



VALU- TEHNOLOOGIA

Laboratoorsed tööd

*Tallinn
1966*

674
P930

4-28219

TALLINNA POLÜTEHNILINE INSTITUUT
Metallide tehnoloogia kateeder

VALUTEHNOLOOGIA
LABORATOORSETE TÖÖDE JUHENDID

Koostajad A. Pärnapuu,
A. Ritso ja
U. Suur

Tallinn
1966

ТАЛЛИНСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра технологии металлов

ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Руководство к лабораторным работам

На эстонском языке

Составители:

А. Пярнацуу

А. Ритсо

У. Суур

Laboratoorse te tööde nr. 1, 2 koostamisest võttis osa ka sm. J. Masing, tööde nr. 3, 4 ja 5 koostamisest ja juurutamisest dots. R. Mosberg.



TARTU ÜLIKOOLI

RAAMATUKOGU

SISSEJUHATUS

Antud juhendite ülesandeks on osutada abi üliõpilastele valutehnoloogia kui ühe tähtsama distsipliini omandamisel. Kokku on esitatud 5 laboratoorset tööd. Iga laboratoorse töö jaoks on arvestatud kaks akadeemilist tundi. Peale töödes märgitud ülesannete võib õppejõud igale üliõpilasele anda veel individuaalseid ülesandeid. Laboratoorsed tööd vormistatakse kindla korra järgi.

Õppetunni ajal kannab üliõpilane kõik katsetulemused vihikusse, kuhu õppejõud töö lõpetamisel alla kirjutab. Nende andmete alusel koostab üliõpilane kodus aruande, mille vormistamisel tuleb arvestada järgmisi nõudeid:

1. Laboratoorse töö aruanne kirjutada valgele paberile formaat 4, lehe mõlemale servale jätta 25 mm äärteks.

2. Igal laboratoorse töö aruandel olgu tiitelleht, millele on tindiga kirjutatud:

- a) laboratoorse töö nr.,
- b) töö nimetus,
- c) nimi, õpperühma märk,
- d) töö tegemise kuupäev.

Ülejäänud kiri ja rasmistik, mis on tiitellehel, peab olema tehtud tušiga, kiri normkirjas.

3. Töö kirjeldus olgu kokkuvõtlik ja selge.

4. Vajalikud joonised teha korralikult tušiga või pliiatsiga, kasutada joonlauda või sirklit ning lisada juurde vajalikud seletused.

5. Graafikud ja diagrammid, mis on koostatud katseandmete alusel, olgu:

- a) tehtud millimeetripaberile,
- b) pealkirjastatud,
- c) liimitud aruande lehele.

6. Numbrilised tulemused esitada tabeli kujul.

7. Katsetulemuste põhjal teha töö lõpul vastavad järeldused.

8. Aruanne kirjutada tindiga, loetavas käekirjas.
9. Aruanne, mis ei vasta neile nõuetele, ei kuulu arvestamisele.
10. Aruanne tuleb esitada järgmise laboratoorse tunni algul.
11. Õppejõu poolt vastuvõetud töö kõita kaante vahele ja esitada arvestusel.

LABORATOORNE TÖÖ nr. 1

V O R M I L I I V A M A R G I M Ä Ä R A M I N E

Teema: Vormi- ja kärnimaterjalid.

Töö eesmärk: Tundma õppida vormiliivade margi määramise meetodikat.

A. S i s s e j u h a t u s

Enamik teras- ja malmvalandeid saadakse sulametalli valamisel muldvormidesse, mida saab kasutada ainult ühekordselt. Senini on vormisegude põhilisteka lähtematerjalideks kvartsliid, savi ja vesi. Vormisegude füüsikalise-mehaanilised ja tehnoloogilised näitajad sõltuvad esmajärjekorras lähtematerjalide kvaliteedist ja nende suhtelisest hulgast. Vormisegudele ja seetõttu ka valanditele kindla kvaliteedi kindlustamiseks on NSV Liidus kehtestatud riiklikud standardid ja tehnilised tingimused, mis määravad kindlaks lähtematerjalide omadused, katsetamise meetodika ja vastuvõtu tingimused.

Vastavalt GOCT 2138-56³¹ (täiendatud 1958.a.) vormiliivad koosnevad põhiliselt kvartsiteeradest ja saviosakeste sisaldus neis ei tohi olla üle 50%. Saviosakeste hulka loetakse terakesed suurusega alla 0,022 mm ehk 22 μ m.

Kaltsium-, magneesium-, naatrium-, kaalium- ja raudoksiidid ning põldpagu alandavad vormisegu tulekindlust ja

seega soodustavad valandile vormisegu külgepõlemist. Külgepõlenud liivaga valandite pinna kvaliteet on madal ja nende puhastamine nõuab lisakulutusi. Seepärast ei tohi ülalnimeetatud kahjulike lisandite hulk kõrgema klassi kvartsiiliivades ületada tabelis 1 toodud näitajaid.

Vormisegude kvaliteet sõltub suurel määral savisisaldusest ja kasutatava vormiliiva teralisest koostisest. Savisisalduse suurenemisel tõuseb vormisegude tugevus, kuid väheneb gaasiläbitavus. Samuti mõjutab segude kvaliteeti ka liiva teraline koostis. Jämedama ja ühtlase teralise koostisega gaasiläbitavus on suurem kui peenema hajutatud teralise koostisega liival. Teraline koostis mõjutab oluliselt ka segude tugevust ja valandi pinnapuhtust.

Lähtudes ülaltoodust, peab valutehnoloog hästi tundma kasutatavate vormiliivade omadusi ja eelkõige teadma liivade savisisaldust ning nende teralist koostist.

Kvartsi, saviosakeste ja kahjulike lisandite sisalduse järgi jaotatakse vormiliivad ГОСТ 2138-56^н järgi klassidesse (vt. tabel 1-1), kvartsi terade koostise järgi gruppidesse (vt. tabel 1-2) ja kategooriatesse. Vormiliiva klassi ja murgi määramisel kasutada ka tabel 4 (vt. lisa, lk. 44).

T a b e l 1-1

Liiva nimetus	Klass	Saviosa- keste sisaldus %	Kvart- sisi- sal- dus %	Kahjulikud lisandid		
				sulfiid- ne vää- vel %,mit- te rohkem	leelismuld- leelismetall- oksiidid %, mitte rohkem	ja raudok- siidid %, mitte rohkem
Kvarts	IK	kuni 2	≥ 97	ei luba- ta	$K_2O+Na_2O \leq 0,5$ $CaO+MgO \leq 1,0$	0,75
	2K	" 2	≥ 96	0,025	1,5	1,0
	3K	" 2	≥ 94	0,025	2,0	1,5
	4K	" 2	≥ 90	-	-	-
Kvartspõld- pagu	KII	" 2	< 90	-	-	-
lahja	T	üle 2 kuni 10	-	-	-	-
poolrasvane	II	üle 10 kuni 20	-	-	-	-

1	2	3	4	5	6	7
rasvane	№	üle 20				
		kuni 30	-	-	-	-
väga rasvane	OK	üle 30				
		kuni 50	-	-	-	-

Vormiliiva klass, grupp ja kategooria määravad vormiliiva margi. Vormiliiva margi määramine toimub alljärgnevas järjekorras. Pärast saviosakeste liivast väljauhtumist hinnatakse ligikaudne vormiliiva klass, uhtunud ja kuivatatud liiva sõelanalüüsi põhjal liiva grupp ja kategooria ning seejärel määratakse lõplikult vormiliiva klass ja mark. Kõrgema klassi vormiliivadele tuleb teha ka keemiline analüüs. Selline määramise järjekord on tingitud saviosakeste tsementeerivast toimest. Liivaterad on sageli saviosakeste tõttu kokku kleepunud ja seetõttu võib uhtumata liiva sõelanalüüs anda näiliselt jämedama teralise koostise.

ГОСТ 2189-61 "Vormiliivade ja -segude proovivõtmine ja laboratoorsete katsete meetodika" järgi on lubatud saviosakeste sisaldust määrata normaal- ja kiirendatud meetodil. Mõlemal juhul tuleb teha iga liivaga kaks katset. Kui kahe katse tulemused erinevad üle $\pm 10\%$ nende keskmisest aritmeetilisest, tuleb katseid korrata.

Normaalmeetod seisneb selles, et uuritav liiv segatakse toatemperatuuril oleva veega, lisatakse lahja NaOH lahus ja pärast tunniajalist segamist ning sellele järgnevat 10-minutilist settimist eraldatakse enamik sogast vett sifooniga. Pärast sogase vee eraldamist lisatakse puhast vett, segatakse, lastakse mõni minut settida ja eraldatakse enamik vett sifooniga. Katset korratakse seni, kuni vesi pärast segamist uhtava liivaga või seguga jääb täiesti läbipaistvaks. Kuivatatud lähteliiva massi ja kuivatatud savivaba liiva massi vahel arvutatakse savisisalduse protsent lähtematerjalis.

Pärast savi eraldamist ja liiva kuivatamist tehakse savivaba liiva sõelanalüüs liiva teralise koostise määramiseks. Vormiliiva teralisel koostisel on suur tähtsus kvaliteetse vormi ja seega ka kõrgekvaliteedilise valandi saamisel. Nagu juba eespool mainitud, on jämedateralisel vormiliival hea gaasiläbitavus. Gaasiläbitavus sõltub oluliselt ka liiva fraktsioonide

jaotusest. Hajutatud teralise koostisega liivas täidavad väikesed terad suuremate terade vahelised tühimikud, mille tulemusena gaasiläbitavus halveneb ja valandis võivad tekkida gaasimullid. Valu praaki põhjustab, ka hajutatud teralise koostisega liivast valmistatud vormide kihistumine.

Liiva teralisest koostisest sõltub ka valandi pinnapuhtus. Peeneteralisest vormliivast kasutatud vormisegu tagab puhtama ja täpsema pinnaga valandite saamise.

Liiva teralise koostise all mõeldakse terade jagunemist suuruse järgi fraktsioonidesse ja seda väljendatakse protsentides kuiva lähtematerjali suhtes. Üksikute liiva fraktsioonide mass määratakse sõelanalüüsiga. IOCT

2189-62 kohaselt kasutatakse vormiliiva sõelamiseks tabelis 1-2 toodud standardseid sõelu. Vormiliiva teralise koostise määramiseks kasutatakse uhutud liiva.

Vormiliiva grupp määratakse terade suuruse järgi põhifraktsioonis.

Tera suurust iseloomustab sõela number, millele jäi tera pärast jämedate sõelte läbimist. Liiva põhifraktsiooniks loetakse kõige suuremat terade jääki kolmel kõrvuti oleval sõelal.

Tabelis 1-3 on toodud vormiliivade jaotusgruppidesse IOCT 2138-56 järgi.

T a b e l 1-2

Sõelte nr-d	2,5	1,6	1	0,63	0,4	0,315	0,2	0,16	0,1	0,063	0,05
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Sõela ava küljepikkus IOCT 3584-53	2,50	1,60	1,00	0,630	0,400	0,315	0,200	0,160	0,100	0,063	0,050

järgi mm

Liiva nimetus	Grupp	Kõrvuti olevate sõelte numbrid, millele jäävad põhifraktsiooni terad
Sõre	063	1; 063; 04
Väga jäme	04	063; 04; 0315
Jäme	0315	04; 0315; 02
Keskmine	02	0315; 02; 016
Peen	016	02; 016; 01
Väga peen	01	016; 01; 0063
Eriti peen	0063	01; 0063; 005
Tolmjas	005	0063; 005; põhi

Olenevalt jäägist põhifraktsiooni äärmistel sõeltel jaotatakse vormiliivad kahte kategooriasse:

Vormiliivad, mille jääk põhifraktsiooni äärmisel ülemisel sõelal on suurem kui äärmisel alumisel, kuuluvad kategooriasse A. Vormiliivad kuuluvad kategooriasse B, kui jääk põhifraktsiooni äärmisel alumisel sõelal on suurem kui äärmisel ülemisel.

Terade hajutatuse järgi vormiliivad jaotatakse:

1) kontsentreeritud teralise koostisega - valdav osa terasid on koondunud kolmele kõrvuti olevale sõelale;

2) hajutatud teralise koostisega - valdav terade mass on jagunenud rohkem kui kolmele kõrvuti seisvale sõelale.

Hajutatud teralise koostisega vormiliivad jaotatakse:

a) jämedad KPK - terade jääk sõeltel 04, 0315 ja 02 mitte alla 60%;

b) keskmised KPC - terade jääk sõeltel 0315, 02 ja 016 mitte alla 60%;

c) peened KPM - terade jääk sõeltel 02, 016 ja 01 mitte alla 60%;

d) üldiselt hajutatud KPO - ükskõik millisel kolmel kõrvuti oleval sõelal põhifraktsiooni jääk alla 60%.

Vormiliiva markeerimisel pannakse esimesele kohale klass, teisele grupp ja kolmandale kategooria. Näited: a) vormiliiv 2K063A on kvartsliv, mis kuulub klassi 2K, gruppi 063 - sõre, kategooriasse A.

b) vormiliiv КΠ02Б - kvartspõldpaguliiv, kuulub klassi КΠ, gruppi 02 - keskmine, kategooriasse Б.

Hajutatud vormiliivade markeerimisel pannakse pärast klassi tähist täht P (vene keeles *распределенность*) ja seejärel tähed, mis iseloomustavad terakeste suurust ja kategooriat. Näiteks vormiliiv 1KPCA puhul täht C näitab selle kuuluvat gruppi C - keskmine.

Vormiliiva margi määramisel hinnata tabel 1 järgi orienteeruvalt klass, seejärel täpsustada klass ja mark tabel 4 järgi (vt. lisa, lk. 44). Vajaduse korral võtta arvesse liiva keemilist koostist.

Kui vormiliiv saviosakeste sisalduse (tabel 4) poolest peaks kuuluma ühte klassi, kuid teralise koostise hajutatuse põhjal tabel 4 järgi (lk. 44) järgmisesse, siis kuulub ta sellesse järgmisesse klassi, olgugi et ta saviosakeste sisalduse järgi kuulub eelmisesse. Seejuures on tingimuseks, et saviosakeste sisaldus on: klassis T - mitte alla 1,8%, klassis II - mitte alla 8%, klassis III - mitte alla 18% ja klassis 0III - mitte alla 27%.

Näide: Liivas on 9% savi ja jääk sõeltel nr. 0315, 02, 016 - 56%; sõeltel nr. 2,5, 1,6 ja 1 - 2%; sõeltel nr. 005 ja põhjal - 8%. Terakeste hajumise järgi liiv ei vasta klassile T02 ja kuulub klassi II02.

B. Eksperimentaalne osa

Töö ülesanne: Määrata vormiliiva klass, grupp ja kategooria ning tutvuda nende määramise meetodikaga.

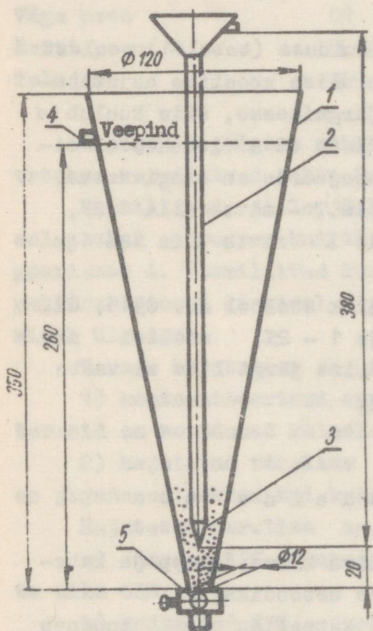
Et käesoleva laboratoorse töö katseline osa koosneb kahest etapist, on kasutatavaid seadmeid ja töö käiku kirjeldatud mõlema etapi kohta eraldi.

a. Saviliisandite määramine kiirendatud meetodil

Vajalikud seadmed ja materjalid:

1. Uhtumiskoonus (joon. 1-1, ГОСТ 2189-62 järgi).
2. Tehnilised kaalud.
3. Kuivatuskapp.

4. Elektripliit.
5. Eksikaator.
6. Kaaluklaas.
7. Keeduklaas.
8. Kauss.
9. Aurutuskauss.
10. Seebikivilahus (10 g NaOH 1000 ml destilleeritud veele).
11. Uuritav liiv.



Joon. 1-1. Uhtumiskoonus.

eraldub sogane vesi ülevooluava (4) kaudu. Kui koonuse ülevooluavast ligikaudu 20 mm allpool on vesi muutunud selgeks, võib savi uhtmise lõpetada. Avada kraan (5) ja uhtuda kõik koonuse põhjas ja seintel olevad terad kaussi.

Pärast kausis oleva vee selginemist valada see ära ja uhtuda liiv varem kaalutud portselankaussi, kusjuures silmas

Töö käik. Õppejõu käest saadud püsiva massini kuivatatud vormiliivast eraldada kaks kaalutist $\pm 25 \pm 0,01$ g. Panna üks kaalutis keeduklaasi, valada lisaks 250 ml kuuma vett ja 10 ml seebikivi lahust. Keeduklaas koos sisuga asetada elektripliidile, keeta 5 minutit. Pärast jahtumist valada keeduklaasis olev suspensioon koonilisse anumasse (joon. 1-1), milles on 10-mm läbimõõduga uhtumistoru (2), mis alumises otsas lõpeb 2-mm kalibreeritud avaga (3).

Koonilisse anumasse (1) lisada vett kuni ülevooluavani (4) ja lasta suspensioonil 10 minutit selgineda. Seejärel valada uhtumistoru letrisse vett. Voolanud läbi liiva,

pidada, et ühtki liivatera kaduma ei läheks. Kausi seinte külge kleepunud terakesi võib eraldada veejoaga sifoonist. Pärast 5-minutilist selginemist valada vaba vesi portselankausist ära ja asetada viimane kuivatuskappi. Kuivatada 105 - 110°C juures püsiva massi saamiseni. Pärast kuivatamist jahutada liiv eksikaatoris toatemperatuurini ja määrata tema mass täpsusega 0,01 g. Liiv on saavutanud püsiva massi, kui liiva mass pärast järjekordset kuumutamist ei erine eelmisest massist üle 0,01 g. Katsed korrata teise kaalutisega. Õppejõu loal võib piirduda ka ainult ühe katsega.

Kadu, võrreldes esialgse liiva massiga 25 g, annab saviosakeste sisalduse grammides.

Savisisaldus s arvutatakse valemiga:

$$s = \frac{m_0 - M_1}{M_0} \cdot 100 \%,$$

kus M_0 - kuiv liiva mass grammides koos saviosakestega,

M_1 - uhitud kuiv liiva mass grammides.

b. Liiva teralise koostise määramine

Vajalikud seadmed ja materjalid:

1. Tehnilised kaalud.
2. Sõelumisseade. Sõelte võnkumisamplituud $1 \pm 0,25$ mm, sagedus 2800 ± 140 võnget minutis koos sõelte standardse komplektiga.
3. Kaaluklaas.
4. Leht siledat paberit (formaat A3).
5. Kaks kaalutist savivaba liiva.

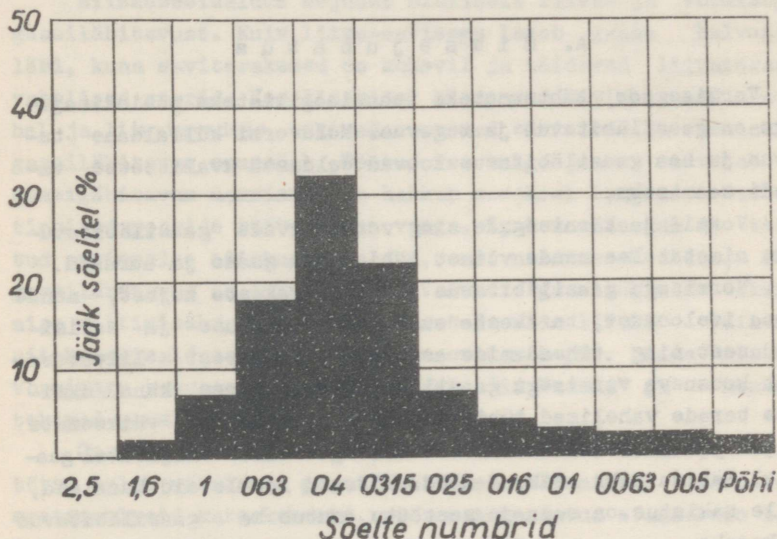
T ö ö k ä i k. Koostada tabel 1-4 katsetulemuste kokkuvõtmiseks.

Sõela nr.	Jääk sõelal või uhtumiskadu			Märkused
	liiva mass koos kaalu- klaasiga g	liiva või savi mass g	liiva või savi mass esialg- sest liiva massist 25 g %	
2,5				
1,6				
1				
063				
04				
0315				
02				
016				
01				
0063				
005				
põhi				
Kokku liiva				
Savilisandid				
Kokku liiva ja savi pärast katseid				
Kadu				

Kontrollida sõelte puhtust, komplekteerida nad numbrite järjekorras vastavalt tabelile 1-1 ja varustada põhjaga. Eel-
mise katse käigus või õppejõult saadud savilisanditest va-
bastatud kuiva liiva kaalutise valada ülemisele sõelale,
sulgeda sõelte komplekt kaanega ja kinnitada sõelumissead-
messe. Pärast 15-minutilist sõelumist ja aparaadi seiskamist
asetada sõelte komplekt lauale ja raputada ettevaatlikult
igalt sõelalt liiva jääk siledale paberile. Sõelad ja põhi
puhastada hoolikalt raputamise teel ja õppejõu loal pehme
pintsliga. Jälgida, et ükski liivaterake ei läheks paberilt
kaduma. Iga fraktsioon (jääk ühel sõelal) valada paberilt

eraldi kaaluklaasi, määrata mass täpsusega $\pm 0,01$ g ja kanda tulemus tabelisse 1-4. Katsetulemuste resultaadid ei tohi erineda lähte vormiliiva massist mitte üle $\pm 1\%$. Suurema vea puhul korrata katset kuiva uhutud liiva varukaalutisega.

Saadud andmete alusel koostada tulpdiaagramm, vt. joon. 1-2, ja määrata vormiliiva mark.



Joonis 1-2. Tulpdiaagramm.

Aruanne sisaldagu:

- 1) vormiliivade lühikese iseloomustuse,
- 2) lühikese katsete kirjelduse,
- 3) katsete tulemused tabelina ja tulpdiaagrammina,
- 4) uuritud vormiliiva margi.

K i r j a n d u s

1. P.N. Bidulja. Valutööde tehnoloogia, Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn 1959.

2. ГОСТ 2138-56.

3. ГОСТ 2189-62.

VORMISEGUDE GAASILÄBITAVUSE
JA SURVETUGEVUSE MÄÄRAMINE

Teema: Vormi- ja kärnimaterjalid.

Töö eesmärk: Tundma õppida vormi- ja kärnisegude omadusi ja nende määramise meetodikat.

A. S i s s e j u h a t u s

Vormisegude tähtsamateks tehnoloogilisteks põhinäitajateks on gaasiläbitavus ja tugevus. Muldvormi küllaldane tugevus ja hea gaasiläbitavus loovad eeldused kvaliteetse valandi saamiseks.

Vormi- ja kärnisegude ning vormiliivade gaasiläbitavuseks nimetatakse nende võimet läbi lasta gaase ja aurusid.

Vormisegu gaasiläbitavus oleneb terakeste kujust, nende pinna iseloomust, terakeste suurusest, niiskuse- ja savisisaldusest ning tihendamise astmest. Suurematest liivateradest koosneva vormisegu gaasiläbitavus on parem, kuna üksikute terade vahelised tühimikud on suuremad kui väiksemate terade puhul. Peeneteralises vormisegus tuleb väljuvatel gaasidel läbida pikk teekond mööda kitsaid looklevaid kanaleid, mille takistus on suur ja seetõttu osutub ka gaasiläbitavus väikseks.

Vormisegud nurgelistest liivateradest on raskemini tihendatavad kui ümaratest teradest, mistõttu teradevahelised tühimikud võivad jääda suuremaks. Nurgeliste liivaterade pind on aga tavaliselt krobelisem kui ümarate terade pind, mille tagajärjel gaaside läbiminekul kasvab hõõrdetakistus. Seetõttu võib nurgelistest liivateradest valmistatud vormisegude gaasiläbitavus olla parem või halvem kui ümaratest liivateradest valmistatud vormisegudel.

Peale liivaterade kuju ja suuruse avaldab vormisegu gaasiläbitavusele suurt mõju vormiliiva teraline koostis. Kui

see on ühtlane, siis on segu gaasiläbitavus hea. Kui aga kasutatakse hajutatud teralise koostisega liiva, täidavad peened terad teradevahelised tühimikud ja gaasiläbitavus osutub väikseks.

Saviterakesed on liivateradest tunduvalt väiksemad ja nad täidavad liivaterade vahelisi tühimikke, mistõttu savisisalduse suurenemisega vormisegu gaasiläbitavus langeb.

Niiskusesisaldus mõjutab oluliselt liiva- ja vormisegu gaasiläbitavust. Kuiv liiva-savisegu laseb gaase halvasti läbi, kuna saviterakesed on kohevil ja täidavad liivaterade vahelised poorid. Vee lisamisel kleepuvad saviosakesed omavahel ja liivateradele, tekivad suuremad tühimikud ja vormisegu gaasiläbitavus suureneb. Teatud vee hulga juures saavutab gaasiläbitavus maksimumi ja hakkab seejärel langema. See on tingitud pooride täitumisest veega. Igal vormisegul on teatud optimaalne niiskusesisaldus, s.o. niiskusesisaldus, mil gaasiläbitavus on maksimaalne. Valandis gaasitühimike tekkimise vältimiseks on soovitatav kasutada võimalikult väikese niiskusesisaldusega vormisegu (soovitatav 4-5%). Liiga niiske vormisegu kasutamisel hakkavad valandid "keema" ja nendes tekivad gaasitühimikud.

Gaasiläbitavus oleneb samuti tihendamise astmest. Seetõttu tuleb vormisegu gaasiläbitavuse määramiseks kasutada spetsiaalseid katsekehasid, mis on tihendatud standardse laboratoorse rammimisseadme all kolme löögiga.

Tugevus on teiseks tähtsamaks vormisegude tehnoloogiliseks omaduseks. Vormi ja kärni tugevuseks nimetatakse nende võimet vastu panna välisjõududele ilma purunemata. Kui vormisegu pole küllalt tugev, võib sulametalli tulv osa vormi seinu ära uhtuda ja selle tagajärjel saadakse moondunud kujuga ja mullapesadega valand. Kui vormisegu on liiga tugev, võivad valandis tekkida praod ja kaardumine.

Vormisegu tugevus, nagu gaasiläbitavuski, oleneb liivaterade granulomeetrilisest koostisest, savi, vee ja kinnitite sisaldusest. Keemiliselt kõvenevates vormisegudes on otsustava tähtsusega vesiklaasisisaldus. Mida jämedamad, ühtlasema suurusega, ümaramad ja siledapinnalisemad on liivaterad, seda väiksem on vormisegu tugevus sama sideaine hulga

T a b e l 2-1

Mudelisegud

Vormisegu kasutusala	Vormi- liiva grupp	Savi- hulk %	Niiskus %	Gaasi- läbi- tavus k	Tugevus kat- niisked kat- sekehad sur- vele	Tugevus MN/m ² kuivatatud katskehad tõmbele	Soovi- tatav värske vormi- segu hulk %	Kivi- sõe- toim %	Sae- puru %
Märjad vormid malmvalule, valandi mass									
kuni 20 kg	016 01	8-10	4,5-5,5	30	0,03-0,05	-	10-25	2-3	-
" 200 kg	016 02 04	8-10	4,5-5,5	50	0,03-0,05	-	10-50	2-5	-
" 2000 kg	0315 02	8-12	4,5-5,5	70	0,03-0,065	-	30-50	5-8	-
Kuivatatud vormid malmva- lule, valandi mass									
kuni 10 000 kg	04 0315	15-20	7-8	80	0,055-0,075	0,08-0,12	40-60	-	2-3
Terasvalule, märjad vormid, valandi mass kuni 500 kg	0315 02	10-12	4-5	100	0,03-0,05	-	25-50	-	-
kuivad vormid, valandi mass kuni 5000 kg	0315 02	12-15	-	70	0,04-0,055	0,1-0,15	25-50	-	-
Alumiiniumvalule:									
märjad vormid	01	8-10	4-5	30	0,03-0,05	-	20-40	-	-
kuivad vormid	01	8-12	5-6	30	0,03-0,05	0,08-0,12	20-40	-	-

Tabel 2-2

Mudelisegud vesiklaasiga

Segu liiva-savi osa koostis %	Segu liiva-savi	Vedelklaas %-des	10%-line NaOH lahus %-des	Masuut %-des	Seguomadused			Niiskus %
					segu liiva-savi massist	survele niiskes olekus	Tugevus MN/m ²	
-	3-5	5-6	1	0,5	0,02-0,035	1,5-2,0	>150	3,5-4,5
väljalöödud vormi-segu	0-2	5-6	1	0,5	0,025-0,04	1,5-2,0	>100	3,5-4,5
kvartslüüv	30							
97-95								
70								

puhul. Savihulga suurenemisega tõuseb vormisegu tugevus, kuid langeb gaasiläbitavus. Liiga kuiv vormisegu mureneb, niiskusesisalduse tõusuga tugevus kasvab, saavutab maksimumi ja niiskusesisalduse edasise suurendamise korral alaneb.

Kuivamata vormisegude survetugevus on tavaliselt 0,03-0,06 MN/m².

Mõnede mudelisegude omadused on toodud tabelites 1-1 ja 2-2

Vormisegusid jaotatakse mudeliseguks, täiteseguks ja ühtseks seguks. Mudelisegu puutub vahetult kokku sulametaliga, seetõttu peab ta olema eriti kvaliteetne. Mudeli suurusest sõltuvalt kaetakse mudel 20 - 50 mm paksuse mudelisegu kihiga. Vormi ülejäänud osa tehakse täitesegust, millele esitatakse märksa madalamad nõuded kui mudelisegule. Mehhaniseeritud valutsehvides, kus vormimismasinaid toidetakse segupunkritest, kasutatakse ühtset vormisegu, mida valmistatakse tsentraliseeritud vormisegusõlmes eriti hoolikalt.

Kompleksselt mehhaniseeritud ja automatiseeritud valutsehvides kontrollitakse ja reguleeritakse vormisegu kvaliteeti kohapeal automaatselt. Vähem mehhaniseeritud valutsehvides kontrollitakse vormisegu kvaliteeti laboratooriumis.

B. E k s p e r i m e n t a a l n e o s a

Töö ülesanne: Uurida vormisegude gaasiläbitavust ja tugevust olenevalt niiskuse- ja savisisalduse muutumisest.

Konkreetselt ülesande annab õppejõud vastavalt töö käigus toodud variantidele. Üliõpilased teevad katseid ühe variandi kohaselt ja võrdlevad oma tulemusi õppejõult saadud andmetega.

Vajalikud seadmed ja materjalid:

1. Tehnilised kaalud.
2. Taara liiva massi määramiseks.
3. Kaalukauss savi massi määramiseks.
4. Rammimisseade.
5. Gaasiläbitavuse määramise seade.
6. Survetugevuse määramise seade.
7. Segisti (kuiva vormisegu valmistamiseks).

8. Hülss standardsete katsekehade valmistamiseks koos töökuriga.

9. Portselaanhmer nuiaga.
10. Bürett.
11. Tiheda kaanega purk, 3 - 5 tk.
12. Kühvel.
13. Kvartsliid.
14. Savi.
15. Vesi.

T ö ö k ä i k. Koostada tabel 2-4 ja teha katsed õppejõu poolt määratud ühe tabelis 2-3 toodud variandi kohaselt.

T a b e l 2-3

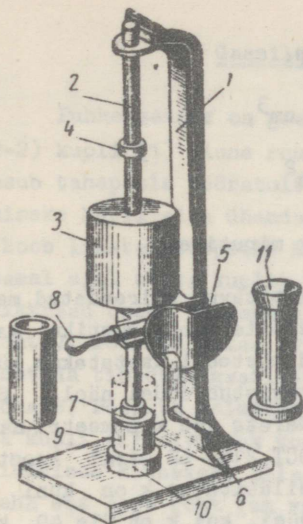
Variant	L i i v		S a v i		V e s i					
	%	g	%	g	%	ml ³				
1.	87	348,0	13	52,0		2,0	10,0			
						2,5	12,0			
						3,5	16,0			
						4,0	18,0			
						4,5	20,0			
						5,0	22,0			
						5,5	24,0			
2.	90	360,0	10	40,0	Vee hulk sama mis 1. variandis					
						2,0	10,0			
						2,5	12,0			
						3,0	14,0			
						3,5	16,0			
3.	92	368,0	8	32,0	Vee hulk sama mis 1. variandis					
						2,0	10,0			
						2,5	12,0			
						3,0	14,0			
						3,5	16,0			
4.	95	380,0	5	20,0	4,5	20,0				
							92	368,0	8	32,0
							90	360,0	10	40,0
							85	340,0	15	60,0
							80	320,0	20	80,0

* Kuna vormisegu teimisel osa vett ära aurab, võetakse vett pool protsenti rohkem arvatud vee hulgast.

Segu nr.	Kuiva segu koostis		Vett kuiva segu hulgast	Õhurõhk cm vee-sam-MN/m ² mast	Gaasi-läbi-tavus k	Survetugevus kgf/cm ² MN/m ²
	%	mass g	% ml			
	liiv	savi	liiv	savi		

Mudelvormisegu valmistamiseks kaaluda vajalik kogus kvartsliiiva ja savi. Kuiva liiva ja savi portsjonid segada spetsiaalses segistis hästi läbi (ca 4 min.) ja valada portselanuhmrisesse. Lisada büretist vajalikul hulgal vett täpsusega 0,1 ml, segada kogu vormisegu hoolikalt läbi ja lasta segu seista õhukindlas purgis, et niiskus muutuks ühtlaseks. ГОСТ 2189-62 järgi peab segu seisma purgis 2 tundi. Silmas pidades laboratoorse katse aja piiratust, lastagu seista vähemalt 20 minutit.

Kaaluda ca 170 g vormisegu ja kallata see põhjaga hülsi ning paigutada rammimisseadmesse (joon. 2-1), viia rammimisseadme kukkuvad osad (mass 6,35 kg) vasakpoolse hoova abil alla ja tihendada vormisegu rammi kolme löögiga. Et kindlustada katsekehale ettenähtud kõrgus $h = 50 \pm 0,8$ mm, peab rammi juhtvardal olev kriips jääma juhtliistul olevate äärmiste kriipsude vahele. Vastasel korral tuleb vormisegu hülsist välja suruda ja kaaluda vormisegu uuesti kas veidi rohkem või vähem 170 grammist, olenevalt vajadustest. Tihendamisel ja rammi templi väljavõtmisel suruda silindrit käega kõvasti vastu tampimisseadme põhjas olevat pesa.



Joonis 2-1. Rammimisseade:

1 - kere, 2 - juhtvarras, 3 - ramm, 4 - ülemine piiraja, 5 - ekstsentrisk, 6 - ekstsentriskipide, 7 - tempel, 8 - käepide, 9 - hülss, 10 - hülsi põhi, 11 - katsekeha tõukur.

Gaasiläbitavuse määramise meetodika

ГОСТ 2189-62 "Vormiliivade ja segude proovivõtmine ja laboratoorseste katsete meetodika" kohaselt kasutatakse gaasiläbitavuse määramiseks normaal- ja kiirendatud meetodit, mõlemal juhul kasutatakse standardseid silindrilisi katsekehasid, mille kõrgus on $50 \pm 0,8$ mm ja läbimõõt $50 \pm 0,2$ mm.

Iga vormisegu gaasiläbitavust määratakse kolme katsekeha teimimisega ja arvutatakse aritmeetiline keskmine. Kui ühe katsekeha gaasiläbitavus erineb rohkem kui $\pm 10\%$ keskmisest aritmeetilisest, tuleb katset korrata uute katsekehadega. Ekspresskatsete puhul lubatakse gaasiläbitavust määrata ka ainult ühel katsekehal.

Ühekohaliste arvude puhul arvutatakse gaasiläbitavus kümnendiku täpsusega, kahe- ja kolmekohaliste arvude puhul kümnendikke ei arvutata.

Gaasiläbitavuse määramiseks normaalmeetodil mõõdetakse 2000 cm^3 õhu katsekehast läbimineku kiirust ja rõhku hülsi paigutatud katsekeha ees.

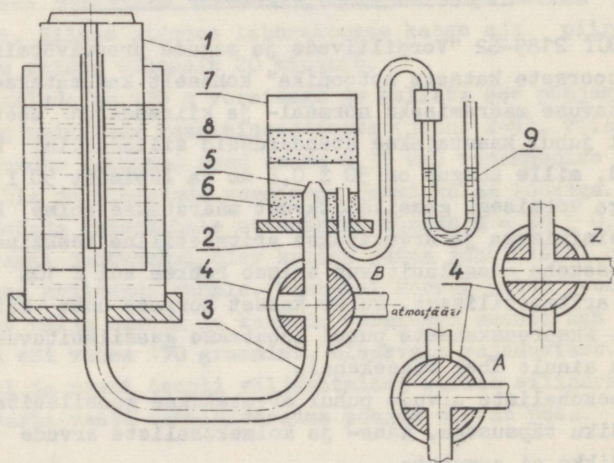
Gaasiläbitavus arvutatakse valemiga

$$k = \frac{v \cdot h}{F \cdot p \cdot T},$$

kus v - läbi katsekeha juhitud õhk cm^3 ,
 h - katsekeha kõrgus cm ,
 F - katsekeha ristlõike pind cm^2 ,
 p - rõhk katsekeha ees g/cm^2 ,
 t - 2000 cm^3 õhu läbimise aeg minutites.

Käesolevas töös määrake gaasiläbitavus kiirendatud meetodil vastavalt allpool toodud juhendile. Õhutorustiku gaasiläbitavuse määramisel kiirendatud meetodil asetatakse hülssis oleva katsekeha ette täiendav takistus düüsi näol. See meetod võimaldab gaasiläbitavust määrata vee manomeetri näidu alusel, kusjuures kasutada GOCT 2189-62 järgi koostatud tabelit (vt. tabel 2-5). Kui gaasiläbitavus k on kuni 49 ühikut, kasutatakse 0,5-mm avaga düüsi, kui k on üle 49, kasutatakse 1,5-mm läbimõeduga düüsi.

Gaasiläbitavuse aparaadi skeem on toodud joonisel 2-2.



Joonis 2-2. Kiirendatud meetodil gaasiläbitavuse määramise seade:

1 - kuppel, 2 ja 3 - torud, 4 - kolmikkraan, 5 - kalibreeritud avaga düüs, 6 - kummikork, 7 - hülss, 8 - katsekeha, 9 - manomeeter.

Gaasiläbitavuse määramine

Fuukeasendis on gaasiläbitavuse määramise aparaadi (joon. 2-2) kupli (1) alune ruum isoleeritud (kolmikkraani (4) hoob asub tahapoole pööratult horisontaalasendis Z). Õhu kogunemiseks kupli alla ühendada kuplialune ruum kolmikkraani abil (hoob lükata ettepoole horisontaalasendisse A) välisõhuga, samal ajal tõsta kuplit vasaku käega ülespoole, sulgeda kolmikkraan (hoob pöörata algasendisse Z ja lasta kuppel käest lahti). Pöörata hüls (7) koos katsekehaga (8) 180° võrra ja asetada tihedalt gaasiläbitavuse määramise aparaadi düüsi (5) kohale. Pöörata kolmikkraani (hoob vertikaalasendisse B) nii, et kupli all olev õhk voolaks läbi kalibreeritud düüsi silindrisse katsekeha alla. Lugeda vee manomeetrilt (9) katsekeha ees olev rõhk (cm veesammast), leida tabelist 2-5 selle vastav gaasiläbitavus k ja fikseerida tulemus tabelis 2-4.

Katsete arvu iga vormiseguga määrab õppejõud.

Märja vormisegu survetugevuse määramine

Märja vormisegu survetugevuse määramisel kasutatakse standardseid silindrilisi katsekehi nagu gaasiläbitavuse määramiselgi.

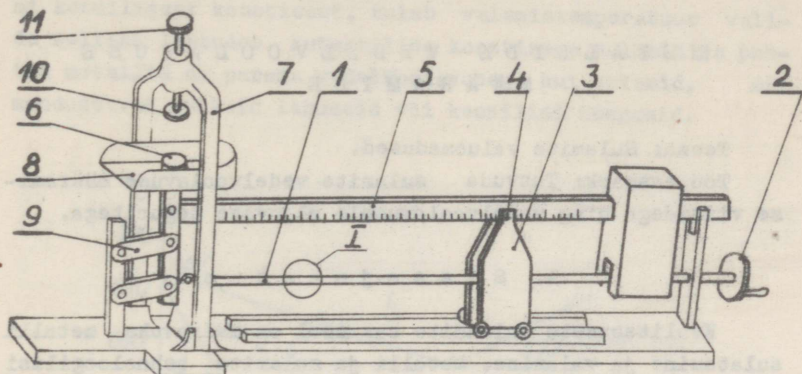
Vormisegust katsekeha survetugevus määrata survetugevuse määramise seadmega (vt. joon. 2-3).

Käigukruvi (1) ja käsiratta (2) abil viia vanker (3) äärmisesse parempoolsesse asendisse. Ülemine tugiplaat (10) viia ülemisse asendisse ja pöörata raam (7) paremale. Katsekeha suruda hülsist välja tõukuri abil. Paigutada alusplaat (6) koos katsekehaga vastavasse pesasse, pöörata raam (7) vertikaalsesse asendisse ja seadepoldiga (11) viia ülemine tugiplaat (10) kokkupuutesse katsekehaga. Põliti pöörata ettevaatlikult kahe sõrmega, kuni on tunda, et ülemine tugiplaat surub kergelt katsekeha pinnale. Käsiratta (2) pööramisega purustada katsekeha, lugeda kangilt survetugevus kgf/cm^2 ja arvutada see ümber SI süsteemi.

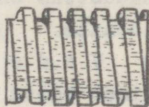
Ühe seguga tehtavate survekatsete arvu määrab õppejõud.

T a b e l 2-5

Surve cm H ₂ O	Gaasiläbitavus		Surve cm H ₂ O	Gaasiläbitavus		Surve cm H ₂ O	Gaasiläbitavus		Surve cm H ₂ O	Gaasiläbitavus	
	ava Ø mm	k		ava Ø mm	k		ava Ø mm	k		ava Ø mm	k
0,4	2450		2,8	33	300	5,2	13,4	128	7,6	6,3	61
0,5	2000		2,9	31	287	5,3	13,0	126	7,7	6,0	58
0,6	1620		3,0	30	275	5,4	12,6	122	7,8	5,8	56
0,7	1350		3,1	29	264	5,5	12,2	119	7,9	5,6	54
0,8	1200		3,2	28	253	5,6	11,8	115	8,0	5,3	52
0,9	1060		3,3	27	243	5,7	11,4	112	8,1	5,1	50
1,0	950		3,4	25	235	5,8	11,0	108	8,2	4,9	-
1,1	850		3,5	24	226	5,9	10,7	105	8,3	4,7	-
1,2	780		3,6	23	219	6,0	10,3	102	8,4	4,4	-
1,3	710		3,7	22	212	6,1	10,0	99	8,5	4,2	-
1,4	650		3,8	21	205	6,2	9,7	96	8,6	4,0	-
1,5	610		3,9	21	198	6,3	9,4	93	8,7	3,8	-
1,6	550		4,0	20	193	6,4	9,0	90	8,8	3,5	-
1,7	525		4,1	19	185	6,5	8,8	88	8,9	3,3	-
1,8	492		4,2	19	178	6,6	8,5	85	9,0	3,1	-
1,9	467		4,3	18	173	6,7	8,2	82	9,1	2,9	-
2,0	440	49	4,4	17	167	6,8	8,0	80	9,2	2,6	-
2,1	417	47	4,5	17	163	6,9	7,7	77	9,3	2,4	-
2,2	398	44	4,6	16	156	7,0	7,5	75	9,4	2,2	-
2,3	376	42	4,7	16	151	7,1	7,2	73	9,5	1,9	-
2,4	358	40	4,8	15	146	7,2	7,0	70	9,6	1,7	-
2,5	341	38	4,9	15	142	7,3	6,7	67	9,7	1,4	-
2,6	326	36	5,0	14	138	7,4	6,5	65	9,8	1,1	-
2,7	313	34	5,1	14	134	7,5	6,3	63	-	-	-



$\frac{I}{M2:1}$



Joonis 2-3. Survetugevuse määramise seade:

1 - käigukruvi, 2 - käsiratas, 3, 4 - vanker koos osutiga, 5 - kang skaalaga, 6 - alusplaat, 7 - raam, 8 - pann, 9 - ülekandemehhanism kangilt plaadile, 10 - ülemine tugiplaat koos seadepoldiga (11).

Aruanne sisaldagu:

- 1) põhjenduse vormisegu gaasiläbitavuse ja tugevuse tundmise vajalikkuse kohta,
- 2) lühikese katsete kirjelduse,
- 3) katsete tulemused tabelina,
- 4) kaks graafikut millimeetripaberil: vormisegu gaasiläbitavuse ja survetugevuse olenevus vormisegu koostisest,
- 5) järeldused.

K i r j a n d u s :

1. P.N. Bidulja. Valutööde tehnoloogia, Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn 1959.
2. ГОСТ 2189-62.

METALLIDE VEDELVOOLAVUSE MÄÄRAMINE

Teema: Sulamite valuomadused.

Töö eesmärk: Tutvuda sulamite vedelvoolavuse määramise viisidega ning vedelvoolavusele mõjuvate teguritega.

A. S i s s e j u h a t u s

Kvaliteetsete valandite saamisel on määravaks metalli sulatamine ja valamine. Metall ja sulamite tehnoloogilisi omadusi, mis iseloomustavad nende kõlbulikkust valandite valmistamiseks, nimetatakse valuomadusteks. Peamisteks valuomadusteks on vedelvoolavus, kahanemine ja kalduvus likvatsioonile.

Vedelvoolavuseks nimetatakse sulami võimet täita täielikult valuvorm ning anda kvaliteetse pinnaga valandeid.

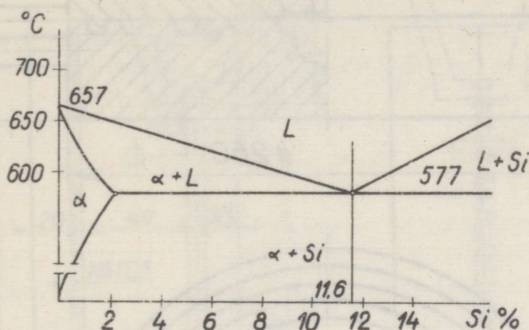
Sulamite mitteküllaldane vedelvoolavus põhjustab valandite pinna ebaühtlust, mittetäielikku valandi täitumist, metalli saastumist oksiidide ja räbuga. Vedelvoolavusel on eriti suur tähtsus õhukeseseinaliste valandite tootmisel. Peale vedelvoolavuse sõltub vormi täitumine vormi enda iseloomust (kuiv-, märgvorm), vormi ventileerimisest ning töösupeade asetusest ja olemasolust, valukanalite süsteemist ning valamise kiirusest.

Metallide ja sulamite vedelvoolavus sõltub nende süsteemist ja pindpinnevusest, mis omakorda sõltuvad sulami keemilisest koostisest ja temperatuurist.

Valamistemperatuuri tõstmine parandab tunduvalt kõiki sulamite vedelvoolavust. Kuid valamistemperatuuri ei saa valida vabalt. Selle määravad teised olulised tegurid (näit. valamistemperatuuri tõstmisel suurenevad valutühmik, pinged ja külgepõlemise oht).

Seetõttu valitakse selline valamistemperatuur, mis kindlustab valandi täitumise ning väldib vajakvalu. Valamistemperatuur peab olema seda kõrgem, mida õhemaseinalisem on valand.

Kuna metalli kristalliseerumistemperatuur sõltub sulami keemilisest koostisest, tuleb valamistemperatuur valida sellest lähtudes. Eutektilise koostisega sulamid ja puh-
 tad metallid on parema vedelvoolavusega kui sulamid, mis
 moodustavad tahkeid lahuseid või keemilisi ühendeid.



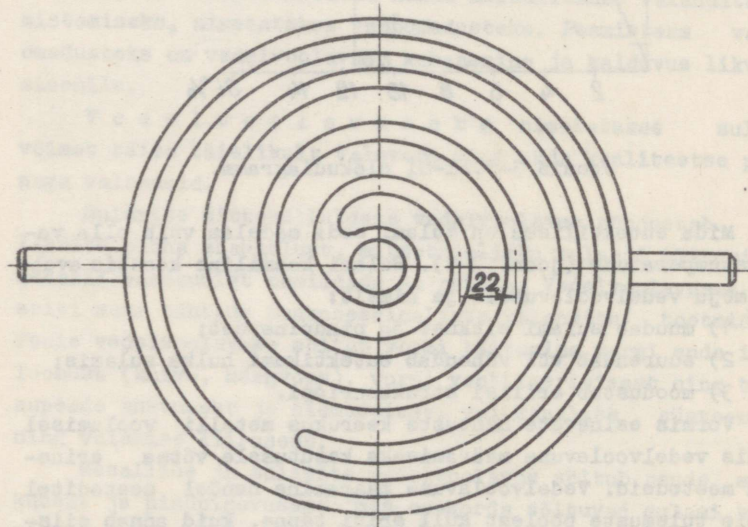
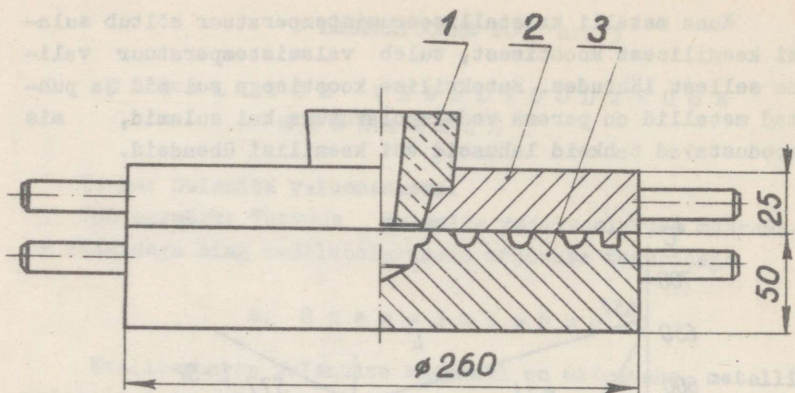
Joonis 3-1. Al-Si olekudiagramm.

Mida eutektilisem on sulam, seda madalam võib olla valamistemperatuur (joon. 3-1). Sulami keemiline koostis avaldab mõju vedelvoolavusele ja nimelt:

- 1) muudab sulami sitkust ja pindpinevust;
- 2) suurendab või vähendab eutektikumi hulka sulamis;
- 3) moodustab erilisi struktuuriosi.

Vormis esinevate nähtuste keerukus metalli voolamisel sundis vedelvoolavuse määramiseks kasutusele võtma erinevaid meetodeid. Vedelvoolavuse määramine nendel meetoditel ei ole tulemuste poolest küll eriti täpne, kuid annab siiski ettekujutuse sulamite vedelvoolavuse muutumisest sõltuvalt tehnoloogilistest teguritest.

Sulamite ja metallide vedelvoolavust määratakse tehnoloogilise proovi abil. Kõige levinum vedelvoolavuse määramise viis on sulami valamine spiraalvormi (joon. 3-2).

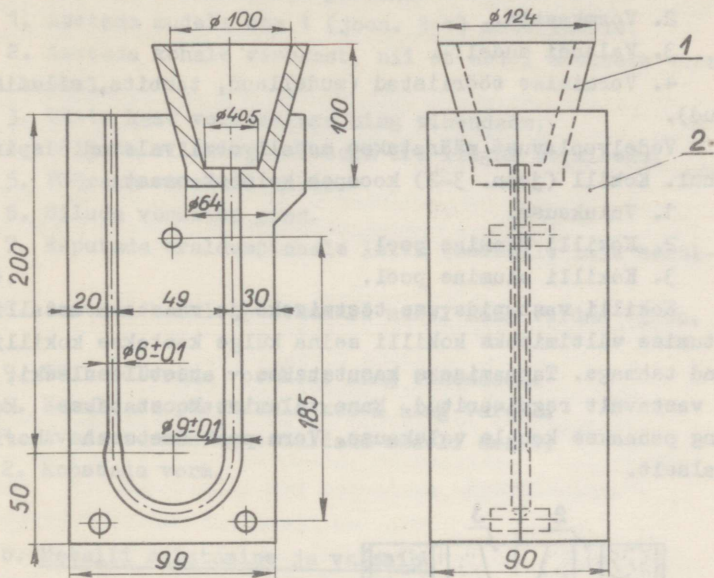


Joonis 3-2. Spiraalvorm:

1 - valukauss, 2 - kokilli ülemine pool, 3 - kokilli alumine pool.

Vedelvoolavust iseloomustab valatud spiraali pikkus millimeetrites. Olenevalt vormide valmistamise viisist valatakse spiraalid vedelvoolavuse määramiseks kas märg-, kuiv- või metallvormi.

Kasutatakse ka teisi viise. Nii näiteks võib spiraali asemel kasutada sirget kanalit läbimõõduga 5 mm ning pikkusega 600 mm.



Joonis 3-3. U-kujuline metallvorm:
1 - valukauss, 2 - metallvorm.

A.M. Samorin ning J.A. Nehendzi võtsid kasutusele terase vedelvoolavuse määramiseks U-kujulise metallvormi (vt. joon. 3-3). Selline proov ei nõua palju metalli ning on alati kasutamiseks valmis.

B. Eksperimentaalne osa

Töö ülesanne: Määrata õppejõu või õppemeistri poolt antud Al-Si sulami vedelvoolavus.

a. Vormide koostamine ja vormimine

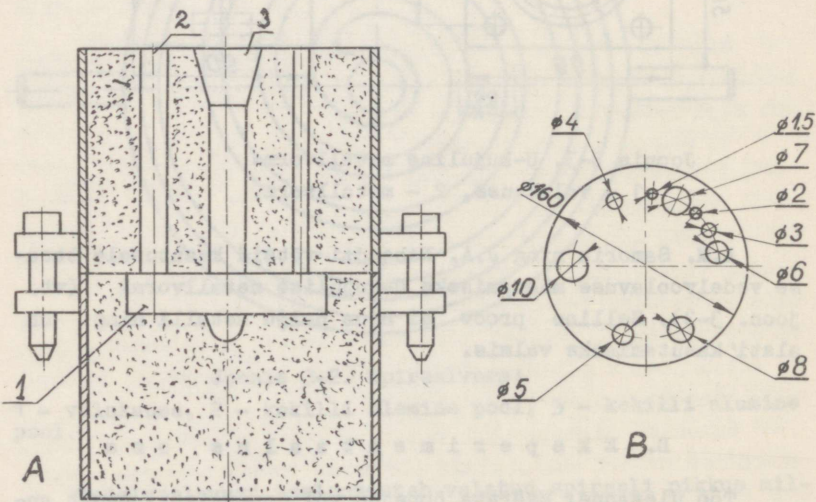
Vajalikud seadmed:

1. Metallist spiraalvorm (kokill).
2. Vormkastid.
3. Valandi mudel.
4. Vormimise tööriistad (mudellaud, tambits, silumisjoonlaud).

Vedelvoolavust määratakse metallvormi valatud spiraali puhul. Kokill (joon. 3-2) koosneb kolmest osast:

1. Valukauss.
2. Kokilli ülemine pool.
3. Kokilli alumine pool.

Kokilli vastupidavuse tõstmiseks ja valatava metalli keevitumise vältimiseks kokilli seina külge kaetakse kokilli tööpind tahmaga. Tahmamiseks kasutatakse atsetüleenleeki, mis on vastavalt reguleeritud. Enne valamist koostatakse kokill ning pannakse kohale valukauss. Vorm peab asetsema horisontaalselt.



Joonis 3-4. A. Vorm:

1 - mudeli ketas, 2 - mudeli vardad, 3 - püstkanal.

B. Valandi pealtvaade.

Koos spiraalprooviga vormitakse ka joonisel 3-4 kujutatud valand, mis koosneb erineva läbimõõduga varrastest (\emptyset 1,5 ... 10 mm).

Valand vormitakse alljärgnevalt:

1. Asetada mudeli osa 1 (joon. 3-4) mudellauale.
2. Asetada kohale vormkast, nii et mudel asetseks vormkasti keskel.
3. Täita kast vormiseguga ning tihendada.
4. Lõigata silumisjoonlauaga ära liigne vormisegu.
5. Pöörata vormkast ümber.
6. Siluda vormitud pind.
7. Raputada eralduspinnale liiva (mudelilt liiv eemaldada).
8. Asetada kohale püstkanali mudel ning vardad (joon. 4-2).
9. Täita ülemine vormkast ning tihendada.
10. Eemaldada püstkanali mudel ning vardad.
11. Avada vorm ning eemaldada mudeli osa 1.
12. Koostada vorm.

b. Metalli sulatamine ja valamine

Sulami koostise ja valamistemperatuuri määrab kas õppejõud või õppemeister. Sulami koostisosad asetatakse tiigilisse ja tiigel elektri ahju. Ahju temperatuuri kontrollitakse termopaari abil. Enne valamist peab sulami temperatuur ahjus olema 20 ... 30°C võrra kõrgem ettenähtud valamistemperatuurist. Kui nõutav temperatuur on saavutatud, võetakse tiigel ahjust, kõrvaldatakse metalli pinnal olev rübukiht, kontrollitakse termopaari abil sulami temperatuuri, ja kui sulami temperatuur vastab ettenähtule, valatakse sulam vormi. Pärast valandi jahtumist (pärast 5-10-minutist seismist) võetakse ta vormist välja. Valandite mahajahutamist võib kiirendada veega jahutamise teel, kusjuures tuleb silmas pidada ohutust.

c. Vajalikud mõõtmised

1. Määrata valatud spiraalide pikkused. Spiraali pikkus millimeetrites on vedelvoolavuse mõõduks.

2. Mõõta laboratooriumis olevate katsekehade spiraali pikkused.

Saadud andmete alusel koostada graafikud: metalli vedelvoolavus - valamistemperatuur; metalli vedelvoolavus - sulami koostis.

3. Määrata valatud valandi täitumine. Selleks määrata, millise läbimõõduga vardad täitusid täielikult ning millised osaliselt.

Aruanne sisaldagu:

- 1) töö käigu lühikese kirjelduse,
- 2) vajalikud mõõtmisandmed tabelitena,
- 3) nõutavad graafikud ja joonised (valand, spiraalvorm),
- 4) järeldused.

K i r j a n d u s:

1. P.N. Bidulja. Valutööde tehnoloogia, Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn 1959.

LABORATOORNE TÖÖ nr. 4

M E T A L L I D E J A S U L A M I T E M A H U - K A H A N E M I S E M Ä Ä R A M I N E

Teema: Sulamite valuomadused.

Töö eesmärk: Tutvuda sulamite mahukahanemise määramise viisiga ning mahukahanemisele mõjuvate teguritega.

A. S i s s e j u h a t u s

Üheks metallide ja sulamite kahanemise tagajärjeks on kahanemistühimike tekkimine. Kahanemistühimikud tekivad peaaegu igas valandis, kuid nende mõõtmed, kuju ja asetus valandis sõltuvad paljudest põhjustest.

Kahanemistühimikeks nimetatakse teatud suurusega tühimikke valandis. Tavaliselt kahanemistühimike pind on ebaühtlane, konarlik, millega neid on võimalik eraldada gaasitühimikest.

Kahanemistühimikud võivad valandis esineda suurte ning kontsentreeritud või siis laialipillatud väikeste tühimikena.

Nagu näitas akad. A.A. Botšvar, sõltub kahanemistühimike jagunemine kontsentreerituiks ja laialipillatuiks, kristalliseerumistemperatuuri intervallist.

Kontsentreeritud kahanemistühimik on kõige suurem nendel sulamitel, millel on väike kristalliseerumistemperatuuri intervall (puhtad metallid, eutektilise koostisega sulamid), ning väiksem nendel sulamitel, mille kristalliseerumistemperatuuri intervall on suur.

Kontsentreeritud kahanemistühimik tekib järgmistel põhjustel. Alguses tardub metall valandi pinnal ning tardumine jätkub valandi sisemusse. On aga teada, et metalli kahanemine sulas olekus on suurem kui tahkes. Seetõttu järelejäädud sulametalli mahu vähenemine ning kahanemine tardumisel on suurem kui samal ajavahemikul välise tardunud osa kahanemine. Tardunud kooriku tõttu on aga valandi sisemine osa isoleeritud. Selle tulemusel sulametalli nivoo alaneb ning valandisse tekib tühimik. Kahanemistühimik asetseb valandi massiivsemas osas, mis tardub viimasena. Ühemaid valandi osi toidab sulametalliga valandi massiivsem osa ning seetõttu nendes kahanemistühimikke ei teki. Kahanemistühimik tekib valandi massiivsete osade ülemises osas.

Kahanemistühimikud, olgu nad siis makro- või mikrotühimikud, vähendavad valandi ristlõiget ning on ka valandi ebatiheduse põhjuseks. Need tühimikud on samuti kuumade pragude tekkimise kolleteks.

Kahanemistühimikud on valanditel põhiliseks defektiks ning nende kõrvaldamiseks tuleks kasutada kõiki tehnilisi võimalusi.

Kõige mõjuvamaks vahendiks kahanemistühimike kõrvaldamisel on spetsiaalsete reservuaaride (nn. valupeade) asetamine valanditele sulametalli kahanemise kompenseerimiseks. Pärast tardumist paikneb kahanemistühimik valupeas. Valupea eemaldamisel saadakse tihe valand. Loomulikult läheb osa metalli kaotsi, mis on võrdne valupea massiga. Mida suurem on valupea mass, seda suuremad on metallikaod.

Valupea õigel asendil ning optimaalsetel mõõtmel on suur tähtsus valandite kvaliteedi ja metalli ökonoomse kasutamise kindlustamisel.

Valupea mõõtmete määramiseks on vajalik teada mahukahanemise suurust. Mahukahanemise määramiseks kasutatakse mitmesuguseid tehnoloogilisi proove. Valandite kontrollimiseks, et selgitada, kas valandis ei esine kahanemistühimikke, kasutatakse röntgeni- ja γ -kiiri.

B. Eksperimentaalne osa

Töö ülesanne: Määrata õppejõu või õppemeistri poolt antud Al-Si sulami mahukahanemine.

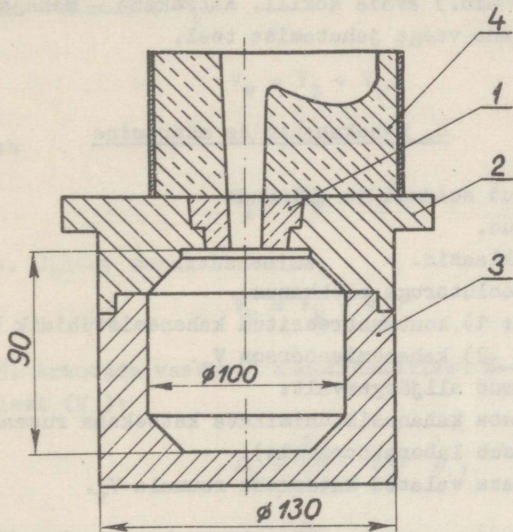
a. Vormi koostamine

Vajalikud seadmed ja materjalid.

1. Kokill (joon. 4-1).
2. Vormkast püstkanali ja valukausi (joon. 4-1, osa 4) vormimiseks.
3. Püstkanali ja valukausi mudel.
4. Kärn.
5. Tambits.
6. Silumisjoonlaud.
7. Mudellaud.

Kahanemisproovi jaoks vajaliku vormi koostamine toimub alljärgnevalt:

1. Koostada kokill (joon. 4-1, osad 2 ja 3).
2. Asetada kohale kärn (joon. 4-1, osa 1).
3. Vormida valukauss ning asetada see kokillile selliselt, et püstkanali ava ja kärni ava oleksid kohakuti.



Joonis 4-1. Kokill:

1 - kärn, 2 - kokilli ülemine pool, 3 - kokilli alumine pool.

b. Metalli sulatamine ja valamine

Metalli sulatatakse elektritakistusahjus. Sulami koostisosad on meistri poolt varem kaalutud ja sulatamiseks ahju pandud. Ahju temperatuuri kontrollitakse termopaari abil. Enne valamist peab sulami temperatuur ahjus olema $20 \dots 30^{\circ}$ võrra kõrgem ettenähtud valamistemperatuurist. Kui nõutav temperatuur ahjus on saavutatud, võetakse tiigel ahjust, kõr-

valdatakse metalli pinnal olev räbukiht, kontrollitakse termopaari abil sulami enda temperatuuri. Kui tiiglis oleval metallil on nõutav temperatuur, valatakse sulam kokilli. Pärast kokilli täitumist eemaldatakse kiiresti kokilli peal olev vormkast, et valand täiendavalt ei toituks püstkanalisse jäänud metalli arvel. Pärast valandi jahtumist (kestab 5 ... 10 min.) avada kokill. Katsekeha mahajahutamist võib kiirendada veega jahutamise teel.

c. Mahukahanemise määramine

Vajalikud seadmed ja abinõud:

1. Kaalud.
2. Mõõtklaasid.
3. Ülevoolutoruga plekkanum.

Määrata: 1) kontsentreeritud kahanemistühimik V_k ,
2) kahanemispoorsus V_p .

Töö toimub alljärgnevalt:

1. Määrata kahanemistühimikuta katsekeha ruumala V_a (katsekeha asub laboratooriumis).
2. Määrata valatud katsekeha ruumala V_v .

Katsekehade ruumala määramiseks kasutatakse ülevoolutoruga anum. Selleks täidetakse anum kuni ülevoolutoruni veega. Ülevoolutoru alla asetatakse mõõtklaas ning lastakse peenikese traadi otsa riputatud katsekeha ettevaatlikult anumasse. Katsekeha poolt väljatõrjutud vee maht võrdub katsekeha mahuga.

Saadud andmetest arvutatakse kontsentreeritud kahanemistühimik

$$V_k = V_a - V_v.$$

3. Kahanemispoorsuse V_p määramiseks on vaja määrata tiheda, ilma poorideta valandi ruumala V_t , mille mass vastaks meie valandi massile.

Selleks tuleb määrata valandi mass G ja tiheda katsekeha tihedus γ . Kui viimast ei ole antud

$$V_t = \frac{G}{\gamma_t}.$$

Valatud katsekeha V_v on pooride mahu V_p võrra suurem tihedast valandist V_t .

$$V_v = V_t + V_p,$$

millest

$$V_p = V_v - V_t.$$

4. Üldine mahukahanemine

$$V_m = V_k + V_p.$$

5. Arvutada vastavad mahukahanemised %-des valandi ruumalast (V_a):

$$\beta_k = \frac{V_k}{V_a} \cdot 100 \%,$$

$$\beta_p = \frac{V_p}{V_a} \cdot 100 \%,$$

$$\beta_m = \frac{V_k + V_p}{V_a} \cdot 100 \%.$$

6. Määrata laboratooriumis olevatel katsekehadel β_k , β_p , β_m . Saadud andmete alusel koostada graafikud: kahaneviste β_k , β_p , β_m sõltuvus valamistemperatuurist või koostisest.

Aruanne sisaldagu:

- 1) töö lühikese kirjelduse,
- 2) katsekeha ja vormi joonise,
- 3) olekudiagrammi Al-Si joonise,
- 4) vajalikud arvutused,

- 5) graafikud,
- 6) järeldused.

Kirjandus:

1. P. Bidulja, Valutööde tehnoloogia, Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn 1959.

LABORATOORNE TÖÖ nr. 5

ALUMIINIUMISULAMITE JOONKAHANEMISE MÄÄRAMINE

A. Sissejuhatus

Teema: Sulamite valuomadused.

Eesmärk: Tundma õppida metallide joonkahanemise määramise meetodikat.

Kahanemiseks nimetatakse metallide ja sulamite omadust tõmbuda kristalliseerumisel ja jahtumisel kokku, s.o. vormis vähenevad valandi maht ja mõõtmed. Eristatakse mahu- ja joonkahanemist. Mahukahanemise probleemi käsitleb laboratoorne töö nr. 4. Joonkahanemiseks nimetatakse vedelas olekus oleva valandi joonmõõtmete ja tardunud ning jahtunud valandi vastavate joonmõõtmete vahet. Kui valandi kahanemine ei ole oluliselt takistatud, nimetatakse seda vabaks kahanemiseks. Mõnede levinumate valusulamite vaba joonkahanemise väärtused on toodud tabelis:

Sulami mark või nimetus	Joonkahanemine %-des
Valged malmid	1,7 - 2,0
Hall- ja modifitseeritud malmid	1,0 - 1,3
Malmid keraja grafiidiga	0,7 - 1,2
Süsinikterasid	2,2 - 2,5

Sulami mark või nimetus	Joonkahanemine %-des
Kõrgelt legeeritud terased	
IXI3Л, 2XI3Л, X9C2Л	1,9 - 2,0
X25ТЛ, X28Л, X34Л	1,5 - 1,8
XI8H9ТЛ, X25HI9C2Л	2,5 - 2,8
Tinapronksid	1,4 - 1,6
Alumiiniumpronksid	
БрАМц9-2Л, БрАЖН IO-4-4Л	1,7 - 1,8
БрАЖ9-4Л	2,3 - 2,5
Alumiiniumsulamid	
АЛ2, АЛ4	0,9 - 1,1
АЛ3, АЛIO, АЛII, АЛI2	1,2 - 1,4
АЛ5, АЛ6, АЛI9, АЛI3	1,1 - 1,3
АЛI, АЛ7, АЛ8	1,3 - 1,5
Magneesiumisulamid	1,1 - 1,9
Tsingisulamid	0,9 - 1,2
Titaanisulamid ja titaan	1,5 - 2,3

Valandite tootmisel esineb vaba kahanemist harva. Vormis esinevad väljaasted, kärnid jm. takistavad metalli kokkutõmbumist, mistõttu valandi reaalne joonkahanemine on tavaliselt väiksem tabelis toodud vaba joonkahanemise protsentiidest.

Sulami kahanemine oleneb suurel määral metalli valutemperatuurist ja tema keemilisest koostisest. Mida kõrgem on valutemperatuur, seda suurem on kahanemine. Süsiniku- ja ränisisalduse suurenemisega, mangaani ja väevli vähenemisega malmi kahanemine väheneb. Alumiiniumisulamites ränisisaldus vähendab, vase- ja mangaanisaldus aga suurendavad kahanemist.

Sulamite kahanemine tekitab valamisel palju raskusi. Et saada joonisel ettenähtud mõõtmetega valandit, on vaja mude- li ja seega ka vormi mõõtmed teha joonkahanemise võrra suuremad.

Sulami joonkahanemine võib valamisel põhjustada praaki, kui valandi kuju on keeruline ja vorm vähe järeleandlik. Eriti tähelepanelik tuleb olla keerulise kujuga vähe järeleandlike

kärnide ja metallvormide kasutamisel. Pragude vältimiseks valatakse keerulise kujuga valandeid suurendatud järeleandlikkusega muldvormidesse. Valandi kristalliseerumise ja jahtumise ajal tõmbub metall vormis kokku. Kui vorm osutab küllalt suurt vastupanu kokkutõmbuvale valandile, jäävad viimasesse sisepinged. Kui sisepinged ületavad metalli tõmbetugevuse, tekivad valandisse praod. Kui sisepinged ei ületa tõmbetugevust, kuid ületavad voolavuspiiri, valand kaardub. Ka väikesed sisepinged, mille suurus on alla voolavuspiiri, teevad valandi tundlikuks igasugustele välisetele mõjudele. Näiteks transpordil saadud põrutuste tagajärjel võivad sisepingetega valandid praguneda. Sisepingetega valandite mehaanilisel töötlemisel võivad töötlemisvaru eemaldamise tagajärjel sisepinged detailis ületada tõmbetugevuse, mis põhjustab pragude tekkimise.

Valandite sisepingete kaotamiseks kasutatakse mitmesuguseid võtteid. Malmvalandeid hoitakse 2 - 3 kuud enne mehaanilist töötlemist laos või lõõmutatakse. Terasvalandeid lõõmutatakse, mille tulemusena paraneb ka valandi struktuur.

Ka valandi õige konstruktsioon võimaldab vältida sisepingeid. Valatud detailide konstrueerimisel tuleb vältida järske seinapaksuste muutusi - üleminekud peavad olema sujuvad. Valandi seinte ristumiskohtades tuleb ette näha küllalt suured raadiused. Terasvalanditel nähakse neis ette ribid.

Arvestades, et valupraak on sageli põhjustatud ebaõigest detaili konstruktsioonist, on vajalik, et konstruktorid tunneksid valutehnoloogia iseärasusi.

B. E k s p e r i m e n t a a l n e o s a

Töö ülesanne: Tutvuda sulamite joonkahanemise määramise meetodikaga. Määrata alumiiniumisulamite joonkahanemise sõltuvus valandi kujust ja vormi materjalist.

Vajalikud seadmed:

1. Joonkahanemise määramise seade koos vormkasti, kahe mudeli ja kärni ning kärnkastiga.
2. Vormmaterjalid.
3. Stopper.
4. Tiigel metalli valamiseks.
5. Elektriahi metalli sulatamiseks.
6. Termopaar millivoltmeetriga.

T ö ö k ä i k: Koostada kaks tabelit aja, temperatuuri ja valandi kahanemise ülesmärkimiseks.

Õppejõu või õppemeistri juhendamisel valmistada vardakujulise valandi (vt. joon. 5-2, mudel 1) vorm ja asetada joonkahanemise seadmesse.

Kinnitada liikuvale ja liikumatule vankrile tihvtid, fikseerides nende kauguse vormiõõne põhjast 5 - 7 mm kõrgemale ja nende omavaheliseks kauguseks 200 mm (vt. joon. 5-1).

Seejärel antakse indikaatori vedrule vajalik pinge, pidurdatakse liikuv vanker ja reguleeritakse indikaatori skaala nulli. Termopaari ots asetatakse vormi õõnde, täidetakse vorm alumiiniumsulamiga ja vabastatakse liikuva vankri pidur.

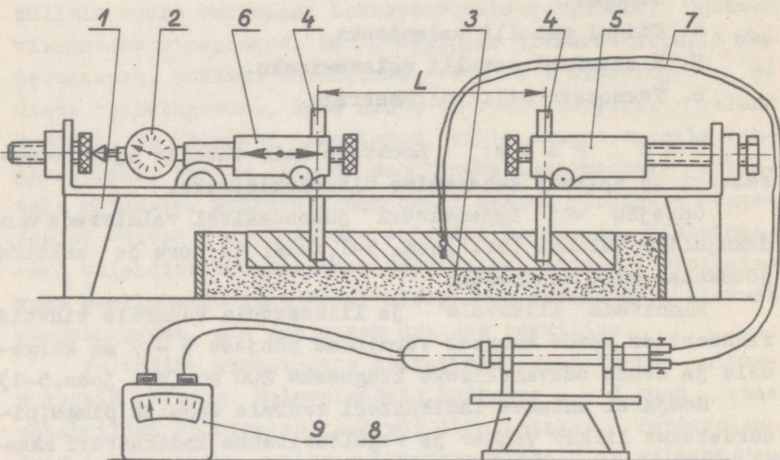
Indikaatori osuti liikumahakkamisel käivitada stopper ja fikseerida tabelisse indikaatori osuti seis iga 30 sekundi järel; alates 300°C fikseerida indikaatori osuti seis iga 60 sekundi järel, kuni valand on jahtunud ruumi temperatuurini. Jahtunud valandil mõõta tihvtide kaugus teineteisest 1-mm täpsusega. Korrata katsed topelt T kujulise valandiga (vt. joon. 5-2, mudel 2).

Mudel 2 kasutamisel, vastavalt õppejõu korraldusele, valmistada vorm ühe variandi järgi alljärgnevast kolmest: a) vormida keemiliselt kõveneva seguga; b) kasutada kuivatatud kärne; c) kasutada metallkärne.

Valandi joonkahanemine protsentides

$$B_{jk} = \frac{L_{jk}}{L_e} \cdot 100 \%,$$

kus L_{jk} - indikaatori näit pärast valandi jahtumist mm-tes,
 L_e - valandi pikkus mm toatemperatuuril.

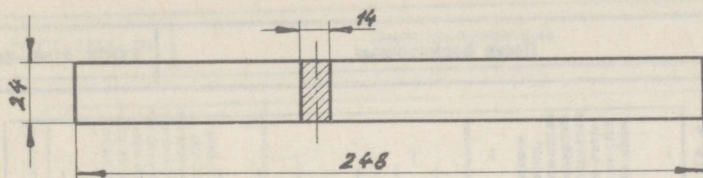


Joonis 5-1. Joonkahanemise määramise seade:

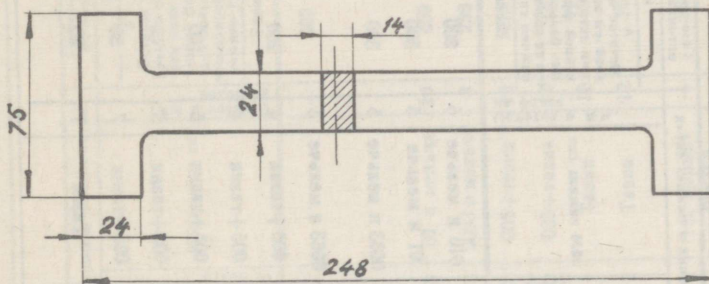
1 - raam, 2 - indikaator, 3 - vorm, 4 - tihvtid, 5 - liikumatu vanker, 6 - liikuv vanker.

Aruanne sisaldagu:

- 1) joonkahanemise olemuse ja teda mõjutavate tegurite kirjelduse,
- 2) joonkahanemise määramise seadme skeemi,
- 3) katsetulemused tabelina,
- 4) järgmised graafikud millimeetripaberil:
 - a) valandite kahanemine olenevalt temperatuurist -- abstsisssteljele kanda temperatuur, ordinaatteljele kahanemine,
 - b) valandi temperatuuri olenevus jahtumisajast -- abstsisssteljele kanda aeg, ordinaatteljele temperatuur,
- 5) katsetulemuste põhjendused ja järeldused.



Joon. 5-2, mudel 1.



Joon. 5-2, mudel 2.

K i r j a n d u s

1. P.N. Bidulja. Valutööde tehnoloogia, Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn 1959.
2. Н.А.Баринов, А.Ф. Ланда, П.С. Паутинский. Технология металлов, Metallurgizdat, Москва 1963.
3. С.Я. Головин. Краткий справочник литейщика, Машгиз, 1960.
4. П.Н. Бидуля. Технология литейного производства. Машгиз, 1956.
5. А.Л. Туманский. Формовочные пески. Машгиз, 1956.

Таблица 4

Марка песка	Условия фракция		Остатки на верхних и нижних ситах			Адсорбируемость при оптимальной влажности		Предел прочности на сжатие во влажном состоянии при оптимальной влажности кг/см ² не менее	
	№№ сит	% Остаток не менее	№№ верхних сит	% Остаток не более	№№ нижних сит	% Остаток не более	Категории		
							А		Б
1К063, 2К063, 3К063, 4К063, КП063	1, 063, 04	70	2, 5	2	016 и мельче	6	800	700	—
1К04, 2К04, 3К04, 4К04, КП04	063, 04, 0315	70	2, 5+1, 6	6	01 и мельче	8	500	400	—
1К0315, 2К0315, 3К0315, 4К0315, КП0315	04, 0315, 02	70	2, 5+1, 6	3	0063 и мельче	5	300	250	—
1К10315, 1КРК, 2КРК, 3КРК, 4КРК	04, 0315, 02	60	2, 5+1, 6	3	0063 и мельче	5	—	250	—
1К02, 2К02, 3К02, 4К02, КП02	0315, 02, 016	70	2, 5+1, 6	2	005+тазик	4	200	160	—
1КРС, 2КРС, 3КРС, 4КРС	0315, 02, 016	60	2, 5+1, 6	2	005+тазик	4	—	160	—
1К016, 2К016, 3К016, 4К016	025, 016, 01	70	2, 5+1, 6+1	2	005+тазик	5	100	75	—
1КРМ, 2КРМ, 3КРМ, 4КРМ	02, 016, 01	60	2, 5+1, 6+1	2	005+тазик	5	—	75	—
1К01, 2К01, 3К01, 4К01	016, 01, 0063	70	2, 5+1, 6+1	1	005+тазик	7	50	40	—
1К0063, 2К0063, 3К0063, 4К0063	010, 0063, 005	70	От 2, 5 до 04 (включительно)	1	Тазик	7	30	25	—

Продолжение

Марка песка	Основная фракция	Остатки на верхних и нижних ситах				Газопроницаемость при оптимальной влажности		Предел прочности на сжатие во влажном состоянии при оптимальной влажности кг/см ² не менее
		ММ верхних сит	Остаток в %	ММ нижних сит	Остаток в %	Категории		
						А	Б	
ММ сит	Остаток в %	ММ верхних сит	Остаток в %	ММ нижних сит	Остаток в %	Остаток на крайнем нижнем сите осевой фракции	Остаток на крайнем нижнем сите осевой фракции	
КР0	Основная фракция на трех любых смежных ситах менее 60%	2,5+1,6	3	—	—	200	40	—
T04	063, 04, 65 0315	2,5+1,6	3	01 и мельче	10	450	350	—
T0315	04, 0315, 65 02	2,5+1,6	3	0063 и мельче	8	250	200	—
T02	0315, 02, 65 016	2,5+1,6	2	005+тазик	10	125	80	—
T016	02, 016, 65 01	2,5+1,6+1	2	005+тазик	12	75	60	—
T01	016, 01, 65 0063	2,5+1,6+1	1	Тазик	10	40	35	—
T0063	01, 0063, 65 005	От 2,5 до 04 (включительно)	1	Тазик	12	25	20	—
T005	0063, 005 65 и тазик	От 2,5 до 04 (включительно)	1	Не нормируется	—	20	15	—

Продолжение

Марка песка	Основная фракция		Остатки на верхних и нижних ситах			Газпроницаемость при оптимальной влажности		Предел прочности на сжатие во влажном состоянии при оптимальной влажности $k_{гг}/c_{ж}$ не менее	
	ММ сит	Остаток в %	ММ верхних сит	Остаток в %	ММ нижних сит	Остаток в %	Категория		
							А		Б
							Остаток на крайнем верхнем сите осевой фракции больше, чем на крайнем нижнем сите	Остаток на крайнем нижнем сите осевой фракции больше, или больше, чем на крайнем нижнем сите	
							Единиц, не менее	Единиц, не менее	
П04	063, 04, 0315	55	2,5+1,6	4	01 и мельче	10	—	—	0,20
П0315	04, 0315, 02	55	2,5+1,6	4	0063 и мельче	10	—	—	0,25
П02	0315, 02, 016	55	2,5+1,6+1	2	005+тазик	15	—	—	0,25
П016	02, 016, 01	55	2,5+1,6+1	1	005+тазик	20	—	—	0,30
П01	016, 01, 0063	55	2,5+1,6+1	1	Тазик	15	—	—	0,30
П0063	01, 0063, 005	60	От 2,5 до 04 (включительно)	1	Тазик	15	—	—	0,35
П005	0063, 005 и тазик	60	От 2,5 до 04 (включительно)	1	Не нормируется	—	—	—	0,40
Ж0315	04, 0315, 02	50	2,5+1,6	3	0063 и мельче	10	—	—	0,45
Ж02	0315, 02, 016	45	2,5+1,6+1	2	005+тазик	15	—	—	0,45
Ж016	02, 016, 01	45	2,5+1,6+1	1	005+тазик	20	—	—	0,50

Продолжение

Марка песка	Основная фракция		Остатки на верхних и нижних ситах			Газопроницаемость при оптимальной влажности		Предел прочности на сжатие во влажном состоянии при относительной влажности воздуха не менее	
	ММ сит	Остаток в % не менее	ММ верхних сит	Остаток в % не более	ММ нижних сит	Остаток в % не более	Категории		
							А		Б
							Остаток на крайнем верхнем сите осевой фракции больше, чем на крайнем нижнем сите	Остаток на крайнем нижнем сите осевой фракции больше, чем на крайнем верхнем сите	
Ж01	016, 01, 0063	45	2,5+1,6+1	1	Тазик	20	—	0,50	
Ж0063	01, 0063, 005	50	От 2,5 до 04 (включительно)	1	Тазик	20	—	0,50	
Ж005	0063, 005 и тазик	60	От 2,5 до 04 (включительно)	1	Не нормируется	—	—	0,50	
ОЖ02	0315, 02, 016	35	2,5+1,6+1	2	005+тазик	20	—	0,60	
ОЖ016	02, 016, 01	30	2,5+1,6+1	1	005+тазик	25	—	0,75	
ОЖ01	016, 01, 00'3	30	2,5+1,6+1	1	Тазик	25	—	0,75	
ОЖ0063	01, 0063, 005	30	От 2,5 до 04 (включительно)	1	Тазик	25	—	0,75	
ОЖ005	0063, 005 и тазик	45	От 2,5 до 04 (включительно)	1	Не нормируется	—	—	0,75	

Примечания:

1. Степень однородности песка определяется в процентах по отношению к весу всего песка.
2. В песках марок 2КРМ, 3КРМ и 4КРМ допускается содержание глинистой составляющей до 3%.

S i s u k o r d

	lk.
Sissejuhatus	3
Labor. töö nr. 1. Vormiliiva margi määramine	4
" " " 2. Vormisegude gaasiläbitavuse ja survetugevuse määramine	14
" " " 3. Metallide vedelvoolavuse määramine	26
" " " 4. Metallide ja sulamite mahukahanemise määramine	32
" " " 5. Aluminiumisulamite joonkahanemise määramine	38
Kirjandus	43
L i s a	44

Heaks kiidetud kateedri koosolekul 11.mail 1966.

Trükkimisele antud 14.XI 66. Paber 60x84, 1/16
 Trükips. 3,0. Tingps. 2,79. Tiraaž 2000
 TPI rotaprint, 1966. Tell.407
 Hind 9 kop.

Hind 9 kop.

A
2821

51500

TÜ RAAMATUKOGU



1 0300 00515003 4