



Valli Eller

KERAAMIKA KÄSIRAAMAT

Valli Eller

# **KERAAMIKA KÄSIRAAMAT**

Tallinn 1961.a.

Selle käsikirja saamislugu ei ole päris tavaline. Valli Eller (1906 – 1963 ) juhatas eesti keraamikaõpetust 1934.a. kuni 1950.a. – alul Riigi Kunsttööstuskoolis, hiljem Tallinna Riiklikus Tarbekunsti Instituudis, jätkates viimases tööd õppejõuna kuni oma surmani. Ta oli andekas keraamikakunstnik, aga tal oli suuri teadmisi ka keraamika tehnoloogia alal. Kuuekümnendate aastate alguses hakkas ta koostama keraamika käsiraamatut, mis oleks tutvustanud selle eriala tehnoloogiat laiemale huviliste ringkonnale. Kuid Valli Elleri ootamatu ja enneaegne surm jättis selle töö lõpetamata. Peale Valli Elleri surma pöördus kirjastus “Kunst”, kelle tellimusel see töö oli alustatud, tema abikaasa Voldemar Elleri poole, kes lubas abikaasa poolt alustatud töö lõpule viia. Kuid Voldemar Eller leidis Valli materjalide hulgast ainult lahtisi lehti ja paberitükikestele tehtud märkmeid. Neile tuginedes alustas ta käsikirjaga praktiliselt algusest peale. Ta lõpetas selle ning kirjastus võttis käsikirja ka vastu, kuid - Valli Elleri sõnade järgi – majanduslike tingimuste tõttu, ei näinud see trükivalgust.

Käesoleva, 2002. aasta alguses puhkes Voldemar Elleri toas tulekahi. Pärast suitsu ja kustutusvee kahjustusi, asudes sorteerima ja korrastama oma raamatukappe, leidis ta ühe riiuli taganurgast, peitunud teiste raamatute ja paberite vahele, oma abikaasa keraamika õpiku käsikirja. Korralikult kiirkõitjasse paigutatuna, dateeritud aastaga 1961 – valminud seega 40 aastat tagasi. Soovides jäädvustada oma abikaasa mälestust, pöördus ta minu, kui Valli Elleri ühe õpilase poole palvega - aidata see materjal kuidagiviisi publitseerida. Lugupidamisest oma õpetaja mälestusse ja Voldemar Elleri kõrgesse vanusesse (Voldemar Elleri täitus käesoleval, 2002.a. 96 eluaastat) – soostusin ma sellega, kuigi see publitseerimine saab võimalik olla vaid arvutitruki. Käsikiri oli lõpetatud, kuid viimistlemata. Seetõttu ei saanud teda sellisena päris sõna sõnalt kasutada. Mõtte selguse jaoks tuli teha tekstis mõningaid parandusi, kuid püüdsin võimalikult säilitada Valli Elleri sõnakasutust ja ütlemissuuna. Ka liitsin ma mõned väga lühikesed, sama teemat puudutavad peatükid ühe nimetuse alla (nt. kõik käsitreimist puudutavad lõigud). Mingeid sisulisi parandusi pole aga käsikirjas tehtud. Valli Elleri käsikiri on illustreeritud rikkaliku näitliku fotomaterjaliga, mille kvaliteet aga, vastavalt toleaeagsetele võimalustele, ei võimalda paljudest fotodest saada kvaliteetseid trükikoopiaid. See võib kahjustada mõnest töösüklis ülevaate saamist. Nagu autori saatesõnast nähtub, kavatses ta käsikirja lõppu paigutada ülevaatliku tabeli keraamikas

kasutatavatest materjalidest. Kahjuks ei jõudnud ta seda teha, millest on samuti tõsiselt kahju.

Käsikirja valmimisest on möödunud pea pool sajandit. Mõndagi uut on selle aja jooksul juurde tulnud keraamika tehnoloogias, muutunud ja lisandunud võimalusi selle ala arendamiseks. Kuid ma arvan, et Valli Elleri käsikirjas on ära toodud paljud keraamika tehnoloogia põhitõed, millega algaja keraamik peaks tuttav olema. Ka on see käsikiri omamoodi ajastu tunnistus olukorrast, mis valitses keraamika tehnoloogias neli aastakümnet tagasi.

Juuni, 2002.a.

Jutta Matvei.

## SISUKORD

SAATEKS.....	6
SISSEJUHATUS.....	7
I. SAVID.....	8
II . PÕLETUSPROOV.....	8
III. VORMIANDMINE.....	9
IV KANDILISE KARBI VORMIMINE:.....	10
V. KÄSITREIMINE.....	14
VI MEHAANILINE TREIMINE.....	35
VII. PRESSIMINE JA STANTSIMINE.....	41
VIII . KIPSVORMIDEVALMISTAMINE JA NENDE KASUTAMINE ESEMETE PALJUNDAMISEL.....	44
IX. KUIVATAMINE.....	58
X. AHJU PAKKIMINE.....	59
XI. GLASUURIMINE.....	62
XII. PÕLETAMINE.....	63
XIII. KAUNISTAMINE.....	68
XIV . KERAAMIKAS ESINEVAD VEAD JA NENDE VÄLTIMINE..	73

## SAATEKS.

Käesolev keraamika lühimonograafia käsitleb ülevaatlilikult mõningaid tähtsamaid kunstilise keraamika töötlusjärke – alates vormiandmisest kuni valmistooteni. Silmas on peetud eeskätt metoodiliselt tähtsaid töövõtteid ja menetlusi, mis võiksid olla kasulikud asjaarmastajale ja isetegevuslasele. Esitatud materjal ongi peamiselt neile mõeldud. Sel põhjusel on käesolevast populaarteaduslikust ülevaatest välja jäänud spetsiaalne aineistik nagu keraamika keemia ja matemaatika, glasuuride retseptuur jne., mis eeldab lugeja suuremat ettevalmistust. Illustreerivad fotod on näitliku materjalina paigutatud teksti juurde. Kirjutise lõppu on paigutatud ülevaatlilik tabel keraamikas kasutatavate toorainete ja kemikaalide kohta, samuti ka ülevaade keraamilistest värvistajatest. Nende kaudu saab lugeja andmeid keraamika materjalide mitmekesisuse ja omaduste kohta.

Autor.

## SISSEJUHATUS.

Sõna “keraamika” all mõeldakse tänapäevases tähenduses kõiki savitöötlusalasid, kõiki tooteid, mida vormitakse savist või savi moodustavatest koostisosadest – alates tellistest ja lõpetades peenima portselaniga. Kui asetada keraamika kõrvale klaasi, emaili ja tsemendi, moodustavad need keemilisest vaatepunktist lähtudes omaette tootmisala – silikaatide rühma.

Sõna “keraamika” pärineb vanast kreekakeelsest sõnast “keramos”, milles see algselt tähendas joogisarve, muutudes aegamööda potisepa kaupa tähendavaks sõnamõisteks.

Keraamika on üks inimsoo vanimaid elutarbelise ja kunstilise väljenduse tehnikaid. Peaaegu kõikide maailma rahvaste vanim arheoloogia tunneb savinõusid - potte, kausse, kruuse ja kanne – tarbeesemetena, aga samuti ka primitiivset pisiplastikat. Treiketast tuntakse juba teise aastatuhande alguseks. Eesti arheoloogiale on keraamilised leiud tuttavad neoliitilise ajastu (III – I aastatuhat e.m.a.), nn. kamm- ja nöörikeramikana – käsitsi vormitud, põletatud savinõude näol. Peab tähendama, et keraamika oma haruldase säilivuse ja materjali muutumatuse tõttu on saanud asendamatuks tõendusmaterjaliks vanimate ajastute iseloomustamisel.

Praegu ei ole enam ühtki eluala, kus keraamilised tooted ei mängiks igapäevases elus tähtsat osa. Selle materjali rakendusvõimalused on väga mitmekesised: lihtsad ja kärehtellised, katusekivid, trenaažtorud, põranda ja seinaplaadid, kahlid, sanitaarkeraamika, laboratoorsed nõud, happevannid, välisarhitektuuri kaunistused (plaadid, pannood, reljeefid, aiaskulptuurid, fontäänid), tarbenõud (vaasid, serviisid, kannud, kausid jne) ning ehiskeraamika oma tehnikate ja laadide mitmekesisuses. Tarbenõude ja ehiskeraamika juures on peale vormi olulisteks kujunduselementideks ka glasuur ja värv. Keraamika ainekast kasutatakse juba ka lõiketerana treimisel. Uuemad teaduse andmed väidavad samuti, et kosmoselaevade parim väliskate lähtub samuti keraamikast, kuna see vastavat paljudele termilistele, kiirguslikele ja muudele isolatsiooni nõuetele, mida selline sõit esitab.

Tahaks loota, et nii elutarbelise kui ka arhitektuurse keraamika kasutusala tulevikus laieneb, andes seega ka avaramaid võimalusi nende kunstiliseks kujundamiseks.

## I. SAVID.

Looduses leidub väga rikkalikke savivarusid. Oma omaduste poolest on need aga väga erinevad. Mõned savid sisaldavad suurel määral saviollust – kaoliini ning vähe muid lisandeid nagu räniliiva, põllupagu, vilgukivi, ning on seetõttu hästi vormitavad. Neid nimetatakse rasvasteks savideks. Teistes savides on aga palju liiva ja muid jämedateralisi aineid. Nad on halvasti vormitavad ja neid nimetatakse lahjadeks savideks. Rasvased savid erinevad lahjadest sellepoolest, et nad kuivamisel ja põletamisel palju kahanevad. Lahjadel, liivarikastel savidel on kahanemisprotsent väiksem.

Peale vormitavuse on vaja kindlaks teha ka savide värvus. Savi värv oleneb tema lisanditest, metallide ühenditest ja orgaanilistest ainetest. Peale põletust savid tavaliselt muudavad värvust. Toores olekus võivad savid omada valge, halli, kollase, roheline, punase või isegi musta värvuse. Keraamika põletamisel orgaanilised ained põlevad ära. Peale põletamist jäävad rauarikkad savid punaseks, lubjarikkad kollaseks. Mõned tumedad savid võivad põleda ka valgeks (näit. Tsassov- Jari savid Ukrainas).

## II . PÕLETUSPROOV.

Enne uue savi tarvitamisele võtmist tuleb sellest teha põletusproov. Madala kuumuse savisid võime põletada 900 – 1000 kraadini, kõrgekuumuse savisid 1100 – 1300 kraadini, portselani 1450 kraadini.

Peenestame 100 grammi kuiva savi ja valame ta üle veega. Vähesese seismise järele lahja savi laguneb vees, rasvane savi seguneb veega aga väga aeglaselt. Sõtkume savi ühtlaseks taignataoliseks, õhuvabaks massiks – kuni ta käte külge enam ei kleepu. Vormime sellest kipsplaadil väikesed katsekehakesed ( näiteks 5 x 10 sm suurused ja 0,5 –1 sm paksused plaadikesed). Neid toatemperatuuril kuivatades näeme kas katsekehad on tõmbunud kõveraks või jäänud sirgeks. Liig rasvased savid kisuivad kuivades kõveraks ja on vormimiseks sobimatud, Neid tuleks lahjendada jahvatatud liivaga ning katseliselt teha kindlaks vajalik lisatav liiva hulk. Soovitav on segada rasvaseid savisid lahjadega, et saada sobivat vormimise massi. Mitmesuguse koostisega katsekehad kuivatame j. Põletusproov näitabki, mida antud savimassist võib valmistada.



### III. VORMIANDMINE.

Vormimine oleneb savi liigist ja valmistatava eseme kujust. Kasutatakse kolme liiki savimasse:

1. treimiseks ja vormimiseks – pehmet, taignataolist massi,
2. valamiseks kipsvormidesse – vedelat savilobri,
3. stantsimiseks metallmatriitsidega – niisket või kuiva savipulbrit.

Treimiseks ja vormimiseks kasutatav savimass peab olema hästi ettevalmistatud, ühtlaseks seguks sõtkatud. Savisse ei tohi jääda õhku, mis ahjus paisumisel võib põhjustada eseme mõranemist. Õnesvormide juures peab silmas pidama, et eseme seinapaksus oleks igal pool ühesugune – vastasel korral võib kuivamisel ja põletamisel tekkida savis sisepinge, mis põhjustab eseme pragunemist.

Pehme taignataoline mass laseb end hästi vormida ja modelleerida. Selleks vajame vastavaid tööriistu.

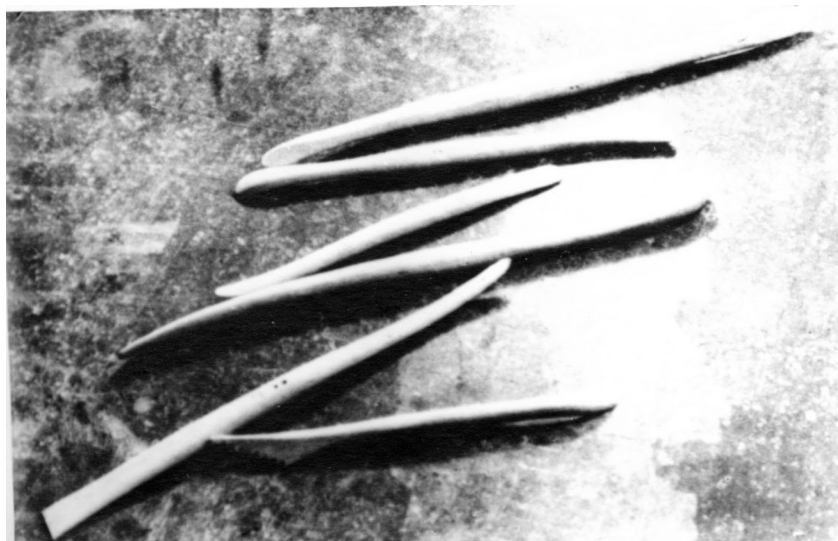


Foto 1. Modelleerimise pulgad.

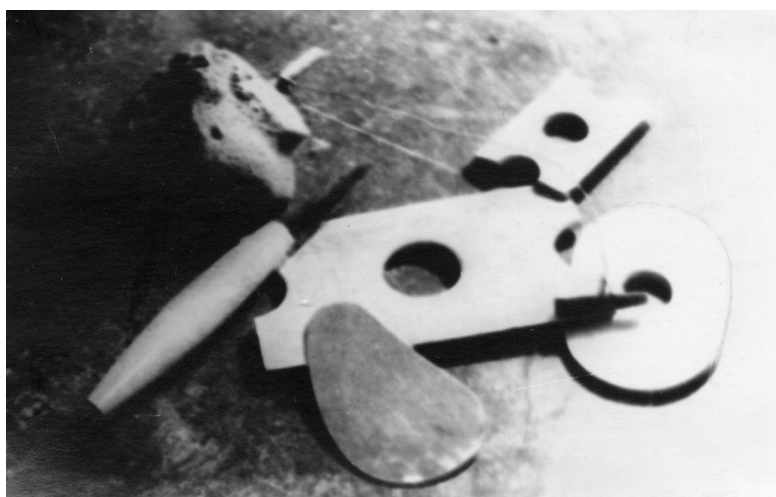


Foto 2. Treimisvahendid treikettal töötamiseks.

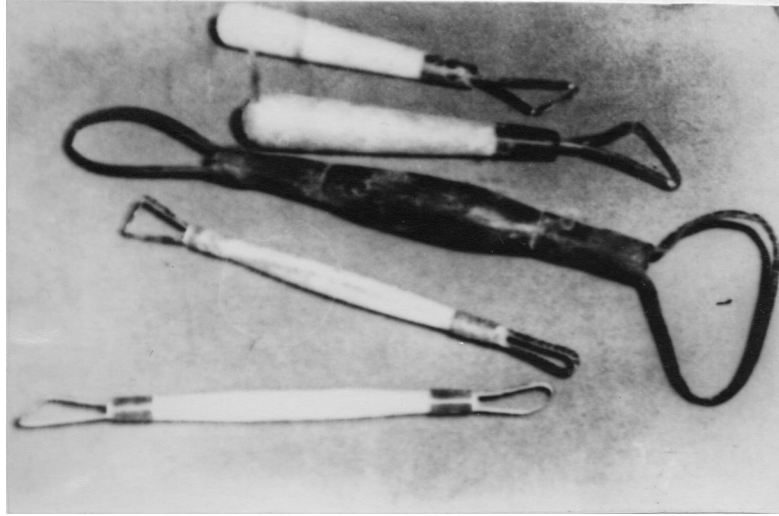


Foto 3. Treimisvahendid treikettal töötamiseks.

#### IV KANDILISE KARBI VORMIMINE:

Rullime ühepaksuse savilehe ja lõikame välja karbi küljed. Ühendamiseks teeme mõlemale liimitavale servale väikesed täkked. (Fotod 4 ja 5 )



Foto 4



Foto 5.

Määrime ääred savilobriga ja vajutame kokku. Peale vähest kuivamist teeme liimitavale kohale nii sisse kui ka väljapoole väikese vao ning surume sinna ümmarguse saviriba. Poolniiskelt puhastame karbi küljed. (Foto 6 ja 7)



Foto 6.

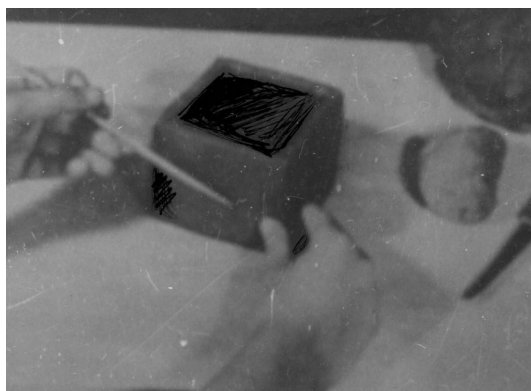


Foto 7.

Lõikame savist välja kaane ja sobitame karbile (Foto 8.)

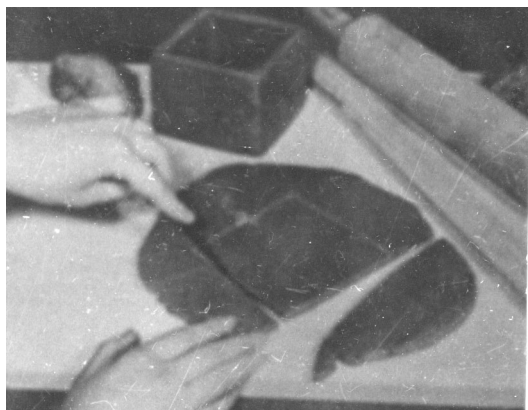


Foto 8.

Kaane alumisele küljele kleebime valtsi, et kaas karbilt maha ei libiseks.( Foto 9.)



Foto 9.

Kaanele modelleerime ja kleebime nupu. (Foto 10).



Foto 10.

Näiteid kleebitud ja treitud karpidest. (Foto 11.)

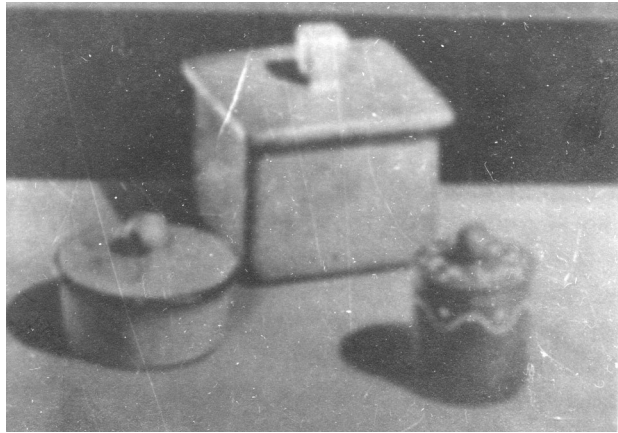


Foto 11.

## V. KÄSITREIMINE.

Treimine tiirleval kettal on väga vana vormimisviis. Käsitsi treimise all mõistame õõnesvormide treikettal valmistamist vabal käel ilma kipsvormide ja sablonite abita. Kahtlemata vajab see töö suurt vilumust ja head vormitunnetust. Et tööprotsessi ajal hästi vormi hoida, peab treimiseks kasutatav savimass olema plastiline. Sellises pehmes taignataolises massis on umbes 30% vett.

1). Vaatleme nüüd kausi treimist. ( Fotod 12 – 17).



Foto 12.



Foto 13.

Enne treima hakkamist sõtkume savipalli tihedaks. Kontrolliks lõikame savipalli mõnest kohast terastraadiga läbi, et näha kas savimassi pole jäänud õhumulle. Kui neid pole, võime alustada treimist. Asetame savipalli tugeva löögiga võimalikult treiketta keskele. Seejärel, ketta tiirlemise ajal, märgade kätega surudes tsentreerime savipalli täielikult. Edasi (kõik toimub ketta tiireldes ja märgade kätega) vajutame palli keskossa mõlema põidla abil augu ning põialdega aegamisi äärepoole rebides moodustame kausi põhja laiuse õõnsuse. Kausi külgedele kuju andmiseks tõstame kahe käega vastastikku seest ja väljast surudes külgi üles ja laiusesse. Kui soovitatav kuju on käes, silume kaussi seest niiske käsna. (Käsna eemaldame ka kausi seest treimise ajal tekkida võiva üleliigse niiskuse.) Peale selle lõikame kausi ääre traadi abil ühe kõrguseks. Ääre treimisel saame kasutada puust abivahendit.



Foto 14.



Foto 15.





Foto 16.



Foto 17.

## 2). Silindri treimine.

Silindri treimist alustame samuti savi treiketta keskele surumisega ning augu ja põhja moodustamisega. Seejärel venitame vormi ääri ainult üles. Silindrist võib edasi treida igasuguseid vorme. Oluline on et silindri küljed oleks terve nõu ulatuses ühepaksused. Õppimise ajal võib ühtlase seina paksuse demonstreerimiseks lõigata nõu traadi abil pikuti pooleks. (Fotod 18 –29 )



Foto 18.



Foto 19



Foto20.



Foto 21.

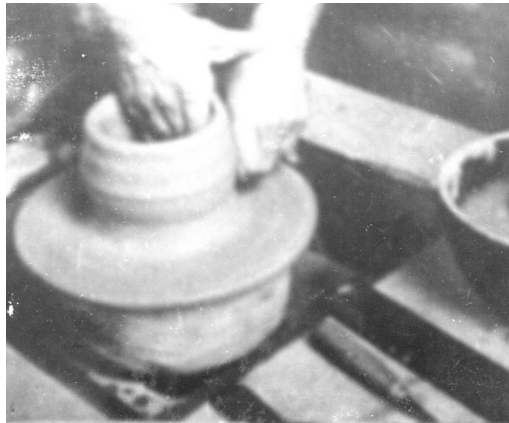


Foto 22.



Foto 23



Foto 24.

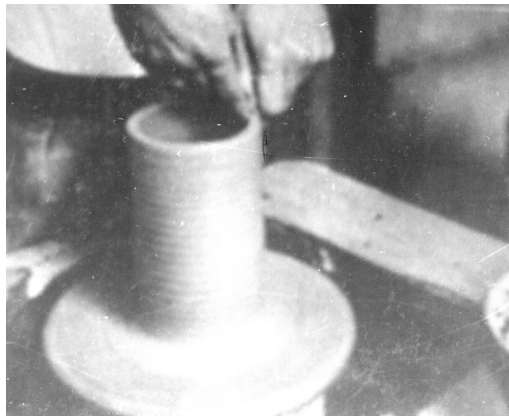


Foto 25.



Foto 26.



Foto 27.



Foto 28.



Foto 29.

3). Vaasi treimine. Kui oleme saavutanud silindri vastava kõrguse laiuse ja paksuse, hakkame sellest treima vastava proofiliga vaasi. (Fotod 30 – 35).



Foto 30.



Foto 31.



Foto 32.



Foto 33.



Foto 34



Foto 35.

Lõpuks teeme suuosa ja tasandame vaasi kõrguse traadi abil. (Fotod 36 ja 37).



Foto 36.



Foto 37.

Kui vaas on valmis, lõikame selle traadi abil treiketta küljest lahti ning asetame kipsalusele, põhi ülespoole, kuivama. (Foto 38).



Foto 38.



Mõningase tahenemise järel alustame vaasi puhastamist. Selleks asetame vaasi, suu alaspidi, treikettale ja viimase tiireldes tsentreerime nõu kergete löökide abil ketta keskele ning kinnitame kolme savitüki abil ketta külge. (Kitsa suuga vaasi puhul tuleb kasutada vastavat kipsist abirõngast.) Alustame põhja puhastamist, treides seda keskelt 4-5 mm sügavamaks. Põhja äärde jätame 0,5 sm laiuse randi. Põhja puhastamine on vajalik selleks, et glasuuritud nõu põletamise ajal ei kleepuks põletusplaadi külge. Selle töö juures kasutame abivahendina metallist treiraudu. Kui vaasi põhi on puhastatud, keerame vaasi ümber, tsentreerime uuesti ja puhastame vaasi ülalosa ja suu. Samuti puhastame treiraudadega vaasi küljed. (Fotod 39 ja 40).



Foto 39.



Foto 40.

Et treida kitsakaelalist vaasi, tuleb alustada silindri treimisega. Laiema keskosa treimiseks surume sõrmedega seestpoolt väljapoole, õrnalt väljast käega vastu hoides. Vaasi kaelaosa surume mõlema käega väljast sissepoole kuni soovitava kaela laiuseni. Vaasi kaela suue treime paksemaks, et ta kuivamisel kõveraks ei kisuks (.Fotod 41--44. )

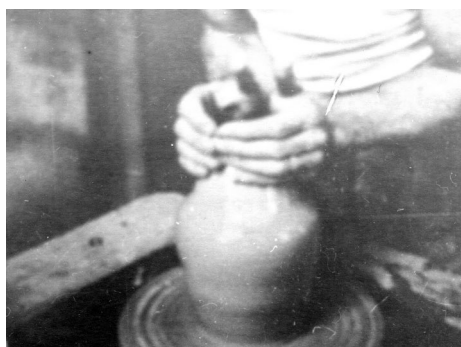


Foto 41.



Foto 42.



Foto 43.



Foto 44.

### 3). Kannu treimine

Kannu keha treime analoogiliselt vaasi valmistamise võtetega.  
(Fotod 45 - 50.)



Foto 45.



Foto 46.



Foto 47.

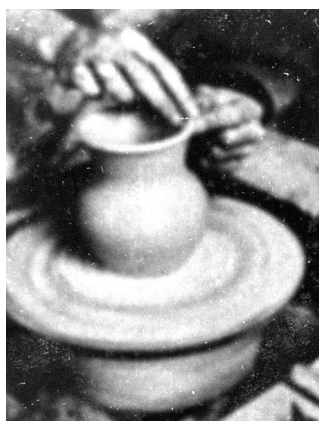


Foto 48



Foto 49.



Foto 50.

Kannu kaelale vajutame vormi pehmes olekus sõrmega seestpoolt väljapoole vajutades väikese tila. Kannu kõrva vormimiseks lõikame savist paraja suurusega riba ning vormime sellest märgade sõrmede abil kannu kõrva. Kõrva kinnitame kannu külge savilobri abil. Kannu tila ja kõrv peavad olema kujundatud kannule vastavas proportsioonis. (Fotod 51 –54).



Foto 51.



Foto 52.



Foto 53.



Foto 54.

#### 4). Kohvikannu valmistamine

Valmistame treimise teel vastava mõõdu järele kohvikannu keha. Selle ülemisele äärelle märgime ära kannu toru kinnituse koha ja teeme kannu seinasse läbilõike. Modelleerime kannu külge vastava tila või toru. Külgeliidetavad osad liidame savilobri abil kannu kehale (Vaata karbi külgede liitmine!). Seejärel vormime ja liidame kannu kõrva. Ühendatud

pindade vahele ei tohi jääda õhku, sest vastasel juhul võib kõrv põletusel kannu küljest lahti lüüa. Järgnevalt puhastame kannu toru ja kõrva liite - kohad, (Fotod 55 - 58.)



Foto 55



Foto56

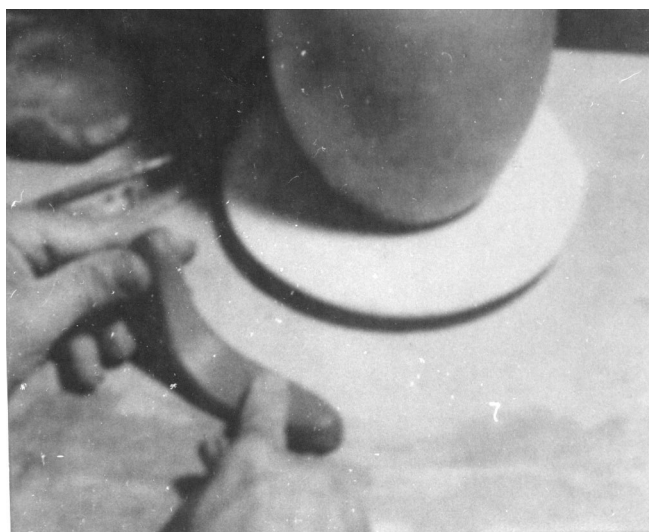


Foto 57.



Foto 58.

Nüüd valmistame kannule treimise teel kaane ning täpsustame selle mõõtmed nii väljapoolt kui ka seestpoolt. Kaanele tuleb sissepoole jätta toetusäär või valts, et kaas kannule asetatuna ei logiseks. Kui valts on liiga madal, võib kaas valamise ajal maha kukkuda. Kannu kaane sobitamisel tuleb arvestada, et kannu keha ja kaas oleksid ühesuguse kuivamise astmega. Samuti tuleb arvestada, et kannu serv ja kaas glasuuritakse 1mm glasuuri kihiga. (Fotod 59 ja 60. )





Foto 59..



Foto 60.

Kohvikannu toru treimine ja külge kleepimine. (Fotod 61 - 63.)



Foto 61.



Foto 62.



Foto 63.

## VI MEHAANILINE TREIMINE.

Tööstusliku mehhaniseerimise käigus asus käsitreipingi kõrvale alul mootori jõul käivitatav transmissiooniga treipink ja hiljem otsekäivitatav elektrimootoriga treipink. (Foto 66). Kiiruse reguleerimiseks on siin jalaga keeratav spetsiaalne astmeline pidurdusratas. Eriotstarveteks on kohaldatud mitmesuguseid treipinke – näiteks ovaalsete nõude treimiseks. (Foto 64). Unikaalsete vormide loomiseks kasutavad keraamikud enamasti tavalist elektrimootoriga käivitatavat treiketast, mis oma kujult ja gabariidilt on kaasaegses masinatootmises muutunud väikeseks ja käepäraseks. (Fotod 64 - 68.)

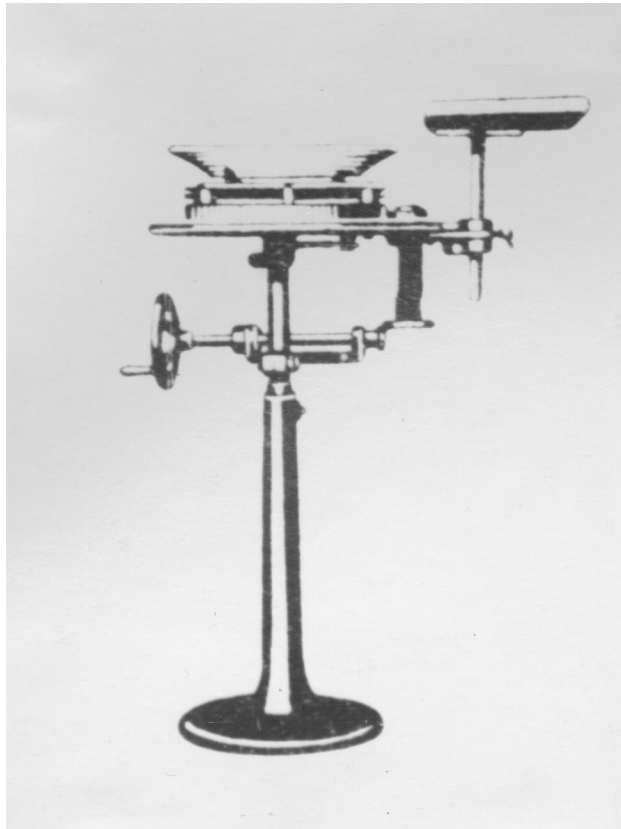


Foto 64.

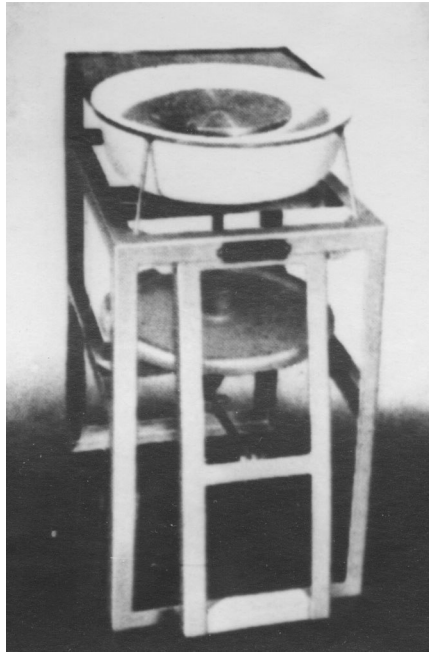


Foto 65.

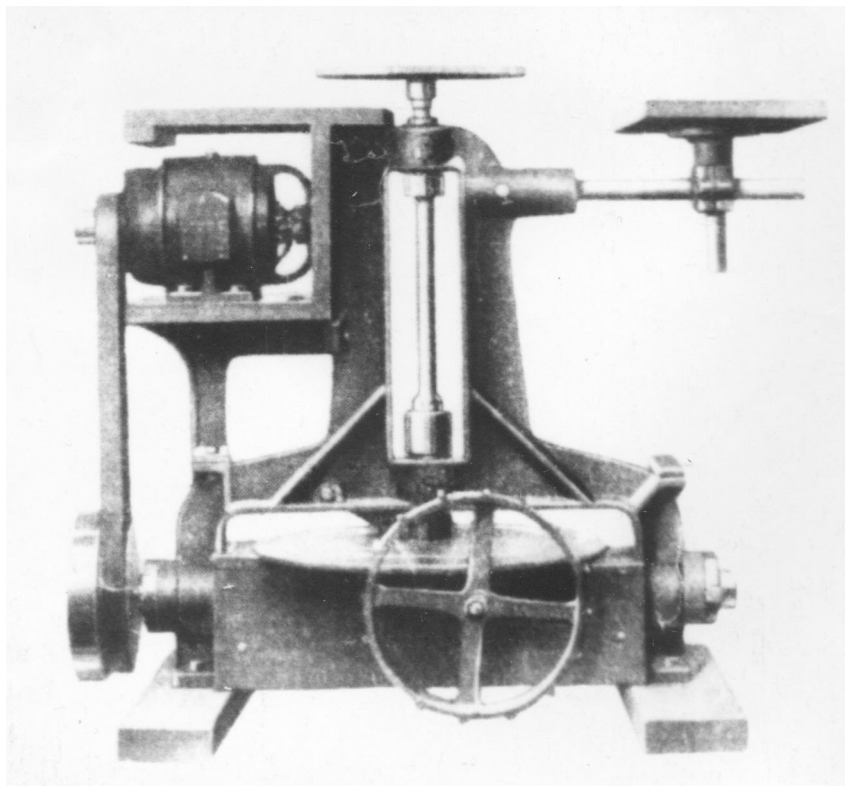


Foto 66.



Foto 67.

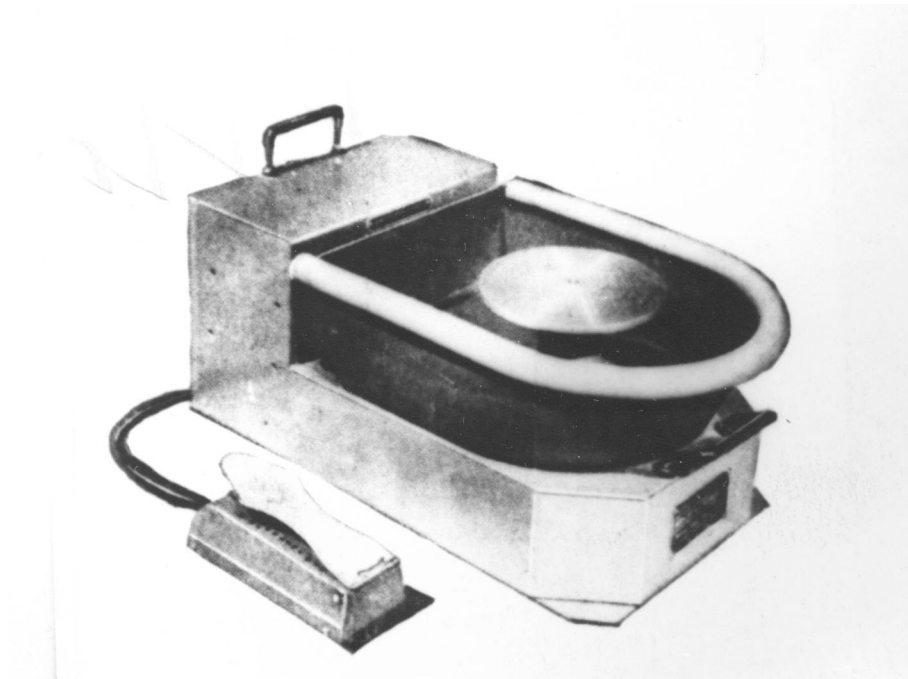


Foto 68.

Keraamika tööstustes kasutatakse mehhaaniliste menetluste juures erinevalt konstrueeritud treipinke. Vaatleme mõningate nende tööpõhimõtteid.

Taldriku treimine sabloni ja kipsvormide abil. (Foto 69.)



Foto 69.

Enne treima hakkamist tuleb paigaldada liikuva hoova peasse sablon ning kontrollida vahet kipsvormiga, et taldriku paksus tuleks ühesugune. Kipsvorm kujundab taldriku sisekülge, sablon põhja. Vormimine toimub kahel kettal. Esimesel vormitakse ühepaksune savileht. See asetatakse teise ketta kipsvormile ning niisutatakse pealt käsnaga. Hoova allasurumisega vormitakse taldriku alumine pool. Sabloni külge jäänud liigne savi puhastatakse noaga ära. Tuleb jälgida, et sablon lõikaks puhtalt välja taldriku alusserva. Valmistreitud taldrik koos kipsvormiga läheb kuivatusse. Treimist jätkatakse kettal uue kipsvormiga.

Poolautomaatne taldrikute treimine. (Foto 70.)

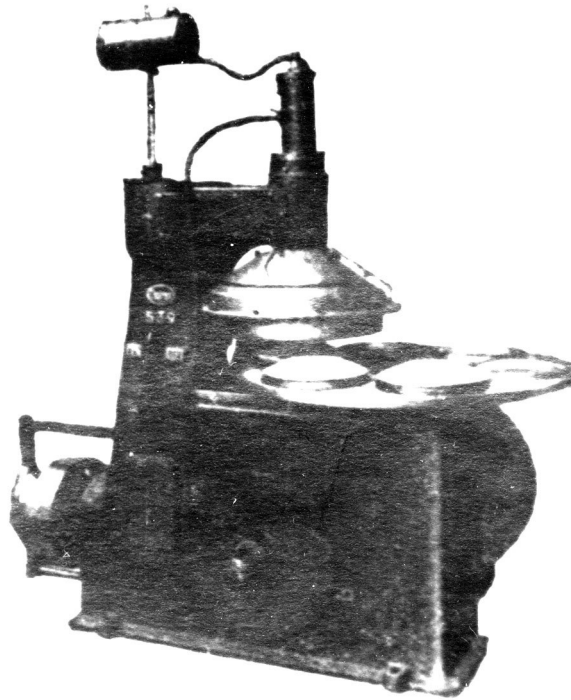


Foto 70.

Fotol kujutatud masinal toimub vormimine uuel viisil. Taldrikud treitakse korraga, ilma ette vormimiseta. Taldriku vorm jääb paigale, tiirleb vaid kolme sabloniga pea, mille vastu surutakse vorm koos savimassiga. Pöörlemist ja üles-alla liikumist võimaldaval kettal on kuus pesa kipsvormide jaoks. Kolme sabloniga pea jagab surve ühtlaselt üle vormi pinna. Sabloni pea teeb 700 pööret minutis. Vormimise ajal pritsitakse automaatselt vett vormitavale pinnale, mis hõlbustab sileda pinna saamist. Üleliigne savi lõigatakse taldriku äärtelt maha. Vormimise tsükli järele laskub ketas koos taldrikuga alla kust taldrik juhitakse poolautomaatselt konveiersüsteemis töötavasse kuivatisse. Seejärel ketas tõuseb, pöörduv 60 kraadi ning sama tsükkel kordub uue vormiga. Tiirleva ketta läbimõõt on 1 meeter, seadme võimsus 3 HJ. Selline masin võib treida 500-600taldrikut tunnis.

Poolautomaatne tasside treimine. (Foto 71.)

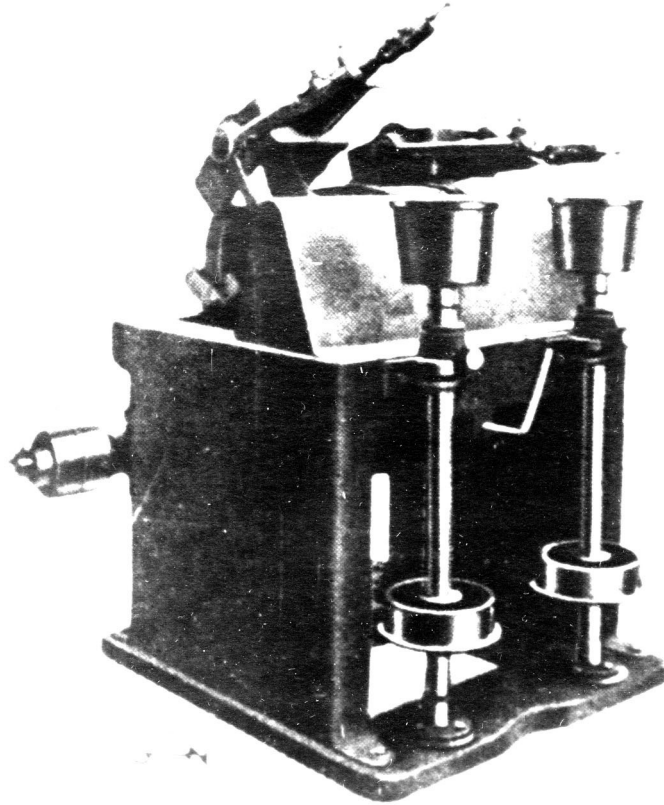


Foto 71.

Fotol oleval masinal võib ka muid õõnsaid esemeid treida. Masinal on kaks vormihoidjat ja kaks spindlit, milledest viimased liiguvad kordamööda vormi sisse. Tassi vormi visatakse tükk taignataolist savimassi. Pöörlev sablon surub savi vormi külgi mööda alt ülespoole. Toimub mehhaaniline savi veega niisutamine. Traadist äärelõikaja puhastab tassi ääre automaatselt. Sablon libiseb tagasi vormi keskele ja tõuseb vormist välja. Treitud ese tõstetakse koos vormiga masinast, samuti automaatselt, välja ja asendatakse uue tühja vormiga. Treitud ese koos kipsvormiga saadetakse kuivatisse. Katkestamatult töötavad kuivatid kiirendavad veelgi töö käiku.

Eelpool kirjeldatud masinaga võib valmistada keskmiselt 600 tassi tunnis.



## VII. PRESSIMINE JA STANTSIMINE.

Pressimise ja stantsimise teel valmistatakse ehituskeraamilisi ja tehnilisi esemeid ( tellised, põranda- ja seinaplaadid, portselanist elektriisolaatorid, steatiitesemed jne.) Surve nimetatud toodete pressimiseks on suur, ulatub 200- 300 atmosfäärini. Vormid ja stantsid on terasest. Massis on ainult 7-12 % niiskust. Kui pressitakse savipulbrist, lisatakse sellele ka õli ning petrooleumi. Tarvitavad pressid on väga mitmesugused: käsipressid, spindelpressid, hüdraulised pressid. Pulbrilisest savimassist on pressimise teel võimalik saada väga täpseid, õigeid ja teravakandilisi esemeid. Kuna mass sisaldab vähe niiskust, on kahanemine kuivamisel väike. Samuti kahaneb mass vähe põletamisel. Pressvormi seinad määratakse õli, steariini või parafiiniga, et ese kergemini vormist väljuks. Automaatpressid teevad ära nii pulbermassi vormi puistamise, eseme pressimise, vormist väljatõukamise kui ka linttransportööri juhtimise operatsioonid. (Vaateleme: spindelpress – foto 72, stantsimispress – foto 73, automaat plaadipress –foto 74) (Fotod 72 - 74. ).

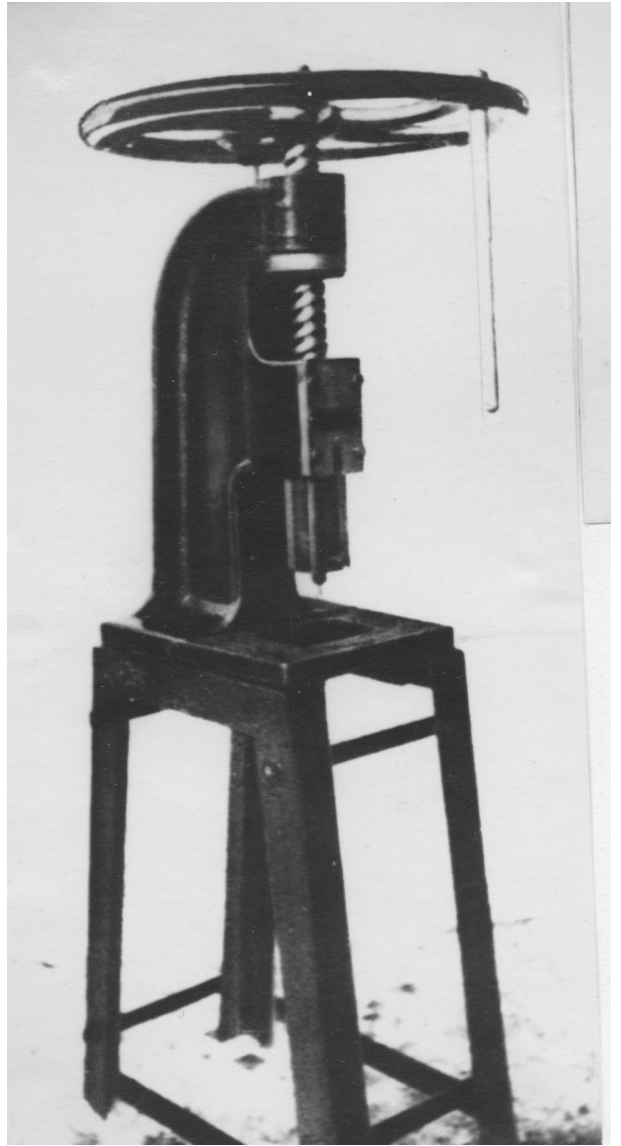


Foto 72.

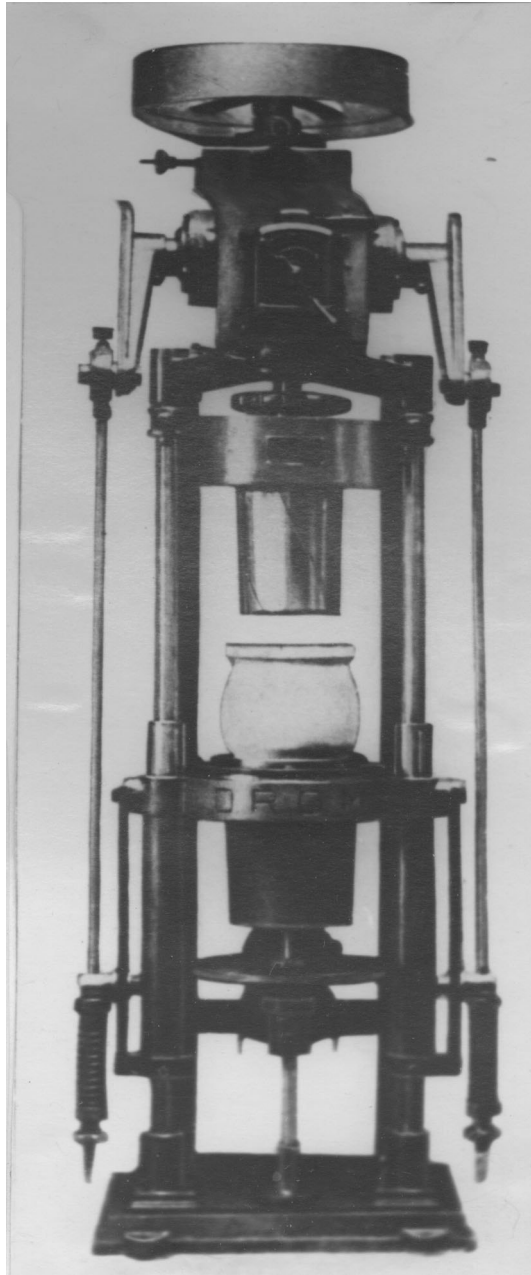


Foto 73.

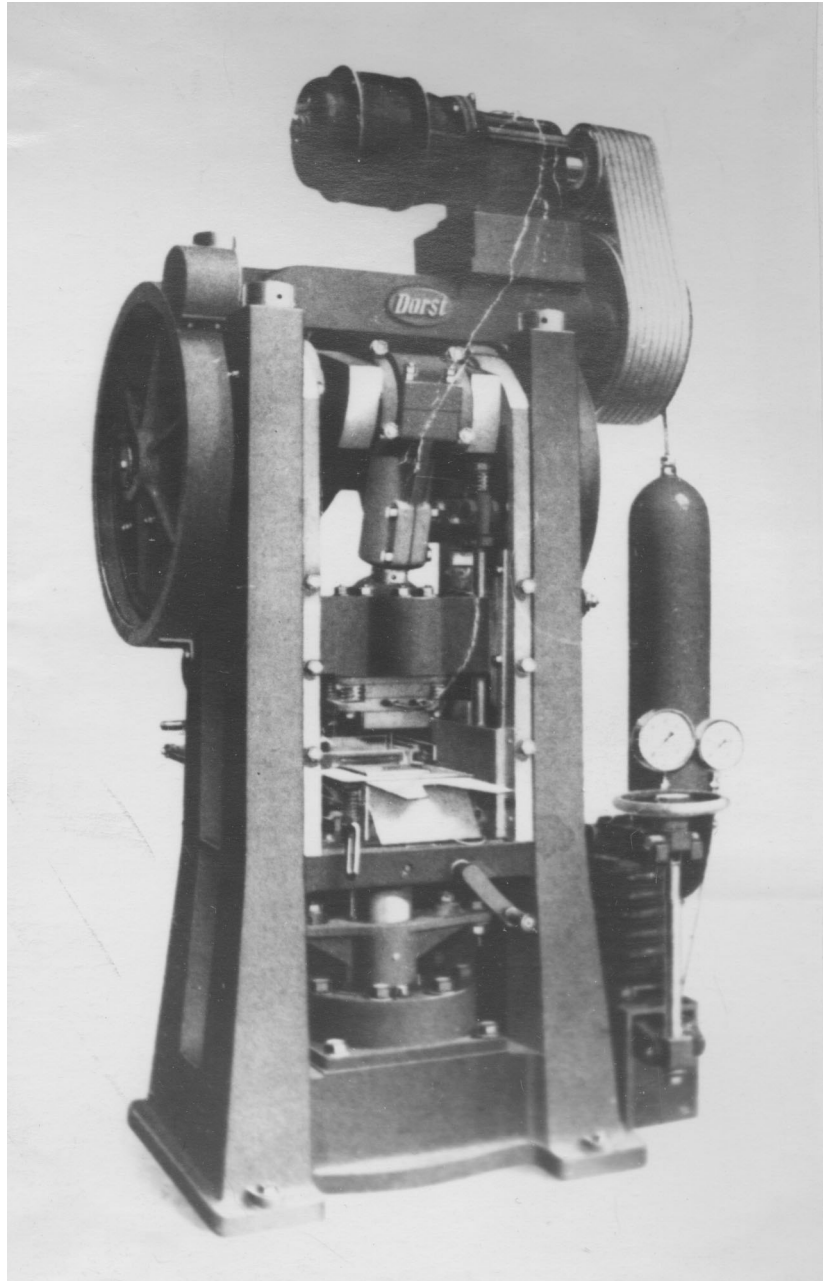


Foto 74.

## VIII . KIPSVORMIDE VALMISTAMINE JA NENDE KASUTAMINE ESEMETE PALJUNDAMISEL.

Keraamilisi esemeid saab paljundada ka valades savilobri (vedelat savimassi) kipsist valmistatud valuvormidesse või toppides pehmet savimassi kipsist tükivormidesse. Keraamilise õõnesvormi või pisiplastilise eseme paljundamiseks peab kunstnik valmistama eseme savist mudeli. Mudel peab olema suurem sellevõrra, kui palju ese pärast valamist või

toppimist ja põletust kahaneb. Selle mudeli pealt võetakse kipsist tükivorm. Lihtsad vaasi valuvormid koosnevad 2-3 tükist. Pisiplastika vormi tükide arv oleneb eseme kujust. Lihtsa vormi puhul aitab mõnest vormitükist. Keeruliste vormide puhul võib tükide arv olla üsna suur. Kipsist valuvormid vananevad 60 –150 tarvitamise korra järele. Treimiseks kasutatavad vormid kõlbavad kasutada 400 – 500 korda.

Kipsvormide valmistamisel lisatakse kipsipulbrile vett 37-54 %. Veevaene kipsisegu annab kõva vormi vähese veeimavusega. Suure veehulgaga tehtud vorm on urbane, omab hea veeimavuse, kuid on nõrga mehhaanilise vastupidavusega. Veega segamisel paisub kipsi maht 1% võrra. Kipsi segamist teostatakse järgmiselt. Nõusse valame vett 1/3. Sellesse riputame ilma segamata peenikest sõelutud kipsi (kas alabaster - või krohvkipsi) seni kuni veest hakkab välja ulatuma koonus – see tähendab, et vesi ei imendu enam kipsi ja on saavutatud vee ja kipsi õige suhe omavahel. Selle järele segatakse mass ühtlaseks seguks ja valatakse, kui segu on hapukoore paksusega, vormi. Kord-korralt hakkab kips kivistuma ja muutub veerand kuni poole tunni jooksul soojaks ja kõvaks. Kui kipsi pealt tahetakse võtta uut vormi, siis teda rasvatakse. Rasvamiseks kasutatakse järgmisi segusid:

- 1). 50-70% vett, 40-45% seepi, 5-15% puuõli.
- 2). Nisutärklist 1 osa, grafiidi pulbrit 1 osa, vett 10 osa.
- 3). Rukkijahu 6 kg, kalamaksaõli 1,5 kg, vett 9,5 kg.

Vaatleme mõningate kipsvormide tegemist ja esemete paljundamist nendes.

- 1). Reljeefsete motiivide paljundamine kipsvormi abil.

Kui me tahame keraamilist eset kaunistada reljeefsete motiividega, võime selleks kasutada kipsvormi abi. Valmistame modelleeritud motiivist negatiivse kipsvormi. Selle sisse surume taignataolise savi. Motiivi ääred tasandame vormis. Kui savi vormi küljest lahti lööb, on motiiv valmis. Selliseid motiive võib kaunistuseks savilobri abil kleepida niiskele saviesemele. (Fotod 75 - 78.)

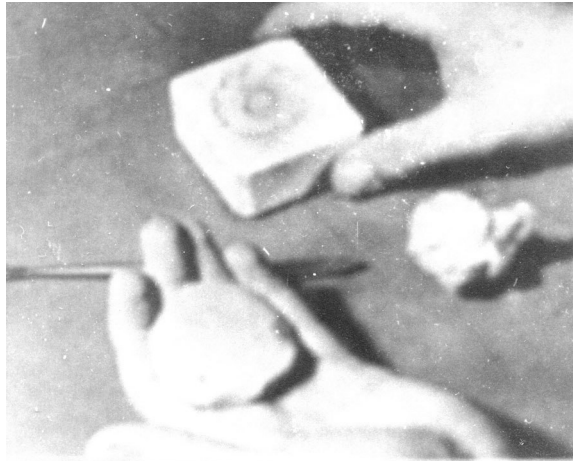


Foto 75.

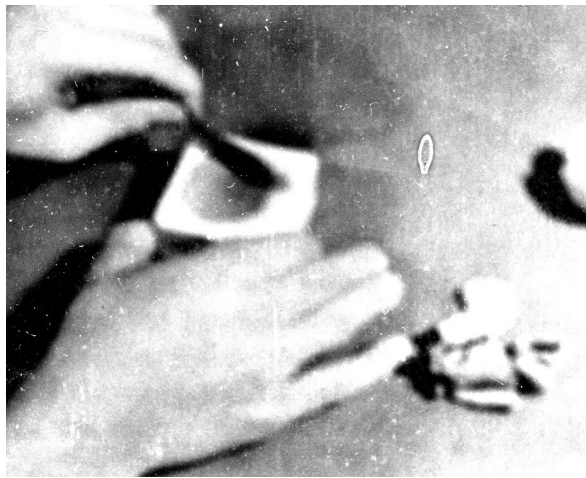


Foto 76.

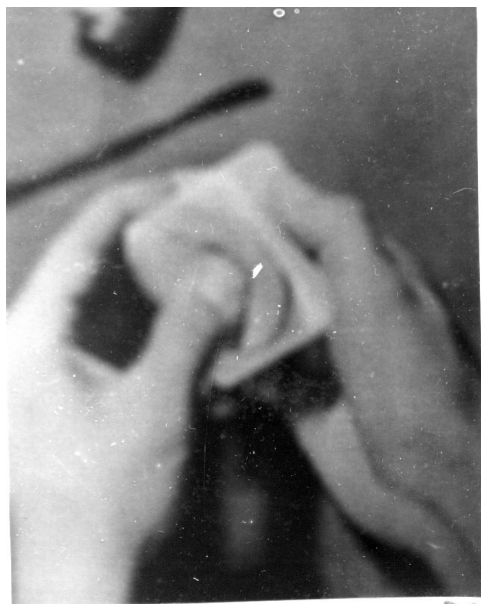


Foto 77.

## 2). Tükivormi võtmine pisiplastiliselt esemelt.

Pisiplastilisi esemeid on võimalik paljundada kipsvormi toppimise või valamise teel. Selleks on vaja valmistada esemest tükivorm. Vaatleme, kuidas seda teha dekoratiivsest elevantikesest.

Vastavalt vormile joonistame elevanti kips või savi mudelile pliiatsiga ette vormi jaotuse. Kui mudel, millelt vormi võtame, on kipsist, peab mudelit kuivas olekus, enne vormi võtmist, katma piiritus- šellaki lakiga kuni imbuvuse küllastuseni ning pärast seda rasvama parafiini-õli seguga. Vormi valamist alustame kõhualuse tükiga. Selleks piirame ta saviseinaga. Peale kipsivalu eemaldame savi. Asetame elevanti savialusele ja jagame ta pikuti üle selja kahte ossa. Kummagi külje jagame kõrva äärt mööda veelkord pooleks. Vaheseinad vormime savist. Nii koosneb elevanti keha valuvorm nüüd neljast tükist. Vormi osad kõik koos piirame neljast küljest laudadega. Seejärel valame  $\frac{1}{4}$  vormiosa vedelat kipsi täis. Kui see on kõvaks tõmbunud, eemaldame vaheseina. Valatud tüki seinu peab tingimata rasvama selle isoleerimiseks järgmisest tükist. Kordamööda valame kõik neli vormitükki, viiendaks on esimesena valatud kõhualune tükk. (Fotod 79 - 87.)



Foto 78.

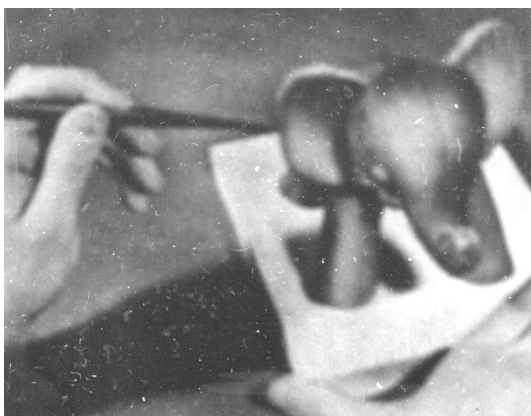


Foto 79.



Foto 80.

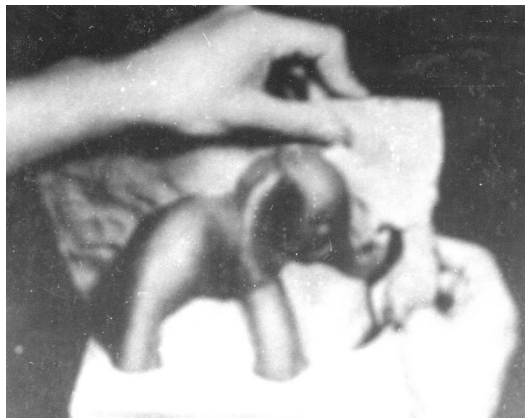


Foto 81.

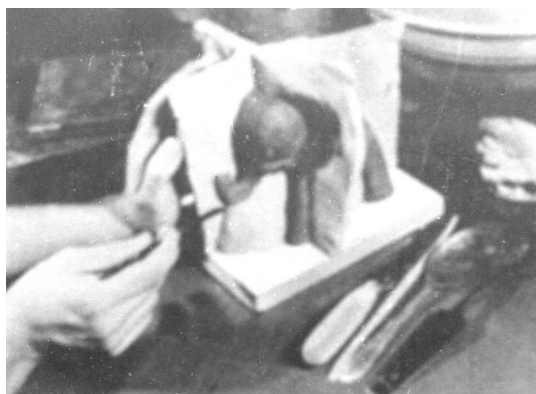


Foto 82.



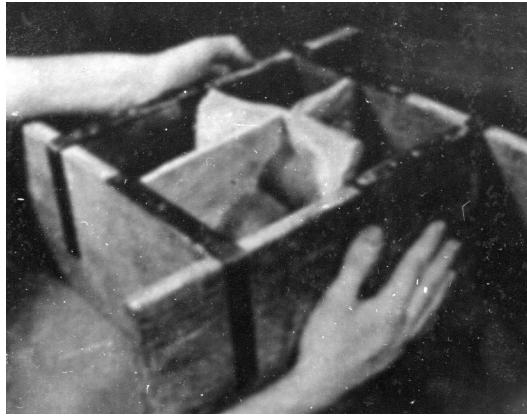


Foto 83.

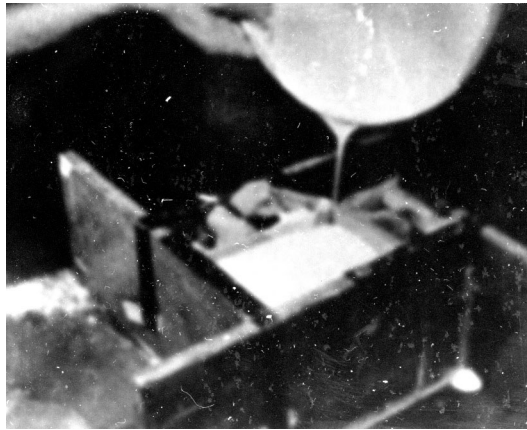


Foto 84.



Foto 85.



Foto 86.

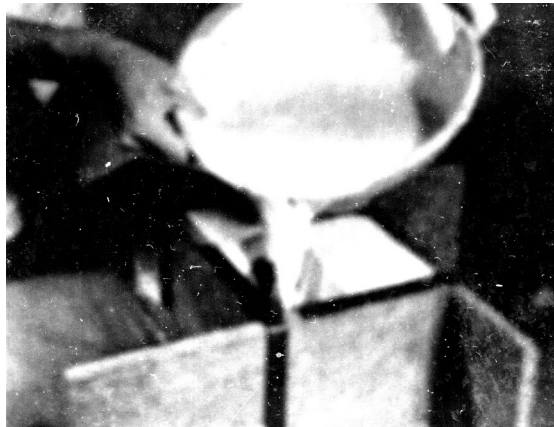


Foto 87.

Kui vorm on valmis, kuivatame selle mitte üle 60 kraadises kuumuses. Antud kipsvormile on jäänud jalgade kohale neli ava, kustkaudu saab savilobri vormi valada ja kust kaudu väljub vormisolev õhk valamise ajal. Mudelvormile valatakse kipsist ümber kahest tükist vorm, mis ei lase mudelvormi tükke laiali valguda. Sellele jäetakse kõhualuse tüki kohta ava. Valamise ajaks kinnitatakse vorm metallklambriga. Enne valamist tuleb valuvormi seest niiske käsnaga üle puhastada.

Kui savimass on vormis tahenenud ja vormi küljest lahti löönud, võime vormi vähehaaval avada. Alguses avame ühe külje, siis teise. Viimasena võtame ära kõhualusetüki. Seda ei tohi liiga vara ära võtta, sest juhul kui savimass on veel liiga pehme, võib ese savi raskuse all kokku vajuda. Soovitav on kasutada urbset valumassi, mis kiiresti kuivaks ja ei deformeeruks ka põletusel. Peale kuivamist ese glasuuritakse ja põletatakse. (Fotol 89 on näha valmis glasuuriga kaetud põletatud ese.) (Fotod 88 ja 89.)

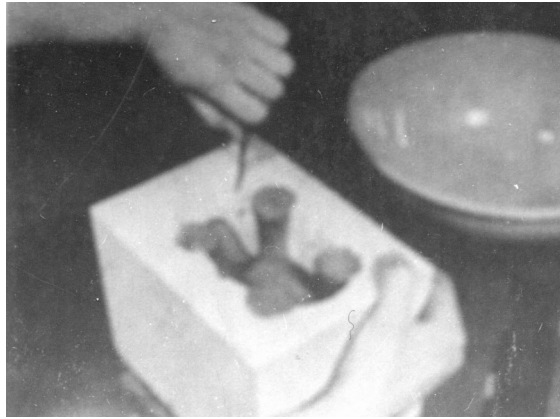


Foto 88



Foto89.

### 3). Valuvormi võtmine vaasilt.

Kui tahetakse vaasi suuremal arvul tirazeerida, on vaja rohkem paljundusvorme. Selleks tuleb esemest valmistada kipsist mudel, nn. "emavorm". Kipsist mudel kaetakse piirituslakiga ja mudelist võetakse kahe poolega tükivorm. Jagame vaasi tasapinnaga külgi mööda kahte võrdsesse ossa. Piirame vaasi küljelaudadega. Seebitame vaasi, selleks, et isoleerida teda valatavast tükist. Koostame kipsi segu, milles on vee ja kipsi vahekord 50:50. Valame üksteise järele mõlemad vormipooled. Kui kips on kivistunud, avame vormi ja tõstame emavormi välja. (Fotod 90 -95.)



Foto 90

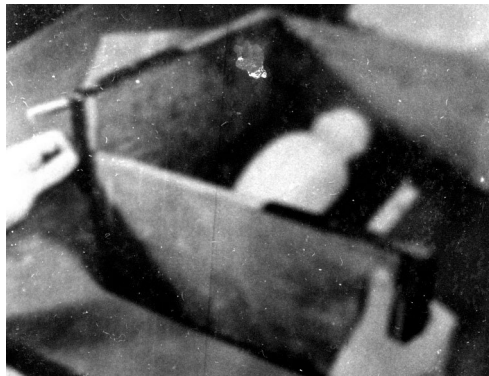


Foto 91

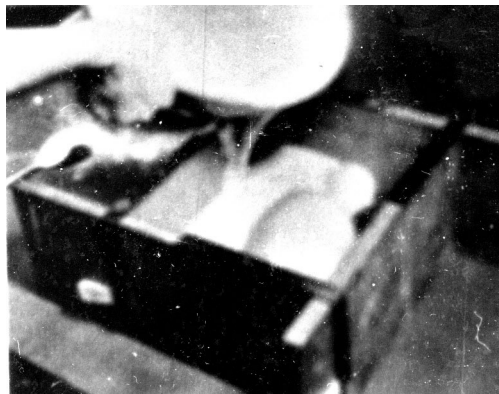


Foto 92

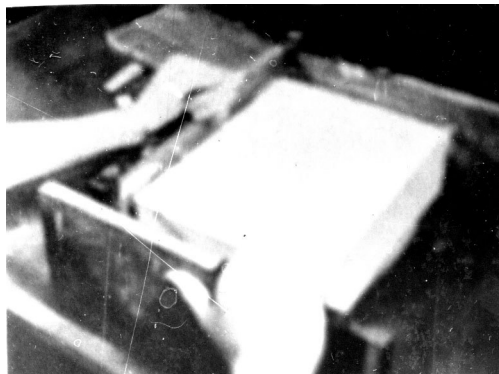


Foto 93.



Foto 94.

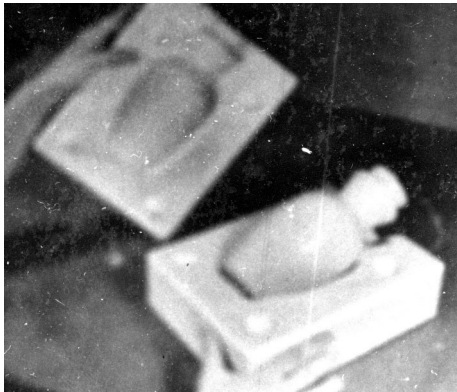


Foto 95.

#### 4). Valamine vedela saviga.

Kui tahetakse massiliselt toota ühesuguseid tarbe- või iluesemeid (nõud, serviisid, figuurid) kasutatakse valamise tehnikat. Valamiseks tarvisminevas savilobris on 40 – 50 % vett. Kui lisame savimassile vähesel määral elektrolüüte nagu: kaltsineeritud soodat ( $0,2 - 0,4$  % kuivast kaalust), või vesiklaasi (naatrium silikaat - $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), või potast (süsihappu kaalium –  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ), siis vedeldavad nad savilobri ning me võime alandada veehulka 15 – 40 % -ni. Masside vedeldamise puhul on soovitatav lahjadele massidele lisada vesiklaasi, sest see annab tugevama ja tihedama seina. Kaltsineeritud sooda kasutamisel imendub ajajooksul koos veega kipsvormi ka pisut soodat. See tekitab kuivamise järel kipsi pinnale lumetaolise kihi. Pikapeale kattub pind sooda mõjul nõõpnõela pea taoliste augukestega, mis rikub esemete väljanägemist. Juhul kui valumass seistes hüübib, on massis liiga palju elektrolüüte, või on selles väävelhappu kaltsiumi või väävelhappu magneesiumi, mis segamisveega on massi sattunud. Soolade lahustumise vastu aitab 2% süsihappu baariumi lisamine, et muuta soolad lahustamatuks.

Hea valumass peab omama hapukoore taolise venivuse. Kuna kipsil on omadus vett sisse imada, moodustub sissevalatud savilobrist kipsi külge savikiht. Valatud esemed jäävad kerged, kuid on urbsed ja haprad, võrreldes treititud esemetega. Vajalik on, et valumass kipsvormis ruttu kuivaks ja vormi seinte küljest ruttu lahti lööks. Punasest plastilisest savist eset saab alles järgmisel päeval vormist välja võtta, valgest massist valatud esemed kuivavad palju kiiremini. Tarvitavad kipsvormid peavad olema kuivad. Kuna kipsil on omadus vett sisse imada, moodustub sissevalatud savilobrist kipsi külge savikiht. Kui see kiht on 4-5 mm paksune, valame ülejäänud savilobri välja. Asetame vormi mõneks ajaks alaspidi nõrguma (foto 101) ning kui ese on vormi küljest lahti kuivanud, avame vormi ja võtame eseme selle seest välja. Kaitserõngad lõigatakse maha, valatud servad ja vormi ühenduskohad puhastatakse. Märka kipsvormi peab uuesti kuivatama. Ei ole soovitatav teha seda üle 60 kraadises temperatuuris, sest see rikub nende kvaliteeti ja nad hakkavad murenema. (Fotod 96 - 105.)



Foto 96.



Foto 97.

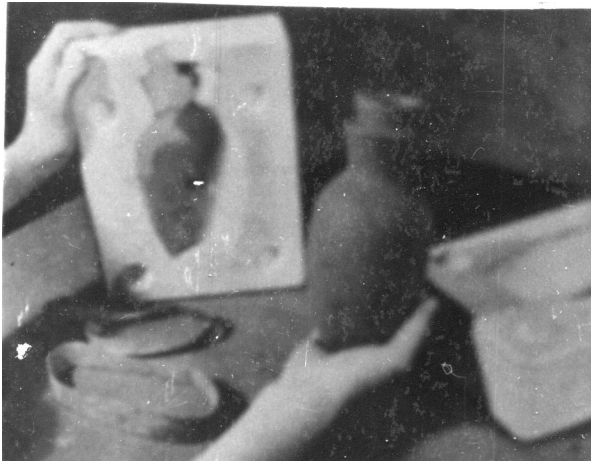


Foto 98.



Foto 99.

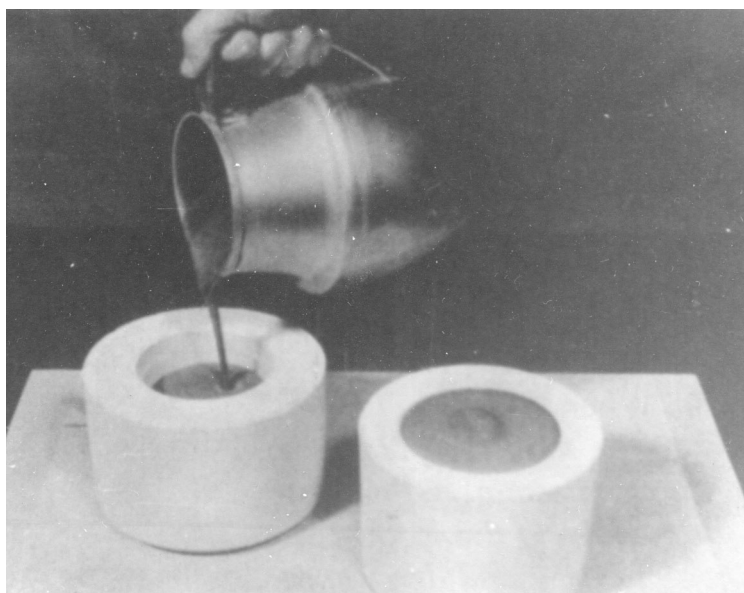


Foto 100.



Foto 101.

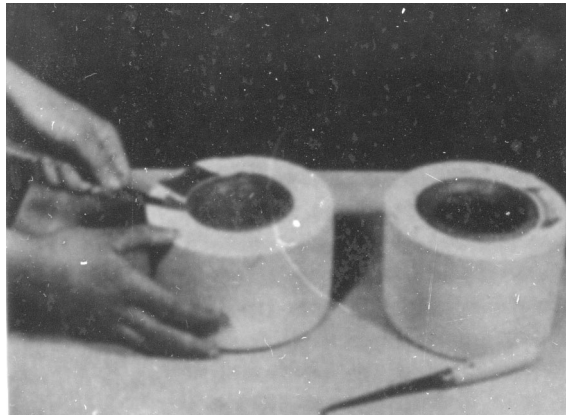


Foto 102.



Foto 103.



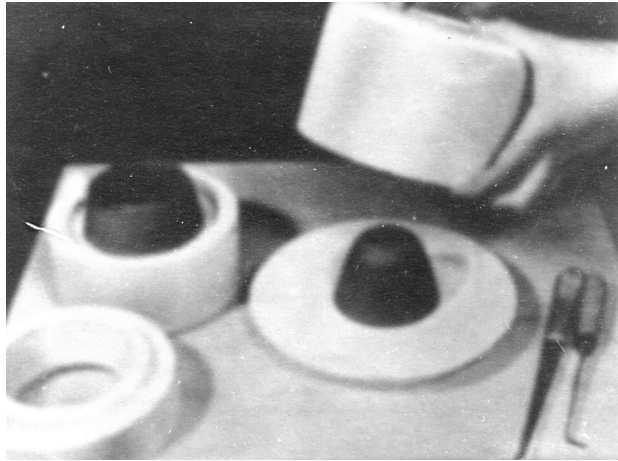


Foto 104.



Foto 105.

Valamise teel valmistatakse enamasti sügavaid, kitsakaelalisi esemeid, kuid mitte madalaid nagu taldrikud, lamedad kausid jne. Tehakse ka suuri ja paksuseinalisi esemeid (supelvannid, pesukausid, sanitaarnõud jne). Sel puhul kasutatakse kahekordseid kipsvorme ning savilobri juhitakse kohale õhusurvega vooliku abil (foto 105).

## IX. KUIVATAMINE.

Kõik keraamilised massid omavad rohkem või vähem niiskust, olenevalt sellest, millised on massi toorainete omadused ja struktuur. Niiskuse protsent kõigub 5-30 vahel. Loomulikult kuivamisel õhus jääb esemesse 8-10 % niiskust, kunstlikes kuivatites aga 4-7 %. Kuivast pulbrist pressimise menetlusel valmistatud toodetel (näit. põranda- ja seinaplaadid) ainult 1-2%. Masside niiskuse sisaldavus on tingitud savides endis leiduvast veest ja neile juurdelisatavast veest, mis on vajalik selleks, et teha savid vormitavaks. Esemete kuivatamise all me mõtlemegi lisatud vee ära auramist savist. Kipsvormi abil valatud või vormitud esemest imeb kips osa niiskust endasse. Kuivades savi kahaneb, mida me nimetame kuivamiskaoks. Paljud savid kuivavad ühtlaselt ja vigadeta, kuna teiste kuivatamine tekitab raskusi. Võib tekkida mõranemisi ebäühtlase kahanemise tõttu. Hästi ettevalmistatud savid kuivavad ühtlasemalt kui nõrgalt ettevalmistatud savid. Seetõttu lastakse neid juba enne massi valmistamist "talvitada" – külmuda ja kuivada. Savi uhutakse ja jahvatatakse. Rasvased massid kuivavad aeglaselt ja võivad pinge tagajärjel kõveraks tõmbuda. See hädaoht on kõige väiksem siis kui eseme niiskus on igal pool ühtlane. Kuivatamise protsessi tähtsamaid nõudeid on luua tingimusi, et kõigepealt tungiks niiskus eseme südamikust pealispinnale, et ese kuivaks keskelt kiiremini kui äärtest. Siis on vähem ohtu, et tekkiks pragusid, lõhenemist ja deformeerumist. Kuivamist kiirendavad ka savile lisatud elektrolüüdid. Selleks kasutatakse 0,2- 0,6 % soolhapet, 8% lubjapiima, keedusoola jne. Kuivamisel on tähtis veel vormiandmise viis. Ebäühtlane surve vabal treimisel või pressimisel annab eseme seintele ebäühtlase tiheduse ja paksuse. Selle tagajärjel toimub kuivamisel ebäühtlane kahanemine, kõverdumine ja mõranemine. Väga oluline on kuivamisel eseme kuju ja seinte paksus. Kuivamine toimub seda kiiremini, mida rohkem on esemel pealispinda, mis välisõhuga kokku puutub. Vormi etteulatuvad osad kuivavad kiiremini kui taanduvad osad. Et vältida kuivamise ebakorrapärasusi, tuleb esemed vormida võimalikult ühepaksuste seintega. Kui seda teostada ei saa, tuleb kuivamist jälgida, teatud osi (näit. niiske lapiga või plastikaadiga) kinni katta ja vältida seega esemes tekkida võivaid pingeid.

## X. AHJU PAKKIMINE.

Esemete ahju asetamist nimetatakse pakkimiseks. See toimub erinevalt glasuurpõletuse ja toorpõletuse puhul. Ettepõletuseks võib esemeid ahju asetada tihedalt. Et ahju sisemust ökonoomselt täita, võib neid paigutada üheteise sisse või ühesuguseid esemeid vastastikku virna laduda (foto 106). Ahju pakkimine peab toimuma ettevaatlikult ja esemed peavad olema kuivad. Glasuurpõletust tehakse nii muhvelahjudes kui ka kapselahjudes. Muhvelahjudes pakitakse esemed šamottplaatidele, need omakorda tugistatakse vastavalt esemete kõrgusele. Selliselt moodustuvad riiulite taolised alused (foto 107). Glasuuritud esemed tuleb asetada üksteisest pisut eemale, et vältida põletuse ajal teineteise külge sulamist. Elektrialhju pakkimisel ei tohi esemed riivata seintes olevaid küttekihi. Glasuuritud esemetel peavad põhja servad olema glasuurist puhastatud. Pakkimis-plaatide külge sulamise vältimiseks paigutatakse nende alla vastavad põletusjalad. Pakkimise ajal peab jälgima, et pakitud esemetele ei langeks šamotipuru, mis võib praaki põhjustada. Kapselahjud võivad olla nii kandilised kui ka ümmargused. Viimaseid kasutatakse enamasti

suurtootmistes. Põletatavad esemed asetatakse vastavalt vajadusele mitmesuguse kõrgusega šamott-rõngastesse, millised ahjus šamott-vaheplaatide abil virna laotakse. Tuleleegid riivavad kapsleid väljastpoolt ja ei puutu kokku kapslitesse paigutatud esemetega. Nii on esemed kaitstud tulegaaside ja lendtuha eest. Masstoodanguks põletatavad taldrikud paigutatakse kapslisse serviti, tugistades neid vastavate stiftide abil (foto 108). (Fotod 106 - 108.)

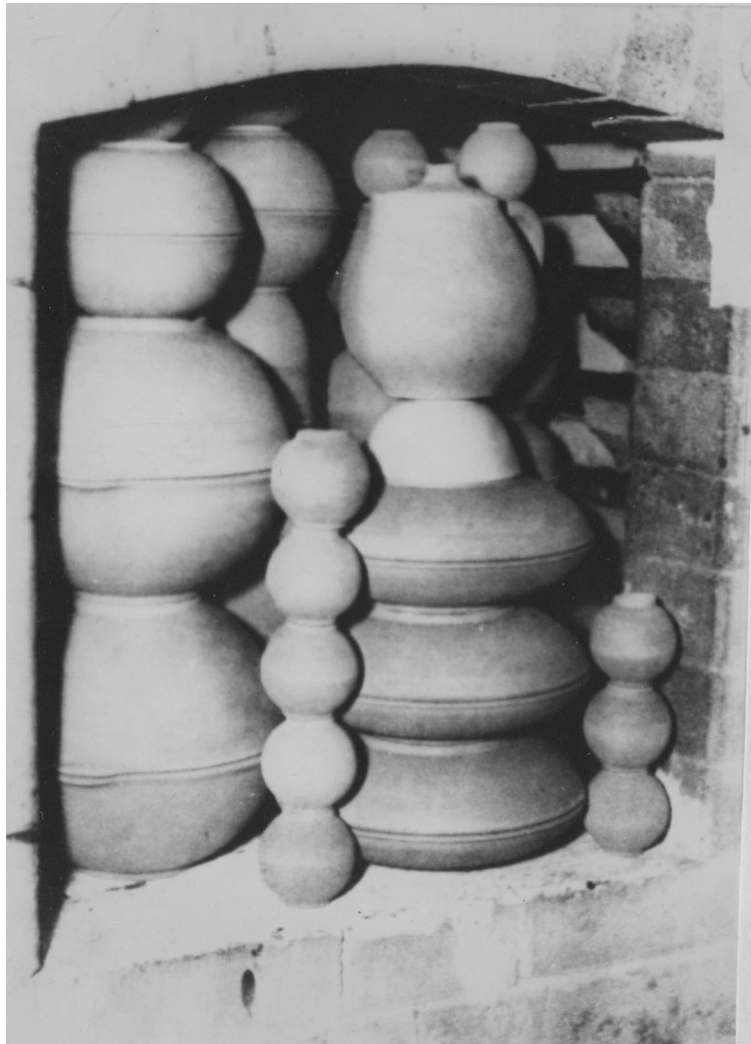


Foto 106

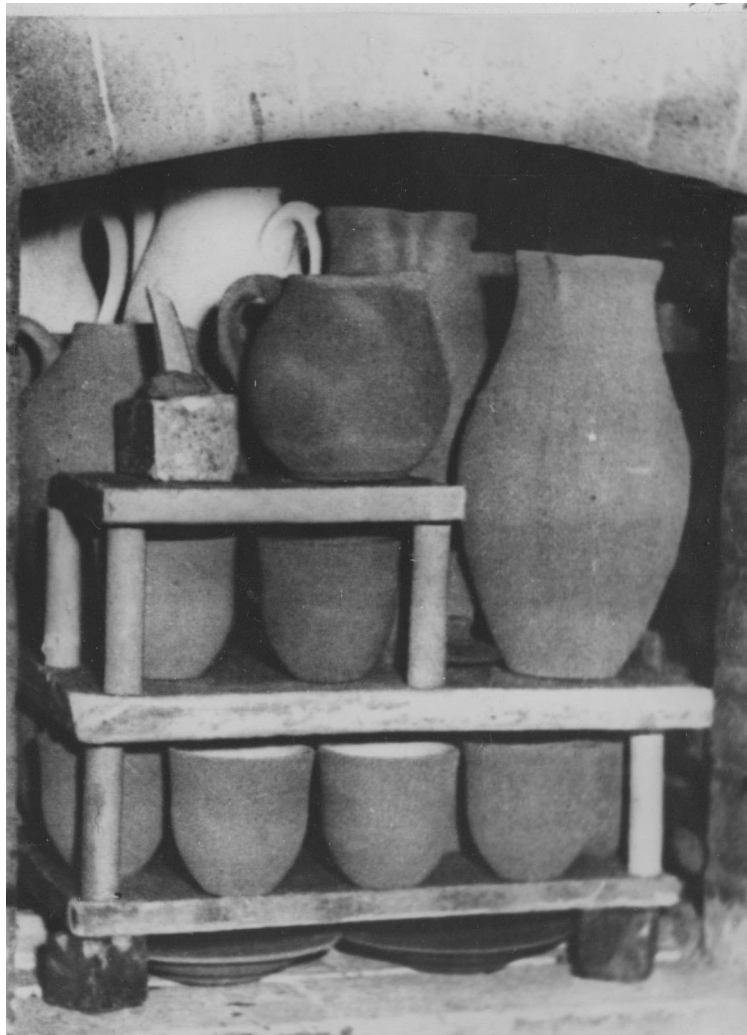


Foto 107.



Foto 108.

## XI. GLASUURIMINE.

Et teha savinõusid vettpidavaks, selleks tuleb neid katta vööba-glasuuriga. Kõik savitööstustes kasutatavad glasuurid on õieti klaasid, mis sulatatakse õhukese kihina savi pinnale. Glasuurid võimaldavad anda savinõudele siledat, kõva, läikivat või matti ja värvilist välimust. Glasuur peab kooskõlas olema kasutatava savimassi omadustega, neil peab olema ühesugune paisumise ja kahanemise protsent, et glasuurid oleksid praovabad. Ka on vahel nõuetav glasuuride ilmastikukindlus ning eri juhtudel ka happekindlus. Glasuuride omadused olenevad nende komponentidest ja põletusviisist.

Glasuur on peeneks jahvatatud klaasitaoline, veega segatud mass. Tuntakse nii madalakuumuse kui ka kõrgekuumuse glasuure. See oleneb nende koostisest. Kui glasuurides on ülekaal tulekindlatel ainetel, siis on tema sulamiseks vaja kõrget temperatuuri, kui aga palju sulandajaid –

saame madalakuumuse glasuuri. Madalas kuumuses kasutatakse sulandajana sageli tina. Sel juhul osa glasuuri koostisained frititakse (sulatatakse) enne jahvatamist klaasjateks teradeks. Kaasajal ei lubata enam kasutada frittimata tinaglasuure, millised on nii töötegijale kui ka tarbijale tervistkahjustavad. Eri savidele kõlbavad eri glasuurid. Need tuleb antud savidele välja katsetada. Glasuure võib värvida metallhapenditega. Koobalthapend - annab sinised toonid; vasehapend ja kroomhapend – rohelised; rauahapend - kollased, punased ja pruunid toonid; nikkelhapend – hallid; mangaanhapend- lillakad ja pruunid toonid.

Glasuuri pealekandmist teostatakse kolmel viisil:

- 1 – sissekastmisel,
- 2 – ülevalamisel,
- 3 – glasuuriga pritsimisel.

Glasuurid segatakse veega glasuurilobriks. Neid hoitakse alal kaanega ämbrites, või muudes anumates. Ettepõletatud nõud tuleb enne glasuurima hakkamist märja käsnaga tolmust puhtaks pühkida. Õonesvormi glasuuritakse alul seest. Selleks valatakse nõusse vedelat glasuuri, nõud ettevaatlikult sõrmede vahel pöörates. Nii katab glasuur kogu eseme sisepinna. Ülejäänud glasuuri valame nõusse tagasi. Tahenenud eseme valame pealt poolt glasuuriga üle. Kui omatakse palju glasuuri, võib eset glasuurida sissekastmise teel. Seda tehakse väikeste esemete puhul. Suuri esemeid on kõige parem glasuurida ülepritsimise teel suruõhu abil. Glasuuritava eseme pind peab olema tolmuvaba ja puhas. Tolmusel, rasvasel ja õlisel pinnal tõmbub glasuur kokku ja võib maha rulluda. Glasuur olgu vaba õhumullidest, et eseme pinnale ei tekkiks kuppusid. Maalitud esemeid peab väga ettevaatlikult glasuurima, et maalingu värvikihti mitte rikkuda. Glasuuritud esemeid peab hoidma põletuseni tolmuvabalt.

## XII. PÕLETAMINE.

Põletamise eesmärgiks on kergesti purunev, vees uuesti ülessulav mass teha mehhaaniliselt tugevaks ja vastupidavaks. Alles põletamise järele muutuvad saviesemed tarvitamiskõlblikeks. Peale põletamist omab ese kõvaduse ja kõla. Harilikult teostatakse keraamilise eseme valmimiseks kaks põletust. Esimene on nn. eelpõletus ehk toorpõletus – selleks, et teha esemeid niipalju tugevamaks, et neid saaks glasuurida. Teine põletus on glasuurpõletus, kus ese omandab sileda pinna. Eelpõletatud ese peab jääma niivõrd urbseks, et see imeks glasuuri endasse. Eelpõletuse temperatuuri kõrgus oleneb savimassist. Tavaliste pottsepa kaupade eelpõletus toimub

800 – 1000 kraadi juures. Esemete põletamine toimub väga erinevas temperatuuris, 600 – 1530 kraadini. Alla 900 kraadi põletatakse glasuerialuseid ja glasuuripealseid värve, 900 – 1000 tellise ja pottsepa kaupa, 1000 – 1300 kraadi põletatakse klinkrit, fajanssi ja kivinõu tooteid. Üle 1300 tulekindlaid esemeid ja portselani. Nende temperatuuride saavutamiseks kasutatakse nii tahket, vedelat kui ka gaasi kütet. Põletamisprotsessis tekkib savimassis terve rida muudatusi. Peale kuivamisel tekkivat kaalukadu, tekkib siin ka põletamis-kaalukadu. Temperatuuri tõusuga muutub mass alul tihedaks, siis paakub (kaotab urbsuse) ja seejärel sulab. Madalakuumuse masse ei saa paakumiseni põletada, küll aga kivinõu- ja portselanmasse. Kõrgekuumuse massidest jäävad urbseteks tulekindlad nõud. Mehhaaniliselt tugevamad on need nõud, milliseid kõrgemalt põletatakse.

Põletamise alguses, 120 kraadi juures toimub suitsugaaside ja hügrokoopilise vee eraldumine. 450-460 kraadi juures eraldub savist keemiliselt seotud vesi ja savi kaotab plastilisuse. Edasisel kuumutamisel laguneb saviollus räni ja alumiinium hapendiks. Samaaegselt lagunevad karbonaadid ja eraldub süsihappe gaas, orgaanilised ained söestuvad ning eralduvad utteained. Need protsessid peavad olema enne lõppenud kui algab massi tihenemine. Madalakuumuse savide juures on see 750 kraadi ümber. Üle 800 kraadi kuumutamisel ühinevad räni ja alumiinium hapendid muliidiks. Alates 1000 kraadist algavad savis keemilised muudatused. Tooraines olevad alkaalid, rauaollus, saviollus ja räni ühinevad klaasiks (silikaatideks). Tähtis muudatus põlemise tagajärjel tekkib savi värvuses. See oleneb põletustemperatuurist ja ahju atmosfäärast põletuse ajal. On savimasse, millistes on palju orgaanilisi aineid. Kui selliseid masse hapnikurikkalt põletada, põlevad orgaanilised ained ära, jätmata mingit värvust. Suitsusel põletamisel aga söestuvad need ja värvivad savi halliks või mustaks. Punased rauarikkad savid muutuvad temperatuuri tõustes järjest punasemaks, lubjarikkad aga rohelisemaks. Savisse jäänud orgaanilised ained ja kütusest massi sattunud küttegaasid mõjuvad kahjulikult glasuurile, tekitades pinnale kuppusid.

Põhiliselt tuntakse kahesugust põletusviisi: hapnikurikast – oksüdeeruvat ja hapnikuvaest – redutseerivat põletamist. Hapnikurikkas põletuses toimub glasuuride sulamine tavaliselt ja glasuuriks voolamine ettenähtud temperatuuris. Hapnikuvaeses põletuses tekkivad glasuuri komponentide vahel hoopis teistsugused ühendid ja teistsugused värvivarjundid. Näiteks tavalises, hapnikurikkas põletuses annab vask rohelised toonid, suitsurikkas põletuses aga muutub vasehapend keemiliselt ja värvib glasuuri punaseks. Savitoodete valmistamisel mängib kõige suuremat osa glasuurpõletus. Seal selgub, kas savimass ja glasuurikoostis on toimunud vigadeta.



Ahju tüüpe on väga mitmesuguseid. Millist ahjutüüpi valida? Kunstkeraamika, nagu ka pottsepa kauba, majoolika ja fajansi põletuseks on kohane muhvelahi. Seda kasutatakse ka värvide ja dekoori põletamiseks. Sellises ahjus on esemed kaitstud lahtise tule eest. Sobivad on elektriahjud (fotod – 109 ja 110), kuna nendel ei tekki küttest ahju atmosfääri mingeid aineid (lendtuhk, väevliaurud jne.), millised kahjustaksid põletamise ajal glasuuri pealispinda. Elektri muhvelahju seinad on valmistatud šamotist. Nendesse paigutatakse küttekehad – näiteks kroomnikli sulamist valmistatud traat spiraalid, mis annavad kuni 1100 kraadi temperatuuri. Kroomi-alumiiniumi-titaani-terase sulamist küttekehad annavad temperatuuri kuni 1200 kraadi. Kroom-alumiinium-koobalt-terase sulami küttekehad (näit. Kanhtal- Rootsi päritolu) annavad maksimaalselt 1300 kraadi kuumust. Veel kõrgemate temperatuuride saamiseks – näit. 1450 kraadi portselani puhul karborundum küttekehi. Nendeks on näiteks “Silit”-i, “Kvartssilit”-i (Rootsi) ja “Globar”-i (Ameerika) küttekehad. Nende vastupidavus ulatub 3000 – 6000 kraadini. Ahjude juurde on rakendatud transformaatorid. Samuti on need ahjud varustatud automaatse temperatuuri regulaatoriga. (Fotod 109 - 111.)

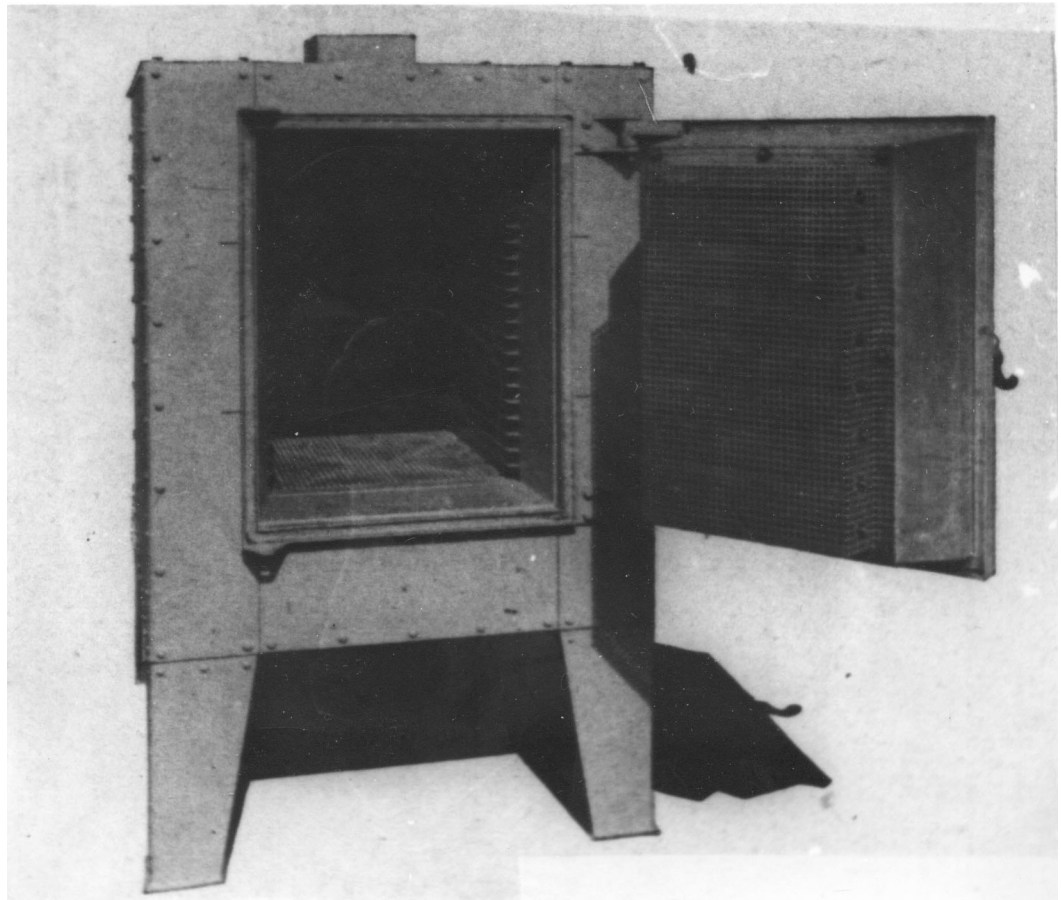


Foto 109.

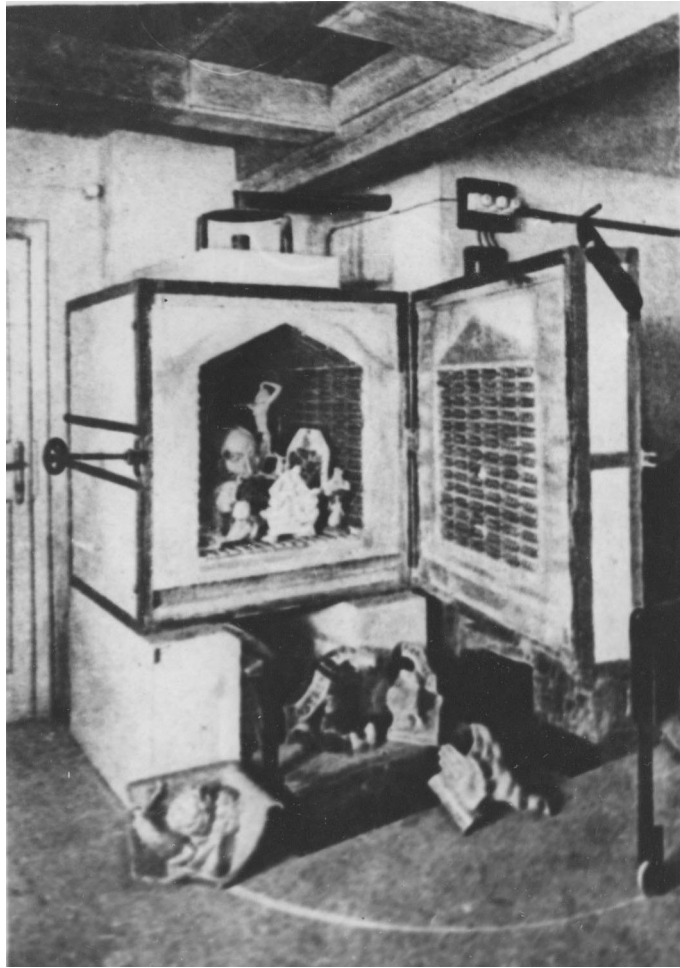


Foto 110.

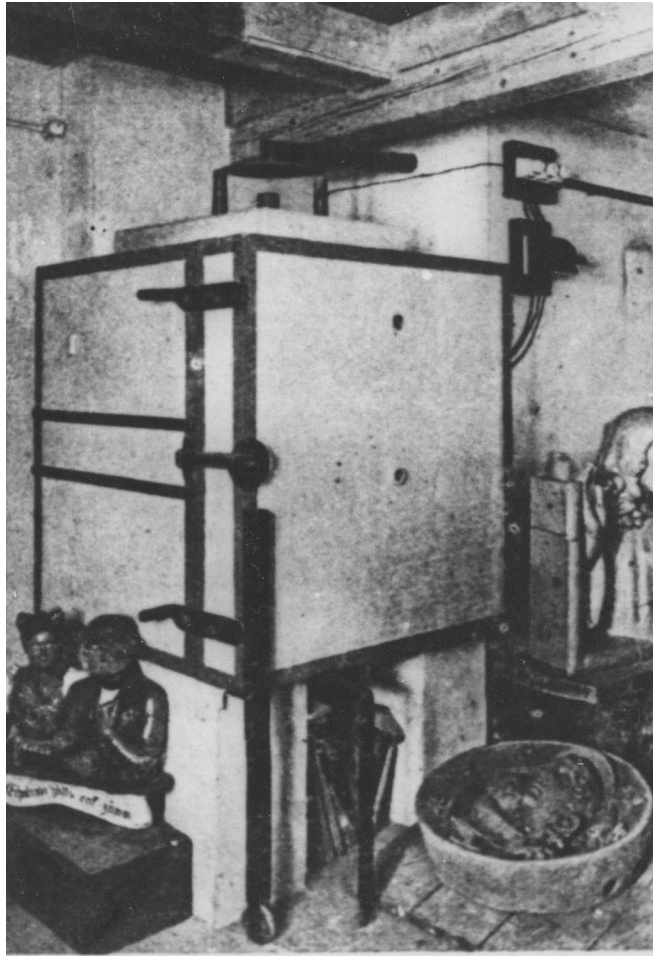


Foto 111.

Temperatuuri ahjus ei saa silmaga jälgida kuigi kaua. Ahi hakkab minema punaseks umbes 500 kraadi C juures, tumepunase värvuse saab ta 700 kraadi juures, tumekirsipunane toon ilmub 800 kraadi juures. Helepunaseks muutub ahju sisemus 900 kraadi, kollakasvalgeks aga 1000 kraadi C juures ning silmipimestavalt valgeks 1200 kraadi C juures. Kuna keraamika ahjude põletustemperatuur on küllaltki kõrge, siis ei ole seal võimalik kasutada termomeetrit, vaid rakendatakse selleks optilisi või elektrilisi mõõteriistu – termopaare, püromeetreid. Nende aparatuuride abil võib pidevalt jälgida ahjus kulgevat temperatuuri käiku. Traditsiooniliselt kasutatakse temperatuuri kontrolliks koonuseid, millised on valmistatud teatud temperatuuris sulavatest massidest. Nad kujutavad endast kolmetahulisi, 6-7 sm kõrguseid keegleid. Jälgides ahju suusse jäetud vaateaugust nende sulamisemomenti, võime täpsustada temperatuuri ahju sisemuses. Keegleid valmistatakse mitmesuguste sulamistemperatuuridega (sulamistäpiga) massidest ning nad kannavad vastavat numeratsiooni. Kui tahame ahju temperatuuri kontrollida mitmest kohast, siis tuleb ka rohkem keegleid vaateavadesse pakkida. Termoelektrilised püromeetrid kirjutavad automaatselt paberile ahjus toimuva temperatuuri kõvera, mis jääb kontrolliks ja dokumendiks põletuse käigust.

### XIII. KAUNISTAMINE.

Peale kunstilise vormiandmise on võimalik eseme kunstilist mõju suurendada kaunistamisega – dekoreerimisega. On enesestmõistetav, et dekoor peab olema kooskõlas eseme vormiga ühtse terviku kujunemise mõttes. Liiga rikkalik ja kirju dekoor – plastiliste, graafiliste ja värviliste tehnikate kasutamisega – ei luba tihti eseme enese vormi ja kasutatud glasuuri ilu mõjule pääseda. Keraamiliste esemete kaunistamiseks on palju võimalusi, et teha neid meeldivaks ja anda neile kunstilist väärtust. Vaatleme, milliseid dekoreerimisviise tuntakse keraamikas.

1 – Toorsavi dekoreerimine.

a). Pehmesse savisse surumine, sissekraapimine ja reljeefsete motiivide modelleerimine.

Dekoreerimisvõimalused algavad keraamikas juba pehmele savile kaunistuste loomisega. Iidsest ajast tuntakse nõör- või kammkeraamikat, kus nõöri või kammi abil vajutati pehmele savinõule kaunistusi. Juba treimisprotsessis võib pöörlevale nõule vajutada kas lainelisi, helmelisi või rööbasjoonelisi vööndeid. On võimalik nõu pinnale modelleerimispulga abil sisse kraapida ornamentaalseid kujundusi. Samuti võib modelleerida nõu pinnale reljeefseid dekoore. Selliseid esemeid võib kasutada terrakota nõudena, aga neid võib ka peale eelpõletust soovikohaste glasuuridega glasuurida.

b). Angoobimine ja sgrafitto. Angoobide all mõistame värvilisi savisid, milledega võime savisid toores olekus üle valada ja mitmesuguste motiividega kaunistada. Angoobiga ülevalatud saviesemele saame peale mõningast tahenemist terava esemega (näit. naelaga) sisse kraapida soovitud kaunistusmotiive, nii et alt tuleb nähtavale alus-savi toon. Kui valame punase savi üle valge angoobiga, siis saame sissekraabitud (sgrafitto) tehnika abil sellele punase kontuurjoonise. Kuid me võime välja kraapida ka pinnalisi motiive.

c). Värviline angoobi maal. Angoobe on võimalik metallide sooladega värvida. Siin võime saavutada küllaltki rikkaliku värvipaleti. Angoobide juures peab arvestama eseme savimassi ja värvideks kasutatavate savide vastastikkuse sobivusega. Nende põletuskaod peavad olema ühtlased. Vastasel juhul võivad tekkivate pingete tõttu angoobi nõult maha kooruda. Rahvakunstis on pottseppadel levinud nn. “sarvemaal”. Selles tehnikas kantakse angoobi esemele sarvest tehtud tööriista abil. Sarve tipus on auk, mille läbi värvaine voolab esemele ühepaksuse, katkematu joonena. Madalakuumuse angoobidega kaetud esemed

põletatakse 2 korda. Peale eelpõletust kaetakse nad läbipaistva glasuuriga ja põletatakse teist korda, mille järel nad omavad sileda, läikiva pinna.

## II – Ettepõletatud esemete dekoreerimine.

a). Glasuuralune maal. Seda tehnikat kasutatakse peamiselt valgekspõleval savil. (Valgel angoobil, fajansil, portselanil.) Glasuuralused värvid valmistatakse metallide hapenditest. Neid kantakse esemele õhukese kihina kas pintsli abil või pealepritsimise teel. Peale seda põletatakse ese värvaine kinnitamiseks teist korda. Selle järel kaetakse ese läbipaistva glasuuriga ning põletatakse veel kord. Glasuuralune maal omab väga rikka värviskaala ning teda kattev glasuur kaitseb teda nii mehhaaniliste kui ka keemiliste mõjude eest.

b). Lahumaal. Siin on värvaineks metallisoolade lahused. Seda kasutatakse suurte värviliste pindade ülekatmiseks. Nad annavad väga pastelseid toone, kui neid kasutada ettepõletatud urbsel fajansil või portselanil. Sooladena kasutatakse vees hõlpsasti lahustuvaid metallide kloriide ja nitraate. Väävli ühendid ei ole soovitatavad, sest nad levitavad põletamisel kahjulikke, väävli sisaldavaid gaase. Lahu võib esemele peale kanda kas pintsliga või pritsimise teel. Kuna nad urbsel esemel laiali voolavad, pole nendega kontuurmaali võimalik teostada. Kontuuri saamiseks võib maalingut täiendada eelpoolnimetatud glasuuraluste värvidega.

c). Terastrükk. Värvaine on siin segatud õliga ning kantakse söövitatud terasplaadilt õhukese niiske paberi abil ettepõletatud eseme pinnale. Seda tehnikat kasutatakse peamiselt ettepõletatud fajansi ja portselani juures ning neid peab värvi kinnitamiseks enne glasuurimist veel kord põletama.

III.- Kaunistamine glasuuridega. Ettepõletatud esemeid võib kaunistada ka värviliste glasuuridega. Glasuure võib jagada läbipaistvateks ja katvateks. Glasuuri värvitoon peale põletamist ripub ära mitmesugustest asjaoludest. Kõigepealt sellest, kas glasuur on värvitud metallhapenditega või värvikehadega. Olulised on ka muud glasuurile lisatud komponendid, sest nende mõju glasuuri värvitoonile on väga suur. Värvitooni mõjutavad ka glasuuri jahvatuspeensus, põletamistemperatuur ja ahju gaasid. Üldiselt tuleb värvilisi glasuure põletada hapnikurikkas tules. Vaatame mõningaid glasuuri tüüpe.

a). Uraanglasuur. – Uraani ja kroomi ühenditega võib saada ilusaid punaseid glasuure. Tinaglasuur värvitud uraanihapendiga annab alla 1000 kraadi hapnikurikkas põletuses ilusa tomatipunase glasuuri, vähimgi suitsu mõju muudab aga glasuuri süsimustaks.

b). Kroomglasuur. – Kui kasutada tinaglasuuri koos kroomhapendiga saame madalal, 900 – 950 kraadise põletuse juures, täiesti hapnikurikkas tules ilusa korallpunase tooni. Vähesegi suitsu mõjul muutub ta roheliseks. Soovitav on kroomglasuure põletada kiiresti. Kiirel jahtumisel võivad glasuurile tekkida ilusad kristallid.

c). Hiinapunane (ka härjavere punane) glasuur. – On üks haruldasemaid glasuure, kuna tema põletamine nõuab suurt vilumust. Seda tinavaba glasuuri värvitakse vasehapendiga ja põletamist teostatakse redutseerivas atmosfääris. Liiga väheses suitsuga annab glasuur rohelise tooni, liiga suitsurikkal põletusel muutub see aga mustaks. Seepärast peab punase tooni saamiseks põletama vaheldumisi – kord hapnikurikkalt, siis jälle suitsuselt, redutseerivalt. Punase värvitooni saamiseks aitab kaasa glasuurile inglistina hapendi ( $\text{Sn O}_2$ ) lisamine. Hiinapunase glasuuri värvitoonid vahelduvad helepunasest mustjaspunaseni, tuleb ette rohelisi, siniseid ja lillasid varjundeid. Hiinapunase glasuuri põletust tuleb läbi viia kinnises muhvelahjus, kuhu kunstlikult suitsutekitavaid aineid visatakse. Selleks kasutatakse petrooleumi, naftaliini või saepuru, mida kindlate vaheaegade järele ahju visatakse. Nende ainete mõjul muutub vasehapendi roheline toon keemilise protsessi tagajärjel punaseks. Kuna glasuuri punase tooni saamine on keerukas, siis on hiinapunase glasuuriga esemed ka kallid.

d). Aventuriinglasuur. – Nendel glasuuridel tekib eseme pinnale hulgaliselt väikeseid kuldseid kristalle. Aventuriinglasuurid on küllastud rauahapendiga ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Jahtudes rauaosakesed glasuuris kristalliseeruvad. Soodsalt mõjub glasuurile lubjaollus ( $\text{CaO}$ ) ja baariumi hapend ( $\text{BaO}$ ).

e). Kristallglasuurid. – Annavad ilusaid kristallefekte. Neid võib koostada erinevate värvustega. Kristallefeki saavutamiseks tuleb põhiglasuurile juurde lisada teatud kemikaale. Nt. .wolframhapendit ( $\text{WO}_3$ ), molübdanhapendit ( $\text{MO}_3$ ), või vanaadiumhapendit ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ). Neid aineid tarvitseb glasuurile (lisaks värvivatele metallhapenditele) lisada vaid väikestes kogustes, et moodustuksid glasuuri jahtumisel ilusad kristallid. Ka titaanhapend (rutiil,  $\text{TiO}_2$ ) moodustab kristalle ja ühtlasi materib glasuuri. Kristallglasuurid tulevad eriti ilusad kõrges kuumuses nagu kiviõu- ja portselankauba juures. Kõrges temperatuuris (1300 kraadi) annavad tsinkhapendiga küllastunud glasuurid ilusaid lumeräitsakakujulisi, 1-3 sm suurusi kristalle. Ilusate vormidega keraamilisi esemeid kaunistavad kristallglasuurid väga ning nende juures ei ole tarvis kasutada muid dekoreerimise võtteid.

f). Mattglasuurid. – Nendel glasuuridel ei ole tugevat läiget, vaid nad annavad esemele sileda ja mati väljanägemise. Selle saavutamiseks võib

glasuurile lisada 10 – 50 % põllupagu või 5 -10 % rutiili (TiO<sub>2</sub>) või 5% inglistina hapendit (SnO<sub>2</sub>). Nii madala- kui kõrgekuumuse mattglasuure võib värvida metallihapenditega.

g). Jooksvad glasuurid. – Jooksvad glasuurid on vastandlikud mattglasuuridele. Nendes on palju sulandavaid aineid, nende sulamistäpp on suhteliselt madal ja sulamisel nad voolavad mööda eseme pinda. Glasuuri voolavamaks tegemiseks võib talle lisada 30 – 50 % teist, voolavat glasuuri või, madalakuumuse puhul, 5- 10 % tinahapendit. Ühel nõul võib koos kasutada matti ja jooksvat glasuuri, glasuurides nõu alaosa näiteks mati, kaela aga jooksva glasuuriga. Põlemisel glasuurid segunevad ja annavad omapäraseid efekte. Jooksvaid glasuure võib nagu kõiki teisigi, värvida metallihapenditega.

h). Kraklee glasuur. – Need glasuurid on tahtlikult nii koostatud, et neil tekkiks juuspragude võrk, mis oleks esemele kaunistuseks. Kui savi kahaneb vähem kui glasuur– see tähendab, et nende paisumiskoeffitsient ei ole ühesugune, tekib pinge, mis põhjustabki glasuuri juuspraod. Alkaalirikkad glasuurid kalduvad hõlpsasti pragunema. Kraklee glasuur võib olla nii valge kui värviline. Et pragude võrk hästi nähtavale tuleks, hõõrutakse neisse musta värvi või tussi. Kraklee glasuure kasutatakse enamasti kõrgekuumuse keraamika juures.

i). Saviglasuurid. - Saviglasuure kasutatakse enamasti kõrgekuumuse keraamika juures, kivinõu ja portselani kaubale. Glasuuri põhiaineks on madalas sulamistäpiga alkaalirikkad savid. mis kõrges temperatuuris sulavad vedelaks glasuuriks. Rauarikastest savidest saab valmistada pruune glasuure, lubjarikkad savid annavad glasuurile kollakaid või rohekaid toone. Neile väevaineid ja muid lisandeid juurde pannes, saame rikkaliku gamma, enamasti matte glasuure. Saviglasuurid sulavad enamasti 1200 – 1400 kraadi piirides. Saviglasuure kantakse niiskele, toorele savile. Ahjus sulavad nad maalilisteks glasuurideks. (Saviglasuuride kohta kasutatakse ka mõistet – kõrgekuumuse angoobid. Ka nendega on võimalik teha nõu pinnale maalitud dekoori.)

j). Soolaglasuurid. – Kasutatakse kivinõu kaubale. Soolapõletus toimub kõrges temperatuuris. Kui kivinõu-ese on põletuses kuumutatud paakumiseni (pind on nii tihe, et see niiskust endasse enam ei tõmba), visatakse kuuma ahju keedusoola. Keemiliste protsesside tagajärjel moodustub eseme pinnale glasuuritaoline kiht, mida nimetataksegi soolaglasuuriks. Sinna juurde kasutatakse maalimist sinise koobaltklaasiga, nn. smaltiga.

#### IV– Glasuuripealne kaunistamine.

Glasuuri peale saab maalida kahel viisil – kas maalida toorele põletamata glasuuri jahusele pinnale või siledale, põletatud glasuurile. Vaatleme mõningaid glasuuripealse maali tehnikaid.

a). Majoolika maal. – See on vana kaunistamisviis, mis pärineb keskaja Itaalia ja Hispaania savitööstustest. Seal maaliti värviline dekoor kohe peale glasuurimist toorele, põletamata savi pinnale. See maalimistehnika nõuab suurt vilumust, sest glasuuripealsed värvid tungivad kohe glasuuri sisse, neid hiljem korrigeerida pole enam võimalik. Glasuur põletatakse koos värvilise maaliga.

b). Portselani maal. – Teostatakse siledale glasuuritud pinnale. Värvkehale sideaineks kasutatakse paksuõli (tärpentinõli) ja tärpentini või lavendelõli. Maalitud esemed põletatakse muhvlis 700 – 800 kraadi juures. Tähtis on, et värvi ei kantaks peale liiga paksult, et ta omaks peale põletamist ilusa läike. Portselanimaal omab suurima värvipaleti ja kõige säravamad värvitoonid, kuna tema madal põletustemperatuur säilitab kõik värvid. Kõrges kuumuses põlevad paljud värvitoonid (nt. punane ja kollane) ära. Ka väärismetallvärve – kulda, hõbedat ja plaatinat – kasutatakse peamiselt portselani (ja ka fajansi) kaunistamiseks. Portselanil kasutatavat kullavärvi on nii läikivat kui matti. Läikkullavärv on odavam, kuid mitte nii vastupidav kulumisele kui mattkuld. Mattkulda kasutatakse hinnalisemate nõude juures. Peale põletamist mattkuld poleeritakse kas täielikult või osaliselt. Osalisel poleerimisel saavutatakse läikivate ja matt pindade vahelduvus, mida võib kasutada ornamendi moodustamiseks. Poleerimiseks kasutatakse agaatpulka.

c). Lüstermaal. – Rakendatakse samuti ka portselanil. Lüstervärvid on metallisoolade lahud eeterõlides. Neid kaetakse õhukese ja ühtlase kihina ja põletatakse umbes 700 kraadi juures. Värvaines leiduv õli põleb ära ja pinnale jääb vikerkaarevärves särav metallilise läikega värvitoon. Lüstervärvid pole vastupidavad kulumisele. Huvitav dekoreerimistehnika on glasuuritud esemele lüstervärvi sissepõletamine suitsuses tules 700kraadi juures. Neid värve valmistatakse vanade Itaalia ja Pärsia retseptide järele metallisoolade (nt. hõbedakloriidi või vasevitrioli) segamisel ookriga ja paksuõliga. Pärast põletamist tuleb glasuurile kihina jäänud ookri pulber maha pesta. Selle alt tuleb lüstri värvitoon nähtavale, milline on sageli oma värvitoonilt üllatav.

Tule mõjul võib saviesemetele väga kunstipäraseid tagajärgi saada, mida teistel tarbekunsti aladel külmadel menetlustel ei saavutata.



## XIV . KERAAMIKAS ESINEVAD VEAD JA NENDE VÄLTIMINE.

1).– Massivead.

Esemele tekkivad praod. Põhjused:

a). Ebahütlane savi segu põhjustab esemete lõhkemisi kuivamisel ja põletamisel. Kui niiskes savis leidub vedelaid tükke ja kõvasid kohti, siis on massi niiskus ebahütlane ja põhjustab ebahütlase kahanemise kuivamisel ja põletamisel, mille tagajärjel savi praguneb.

b). Liiga lahja mass ei oma küllaldast siduvust ja esemele tekkivad praod neis kohtades, kus olenedes eseme kujust, on pinge liiga suur.

c). Värskelt saviaugust võetud savi kasutamine. Põhjustab massi lõhkemist kuivamisel. Soovitatav on savi enne tarvitamist lasta seista, talvitada, siis muutub ta märksa plastilisemaks. Savide plastilisuse all mõistame sellist savide omadust, kus savi teatud veehulgaga laseb end taignataoliseks massiks vormida. Savide plastilisus on tingitud savi struktuurist. Lehetaolise karakteriga saviosakesed on tugevamini seotud omavahel kui kuulitaolise karakteriga osakesed. Sellepärast rasvased savid vajavad segamisel rohkem vett kui urbsed savid. Rasvaseid savisid on aga raskem kuivatada. Lahjad savimassid kuivavad kiiremini.

Esemed deformeeruvad. Põhjused:

a). Mitte õige massi retsepti puhul esemed võivas kõveraks vajuda. Liiga suur kuivamise kadu põhjustab kõveraks tõmbumist. Sel juhul tuleb lisada massile lahjemaid savisid või muid lahjendajaid nagu räni, liiva, põllupagu või samotti.

b). Ebahütlane kuivamine toimub sel puhul kui eseme seinad ei ole ühepaksusega. Õhemas eseme osad kuivavad kiiremini kui paksud tekitades deformeerumist ja pragusid.

c). Liig kiire kuivatamine. Tekivad samuti sisepinged, mis põhjustavad deformeerumist ja pragusid.

2).- Põletamise vead.

a). Põletamise tagajärjel tekkivad praod. Põletamine on olnud liiga kiire. Eelsoojendamine, põletamine ja jahtumine pole toimunud õige ajagraafiku järgi. Liiga kiirel jahtumisel tekkiv pragu on teravaservaline ja juuspeen. Põletamisel tekkiv pragu on ümara glasuur- servaga ja hästi nähtav. Savid, mis sisaldavad peeneteralist liiva on jahtumisel tundlikumad. Sel puhul tuleb massile lisada teist liiki savi.

b). Kupud. tekkivad massi liiga kiirel põletamisel. Süsinikurikkad ained ei jõua ära põleda, jäävad glasuuri alla, moodustavad gaase, mis ei jõua läbi glasuuri kaane tungida, kuna glasuur kiiresti sulab ja tardub klaasiks. Glasuuri allajäänud gaasid kergitavad glasuuri kupuliseks. Kuppe põhjustab ka väävlitsisaldav küttematerjal, samuti ka nõrk tõmme kütmise ajal.

3).Glasuuri vead.

a).Glasuurid langevad esemelt maha. Kui savides leidub kahjulikke soolaseid (sulfaate), millised eseme kuivamisel väljuvad eseme pinnale ning moodustavad seal peale eelpõletust valge, jahuse katte - isoleerivad nad glasuuri ja hiljem võib see esemelt maha langeda. Selle vea vältimiseks lisada savimassile 2% süsihappu baariumi, mis takistab soolade lahustumist savis.

b). Nõelaaugukesed glasuuri pinnal. Kui saviese on jäänud põletamisel liiga urbseks, siis glasuurimise ajal ja ka glasuuri sulamisel imbub glasuur põletusel kiiresti massi pooridesse, tekitades pealispinnale väikeseid sügavikke. Sel puhul tuleb põletustemperatuuri eelpõletusel tõsta.

d). Glasuur on voolanud ahjus maha. Kui ese on kaetud liiga paksu glasuuri- kihiga, hakkab glasuur kõrgemal põletusel maha valguma. Tuleb jälgida et glasuurikiht oleks nõul ühtlane, alumine äär hoolega puhastada, mitte ülemäära kõrgelt põletada. Vajaduse korral kasutada tulekindlamat glasuuri.

e). Glasuur on kokku tõmbunud. Ahjusolevate veeaurude tagajärjel muutub glasuur tükati matiks, karedaks ja tõmbub kokku. Põletamise ajal peab ahju tõmme suurendama. Puukütte puhul tuleb kasutada kuivi puid.

f).Glasuur on tahmunud ja must. Suitsusel põletusel tinaglasuurides toimub reduktsiooni tagajärjel tinahapendi metalliseerumine, mis annabki glasuurile tumeda värvuse. Glasuuris tekivad suitsu mõjul mullid, millised lõhkedes tekitavad kraatreid ja glasuur ei saa siledaks sulada. Esemeid ei tohi ahjus liiga tihedalt pakkida. Tulegaasidele peab jätma ruumi väljumiseks. Põletada tuleb hapnikurikkalt.

g). Glasuur on kokkurullunud. Tolm ja rasvapekid eseme pinnal põhjustavad glasuuri kokkurullumise ja kokkutõmbumise põletamise ajal. Enne glasuurimist tuleb eseme pind puhastada niiske käsna. Glasuurida tuleb ühtlase kihiga. Tooreid glasuure katta 1 mm paksuselt, frititud glasuure 0,5 mm paksuselt. Pikendada 700 – 900 kraadi juures toimuvat põletusetsükli ja tõsta põletustemperatuuri 20 –30 kraadi võrra.

h). Juuspraod glasuuris. Juuspragude tekkimise põhjuseks on savi ja glasuuri ebäühtlane kokkutõmme. Liiga madalalt põletatud esemed lasevad samuti niiskust läbi. Praguline glasuur toidunõudele ei kõlba, sest ajajooksul koguneb pragudesse mustust. Näiteks piimakannudel piimhappe korjumisel pragudesse, hakkab piim ruttu tilgastama. Mustus täidab

ajajooksul praod ja muudab nõu mõnikord veekindlaks, kuid see võib olla infektsiooni allikaks.

Glasuuri pragude vältimise abinõud:

- 1). Muudame massi – lisades sellele peeneksjahvatatud räni.
- 2). Suurendame glasuuris räni hulka, või aluseliste ainete kogust, või saviolluse hulka.
- 3). Lisame glasuurile boorhapet. See alandab glasuuri paisumiskoeffitsienti, teeb seda pehmemaks, lähendades seda savikoefitsiendile.
- 4). Lisame glasuurile lubjaollust (kriiti).
- 5). Ingliseina hapend glasuuris aitab juuspragude vastu.
- 6). Ka mangaanhapend glasuuris vähendab glasuuri pragusid.
- 7). Glasuurida õhema kihiga.
- 8). Tõsta ettepõletuse temperatuuri.
- 9). Pikendada põletuse aega ja seda aeglasemalt tõsta.

\*