselt.

Märgitakse maksimaalne vee temperatuuri seis, mille järele jälgitakse muutust 10 minuti kestvusel kirjutades samuti iga minuti möödudes vaatlusarvu.

Kogu aeg liigutatakse segistit ühtlaselt ja aeglaselt. Vaatluste lõppedes eemaldatakse termomeeter, kõrvaldatakse elekt-rijuhtmed ja segisti. Põlemisnõu võetakse kalorimeetrist välja ja kuivatatakse selle välisseinad.

Sellega on lõpetatud soojusvõime määramise esimene osa.

Edasi järgneb põlemisel tekkinud vee määramine.

Vee määramine.

Vabas õhus põlemisel tekkinud veeaur lendub õhku. Põlemisnõus toimus põlemine aga suletud ruumis, mis oli ümbritsetud madalatemperatuurilise veega. Seetõttu kondenseerus jahtumisel veeks põlemisel tekkinud veeaur. Säärasel üleminekul vabaneb aga varjatud soojus, mis lisandub otseselt põlemisel tekkinud soojusele.

Vabanenud vee hulga määramine toimub järgmiselt. Läbi põlemisnõu juhatakse kuiv õhk. Selleks ühendatakse kummitorude abil põlemisnõu mõlemad kanalid U-torudega, mis on täidetud CaCl_2 . Kanal 1 on ühendatud U-toru kaudu seadeldisega, mille abil tekitatakse õhuvoolu, kanal 2 on ühendatud täpselt kaalutud CaCl_2 täidetud U-toruga.

Põlemisnõu paigutatakse õlivanni, mida soendatakse aeglaselt. Ettevaatlikult avatakse veidi põlemisnõu kanal 2 ventiil *b* abil, mille kaudu tungib nõust välja selles suure rõhumi-
mise all olev õhk, mis sisaldab ka põlemisel tekkinud veeauru.

Läbistades U-toru kaotab õhk eneses leiduva vee. Säärane põlemisnõus peituva veeauru eemaldamine kestab umbes $1/2$ tundi.

Kui õlivann on küllalt soe, siis tõuseb ka põlemisnõus temperatuur ja selles kondenseerunud vesi muutub veeauruks. Viimase eemaldamiseks nõust avatakse ventiil *a* abil kanal 1 ja pannakse tööle õhuvoolu seadeldis nii, et toimuks nõrk tõmme. Õhuvool, mis läbistab enne põlemisnõu asuvat CaCl_2 toru, muutub kuivaks ja viib kaasa põlemisnõust selles tekkinud veeauru, mille kaotab omakord täpselt kaalutud CaCl_2 täidetud U-torus. See osa määramisest kestab umbes $3/4$ tundi.

Edasi järgneb CaCl_2 toru kaalumine, et määrata raskuse suurenemist, mis on tekkinud veeauru püüdmisest. Selle järele kontrollitakse põlemisnõus leidunud vee kõrvaldamise täielikkust ühendades selleks CaCl_2 toru põlemisnõuga ja lastes läbi uuesti õhuvoolu nagu see toimus esialgselgi vee määramisel.

Katse lõppenud, avatakse ventiilid ja kruvitakse lahti kaas. Kui leidub põlemisnõu kaane konkshoidjatel põlemata jäänud traadi osi, siis need kogutakse ja kaalutakse (p_2). Ühtlasi kivistatakse põlemisriista seinad ja kaas.

A r v u t a m i n e.

Ränikausi raskus — P_0 . Ränikausi, nikeliintraadi ja briketi raskused koos — P_1 .

Nikeliintraadi esialgne raskus — p_1 .

Põlemata jäänud nikeliintraadi raskus — p_2 .

Põlenud nikeliintraadi raskus — $p = p_1 - p_2$.

Briketi raskus — $P = P_1 - (P_0 + p_1)$.

Võetud vee hulk — M gr (sm^3).

Temperatuuri vaatlused parandatakse esimeses järjekorras vastavas tabelis toodud termomeetri paranduste alusel.

Vee temperatuur (parandatult) viimasel vaatlusel enne elektrivoolu läbistamist — t_1 .

Vee maksimaalne temperatuur (parandatult) — t_2 . Temperatuuri tõus termomeetri järgi — $t = t_2 - t_1$. Eeltoodud

temperatuuri vahele — t — tuleb lisada juurde (vaatluste) temperatuuri parandus, mis leitakse valemi põhjal:

$$\Delta t = c \cdot m + \frac{m + n}{2}, \text{ milles: } c \text{ on vaatluste (minutite)}$$

arv t_1 ja t_2 vahel, s. o. viimasest vaatlusest enne elektrivoolu läbilaskmist kuni maksimaalse vee temperatuurini; m — keskmine temperatuuri muutus jahtumisel arvatud ühe vaatluse kohta, mis leitakse äärmiste vaatluste vahe jagamisel vaatluste arvuga; n — keskmine temperatuuri muutus ühe vaatluse kohta enne elektrivoolu läbilaskmist, mis leitakse esimese ja viimase vaatluse (enne voolu läbilaskmist) vahe jagamisel vaatluste arvuga.

Tõeline temperatuuri vahe on seega:

$$T = t + \Delta t.$$

Kalorimeetri parandus on S kalor. See parandus näitab soojuse hulka kalorites, mis kulub kalorimeetri osade soendamiseks kui vee temperatuur tõuseb 1°C võrra.

Kalorimeetris on seega põlemisel tekkinud kogu soojuse hulk kalorites järgmine:

$$K_1 = M \cdot T + S \cdot T = T (M + S).$$

Nikeliintraadi põlemisel tekkinud soojus on $k_1 = p \cdot h$ kaloreid, kus p on põlenud traadi kaal ja h — 1 gr. nikeliintraadi põlemisel tekkiv kaloreite arv.

Põlemisel tekkinud vee hulk on määramise järgi r gr. Seetõttu eraldus briketi põlemisel varjatud soojust:

$$k_2 = r \cdot 600.$$

Ainult kütteaine põlemisel on tekkinud soojuse hulk kalorites:

$$K = K_1 - (k_1 + k_2).$$

Soojusvõime koefitsient võrdub seega:

$$S_k = \frac{K}{P} \text{ kal.}$$

8. Puidu mehaaniliste omaduste määramine.

Puidu mehaaniliseks omadusiks nimetatakse sääraseid omadusi, mis ilmestavad puidu vastupanu välistele tungidele. Otseselt puidu vastupanu suurust meie ei saa mõõta, seepärast saame vastupanu suurusest kujutluse välistungi suuruse kaudu.

Välistungi mõjul võib muuta puit oma esialgset kuju: see muutus võib olla ajutine, püsiv või lõplik.

Ajutisel kuju muutusel puit on võimeline tungi eemaldamisega oma esialgse kuju uuesti saavutama. Seda puidu omadust nimetatakse elastsuseks. Äärmine tungi suurus, mille juures veel see omadus avaldub, määrab puidu elastsuse piiri.

Elastsuse koefitsient (moodul) väljendub tavaliselt suhtega elastsuse piiril esinenud tungi suuruse ja selle tagajärjel tekkinud kuju muutuse vahel.

Püsiva kuju muutuse korral kaotab puit välistungi mõjul oma esialgse kuju, ilma et seejuures toimuks anatoomilise ehituse rikkumine; välistungi eemaldamisel jääbki puit oma uue kuju juurde. Seda omadust nimetatakse puidu painduseks.

Lõplikul kuju muutusel ei suuda enam puidu anatoomilised elemendid säilitada ülemäärase tungi suuruse tõttu omavahelist sidet, — tekib nende üksteisest eemaldumine, mis ilmneb väliselt murdumises, purunemises, muljumises jne. Äärmist puidu vastupanu välistungile, mille juures toimub juba puidu anatoomiliste elementide omavahelise seose katkemine nimetatakse puidu murdumispääriks.

Puidu äänmine vastupanu välistungile murdumispiiril annab meile kujutluse puidu tugevusest.

Tugevuse koefitsient näitab murdumise piiril esinenud tungi suurust arvatud ühele pinna ühikule. Tavali- selt väljendatakse tugevuse koefitsient $\text{kg } 1 \text{ sm}^2$ kohta.

Välistungi mõju ilme ja rakendusviisi põhjal eraldatakse mitmesuguseid tugevusi, millest tulevad määramisele: surve-, tõmbe-, lõhke-, painde (kande) ja kõvadus- tugevused. Vastavalt tungi mõju suundadele ja kiudude asendile eraldatakse tugevusi puidu piki- ja ristisihis (perpen- dikulaarselt).

Survetugevus ilmestab puidu vastupanu välistungile, mis püüab rikkuda puidu üksikosade ühendust kokkusurumisega.

Tõmbetugevus iseloomustab puidu vastupanu välistungile, mis püüab katkestada puidu üksikosade ühendust rebimisega.

Lõhketugevus määrab selle puidus tekkinud vastupanu, mida põhjustab välistung püüdes eemaldada puiduosi neid lõhestades.

Paindetugevus (kandetugevus) näitab seda puidu vastu- panu välistungile, mis mõjub perpendikulaarselt kiududele ja põhjustab nende eemaldumist sirgest asendist, mille taga- järjel toimub lõpuks katkemine.

Määratav puit võib seejuures toetuda otstega kahele alu- sele ja võib olla toetatud ka ainult ühest otsast.

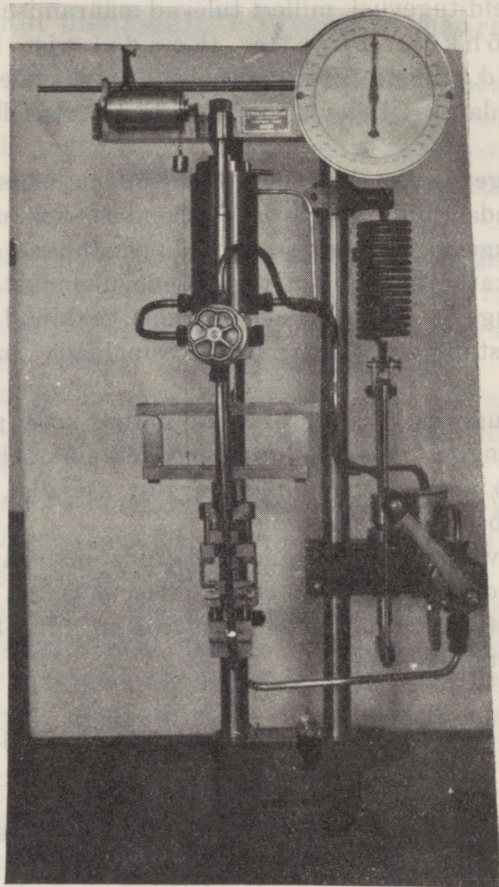
Kõvadustugevus näitab seda vastupanu, mis ilmneb võõra keha puitu tungimisel.

Universaalmasin ja puidu omaduste määramine.

Puidu mehaaniliste omaduste määramine toi- mub universaalse puiduproovimismasinaga (joon. 7), mis on valmistatud firma A. Amsler & Co poolt Helveetsias. Selles masinas on järgmised olulisemad osad: 1) tungi saavutamise seadeldis, milleks on õliga töötav hüdrauline press, mis pan- nakse tegevusse käsitsi ümberaetava vintpumba abil; 2) vas-

tavate katseesemete paigutuskohad; 3) tungi registreerimise seadeldis.

Masinaga on võimalik määrata järgmisi tugevusi: s u r v e- (kiududele piki- ja ristisihis — perpendikulaarselt), t õ m b e- (kiududele ristisihis — perpendikulaaselt), l õ h k e-, p a i n d e- ja k õ v a d u s e t u g e v u s t.



Joon. 7. Universaalne puiduproovimismasin. Paremal all — vintpump; paremal ülal — tungi registreerimisseadeldis; vasakul all — katsekehade paigutuskohad; vasakul ülal — hüdrauliline press ja graafiline registreerimisseadeldis.

Korrage saab määrata muidugi ainult ühte tugevust.

Iga mehaanilise omaduse määramiseks valmistatakse sellekohane katseese, katsekeha, mis asetatakse universaalmasinas vastavasse paika. Katsekeha vajalikud mõõdud leitakse varb-sirkli abil 0,01 sm täpsusega.

Enne määramise algust reguleeritakse ümmarguse skaala (joon. 7 — paremal üleval) mõlemad osutid nullile ja suletakse õlipressi ventiil.

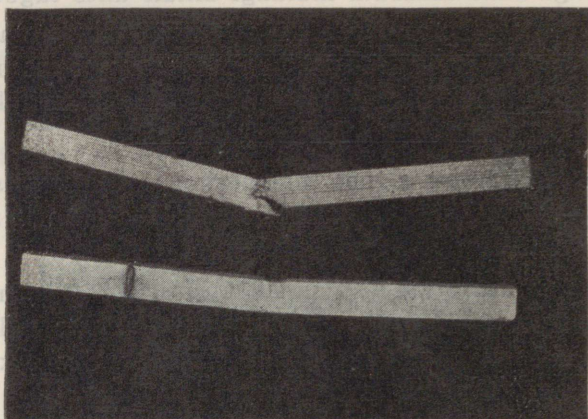
Tungi muutuse käigust annab kujutuse joonis, mille saamiseks seatakse vastavale registreerimissilindrile millimeeter-paber, kuhu kinnitatud pliats veab graafilise joone katse ajal ilmnevast puidu vastupanu muutusest.

Peale tähendatud ettevalmistuste alustatakse pumbaga töötamist, mis peab toimuma võnkumisteta aeglaselt ja ühetasaselt. Pumbaga töötamisel (lahti- või kinnikäänamisel) paneb hüdrauline surve liikuma ühe osa katseesemete paigutusseadeldisest, mistõttu sinna asetatud katsekehale mõjub kindel sellekohane välistung. Viimase suurust registreerib vastav seadeldis, mille skaalal eemalduvad 0 punktist tungi suurenemisega mõlemad osutid.

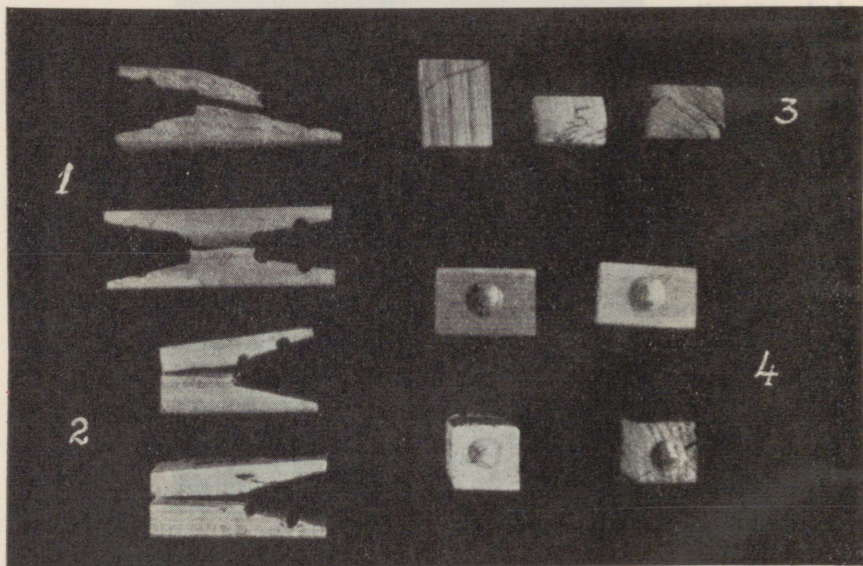
Küllaldasel jõu rakendamisel järgneb katsekehade murdumine, katkemine või muljumine (joon. 8 ja 9). Murdumise momendil jääb alumine osuti skaalale püsima ja näitabki tungi suurust murdumispriiril, kuna pealne liigub tagasi algasendisse.

Murdumismomendiga on katse lõppenud ja pressi ventiil käänatakse uuesti lahti. Katse vältel jälgitakse kogu aeg masinapressi ventiili läheduses asuvat vertikaalskaalat, märkides sellelt pügalate arvu, millest katse algas ja millega lõppes; vahe näitab murdenoole suurust mm.

Universaalmasina kasutamisel on võimalik töötada kahe erisuguse maksimaalse koormusega. Surve- ja kõvadustugevuse määramisel on maksimaalne rakendatav tung 4.000 kg; tõmbe-, painde- ja lõhketugevuse määramisel on võimalik kasutada maksimaalse tungina sellest $\frac{1}{10}$ s. o.



Joon. 8. Paindetugevuse katsekeha, murdunud peale proovimist.

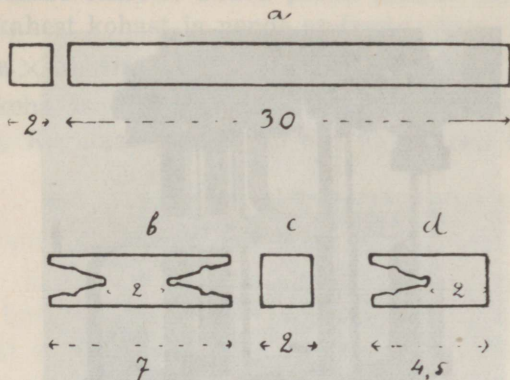


Joon. 9. Katsekehad peale proovimist: 1 — tõmbe, 2 — lõhke-, 3 — surve-, 4 — kõvadustugevuse katsekehad.

400 kg. Sellekohase regulaatori abil masinas on võimalik saavutada üht või teist töötamisseisu.

Regulaatori asendil — 4.000 kg loetakse arvud registreerimisskaalal märgitud suurustena.

Regulaatori asendil 400 kg võetakse registreerimisskaalal esinevad arvud 10 korda vähematena.



Joon. 10. Katsekehade mõõdud sm.: a — paindetugevuse, b, c — tõmbe- ja d, c — lõhketugevuse katsekehad.

Üksikute tugevuste määramine.

1). **Paindetugevuse** määramiseks valmistatakse neljakaniline ristlõikega umbes 2×2 sm ja 30 sm pikkune katsekeha (joon. 10 — a). Selle keskkohal mõõdetakse laius (b) ja kõrgus (h), mõlemad vähemalt kahest kohast. Katsekeha asetatakse masina vastavasse paigutuskohta horisontaalselt nii (joon 11), et see lämaks kahel otsatoel, mille kaugus üksteisest 24 sm.

Regulaator seatakse 400 kg. Katsel leitakse tungi suurus murdumise piiril — P kg ja murde nool — F sm.

Paindetugevuse koefitsient võrdub:

$$K_p = \frac{3 \cdot P \cdot l}{2 \cdot b \cdot h^2},$$

kus P = tungi suurus kg murdumise piiril,

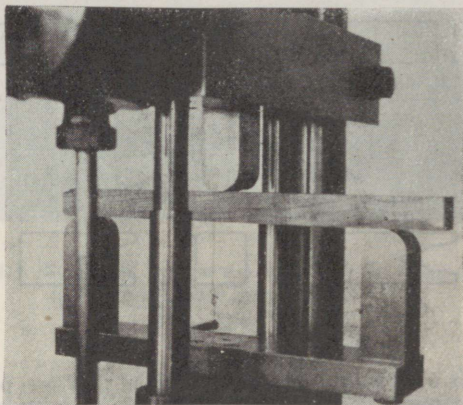
l = katsekeha tugedevaheline pikkus — 24 sm,

b = „ laius sm,

h = „ kõrgus sm.

Paindetugevuse määramisel saadud graafilise joonise abil leitakse andmed elastsuse koefitsiendi arvutamiseks.

Selleks määratakse joonisel elastsuse ehk proportsionaalsuse piir, s. o. punkt, kus sirgjoon muutub kaare kujuliselt kõveraks. Selle punkti jaoks leitakse graafikul vastav tungi suurus — p kg ja elastsuse nool — f sm.



Joon. 11. Paindetugevuse katsekeha puiduproovimismasinas.

Elastsuse koefitsient võrdub:

$$E_p = \frac{p \cdot l^3}{4 \cdot f \cdot b \cdot h^3},$$

kus p = tungi suurus kg elastsuse piiril,

l = katsekeha pikkus tugede vahel — 24 sm,

f = elastsuse nool sm,

b = katsekeha laius sm,

h = „ „ kõrgus sm.

Sellesama katse andmete — P ja p, F ja f — abil leitakse ka paindumise koefitsient, mis võrdub:

$$\frac{F - f}{P - p}, \text{ kus}$$

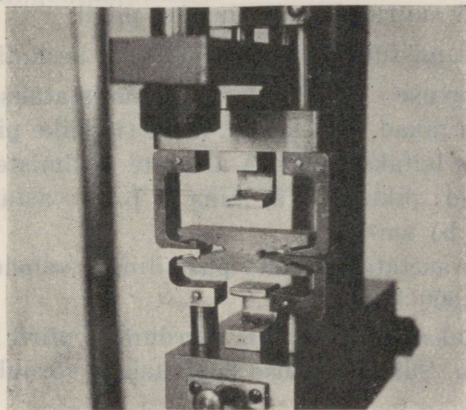
F ja f on sm, P ja p — tonnides.

2). **Tõmbetugevuse** määramiseks valmistatakse erilise šablooni abil 7 sm pikkune neljakandiline keha ristlõikega umbes 2×2 sm, mille mõlemad otsad on tarvilisel määral välja saetud nii, et keskosas jääb püsima umbes 2 sm pikune ühendus (joon. 10 — b).

Möödetakse tõmbele alluva pinna pikkus (a) ja laius (b) vähemalt kahest kohast ja nende andmete põhjal leitakse pind:

$$Q = (a \times b) \text{ sm}^2$$

Katsekeha asetatakse masinas vastavate klambrite vahele (joon. 12). Regulaator seatakse 400 kg. Katsel leitakse tungi



Joon. 12. Tõmbe- ja lõhketugevuse katsekehade paigutuskohad puiduproovimismasinas.

suurus murdumise (katkemise) piiril — P kg ja tõmbenool — F sm.

Tõmbetugevuse koefitsient võrdub:

$$K_t = \frac{P}{Q},$$

kus P = tungi suurus kg murdumise piiril,

Q = tõmbele alluv katsekeha keskmine pind sm^2 .

3). **Lõhketugevuse** määramiseks valmistatakse erilise šablooni abil 4,5 sm pikkune neljakandiline katsekeha ristlõikega umbes 2×2 sm, mis ühest otsast on vastavalt välja

saetud nii, et umbes 2 sm pikkune keskosa jääb terveks (joon. 10 — d). Mõõdetakse lõhketungile alluva pinna pikkus (a) ja laius (b) vähemalt kahest kohast ja leitakse pind:

$$Q = (a \times b) \text{ sm}^2.$$

Katsekeha asetatakse vastavate sellekohaste klambrite vahele (joon. 12).

Regulaator näitab 400 kg. Katsel leitakse tungi suurus murdumise piiril — P kg ja lõhkenool — F sm. Lõhketungi koefitsient võrdub:

$$K_1 = \frac{P}{Q},$$

kus P = tungi suurus kg murdumise piiril,

Q = lõhestamistungile alluv katsekeha keskmine pind sm^2 .

4). **Survetugevuse** määramiseks valmistatakse neljakanalised 2—3 sm pikad katsekehad, mille ristlõike pind on umbes 4 sm^2 . Selleks leitakse survele alluvate pealmiste ja alumiste pindade mõõdud: pikkus — a, laius — b, ja vastav pinna suurus: $Q = (a \times b) \text{ sm}^2$.

Katsekeha asetatakse kahe püstsilindri vahele ja regulaator seatakse 4.000 kg.

Katsel leitakse tungi suurus murdumise piiril P kg ja murdenool F — sm. Survetugevuse koefitsient võrdub:

$$K_s = \frac{P}{Q},$$

kus P = tungi suurus kg murdumise piiril,

Q = survele alluv keskmine pind sm^2 .

Survetugevust on võimalik määrata: 1) pikikiudusid (surve all on ristlõike pinnad), 2) ristsuunas (perpendikulaarselt) kiududele: a) raadiuse suunas (surve all on tangentaalpinnad), b) aastaringide suunas (surve all on radiaalpinna).

5). **Kõvadustugevuse** ehk **kõvaduse** määramiseks valmistatakse samalaadsed katsekehad nagu eelpool survetugevuse leidmiselgi. Määramine toimub n. n. Janka-Brinelli põhimõtte järgi, mille juures surutakse puitu 1 sm^2 suuruse pinna poolkera.

Katsekeha asetatakse alusele nii, et vastava šablooni poolkera tungiks katsekeha ülemisse pinda. Regulaator on asetatud 4.000 kg.

Katse lõpeb kui vastava šablooni serv puudutab katsekeha. Ümmargusel skaalal osuti poolt märgitud arv kg, mis oli vajalik poolkera puitu surumiseks, näitab otsekohe kõvaduse koeffitsiendi.

Samaaegselt märgitakse vertikaalskaalal kõvaduse nool — F sm.

Kõvadust on võimalik määrata: a) ristlõikes, b) radiaal- ja c) tangentaalpinnas.

